



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación se SEMARNAT en el Estado de Sonora.
Unidad de Gestión Ambiental - Impacto Ambiental

II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública

(SEMARNAT-04-002-A) Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa.

III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

La información correspondiente al nombre, 1. Clave de elector de la credencial para votar; 2. Nombre; 3. Domicilio; 4. Código Bidimensional; 5. Fotografía de la persona; 6. OCR de la Credencial de Elector; 7. Código postal; 1. teléfono y/o correo electrónico de terceros.; 2. Firma de terceros y 3. Firma de recibido; ; Consta de 06 versiones públicas cantidad reportada por el período del 2do trimestre del 01 de abril del 2024 al 30 de junio del 2024.

IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los 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 del titular del área.



C. JUAN MANUEL VARGAS LÓPEZ

Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6, fracción IV; 32, 43, 54, 55 y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Sonora, previa designación, firma el C. Juan Manuel Vargas López, Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales.

VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_18_2024_SIPOT_2T_2024_ART69 , en la sesión celebrada el 12 de julio del 2024.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_18_2024_SIPOT_2T_2024_ART69

CAPITULO I

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

CAPITULO I

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	I - 1
I.1 Proyecto	I - 1
I.1.1 Nombre del Proyecto	I - 2
I.1.2 Ubicación del Proyecto	I - 2
I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto.....	I - 2
I.1.4 Presentación de la documentación legal	I - 2
I.2 Promovente	I - 4
I.2.1 Nombre o razón social	I - 4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente	I - 4
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal	I - 4
I.2.4 Dirección del Promovente o representante legal para recibir u oír notificaciones	I - 4
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	I - 5

FIGURAS

Figura I - 1. Ubicación geopolítica del proyecto	I - 2
Figura I - 2. Ubicación del proyecto en el predio “Punta de Cirios”	I - 3

CUADRO

Cuadro I - 1. Estado, municipio y localidad del proyecto	I - 1
Cuadro I - 2. Contrato de arrendamiento del predio involucrado	I - 3

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

El presente proyecto "**Banco de gruesos**", comprende una superficie total de 354,756 metros cuadrados y contempla la operación de un banco de materiales pétreos para la extracción de gruesos.

El material será extraído de la superficie por medio de equipos de apilamiento (extracción) y carga para ser transportado fuera del presente sitio de extracción hacia una planta de beneficio para la obtención de materiales para base hidráulica y material de insumo a planta de asfalto para obtener carpeta asfáltica, misma que cuenta con las autorizaciones ambientales correspondientes.

El producto del banco será utilizado en la construcción de los proyectos "Terminal GNL de Sonora" y "Relocalización de Carretera SON 03 en Puerto Libertad", entre otros.

I.1 Proyecto

El proyecto se localiza en el municipio de Pitiquito, en el Estado de Sonora, a una distancia aproximada de 28 km de la localidad de Puerto Libertad (Ver Cuadro I - 1 y Figura I - 1), predio "Punta de Cirios".

Cuadro I - 1. Estado, municipio y localidad del proyecto

ESTADO	Sonora
MUNICIPIO	Pitiquito
LOCALIDAD	Puerto Libertad

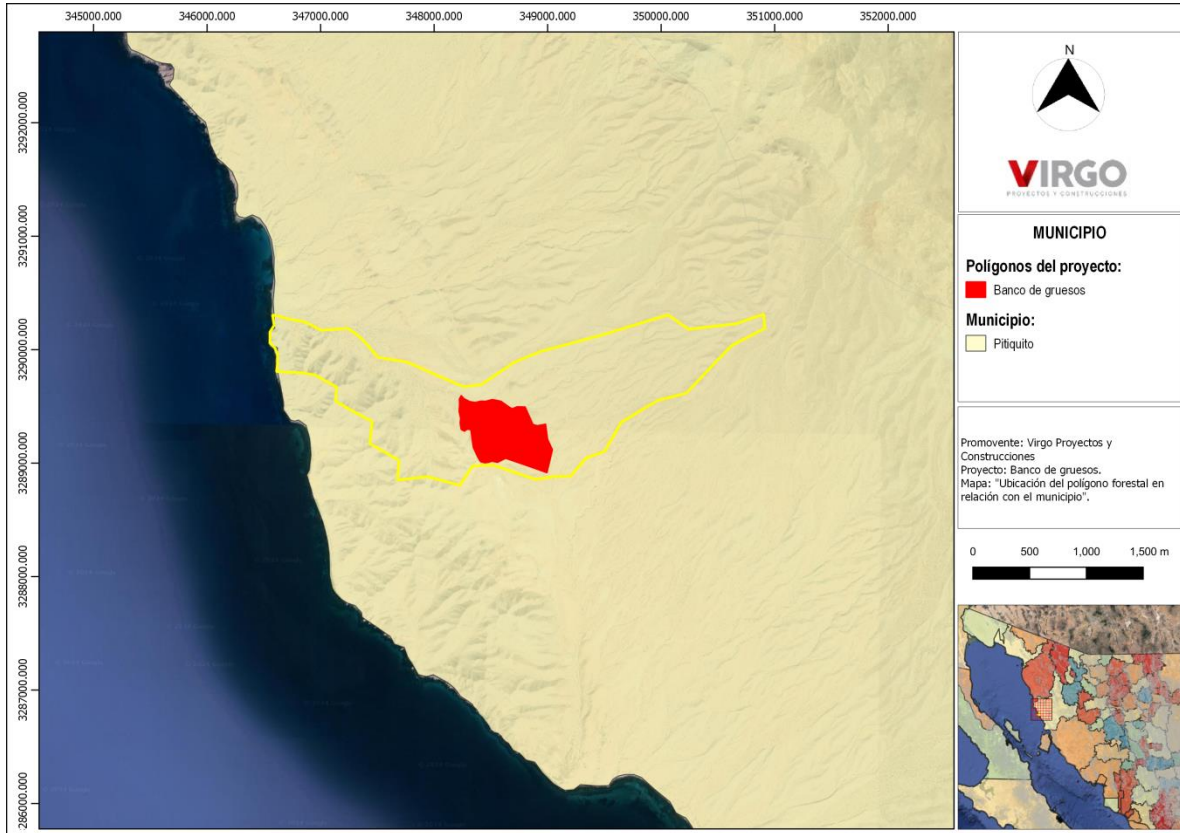


Figura I - 1. Ubicación geopolítica del proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

"Banco de gruesos"

I.1.2 Ubicación del Proyecto

Como se mencionó en el apartado I.1, el Proyecto se ubica dentro del Municipio de Pitiquito, Sonora, en zona rural de la localidad de Puerto Libertad, predio "Punta de Cirios".

I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto

La vida útil estimada para el Proyecto corresponde a 10 años, considerando las actividades de preparación del sitio y operación.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

Para el desarrollo del proyecto "Banco de gruesos" (en lo sucesivo el Proyecto), el cual se pretende ubicar en predio en el cual el promovente Proyectos y Construcciones VIRGO

S.A. de C.V. cuenta con el contrato correspondiente por parte de sus propietarios, que corresponde a un predio indiviso de 13,884-07-17.70 ha, teniéndose en arrendamiento 35-47-56 ha para el proyecto, mediante contrato de fecha 25 de enero de 2024.

En el siguiente Cuadro se presenta la información del predio, indicando su nombre, número de escritura y volumen, fecha de inscripción, nombre y número del notario público, lugar de residencia del notario y la superficie total del predio. A su vez, en el Anexo 1 se presentan las copias de las escrituras y contrato mencionados.

Cuadro I - 2. Contrato de arrendamiento del predio involucrado

#	NOMBRE DEL PREDIO	NÚMERO DE ESCRITURA	VOLUMEN	FECHA INSCRIPCIÓN	NOTARIO PÚBLICO	LUGAR	SUPERFICIE DEL PREDIO
1	Punta de Cirios (50%)	28,139	CCXCI	21 de mayo de 2020	No. 90 Lic. Máximo Reynoso Othón	Hermosillo, Sonora	13,884-07-17.70 Ha (INDIVISO)
2	Punta de Cirios (32%)	28,206	CCXCII	9 de junio de 2021	No. 90 Lic. Máximo Reynoso Othón	Hermosillo, Sonora	
3	Punta de Cirios (18%)	28,207	CCXCII	9 de junio de 2021	No. 90 Lic. Máximo Reynoso Othón	Hermosillo, Sonora	



Figura I - 2. Ubicación del proyecto en el predio "Punta de Cirios"

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Proyectos y Construcciones Virgo, S.A. de C.V.

La constitución de la empresa Proyectos y Construcciones Virgo, S.A. de C.V. se ampara en la Escritura Pública No. 16,590, Volumen CXCI, del día 13 de febrero del año 1996 en la ciudad de Hermosillo, Sonora, pasada ante la Fe del Lic. Rafael Reynoso Othón, Notario Público No. 90 de esa circunscripción territorial.

En el Anexo 2 se presenta copia del Acta Constitutiva, instrumento mediante el cual se constituyó la empresa.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

PCV960213H17

En el Anexo 3 se presenta copia simple de Constancia de Situación Fiscal.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Marco Antonio Aguirre Robles

La acreditación de Marco Antonio Aguirre Robles como representante legal se ampara en la Escritura Pública No. 650, Volumen 004, de fecha 19 de junio de 2019, pasada ante la Fe de la Lic. Ivonne Corral Gaona, Titular de la Notaria Pública No. 28, circunscripción territorial en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

En el Anexo 4 se presenta copia de la acreditación del representante legal y en el Anexo 5 copia de su identificación legal.

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

Calle y número

Blvd. Solidaridad N° 1002 Int. 1

Colonia

La Mosca

Ciudad, municipio y estado

Hermosillo, Sonora, México

Código postal

C.P. 83270

Teléfono

[REDACTED]

Correo electrónico

jaguirre@pcvirgo.com
mloreto@pcvirgo.com

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

GM Consultoría y Proyectos de Ingeniería Ambiental, S.A. de C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes RFC

GCP160913NP6.

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Gabriel Alonso Maytorena Quintero

[REDACTED]

Participantes:

Dr. Diego Valdés Zamudio
Dr. Martín Cruz Campas
Ing. Fco. Javier Maytorena Fontes

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Calle y número

[REDACTED]

Colonia

Las Provincias

Ciudad, municipio, estado y código postal

[REDACTED]

Teléfono

[REDACTED]

Correo electrónico

gmconsultorambiental@gmail.com

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO II

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	II - 1
II.1 Información general del Proyecto	II - 1
II.1.1 Naturaleza del Proyecto	II - 1
II.1.2 Selección del sitio	II - 2
II.1.3 Ubicación física del Proyecto y planos de localización	II - 2
II.1.4 Inversión requerida	II - 5
II.1.5 Dimensiones del Proyecto	II - 5
II.1.6 Uso actual del suelo	II - 7
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	II - 8
II.2 Características particulares del Proyecto	II - 8
II.2.1 Programa general de trabajo	II - 8
II.2.2 Preparación del sitio	II - 9
II.2.3 Descripción de las obras y actividades provisionales del Proyecto	II - 10
II.2.4 Etapa de construcción	II - 11
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento	II - 11
II.2.6 Descripción de obras asociadas al Proyecto	II - 12
II.2.7 Etapa de abandono del sitio	II - 13
II.2.8 Utilización de explosivos	II - 13
II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	II - 14
II.2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos	II - 16

FIGURAS

Figura II - 1. Ubicación del proyecto en relación a Puerto Libertad, Sonora	II - 3

CUADROS

Cuadro II - 1. Superficie forestal de los predios a modificar	II - 5
Cuadro II - 2. Cuadro de construcción del polígono del proyecto	II - 5
Cuadro II - 3. Tipo de vegetación presentes en el proyecto	II - 7
Cuadro II - 4. Programa de trabajo	II - 8

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del Proyecto

La presente **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P)**, se realiza a nombre de la empresa **Proyectos y Construcciones VIRGO S.A. de C.V. (Promovente)** con la finalidad de presentarla ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**), con el objeto de tramitar y en su caso obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental a que se refiere el Artículo 28 fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y Artículo 5º fracción O) inciso II del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**RLGEEPAMEIA**). Ello en virtud de que la **Promovente**, pretende llevar a cabo la **operación de un banco de materiales pétreos para la extracción de gruesos, localizado al sureste de Puerto Libertad, municipio de Pitiquito, Sonora, en una superficie de 35.4756 ha, requiriéndose la remoción total de vegetación matorral sarcocaulé.**

La operación del banco de materiales que motiva la presente manifestación, tiene como objeto producir insumos para la construcción de proyectos detonantes en Puerto Libertad, Sonora ("Terminal GNL de Sonora", "Relocalización de Carretera SON 03 en Puerto Libertad", entre otros).

Descripción de las obras y actividades

El material será extraído de la superficie por medio de equipos de apilamiento (extracción) y carga para ser transportado fuera del presente sitio de extracción.

II.1.1 Naturaleza del Proyecto

Operación de un banco de materiales pétreos para la extracción de gruesos, localizado al sureste de Puerto Libertad, municipio de Pitiquito, Sonora, en una superficie de 35.4756 ha, requiriéndose la remoción total de vegetación matorral sarcocaulé.

Las actividades que se requieren realizar, la superficie total del proyecto y la superficie a solicitar para el CUSTF son las siguientes:

Actividad	Finalidad	Superficie (ha)	Superficie (ha) CUSTF
1	Operación de banco de materiales pétreos	35.4756	35.4756
TOTAL		35.4756	35.4756

II.1.2 Selección del sitio

Las características que se tomaron en cuenta para la selección del sitio del proyecto son las siguientes:

Los criterios técnicos para la selección del sitio fueron: que el área estuviera fuera de Áreas Naturales Protegidas, que estuviera cerca de la carretera estatal SON 03 (36 Norte) ya que el material es para utilizarse en la construcción de los proyectos “Terminal GNL de Sonora” y “Relocalización de Carretera SON 03 en Puerto Libertad”, que el material tuviera las características necesarias para utilizarse en la formulación de asfalto y base hidráulica, además de que existiera disponibilidad por parte de los propietarios de los terrenos.

II.1.3 Ubicación física del Proyecto y planos de localización

Puerto Libertad está ubicado sobre la costa del Mar de Cortés Pacífico pertenece al municipio de Pitiquito del estado mexicano de Sonora, a una distancia de 250 Kms. de la Ciudad de Hermosillo.

El puerto colinda al Este con Mar de Cortés, al oeste con Chihuahua, al norte con del estado de Arizona, Estados Unidos Mexicanos, al Sur con el estado de Sinaloa y al Noroeste con Baja California. La frontera con Estados Unidos de América, está a 343 kilómetros del Puerto, esta proximidad permite el intercambio de mercancías. El principal material que se transporta desde el Sureste mexicano, a través de la ruta marítima es el combustóleo para la operación de Termoeléctrica de CFE.

El proyecto se ubicará en el municipio de Pitiquito, en el Estado de Sonora, a 28 km al sureste de la localidad de Puerto Libertad, como se aprecia en la Figura II – 1, en el predio “Punta de Cirios”.

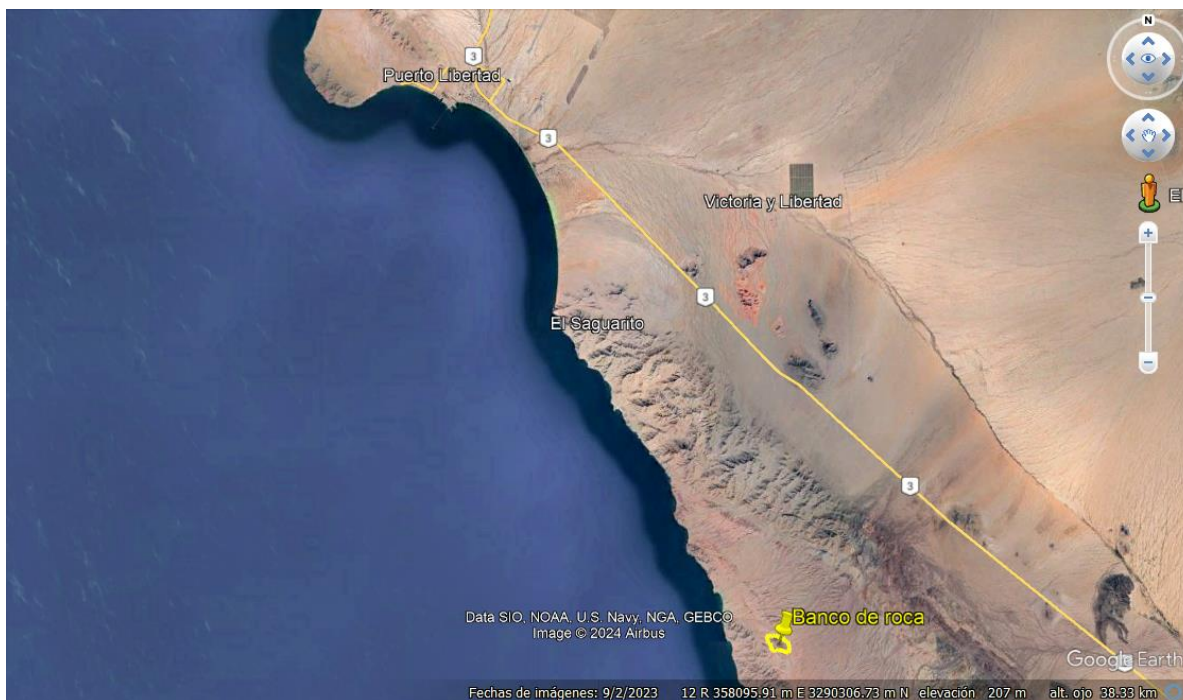


Figura II - 1. Ubicación del proyecto en relación a Puerto Libertad, Sonora

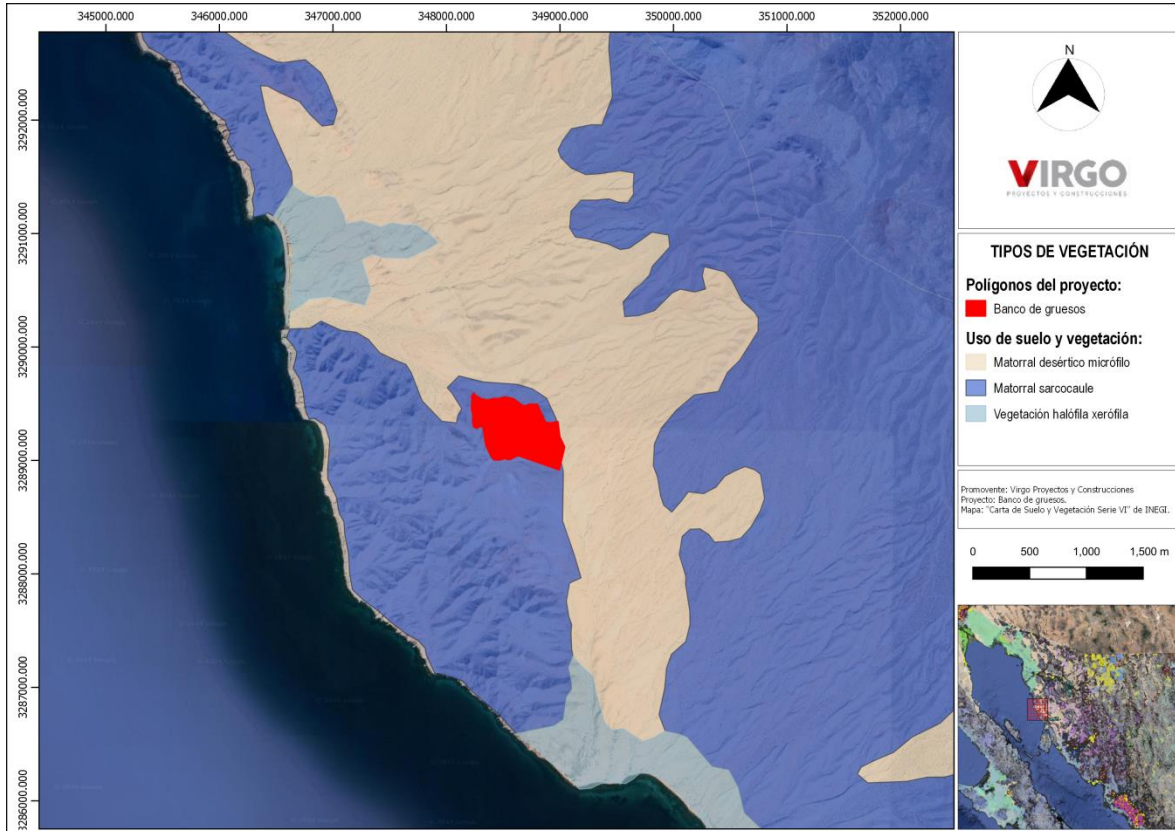
La vegetación forestal y uso de suelo en el polígono forestal objeto del trámite de Autorización del CUSTF para el Proyecto, corresponden a 35.4756 ha de Vegetación Matorral Sarcocaula.

El siguiente Cuadro resume la información desglosada para la superficie CUSTF objeto del trámite de Autorización del CUSTF.

Distribución del tipo de vegetación en las superficies CUSTF

TIPO DE VEGETACIÓN	COBERTURA (ha)	RELACION (%)
Matorral Sarcocaula	35.4756	100.00
TOTAL:	35.4756	100.00

A su vez, en la siguiente Figura se presenta la distribución de la superficie sujeta a CUSTF en relación al tipo de vegetación y uso de suelo, de acuerdo a INEGI.



Distribución de la superficie CUSTF en relación al tipo de vegetación, según INEGI

El tipo de vegetación presente en el predio es del tipo Vegetación de matorral sarcocaula.

El polígono forestal a ocupar por el proyecto “Banco de finos” es de una superficie de 35-47.56 ha, en el cual el promovente Proyectos y Construcciones VIRGO S.A. de C.V. cuenta con el contrato correspondiente por parte de sus propietarios, que corresponde a un predio indiviso de 13,884-07-17.70 ha, teniéndose en arrendamiento 35-47-56 ha para el proyecto, mediante contrato de fecha 25 de enero de 2024.

En el Anexo 1 se presentan las copias de las escrituras y contrato mencionados.

En el Cuadro II - 1. se presenta la superficie forestal del predio a modificar, indicando el nombre del propietario, la superficie total de la propiedad, la superficie sujeta a CUSTF, régimen de propiedad con su tipo de documento legal, el municipio donde se ubica el predio, el tipo de vegetación que se encuentra en ellos y si se tendrá afectación temporal o permanente con/sin sellamiento del suelo.

Cuadro II - 1. Superficie forestal de los predios a modificar

Nombre del Propietario	Superficie total de la propiedad	Superficie sujeta a CUSTF (predio)	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal	Municipio	Tipo(s) de vegetación	Afectación temporal o permanente/con o sin sellamiento de suelo
Lirio Guadalupe Aguirre Ibarra	13,884-07-17.70 Ha (INDIVISO)	35-47-56 ha	Privada	Escritura 28,139	Pitiquito	Matorral sarcocaula	Afectación temporal sin sellamiento de suelo
Iván Flores Larrinaga			Privada	Escritura 28,206	Pitiquito		
Iván Flores Salazar			Privada	Escritura 28,207	Pitiquito		

II.1.4 Inversión requerida

La inversión para desarrollar y operar el proyecto, tiene un costo estimado de

██████████

II.1.5 Dimensiones del Proyecto

El presente proyecto consta de un polígono de 35.4756 hectáreas, las cuales corresponden a la superficie para solicitar el Cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El cuadro de construcción del polígono del proyecto en coordenadas UTM (WGS84 R12), es el siguiente:

Cuadro II - 2. Cuadro de construcción del polígono del proyecto

V	Coordenadas	
	X	Y
1	348983.40	3289344.19
2	349000.87	3289211.13
3	349044.43	3289117.45
4	348994.08	3288915.03

V	Coordenadas	
	X	Y
5	348831.12	3288971.51
6	348630.97	3289040.96
7	348562.18	3289005.84
8	348509.76	3289015.41
9	348479.78	3289005.31
10	348445.42	3289001.07
11	348407.13	3289013.38
12	348381.72	3289056.83
13	348344.02	3289139.09
14	348333.68	3289207.38
15	348323.26	3289293.82
16	348292.75	3289297.71
17	348267.02	3289279.83
18	348238.07	3289295.80
19	348232.71	3289318.06
20	348228.31	3289357.22
21	348232.00	3289393.05
22	348228.00	3289414.27
23	348218.87	3289455.95
24	348223.08	3289519.89
25	348221.08	3289565.12
26	348238.99	3289596.92
27	348264.08	3289569.30
28	348314.23	3289543.90
29	348362.08	3289535.86
30	348412.02	3289547.31
31	348453.64	3289546.51
32	348513.90	3289562.35
33	348590.40	3289547.27
34	348687.94	3289480.18
35	348730.69	3289498.50
36	348803.10	3289496.65
37	348872.57	3289342.01
38	348909.67	3289331.28
Superficie = 35.4756 ha		

II.1.6 Uso actual del suelo

El tipo de uso del suelo que se manifiesta en el sitio del proyecto y su entorno es forestal, mismos en los que se encuentra Vegetación de matorral sarcocaula, según INEGI (Cartografía de uso de suelo y vegetación):

Cuadro II - 3. Tipo de vegetación presentes en el proyecto

TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL PROYECTO
Matorral sarcocaula

A continuación, se describe el tipo de vegetación que se encuentra presente en el área del proyecto.

Matorral sarcocaula

Se compone por vegetación de hierbas y arbustos que tienen la capacidad de desarrollarse sobre suelos con un alto contenido de sales, pueden encontrarse en cualquier parte del país, pero suelen ser mucho más comunes en las regiones costeras y en las partes bajas de las cuencas de zonas áridas y semiáridas. En el noroeste está en contacto con el matorral desértico micrófilo, en la parte central con el mezquite y en el noreste y este con matorral subtropical, selva baja caducifolia y selva baja espinosa con los cuales se mezcla, lo que influye, entre otros factores, en la gran diversidad de su composición florística.

Este matorral se desarrolla en climas muy secos y secos cálidos y semicálidos, y semisecos semicálidos, con temperaturas medias anuales entre 18 y 24 grados centígrados y precipitación total anual inferior a 400 mm. Sobre diferentes tipos de suelo, como son: litosol, regosol, yermosol y xerosol, de los cuales, algunos presentan fase lítica o gravosa.

Las especies encontradas suelen ser de talla baja donde dominan pastos rizomatosos y de tallos rígidos, además de una baja cobertura de especies arbustivas. Esta vegetación se desarrolla en zonas donde los factores climáticos y geológicos dieron origen a áreas salinas. Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex spp.*), romerito (*Suaeda spp.*), hierba reuma (*Frankenia spp.*) y lavanda (*Limonium spp.*). Otras especies que caracterizan este tipo de vegetación son torotes o copales (*Bursera spp.*) y sangregados (*Jatropha spp.*), aunque a veces son rebasadas en número por: palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium floridum*), ocotillo (*Fouquieria splendens*) y mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*). Dichas especies codominan con *Bursera microphylla*, *Jatropha cinerea*, *Jatropha cuneata* y *Opuntia bigelovii* en la parte norte de la zona de distribución, como es en las planicies y bajadas

ubicadas desde Puerto Libertad hasta Isla Tiburón; lo mismo que en las sierras localizadas en el noroeste de la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses.

En el noroeste del país las áreas de suelos salinas suelen ser dominadas por especies como chamizo (*Atriplex* spp.), chamizo salado (*Suaeda torreyana*), Dalia (*Dalea emoryi*), etc. Además de algunos arbustos como salicieso (*Lycium* spp.), citavaro (*Vallesia glabra*), jojoba (*Simmondsia chinensis*), malva (*Melochia tomentosa*), entre otras.

Este matorral se utiliza también en la actividad pecuaria. Algunos de sus elementos forrajeros son: *Acacia cymbispina*, *Caesalpinia pumila*, *Cercidium* spp., *Bursera laxiflora*, *Prosopis glandulosa* y diferentes especies de gramíneas. Además, se aprovechan localmente para obtener madera, *Prosopis* spp., *Olneya tesota*, *Guaiaecum coulteri*, *Haematoxylon brasiletto*, *Ipomoea arborescens* y *Ziziphus sonorensis*, entre varias más (INEGI, 1999).

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El sitio del proyecto se encuentra en zona rural y cercano a Puerto Libertad, por lo cual se aprovecharán las facilidades de urbanización y servicios con que cuenta el poblado

II.2 Características particulares del Proyecto

El material extraído del banco será transportado fuera del presente sitio de extracción hacia una planta de beneficio para la obtención de materiales para base hidráulica y material de insumo a planta de asfalto para obtener carpeta asfáltica, para utilizarse en la construcción de los proyectos “Terminal GNL de Sonora” y “Relocalización de Carretera SON 03 en Puerto Libertad”, entre otros.

II.2.1 Programa general de trabajo

Se estima un periodo de ejecución de 10 años para las actividades de operación del banco de gruesos. Este periodo de ejecución va en relación con la duración total de la construcción del proyecto de “Planta de Licuefacción de Gas” y “Relocalización de Carretera SON 03 en Puerto Libertad”, entre otros. La producción dependerá de la necesidad de cada una de las fases del proyecto. Por lo tanto, se conoce el volumen proyectado de explotación, más sin embargo, las etapas variarán dentro del periodo de los 10 años.

Cuadro II - 4. Programa de trabajo

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
	SEMESTRES									
Preparación del sitio										
Delimitación del área										
Rescate de flora										
Rescate de fauna										
Desmonte o deshierbe										
Despalme										
Operación										
Banco de gruesos										
Apilamiento (extracción)										
Carga										
Acarreo de material extraído a planta de asfalto externa										

Es de hacer mención que los materiales gruesos (rocas) a extraer se encuentran en la superficie del predio y hasta un metro de profundidad, por lo que no se requiere del despalme del terreno.

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El periodo de preparación del sitio del proyecto se prevé que tendrá una duración de aproximadamente 6 meses, contemplando la ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre, ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre, desmonte, almacenamiento y manejo de arbustos y tierra suelta que comprende desde el trazado topográfico en campo hasta la puesta en operación, donde las actividades preliminares se muestran en el Diagrama de Gantt del Cuadro II - 4.

En el Cuadro II - 4 se muestra gráficamente la distribución y calendarización de actividades del proyecto. Es importante destacar que esta es una programación que supone la ejecución secuenciada de actividades, según el mejor criterio de los encargados del proyecto; sin embargo, con la experiencia de los responsables de la ejecución de estas actividades, será posible modificar este programa según mejor convenga para una adecuada operación del proyecto.

II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete

Se realizó estudio de flora y fauna para los diversos componentes del presente proyecto, cuyos resultados se presentan en el Capítulo IV del presente documento.

II.2.2 Preparación del sitio

Las actividades de preparación del sitio en el área propuesta para el proyecto consistirán en diversas actividades, lo cual se realizará en un período de 6 meses. Las actividades a realizar en esta etapa son las siguientes:

a) Delimitación del área

Esta actividad consiste en ubicar en el área las coordenadas del polígono del presente proyecto, señalar los puntos principales con cinta y/o con pintura para evitar la afectación de áreas no autorizadas.

b) Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre

Posterior al señalamiento o delimitación del área que ocupará el proyecto, se procederá a realizar un recorrido para ubicar y rescatar especies de flora que por sus condiciones sean susceptibles de rescate, se incluyen en esta actividad las especies a que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de lento crecimiento.

c) Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

El ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre se puede realizar conjuntamente con el rescate de flora, la fauna detectada en los diferentes recorridos es menor y de rápido desplazamiento por lo que realizando un efecto sonoro fuerte es posible se ahuyenten, en caso de detectar fauna de lento desplazamiento como es el caso de las tortugas de tierra, estos individuos se trasladarán a áreas con características similares para que continúen su proceso natural.

d) Desmonte

El desmonte consistirá en la remoción de vegetación que se encuentre en las áreas autorizadas utilizando herramienta manual y mecanizada para los sahuaros que así lo requieran, el derribo se realizará del límite de las áreas hacia adentro para evitar dañar otros individuos que se encuentren fuera de dichas áreas. El desmonte se efectuará en forma gradual en las áreas a intervenir y el producto del desmonte será sujeto a trituración y depositado junto al suelo fértil rescatado, para su posterior utilización en las actividades de restauración del sitio.

e) Almacenamiento del material vegetal.

La vegetación removida será picada a fin de acelerar su descomposición y posterior integración al suelo de la zona como material orgánica. Dicho material será dispuesto en áreas donde la empresa Promovente lo requiera.

II.2.3 Descripción de las obras y actividades provisionales del Proyecto

Se requerirá desarrollar infraestructura u obras de apoyo temporal. Durante la etapa de Preparación del Sitio, se contará con:

- Servicios auxiliares de agua de servicios
- Letrinas sanitarias
- Área de resguardo de maquinaria

II.2.4 Etapa de construcción

No aplica. No se llevará a cabo construcción alguna.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Extracción. En esta etapa se llevaran a cabo las siguientes actividades:

Apilamiento.- Comprende el apilamiento (extracción) del material pétreo del terreno el cual se encuentra superficialmente y hasta una profundidad de un metro, el material se maneja por medio de bulldozer o tractor de oruga, mismos que van agrupando la roca.

Carga.- Un cargador frontal o retroexcavadora es el encargado de cargar el camión con el material extraído (roca).

Acarreo.- El material proveniente de la extracción de material grueso (piedra) se traslada hacia sitio externo para su beneficio para obtener base hidráulica y material de insumo a planta de asfalto para obtener carpeta asfáltica.

SERVICIOS AUXILIARES

Suministro de diésel.- Se utilizarán tibores de 200 lts en vehículo de una tonelada para diariamente suministrar diésel a las maquinas a demanda.

Servicios al personal.- Se contará con una traila para el descanso y toma de alimentos del personal, asimismo, se contará con letrinas sanitarias para el servicio del personal con limpieza periódica y disposición de producto en sitio autorizado.

Patio de maquinaria.- Se contará con un área para el resguardo de maquinaria con medidas de prevención de contaminación de suelo.

Almacén de residuos.- Solamente se generarán residuos del tipo sólidos urbanos generados por el personal y serán almacenados temporalmente en sitio y mediante envases seguros, para su posterior disposición en sitios autorizados.

Mantenimiento.- Se aplicará el servicio y mantenimiento menor de la maquinaria y equipo en sitio seguro y con medidas de control de la contaminación del suelo. En el sitio no se realizarán mantenimientos mayores, ni reparaciones.

En el Anexo 6 se presenta el diagrama de flujo para las actividades de operación del proyecto.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al Proyecto

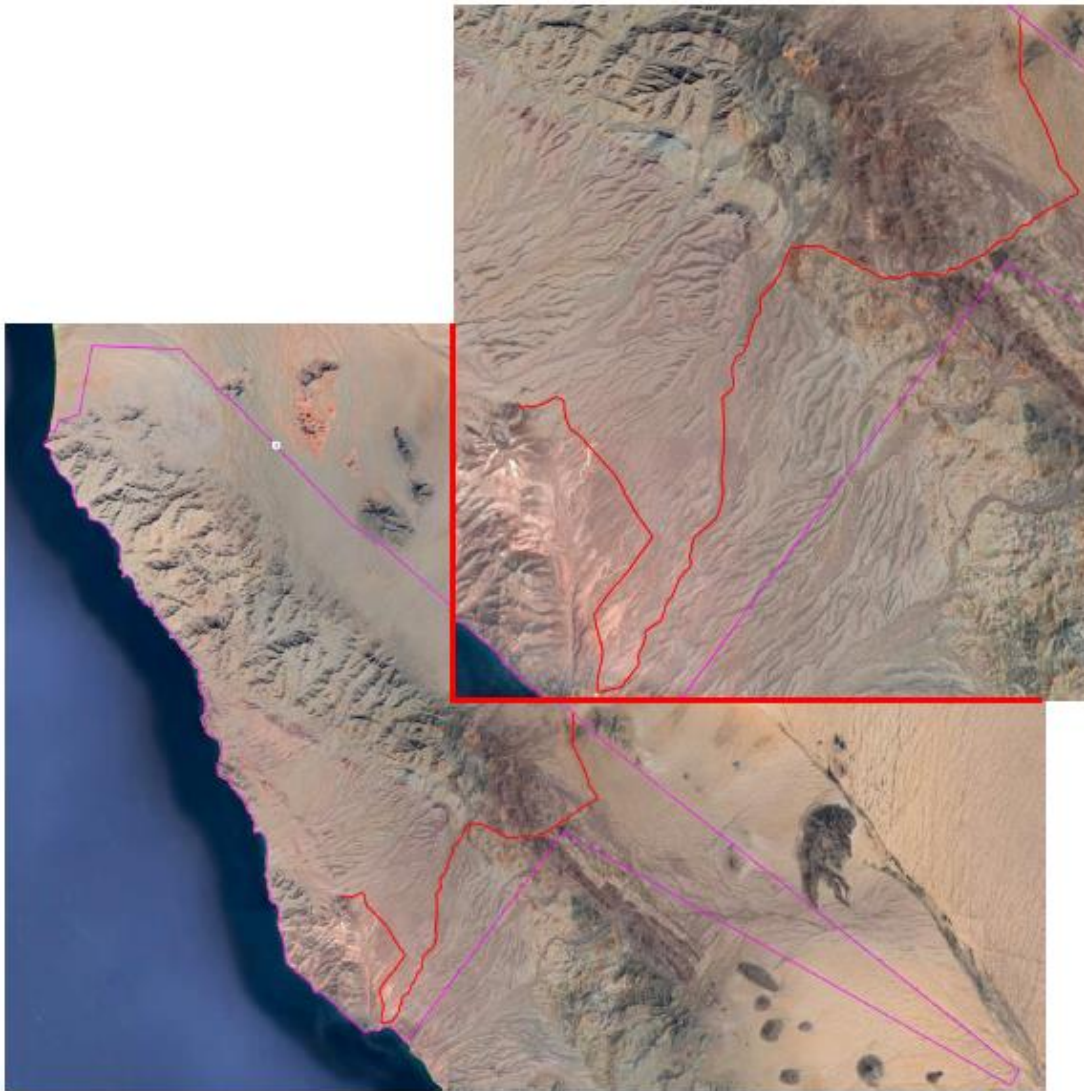
Se requerirá desarrollar infraestructura y obras de apoyo temporal en las etapas de Preparación del sitio y de operación del proyecto.

Durante la etapa de Preparación del Sitio, se contará con servicios auxiliares de agua de servicios y letrinas sanitarias.

Durante la etapa de Construcción se destinará dentro del mismo polígono del proyecto un área para servicios al personal y sitio de albergue de maquinaria.

Es de hacer mención que para el acceso al sitio del proyecto se utilizará la carretera estatal SON 03 rumbo a Puerto Libertad, aproximadamente a 28 kilómetros antes de llegar al Puerto se encuentra la entrada a la izquierda, a partir de ahí se utilizará camino existente en el predio "Punta de Cirios", que se encuentra en buenas condiciones, realizándose un recorrido hacia el oeste por 8 kilómetros hasta el proyecto "Banco de gruesos".

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación del camino en mención.



Camino existente de acceso al sitio del proyecto

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Aplicación de estabilización en taludes y nivelación, a fin de tener el área acorde a las actividades propias del sitio.

Retiro de maquinaria, equipo, letrinas sanitarias y estructuras temporales.

II.2.8 Utilización de explosivos

No aplica. No se requerirá el uso de explosivos para las diferentes etapas del presente proyecto.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Residuos sólidos

Se generará material vegetal producto del desmonte, mismo que será picado y llevado hacia las áreas de almacenamiento.

Los residuos anteriormente mencionados son considerados como recursos forestales de acuerdo a lo establecido en la fracción XLVII del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Otros residuos son los desechos domésticos que se generarán en las áreas de trabajo por parte del personal durante el desmonte. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el depósito de residuos que asigne el Promovente.

Residuos Peligrosos

Se generará aceite usado por mantenimiento ocasional de maquinaria en el sitio. El aceite usado se depositará en recipiente seguro para ser dispuesto en sitio autorizado por la SEMARNAT

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

Todo el material impregnado de hidrocarburos, generados durante el mantenimiento de maquinaria y equipo, como estopas, filtros, papel, etc., será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final o tratamiento.

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por las actividades de desmonte, así como emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada para llevar a cabo esas actividades.

A su vez, también existirá generación de ruido de la maquinaria que opere en las actividades mencionadas.

Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejadas a través de letrinas sanitarias que se operarán en los sitios de trabajo. La disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa autorizada.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

No aplica. No se llevará a cabo construcción alguna.

ETAPA DE OPERACIÓN

Residuos sólidos

Se generarán desechos domésticos en las áreas de trabajo por parte del personal que labore en esta etapa. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el depósito de residuos que asigne el Promovente.

Residuos de Manejo Especial

En la etapa de operación se generarán residuos de manejo especial tales como: metales proveniente del mantenimiento de maquinaria y equipo, los cuales serán depositados en área exclusiva para almacenar temporalmente estos residuos, dando un manejo adecuado desde el punto de generación hasta su disposición.

Residuos Peligrosos

Se generará aceite usado por mantenimiento ocasional de maquinaria en el sitio. El aceite usado se depositará en recipiente seguro para ser dispuesto en sitio autorizado por la SEMARNAT

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

Todo el material impregnado de hidrocarburos, generados durante el mantenimiento de maquinaria y equipo, como estopas, filtros, papel, etc., será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final o tratamiento.

Emisiones a la atmósfera

Durante esta etapa se generarán polvos fugitivos originados por los trabajos de movimiento de suelos y el tránsito de la maquinaria. También se generarán emisiones de motores de combustión interna de la maquinaria utilizada.

También existirá generación de ruido de la maquinaria y equipo, misma que trabajará en horario diurno.

Aguas residuales

En esta etapa la generación de aguas residuales será de servicios sanitarios del personal, mismos que serán manejadas a través de letrinas sanitarias que se operarán en los sitios de trabajo. La disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa autorizada.

II.2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

En los diferentes frentes de trabajo se contará con letrinas sanitarias para el manejo del servicio de los trabajadores, el mantenimiento y limpieza será efectuado por empresa especializada con disposición final en sitio autorizado.

El tipo de residuos peligrosos que se generarán se derivan del mantenimiento ocasional en el sitio de la maquinaria, éstos son principalmente aceite quemado, estopas y filtros. Una vez generados, se depositarán en recipientes seguros para después ser transportados y dispuestos por medio de una empresa autorizada y contratada para ese fin.

Los residuos no peligrosos generados serán desechos domésticos como residuos de comida, papel, cartón, latas, etc., los cuales son colocados en contenedores temporales dentro de las diversas áreas de trabajo, para finalmente ser transportados y dispuestos en el depósito de residuos que cuente con autorización por la autoridad competente.

CAPITULO III

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

CAPITULO III

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO	III - 1
III.1 Ordenamientos Ecológicos del Territorio	III - 1
III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	III - 1
III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora	III - 4
III.1.3 Disposiciones municipales	III - 8
III.2 Planes y Programas de Desarrollo Urbano	III - 8
III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024	III - 8
III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027	III - 12
III.2.3 Plan de Desarrollo Municipal 2022-2024 del Municipio de Pitiquito, Sonora.....	III - 12
III.3 Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.....	III - 13
III.3.1 Ley de Aguas Nacionales (LAN).....	III - 13
III.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	III - 14
III.3.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGGEPAMEIA).....	III - 15
III.3.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).....	III - 15
III.3.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)	III - 16
III.3.6 Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento (LGVS).....	III - 16
III.3.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	III - 17
III.3.8 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora (Ley 171).....	III - 18
III.3.9 Normas Oficiales Mexicanas	III - 19
III.4 Áreas de Importancia	III - 22
III.4.1 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP)	III - 22
III.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	III - 24
III.4.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	III - 25
III.4.4 Regiones Terrestres Prioritarias	III - 26
III.4.5 Sitios Prioritarios Terrestres	III - 26
III.4.6 Sitios RAMSAR.....	III - 27

FIGURAS

Figura III - 1. POEGT ubicado en el Proyecto (UAB 8).....	III - 1
Figura III - 2. Descripción de la Región Ecológica 12.30	III - 2
Figura III - 3. UGA donde se ubica el proyecto	III - 5
Figura III - 4. Áreas Naturales Protegidas en relación al Proyecto.....	III - 23
Figura III - 5. Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICA) en relación al Proyecto	III - 24
Figura III - 6. Región Hidrológica Prioritaria en relación al Proyecto	III - 25
Figura III - 7. Región Terrestre Prioritaria en relación al Proyecto	III - 26
Figura III - 8. Sitio Prioritario Terrestre en relación al Proyecto	III - 27
Figura III - 9. Ubicación del Proyecto en relación a los Sitios RAMSAR	III - 28

CUADROS

Cuadro III - 1. Características de la Región Ecológica 12.30.....	III - 2
Cuadro III - 2. Congruencia del proyecto con las Estrategias establecidas para la Región Ecológica 15.33	III - 3
Cuadro III - 3. Vinculación del proyecto con la Región Ecológica 15.33	III - 4
Cuadro III - 4. Relación del Proyecto con la UGA 500-0/01.....	III - 6
Cuadro III - 5. Vinculación del proyecto con la UGA 500-0/01	III - 8
Cuadro III - 6. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024	III - 11
Cuadro III - 7. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027	III - 12
Cuadro III - 8. Vinculación del proyecto con el Plan de Desarrollo Municipal 2022-2024	III - 13
Cuadro III - 9. Vinculación del proyecto con el Artículo 86 BIS 2 de la LAN.....	III - 14
Cuadro III - 10. Vinculación del proyecto con el Artículo 28 fracción VII de la LGGEPA	III - 14
Cuadro III - 11. Vinculación del proyecto con el Artículo 79 de la LGGEPA.....	III - 14
Cuadro III - 12. Vinculación del proyecto con el Artículo 5 inciso O fracción II del REIA	III - 15
Cuadro III - 13. Vinculación del proyecto con el Artículo 93 de la LGDFS	III - 15
Cuadro III - 14. Vinculación del proyecto con el Artículo 98 de la LGDFS	III - 16
Cuadro III - 15. Vinculación del proyecto con los Artículos 139 y 141 del RLGDFS	III - 16
Cuadro III - 16. Vinculación del proyecto con el Artículo 31 de la LGVS.....	III - 17
Cuadro III - 17. Vinculación del proyecto con el Artículo 56 de la LGVS.....	III - 17
Cuadro III - 18. Vinculación del proyecto con el Artículo 19 de la LGPGIR.....	III - 17
Cuadro III - 19. Vinculación del proyecto con el Artículo 40 de la LGPGIR.....	III - 18
Cuadro III - 20. Vinculación del proyecto con los Artículos 26 y 27 fracción I inciso e) de la Ley 171	III - 18
Cuadro III - 23. Vinculación del proyecto con el Artículo 82 de la Ley 171.....	III - 19
Cuadro III - 22. Vinculación del proyecto con el Artículo 156 de la Ley 171.....	III - 19
Cuadro III - 23. Vinculación del proyecto con el Artículo 8 de la Ley 171.....	III - 19
Cuadro III - 24. Vinculación con cada una de las NOMs aplicables al proyecto	III - 20
Cuadro III - 25. Resumen de la vinculación del proyecto con las NOMs aplicables	III - 22

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

III.1 Ordenamientos Ecológicos del Territorio

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

La superficie sujeta a CUSTF del presente proyecto se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica No. 8 (Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales). En la siguiente Figura se presenta la ubicación del proyecto en relación con la Unidad Ambiental Biofísica.

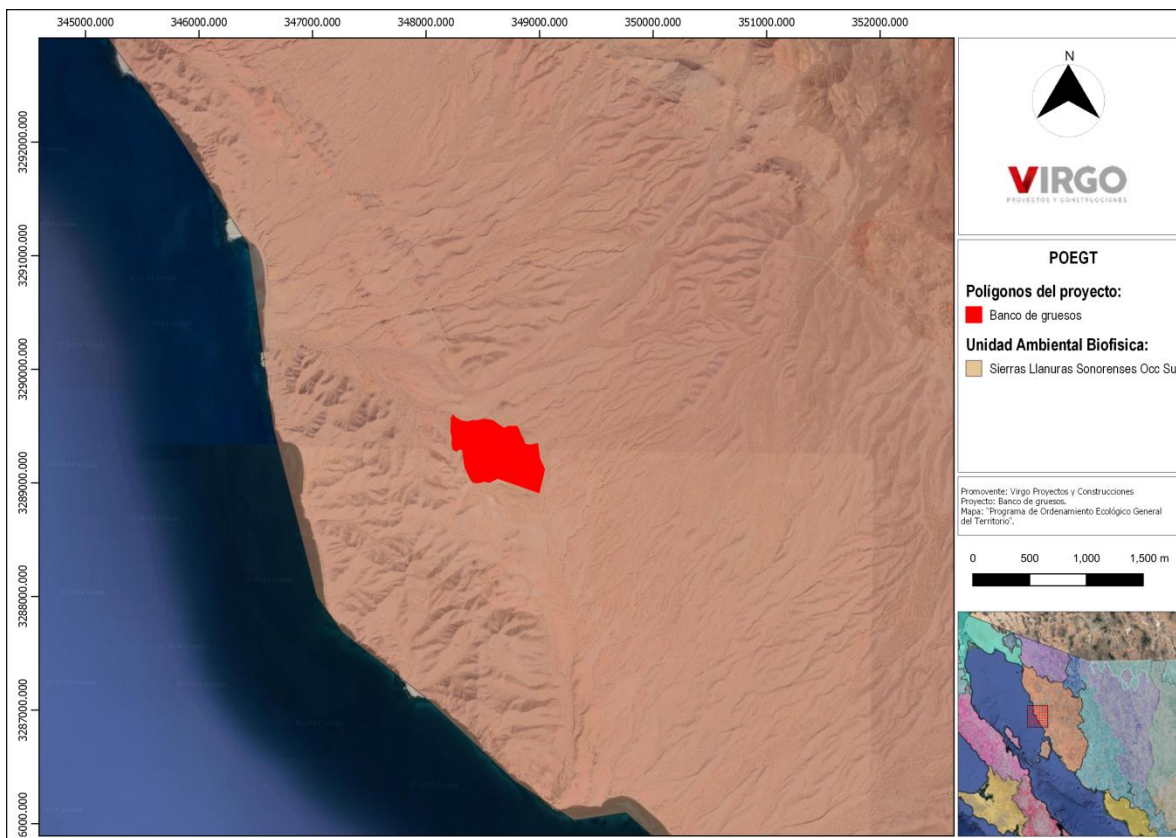


Figura III - 1. POEGT ubicado en el Proyecto (UAB 8)

Como se mencionó, el polígono forestal del proyecto se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica 8 (Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales) y en la Región Ecológica 15.33, que tiene una superficie de 32,565.92 km² y abarcando un total de población de aproximadamente 141,111 habitantes, como se describe en la figura III - 2.

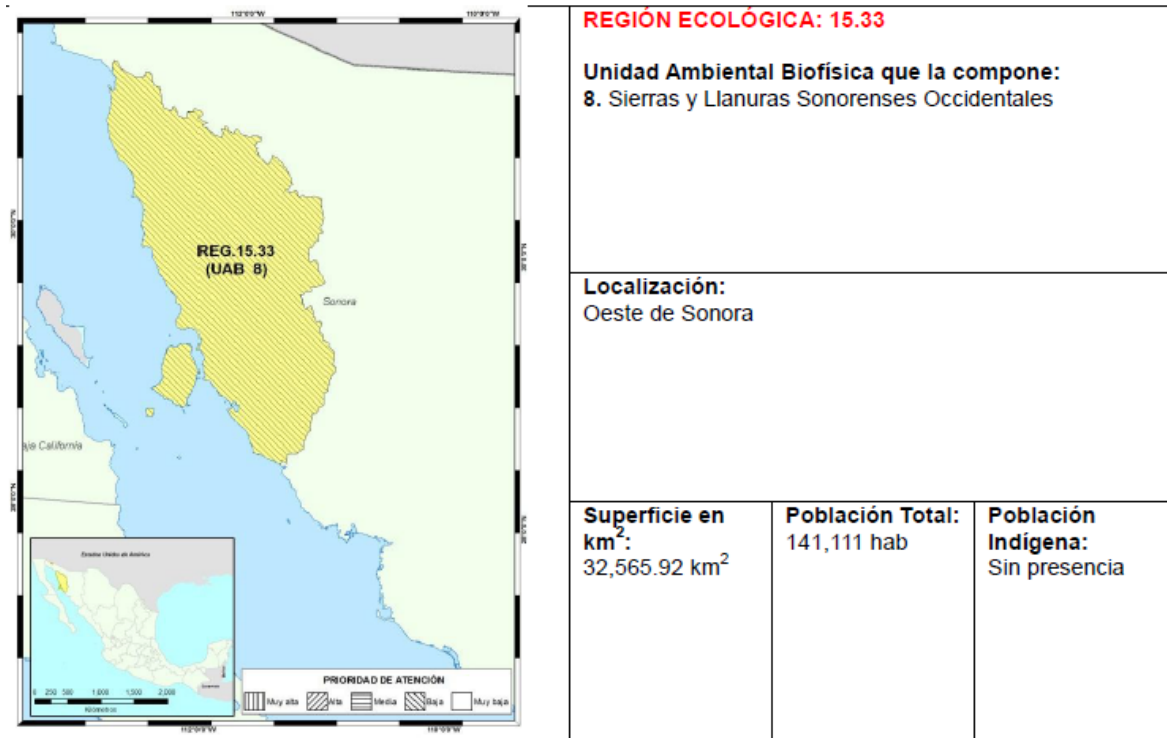


Figura III - 2. Descripción de la Región Ecológica 12.30

Esta región ecológica para la zona del proyecto presenta las siguientes características:

Cuadro III - 1. Características de la Región Ecológica 12.30

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Unidad Ambiental Biofísica	8. Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales
Estado actual del Medio Ambiente	Medianamente estable a Inestable
Conflicto sectorial	Bajo
Escenario al 2033	Crítico
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable y Restauración
Prioridad de atención	Baja
Rectores de desarrollo	Preservación de Flora y Fauna
Coadyuvantes del desarrollo	Minería
Asociados al desarrollo	Industria
Otros sectores de interés	Ganadería

La Unidad Ambiental Biofísica 8 tiene 24 Estrategias sectoriales para su aplicación en la Unidad, de las cuales el proyecto es acorde por lo menos con 6 estrategias. En el siguiente cuadro se presenta la vinculación del presente proyecto con cada una de las estrategias para esta Región Ecológica.

**Cuadro III - 2. Congruencia del proyecto con las Estrategias establecidas para la
Región Ecológica 15.33**

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	La Promovente asegurará que se cumpla con esta estrategia para conservar los ecosistemas y su biodiversidad
2. Recuperación de especies en riesgo.	No corresponde al Promovente la recuperación de las especies en riesgo, sin embargo se garantiza que no afectará a ninguna especie en riesgo, ya que éstas serán reubicadas.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Esta estrategia corresponde a las entidades gubernamentales, sin embargo al realizar trabajos de campo se tendrá información sobre conocimiento, análisis y monitoreo de la biodiversidad.
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento de recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No coincide con las actividades del presente proyecto.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El presente proyecto no requiere tal infraestructura.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto comprende la remoción de vegetación forestal y será compensada con las medidas que se proponen en el Capítulo VI de la presente Manifestación.
8. Valoración de los servicios ambientales.	En el Capítulo IV se valoran los servicios ambientales.
12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto se vincula con esta estrategia, en el Capítulo VI se presentan las medidas para la protección de ecosistemas.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No corresponde al proyecto, ya que no se realizan tales actividades.
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No corresponde al proyecto, ya que no se realiza tal actividad.
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia. La empresa solicitante está en acuerdo para cumplir con el marco normativo ambiental que le aplique en cada una de sus actividades.
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.	No aplica, ya que esas industrias no se presentan en el proyecto.

17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	No aplica, ya que esas actividades no se presentan en el proyecto.
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
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	Corresponde a las autoridades realizar dicha estrategia.
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No corresponde al proyecto realizar dicha integración.
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto se ubicará en predios de usufructo del Promovente.
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.	Para el proyecto no se requiere realizar tal estrategia.

Cuadro III - 3. Vinculación del proyecto con la Región Ecológica 15.33

Vinculación del proyecto con la Región Ecológica 15.33: Con la ejecución del proyecto acorde a las políticas establecidas en la normatividad y en los programas de ordenamiento, así como con la propuesta de medidas de mitigación a los impactos a generar por las actividades de preparación del sitio y operación del proyecto, permitirá no comprometer los recursos, no contraponiéndose a las políticas de la Región Ecológica establecida en el Programa.

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora

En jurisdicción estatal, se ha publicado el Decreto para el Ordenamiento del Estado de Sonora, el 21 de mayo de 2015. En apego a lo anterior, el proyecto se ubica en las políticas de la UGA 100-0/03 llamada Sierra Baja, como se observa en la siguiente figura:

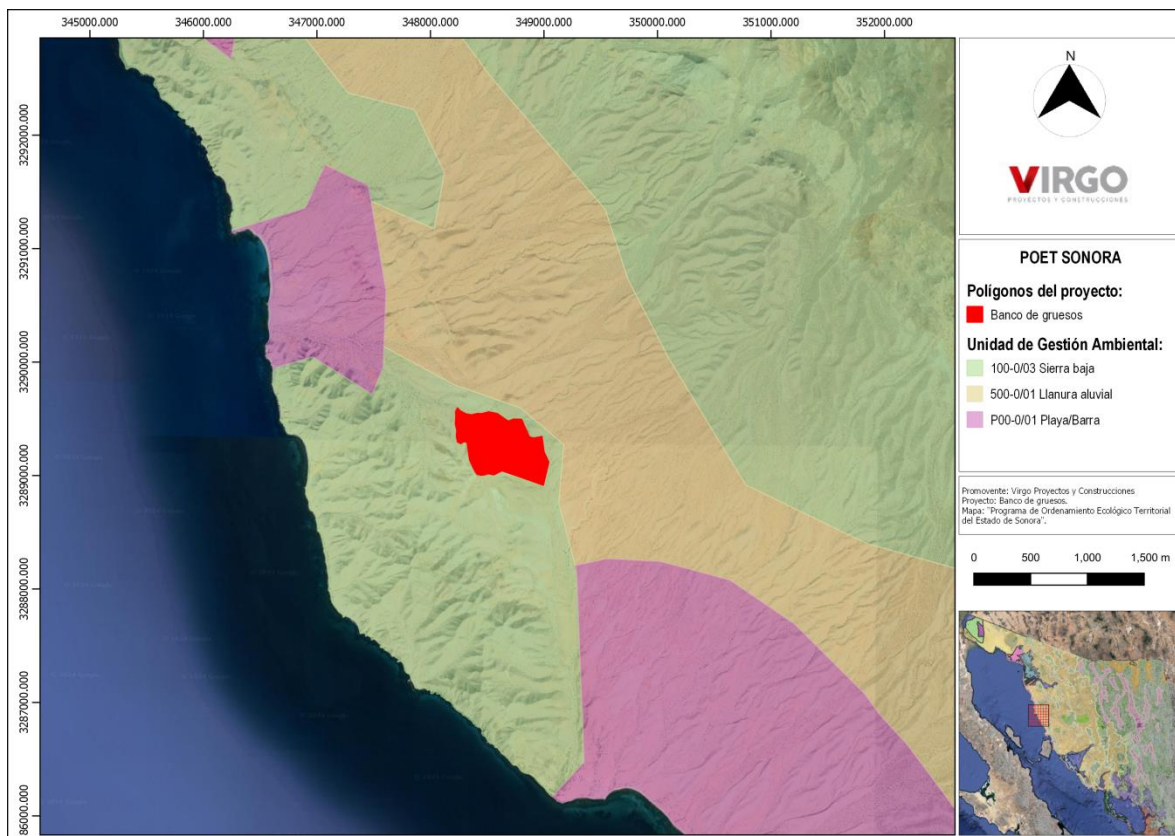


Figura III - 3. UGA donde se ubica el proyecto

A continuación, se describe las políticas de las UGA en mención en la que se encuentra inmersa la superficie CUSTF del proyecto.

UGA 100-0/03 Sierra Baja

Esta unidad es la tercera más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia II Llanuras Sonorenses, especialmente en la Subprovincia 8 Sierras y Llanuras Sonorenses, y en menor medida en la Subprovincia 12 Pie de la Sierra de la Provincia III Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud menor de 600 msnm y los climas son extremos. Entre los elementos biológicos predominan los ecosistemas desérticos; para lo cual se hace una propuesta para la Protección de Sirio en las sierras al sur de Puerto Libertad. Las sierras bajas de la Subprovincia 12 Pie de la Sierra también están asociadas con Bosques secos; de hecho parte del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos y Río Cuchujaqui pertenece a esta UGA. Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente, especialmente en las formaciones montañosas de la Megacisalla Sonora Mohave) y en las cercanías a

Hermosillo para no metálicos (cemento, calhidra y otros). Entre otras actividades se tiene el turismo especializado (inmobiliario) en las sierras aledañas a la costa, entre El Desemboque y Guaymas y el turismo alternativo de aventura y cultural con las civilizaciones áridas, como To'hono (Pápago), Conka'ac (Seri) y Yoheme (Yaqui y Mayo). Las especies cinegéticas más importantes son cimarrón en las sierras del noroeste del estado, mamíferos menores (jabalí y liebre) y aves residentes y la actividad forestal no maderable. Los posibles conflictos en esta UGA están relacionados con la minería, probablemente la actividad productiva más rentable en esta UGA. La ganadería extensiva aunque no es recomendable, existe en el área y también es fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas de bosques secos y desérticos.

De acuerdo a lo indicado en el POET para la UGA 100-0/03 Sierra Baja en la que se ubica parte del proyecto, se tienen los lineamientos, estrategias y criterios ecológicos siguientes:

Cuadro III - 4. Relación del proyecto con la UGA 100-0/03

Lineamiento ecológico	Criterios de regulación ecológica	Estrategia ecológica
Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable; minería y turismo aventura	CRE-06, CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-25, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31;	CX; D1, D4; F2; M; T1, T3

CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
CRE-06	Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso del suelo	Es del interés del promovente que la autoridad regule mediante las autorizaciones que correspondan el cambio de uso de suelo del proyecto
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos	Aplicación de la NOM-001-SEMARNAT que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y el Artículo 29bis4 de la Ley de Aguas Nacionales donde se revocan concesiones a quienes contaminen ecosistemas en jurisdicción federal y Artículo 136 de la LEEPA en jurisdicción estatal
CRE-08	Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente	No aplica al proyecto, no es una que involucre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas

CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA		
CRE-17	Aplicación de buenas prácticas de manejo agrícola y programas de restauración por salinidad	No aplica al proyecto, no es una actividad agrícola
CRE-18	Evitar la expansión de terrenos de agricultura con agua salobre hacia terrenos no salinos	No aplica al proyecto, no es una actividad agrícola
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético.	No aplica al proyecto, no es una actividad cinegética
CRE-20	Mantener o restaurar la capacidad de carga de los agostaderos	No aplica, el sitio del proyecto no se encuentra en terrenos agostaderos.
CRE-24	Se prohíben los desmontes generalizados y el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del ecosistema para evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable	No aplica al proyecto no se llevan a cabo actividades de manejo forestal maderable.
CRE-25	Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción	Aplicable al proyecto, se contara con un programa de rescate de flora y fauna.
CRE-28	Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies a utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas	No aplica al proyecto, no se llevaran a cabo actividades de aprovechamiento forestal.
CRE-29	Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas, no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años	Aplicable al proyecto, se contara con un programa de rescate de flora y fauna.
CRE-30	Se deberá promover el uso sustentable del chiltepín con el fin de garantizar la persistencia de sus poblaciones en el largo plazo	No aplica al proyecto, el proyecto se realizara en un área rural y despoblada.
CRE-31	Se deberá promover el uso sustentable de la tierra de monte con el fin de no degradar los ecosistemas de los que se extraen	No aplica al proyecto, no se degradara ningún tipo de ecosistema.

ESTRATEGIA ECOLOGICA		
CX	Aprovechamiento sustentable de la	No aplica al proyecto, no es una

	actividad cinegética	actividad cinegética
D1	Conservación de 34 km de Ecosistemas de Dulceacuícolas	No aplica al proyecto, no es una actividad dulceacuícola
D4	Conservación 1,822,000 hectáreas de Ecosistema de Desierto	Se contara con un programa de rescate de flora y fauna que habiten en el ecosistema de desierto.
F2	Fomentar el aprovechamiento sustentable de las poblaciones de mezquite	No aplica al proyecto, no es una actividad que realizara el aprovechamiento de mezquite.
M	Promover la revisión y adecuación de normas ambientales con mayor especificidad a la actividad minera para 2017	Se apoyara en lo particular para promover la revisión de normas ambientales de actividad minera cuando estas sean promovidas.
T1	Mejoramiento de los estándares de construcción en los sitios aptos para turismo especializado	No aplica al proyecto, no es una actividad de turismo
T3	Fomento y promoción del turismo alternativo y social	No aplica al proyecto, no es una actividad de turismo

Cuadro III - 5. Vinculación del proyecto con la UGA 100-0/03

Vinculación del proyecto con la UGA 100-0/03: Tanto los criterios de regulación ecológica como las estrategias ecológicas de la UGA 100-0/03 no contemplan regulaciones especiales o particulares para la actividad del proyecto, salvo la regulación mediante las autorizaciones que correspondan al cambio de uso de suelo del proyecto

III.1.3 Disposiciones municipales

Para el desarrollo del proyecto el promovente cuenta con factibilidad de uso del suelo, otorgado por la Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Pitiquito, Sonora, instrumento que se encuentra en el Anexo 9.

Conforme al documento emitido dicha factibilidad es otorgada considerando como uso(s) factible(s) los siguientes: Grupo minería y extracción, Subgrupos explotación minera, actividades extractivas, canteras y cribas.

III.2 Planes y Programas de Desarrollo Urbano

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024

Construir un país con bienestar

El objetivo más importante del gobierno de la Cuarta Transformación es que en 2024 la población de México esté viviendo en un entorno de bienestar. En última instancia, la lucha contra la corrupción y la frivolidad, la construcción de la paz y la seguridad, los proyectos regionales y los programas sectoriales que opera el Ejecutivo Federal están orientados a ese propósito sexenal.

El Estado de bienestar no es un concepto nuevo. Desde el Siglo XIX, los movimientos obreros impulsaron en muchos países del mundo reivindicaciones que más tarde habrían de quedar plasmadas en políticas sociales tales como los servicios universales y gratuitos de educación y salud, las vacaciones pagadas, la jornada máxima de trabajo y los salarios mínimos. Con marcadas diferencias, tanto en Europa como en Estados Unidos se edificaron Estados de bienestar. En el caso de México, los artículos 3, 27, 123 y otros de la Constitución de 1917 sentaron las bases para un Estado de Bienestar con características propias en un país predominantemente agrario y de tradiciones indígenas comunitarias.

Para edificar el bienestar de las mayorías se requería de una fuerte presencia del sector público en la economía, de enérgicas políticas recaudatorias y de una intervención estatal que moderara las enormes desigualdades sociales en las que desemboca de manera inevitable una economía de mercado sin control alguno. Así pues, hasta hace unas décadas era normal y aceptado que en los países capitalistas industrializados el Estado detentara el monopolio de sectores estratégicos como las telecomunicaciones y los ferrocarriles, la operación de puertos y aeropuertos, los sistemas de pensiones y, por supuesto, los sistemas de educación y salud.

El derecho a la vida, a la integridad física y a la propiedad serán garantizados por medio de la ya descrita Estrategia Nacional de Paz y Seguridad. El gobierno federal hará realidad el lema "Primero los pobres", que significa empezar el combate a la pobreza y la marginación por los sectores más indefensos de la población.

Es por ello que, el proyecto beneficiará a la región donde se establecerá el proyecto, ya que son áreas alejadas de grandes ciudades donde puede existir una mayor marginación, por lo que en las diversas etapas del proyecto estará enfocado a un bienestar regional.

Economía para el bienestar

El objetivo de la política económica no es producir cifras y estadísticas armoniosas sino generar bienestar para la población. Los macroindicadores son un instrumento de medición, no un fin en sí. Retomaremos el camino del crecimiento con austeridad y sin corrupción, disciplina fiscal, cese del endeudamiento, respeto a las decisiones autónomas

del Banco de México, creación de empleos, fortalecimiento del mercado interno, impulso al agro, a la investigación, la ciencia y la educación.

II.- DESARROLLO SOSTENIBLE

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.

El proyecto considera operar sus obras y actividades cumpliendo con una serie de medidas necesarias de prevención, mitigación y compensación para preservar el equilibrio ecológico. En el Proyecto se contempla la ejecución de un programa de rescate de flora y fauna y medidas para el factor suelo, agua, carbono, entre otros, para así evitar el menor daño al medio ambiente por las actividades del proyecto.

III. ECONOMÍA

Detonar el crecimiento

Desde principios de los años ochenta del siglo pasado el crecimiento económico de México ha estado por debajo de los requerimientos de su población, a pesar de que los gobernantes neoliberales definieron el impulso al crecimiento como una prioridad por sobre las necesidades de la población; además, ha crecido en forma dispareja por regiones y por sectores sociales: mientras que las entidades del Norte exhiben tasas de crecimiento moderadas pero aceptables, las del Sur han padecido un decrecimiento real. Y mientras que los grandes consorcios y potentados han visto multiplicadas sus fortunas, decenas de millones han cruzado las líneas de la pobreza y de la pobreza extrema. Ante la brutal concentración de riqueza generada por sus políticas, los gobernantes neoliberales afirmaban que lo importante era que esa riqueza se generara en la élite de la pirámide social y que ya iría goteando hacia abajo para acabar beneficiando a todos. La afirmación resultó falsa. Un puñado de empresas y de magnates acapararon el exiguo crecimiento económico y la riqueza jamás llegó a los sectores mayoritarios de la

población. Puede afirmarse que más bien ocurrió lo contrario: la riqueza fluyó de abajo hacia arriba, de modo que empobreció más a los pobres y enriqueció por partida doble a los ricos.

Durante años la administración pública llevó a cabo una política fiscal claramente orientada a beneficiar a unas cuantas empresas privadas mediante exenciones, créditos fiscales y deducciones injustificadas. La mayor parte de la recaudación cayó en los hombros de las clases medias, las pequeñas y medianas empresas y el pueblo en general. Adicionalmente, la economía se resintió por el peso de la corrupción y la extorsión institucionalizada, por el estancamiento del mercado interno y, desde hace unos años, por la inseguridad generalizada.

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo

Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. Hoy en día más de la mitad de la población económicamente activa permanece en el sector informal, la mayor parte con ingresos por debajo de la línea de pobreza y sin prestaciones laborales. Esa situación resulta inaceptable desde cualquier perspectiva ética y perniciosa para cualquier perspectiva económica: para los propios informales, que viven en un entorno que les niega derechos básicos, para los productores, que no pueden colocar sus productos por falta de consumidores, y para el fisco, que no puede considerarlos causantes. El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que generan la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas. El gobierno federal impulsará las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.

Cuadro III - 6. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024

Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024: En apego a las disposiciones establecidas por el gobierno federal a través del presente Plan Nacional de Desarrollo 2018 a 2024, el proyecto se vincula con las disposiciones de dicho Plan toda vez que es respetuoso de toda normatividad ambiental aplicable, repercutiendo en un desarrollo sustentable, así como al impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo. El proyecto se apegará a todas las disposiciones jurídicas ambientales, buscará en cierta manera ejecutar sus obras y actividades en cumplimiento con las medidas de mitigación propuestas para evitar daños al medio ambiente y generará una activación económica principalmente en la zona de Puerto Libertad, Sonora

III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027

El Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 constituye el marco general de referencia para el diseño y ejecución de políticas, programas y acciones durante el sexenio de la actual Administración estatal. Por ello, el Plan incluye una visión de futuro que establece las expectativas deseables para Sonora durante dicho período de tiempo, conteniendo un diagnóstico de la situación que guarda la Entidad, un análisis tendencial y prospectivo sobre la visión del Estado y sus objetivos al año 2027, así como las líneas estratégicas que se deberán implementar para impulsar el desarrollo ordenado en Sonora.

OBJETIVO 7: Sostenibilidad del Desarrollo Regional

ESTRATEGIA. Impulsar una agenda institucional y social que promueva la adopción de una visión integral para Sonora en materia de cultura y cuidado medioambiental enfocada en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la conservación de la diversidad biológica y el óptimo desempeño ambiental de los sectores productivos de la economía estatal.

OBJETIVO 9: Reactivación del crecimiento económico con finanzas sanas

ESTRATEGIA. Impulsar las ventajas competitivas de Sonora en sectores estratégicos para fomentar un desarrollo equilibrado y sostenible.

Cuadro III - 7. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027

Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027: Para coadyuvar con el Estado de Sonora a trabajar en las estrategias del Plan Estatal de Desarrollo 2021- 2027, primeramente se tiene el Objetivo 7 (Sostenibilidad del Desarrollo Regional) el cual tiene como estrategia el óptimo desempeño ambiental de los sectores productivos, así como el Objetivo 9 (reactivación del crecimiento económico con finanzas sanas), el proyecto se vincula con ambas estrategias al considerarse una infraestructura que facilita la oferta de materiales de construcción para el desarrollo de la zona, no contraponiéndose con ninguna estrategia del Plan Estatal de Desarrollo.

III.2.3 Plan de Desarrollo Municipal 2022-2024 del Municipio de Pitiquito, Sonora

EJE RECTOR 3.- PATRIMONIO SEGURO, DESARROLLO ECONÓMICO Y PROTECCIÓN CIVIL.

DESARROLLO ECONÓMICO

Desde Presidencia Municipal vamos a impulsar eventos donde se oferten o promuevan los productos elaborados por artesanos locales.

MISIÓN

Gestionar proyectos productivos y apoyos económicos para emprendedores y pequeños productores, que les permita obtener un ingreso digno.

VISIÓN

Que los productos regionales lleguen a otros municipios, producirlos de manera más industrializada para elevar la competitividad y el desarrollo.

LÍNEAS DE ACCIÓN

Ser un gobierno facilitador en tramitología para que más empresas se instalen en nuestro territorio y crear nuevas fuentes de empleo.

Cuadro III - 8. Vinculación del proyecto con el Plan de Desarrollo Municipal 2022-2024

Vinculación del Proyecto con el Plan de Desarrollo Municipal 2022-2024: El proyecto es coadyuvante en el desarrollo económico del municipio de Pitiquito al representar una oferta de materiales para la construcción de infraestructura y la creación de fuentes de empleo.

III.3 Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas

III.3.1 Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

Cuadro III - 9. Vinculación del proyecto con el Artículo 86 BIS 2 de la LAN

Vinculación del Proyecto con el Artículo 86 BIS 2 de la LAN: La Promovente prohibirá arrojar o depositar contaminantes a cuerpos receptores y zonas federales. Se aplicarán medidas necesarias para evitar la contaminación del agua

III.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Artículo 28 y su Fracción VII

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

Fracción VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas

Cuadro III - 10. Vinculación del proyecto con el Artículo 28 fracción VII de la LGGEPA

Vinculación del Proyecto con el Artículo 28 fracción VII de la LGGEPA: Para la implementación del banco de materiales se requerirá la remoción de vegetación forestal, por lo cual se requiere obtener autorización de la federación en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Artículo 79

En el Artículo 79 se hace énfasis en la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, siendo en su Fracción I donde se establece la preservación de la biodiversidad

Cuadro III - 11. Vinculación del proyecto con el Artículo 79 de la LGGEPA

Vinculación del Proyecto con el Artículo 79 de la LGGEPA: Como parte del proyecto se contará con la ejecución de actividades para la protección y conservación de la flora y la fauna silvestre para evitar su afectación por las diversas obras y actividades

III.3.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGGEPAMEIA)

Artículo 5 inciso O fracción I

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso

Cuadro III - 12. Vinculación del proyecto con el Artículo 5 inciso O fracción II del RLGGEPAEIA

Vinculación del Proyecto con el Artículo 5 inciso O fracción II del RLGGEPAEIA: La ejecución del proyecto requiere de la remoción de vegetación forestal, por lo que requiere de autorización federal en materia de impacto ambiental para la realización de dicha actividad

III.3.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Artículo 93

Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Cuadro III - 13. Vinculación del proyecto con el Artículo 93 de la LGDFS

Vinculación del Proyecto con el Artículo 93 de la LGDFS: La ejecución del proyecto requiere de la remoción de vegetación forestal, por lo que requiere de la autorización para el cambio de uso de suelo forestal, presentándose para ello el estudio técnico justificativo correspondiente.

Artículo 98

Artículo 98.- Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de

restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Cuadro III - 14. Vinculación del proyecto con el Artículo 98 de la LGDFS

Vinculación del Proyecto con el Artículo 98 de la LGDFS: Al momento de ser aprobado el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) indicará el monto por el concepto de Compensación ambiental, el cual será cubierto oportunamente para las actividades de reforestación y restauración y su mantenimiento. Además de las obras que realizará la propia promovente como complemento en beneficio del medio ambiente.

III.3.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)

Artículos 139 y 141

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría ...

Art

ículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

Cuadro III - 15. Vinculación del proyecto con los Artículos 139 y 141 del RLGDFS

Vinculación del Proyecto con los Artículos 139 y 141 del RLGDFS: Adicional a la presente manifestación se someterá a evaluación el Estudio Técnico Justificativo correspondiente con la finalidad de cumplir con el Artículo 139 y Artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, conteniendo la información requerida para su correcta evaluación.

III.3.6 Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento (LGVS)

Artículo 31

Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

Cuadro III - 16. Vinculación del proyecto con el Artículo 31 de la LGVS

Vinculación del Proyecto con el Artículo 31 de la LGVS: La ejecución del proyecto cuenta como medida de mitigación la reubicación de especies de fauna rescatadas, misma acción que se efectuará bajo las condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor de los ejemplares encontrados.

Artículo 56

Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.

Cuadro III - 17. Vinculación del proyecto con el Artículo 56 de la LGVS

Vinculación del Proyecto con el Artículo 56 de la LGVS: La SEMARNAT publicó la NOM-059-SEMARNAT-2010 mediante la cual se establecen las especies en riesgo, el proyecto contempla las acciones correspondientes para la protección de los individuos que se encuentren listados en dicha norma.

III.3.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Artículo 19

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes

Cuadro III - 18. Vinculación del proyecto con el Artículo 19 de la LGPGIR

Vinculación del Proyecto con el Artículo 19 de la LGPGIR: En toda la ejecución del presente proyecto se clasificarán los Residuos de Manejo Especial y se dará su manejo adecuado

Artículo 40

Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Cuadro III - 19. Vinculación del proyecto con el Artículo 40 de la LGPGIR

Vinculación del Proyecto con el Artículo 40 de la LGPGIR: Los residuos peligrosos que se generen se colocarán en contenedores debidamente rotulados, se almacenarán de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses en área segura, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para su tratamiento o disposición final.

III.3.8 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora (Ley 171)

Artículos 26 y 27 fracción I inciso e)

Artículo 26.- Las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar las obras o actividades a que se refiere esta Sección que puedan causar algún daño al ambiente o a los ecosistemas, ocasionar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y en las normas oficiales mexicanas para proteger el ambiente deberán contar con la autorización en materia de impacto ambiental de la Comisión o de los ayuntamientos, según corresponda, sin perjuicio de las autorizaciones que deban otorgar otras autoridades.

Artículo 27.- La Comisión y los ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias, resolverán sobre las solicitudes de autorizaciones en materia de impacto ambiental de las siguientes obras y actividades:

I.- La Comisión:

e) Exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias no reservadas a la Federación

Cuadro III - 20. Vinculación del proyecto con los Artículos 26 y 27 fracción I inciso e) de la Ley 171

Vinculación del Proyecto con los Artículos 26 y 27 fracción I inciso e) de la Ley 171: Aplicable al proyecto ya que se trata de la explotación de un banco de materiales pétreos.

Artículo 82

Artículo 82.- Los interesados en llevar a cabo cualquier obra o actividad que requiera de algún permiso, licencia, autorización u otro acto administrativo similar en materia ambiental deberán tramitarlos mediante la Licencia Ambiental Integral, que presentarán

ante la Comisión o los ayuntamientos, según corresponda, de acuerdo con sus respectivas competencias.

Cuadro III - 21. Vinculación del proyecto con el Artículo 82 de la Ley 171

Vinculación del Proyecto con el Artículo 82 de la Ley 171: Para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental la promovente efectuará la solicitud de Licencia Ambiental Integral ante la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES)

Artículo 156

Artículo 156.- Los microgeneradores de residuos peligrosos y los generadores de residuos de manejo especial deberán registrarse ante la Comisión como empresas generadoras de residuos peligrosos y empresas generadoras de residuos de manejo especial, respectivamente, y registrarán, igualmente, los planes de manejo correspondientes. Para tal efecto, deberán formular y ejecutar los planes de manejo de los residuos que se incluyan en los listados contenidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes, de acuerdo con lo previsto en el artículo 153 de esta ley.

Cuadro III - 22. Vinculación del proyecto con el Artículo 156 de la Ley 171

Vinculación del Proyecto con el Artículo 156 de la Ley 171: En la ejecución del proyecto se generarán residuos de manejo especial, por lo cual el promovente efectuará ante la CEDES su registro como generador

Artículo 8 fracción IV

Artículo 8.- Corresponde a los municipios, a través de los ayuntamientos:

IV.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por el manejo integral de residuos sólidos urbanos.

Cuadro III - 23. Vinculación del proyecto con el Artículo 8 de la Ley 171

Vinculación del Proyecto con el Artículo 8 de la Ley 171: En la ejecución del proyecto se generarán residuos del tipo sólidos urbanos por lo cual se requerirá su disposición final en sitio autorizado por el H. Ayuntamiento

III.3.9 Normas Oficiales Mexicanas

A continuación se enlistan (de manera enunciativa más no limitativa) las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con la preparación del sitio y operación del proyecto, que

deberán considerarse por el responsable de su ejecución para la prevención de efectos sobre los componentes de la atmósfera, suelo, generación de residuos peligrosos, emisiones de ruido, etc.:

Cuadro III - 24. Vinculación con cada una de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto

RUBRO	NORMA/CRITERIO	VINCULACION AL PROYECTO
AGUA	NOM-001-SEMARNAT-2021. ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES	No se tendrá la descarga de aguas residuales sobre aguas y/o bienes nacionales.
	NOM-002-SEMARNAT-1996. ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL	Esta norma no es aplicable al presente proyecto ya que no son aguas residuales de procesos, solamente de servicios a empleados
AIRE	NOM-041-SEMARNAT-2006 NIVEL MAXIMO PERMISIBLE DE GASES CONTAMINANTES DE ESCAPES DE VEHICULOS QUE USAN GASOLINA	No aplica ya que en el estado de Sonora no se cuenta con centros de verificación vehicular Se brindara el mantenimiento a los vehículos y maquinaria, para que se encuentren dentro de los niveles establecidos en la norma.
	NOM-045-SEMARNAT-2006. QUE ESTABLECE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD DEL HUMO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE.	No aplica ya que en el estado de Sonora no se cuenta con centros de verificación vehicular Se brindara el mantenimiento a los vehículos y maquinaria, para que se encuentren dentro de los niveles establecidos en la norma.
	NOM-047-SEMARNAT-1999 ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICION, PARA LA VERIFICACION DE LOS LIMITES DE EMISION DE CONTAMINANTES PROVENIENTES DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES QUE USAN GASOLINA, GAS LICUADO DE PETROLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS.	No aplica ya que en el estado de Sonora no se cuenta con centros de verificación vehicular Se brindara el mantenimiento a los vehículos y maquinaria, para que se encuentren dentro de los niveles establecidos en la norma.

RUBRO	NORMA/CRITERIO	VINCULACION AL PROYECTO
	NOM-050-SEMARNAT-1993. NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GAS LICUADO DE PETRÓLEO, NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS COMO COMBUSTIBLE.	No aplica ya que en el estado de Sonora no se cuenta con centros de verificación vehicular Se brindara el mantenimiento a los vehículos y maquinaria, para que se encuentren dentro de los niveles establecidos en la norma.
	NOM-024-SSA1-1993. ESTABLECE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN A LA ATMÓSFERA DE PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS (PM10) EN EL AIRE AMBIENTE	El promovente dará seguimiento a lo que determine la autoridad sobre el control de este tipo de partículas
SUELO	NOM-060-SEMARNAT-1994 QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA MITIGAR LOS EFECTOS ADVERSOS OCASIONADOS EN LOS SUELOS Y CUERPOS DE AGUA POR EL APROVECHAMIENTO FORESTAL.	No se llevará acabo ningún aprovechamiento forestal; pero si habrá un retiro de vegetación y de suelo fértil, los cuales tendrán un aprovechamiento posterior en zonas de revegetación.
	NOM-138-SEMARNAT-SS-2003 LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CARACTERIZACION Y REMEDIACION.	Esta situación se podría presentar pues la maquinaria puede presentar derrames propiciados y accidentales. De tal manera que en caso de presentarse un derrame, se aplicarían las medidas de remediación especificadas en la presente norma.
RUIDO	NOM-081-SEMARNAT-1994 LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU METODO DE MEDICION.	Se garantizará que se cumplan los niveles establecidos por esta Norma oficial a través de programas de mantenimiento que permitan la operación de los vehículos y maquinaria en buen estado, aun cuando no sean fuentes fijas.
RESIDUOS	NOM-052-SEMARNAT-2005 ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, EL LISTADO DE LOS MISMOS Y LOS LIMITES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE.	La empresa Promovente se encargará de la identificación y clasificación de los residuos peligrosos, misma que se realizará en todas las diferentes etapas del proyecto, como son las de preparación del sitio y operación.
	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	En caso de requerirse se tendrá la formulación e implementación de un plan de manejo de residuos de manejo especial

RUBRO	NORMA/CRITERIO	VINCULACION AL PROYECTO
	DE LOS PLANES DE MANEJO	
RECURSOS NATURALES	NOM-059-SEMARNAT-2010 PROTECCION AMBIENTAL ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE TERRESTRES- CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSION, EXCLUSION O CAMBIO. LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.	Durante los muestreos y recorridos de campo efectuados en el sitio no se observaron especies de vida silvestre en alguna categoría de protección; no obstante con la finalidad de asegurar el cumplimiento de sus lineamientos, se establecerán las medidas de prevención pertinentes para su protección, dentro de las cuales se encuentran la ejecución de un Programa de Reforestación de flora de interés especial y la adopción de prácticas de conservación de la fauna silvestre.
	NOM-126-SEMARNAT-2000. QUE SE ESTABLECEN LAS ESPECIFICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE COLECTA CIENTÍFICA DE MATERIAL BIOLÓGICO DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES Y OTROS RECURSOS BIOLÓGICOS.	Aplica al existir un programa de reubicación y rescate de flora y fauna silvestre, el cual se realizará conforme a esta norma, previo al inicio de los trabajos.

Cuadro III - 25. Resumen de la vinculación del proyecto con las NOMs aplicables

Vinculación del Proyecto con las NOMs aplicables: Durante todo el desarrollo del proyecto Proyectos y Construcciones Virgo, S.A. de C.V. se apegará a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas, tal como lo contempla el presente instrumento

III.4 Áreas de Importancia

III.4.1 Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP)

De las Áreas Naturales Protegidas (ANP) que existen en nuestro Estado y que fueron decretadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en la clasificación de Reservas de la Biósfera, ninguna será afectada por el desarrollo del proyecto.

En la Figura III - 4 se incluye un mapa georreferenciado donde se presenta la distribución de las Áreas Naturales Protegidas del Estado con respecto al sitio del proyecto, y en el cual se puede apreciar claramente que no se encuentra dentro de ninguna ANP:

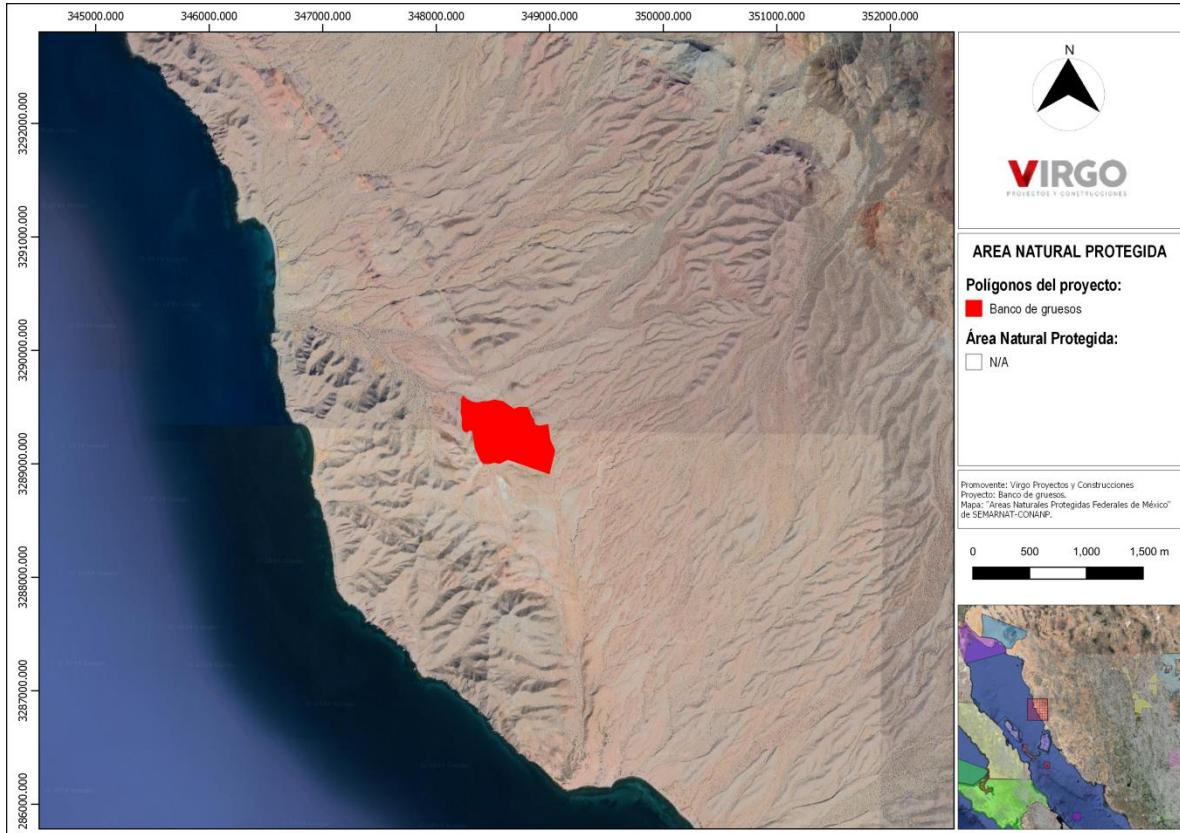


Figura III - 4. Áreas Naturales Protegidas en relación al Proyecto

III.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El área del proyecto no se encuentra dentro de alguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). La posición geográfica del área del proyecto dentro de esta AICA se aprecia en la Figura III - 5.

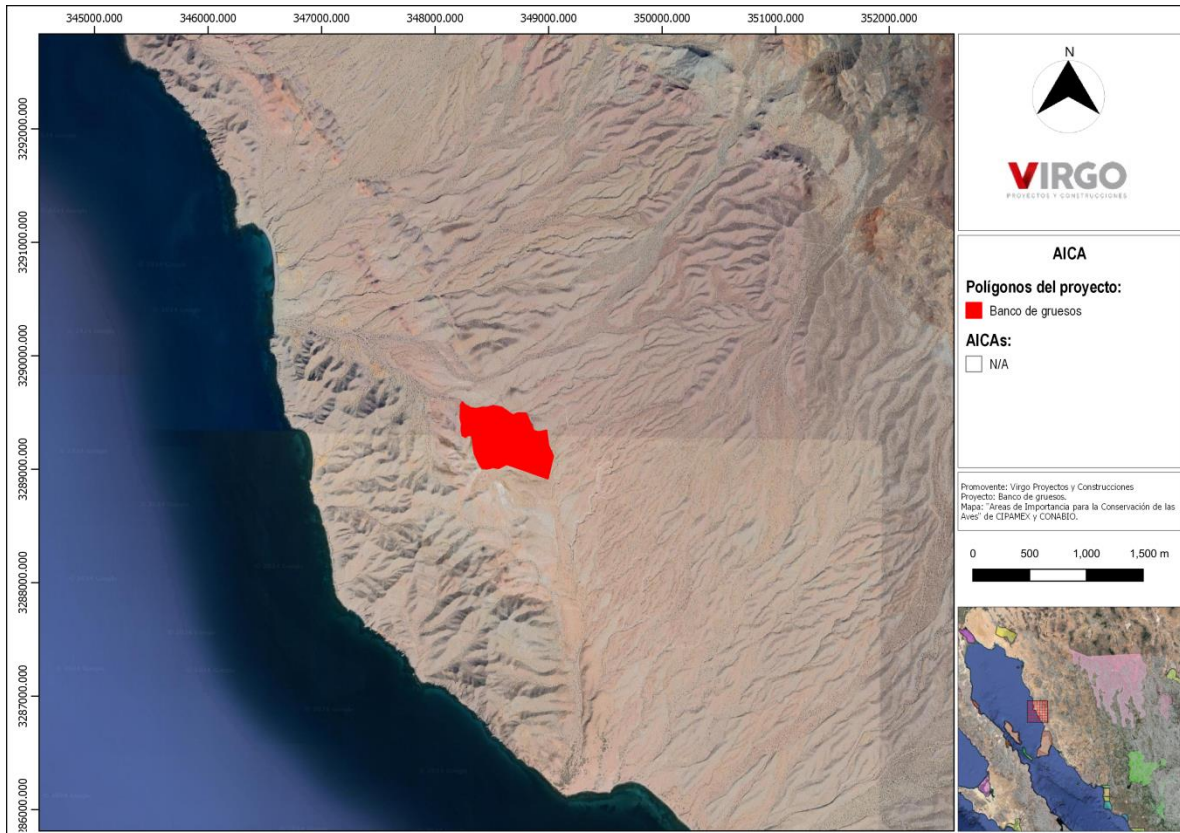


Figura III - 5. Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICA) en relación al Proyecto

III.4.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias

El área del proyecto no se encuentra en ninguna Región Hidrológica Prioritaria (RHP), como se aprecia en la siguiente Figura.

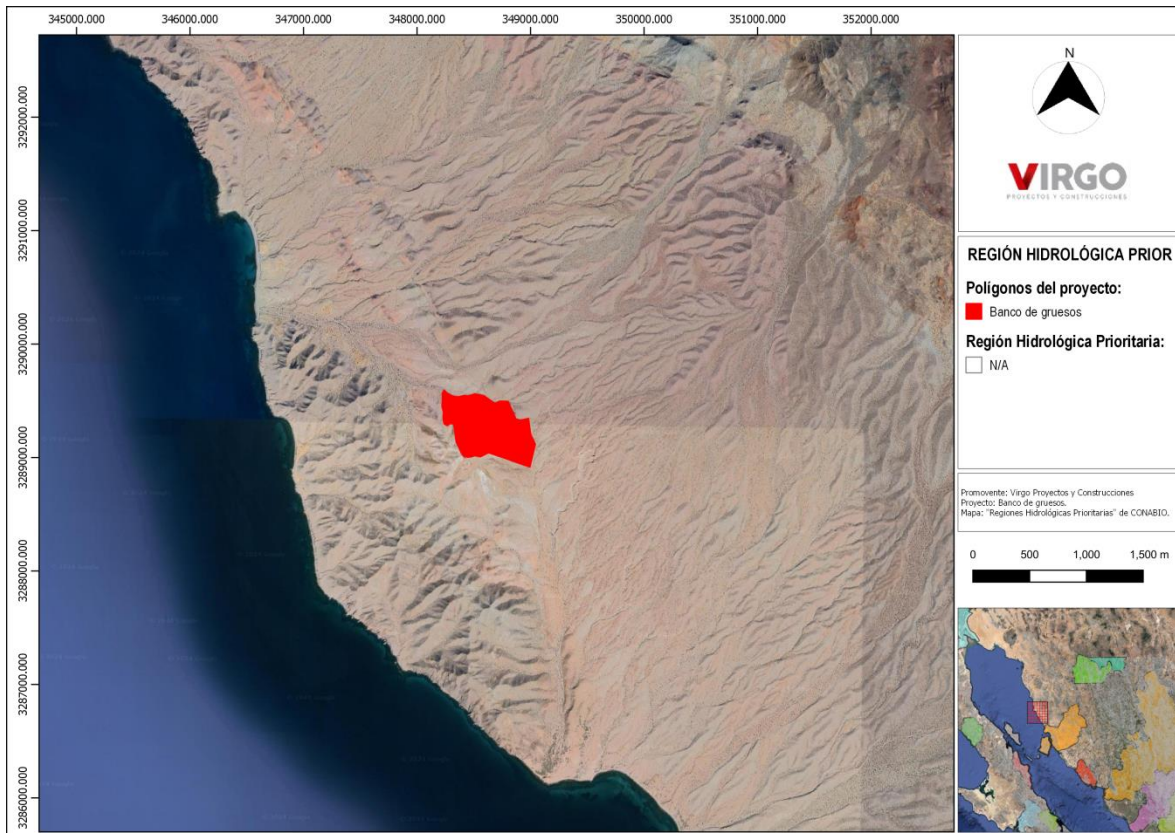


Figura III - 6. Región Hidrológica Prioritaria en relación al Proyecto

III.4.4 Regiones Terrestres Prioritarias

El área del proyecto no se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), como se aprecia en la siguiente Figura.

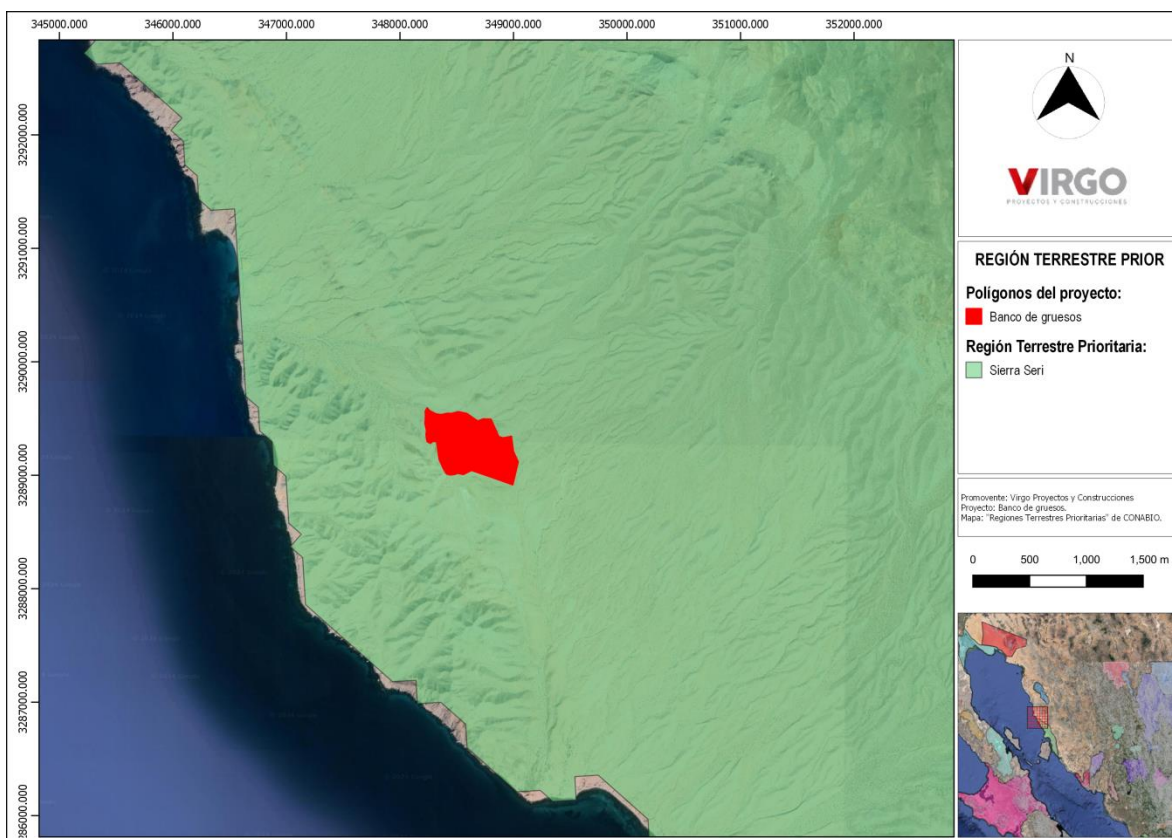


Figura III - 7. Región Terrestre Prioritaria en relación al Proyecto

III.4.5 Sitios Prioritarios Terrestres

La planificación de la conservación de la biodiversidad terrestre es fundamental ya que México pertenece a uno de los países llamados megadiversos. La excepcional biodiversidad de México se expresa en la heterogeneidad de sus paisajes, ecosistemas y numerosas especies que se distribuyen en todo su territorio, albergando 12% de los organismos vivos del planeta. Sin embargo, esta biodiversidad se encuentra altamente amenazada por las altas tasas de deforestación y degradación ambiental. Aunado a esto, el tráfico ilegal de especies, la contaminación y el establecimiento de especies exóticas invasoras incrementan el riesgo de extinción de un gran número de especies. Lo anterior indica que el país enfrenta grandes retos de conservación por lo que sin duda es

necesaria una planeación a múltiples escalas para representar todos los elementos de la biodiversidad. La presente cartografía representa la identificación de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre. El propósito de este esfuerzo es definir a los sitios prioritarios en la República Mexicana para la conservación de su biodiversidad terrestre.

La delimitación de estos sitios terrestres constituye un avance con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), debido principalmente a que en este plano se hizo una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios terrestres en comparación con las RTP que son áreas generalizadas. El área del proyecto no se encuentra incluida dentro de algún sitio prioritario terrestre (SPT), como se observa en la Figura III - 8.

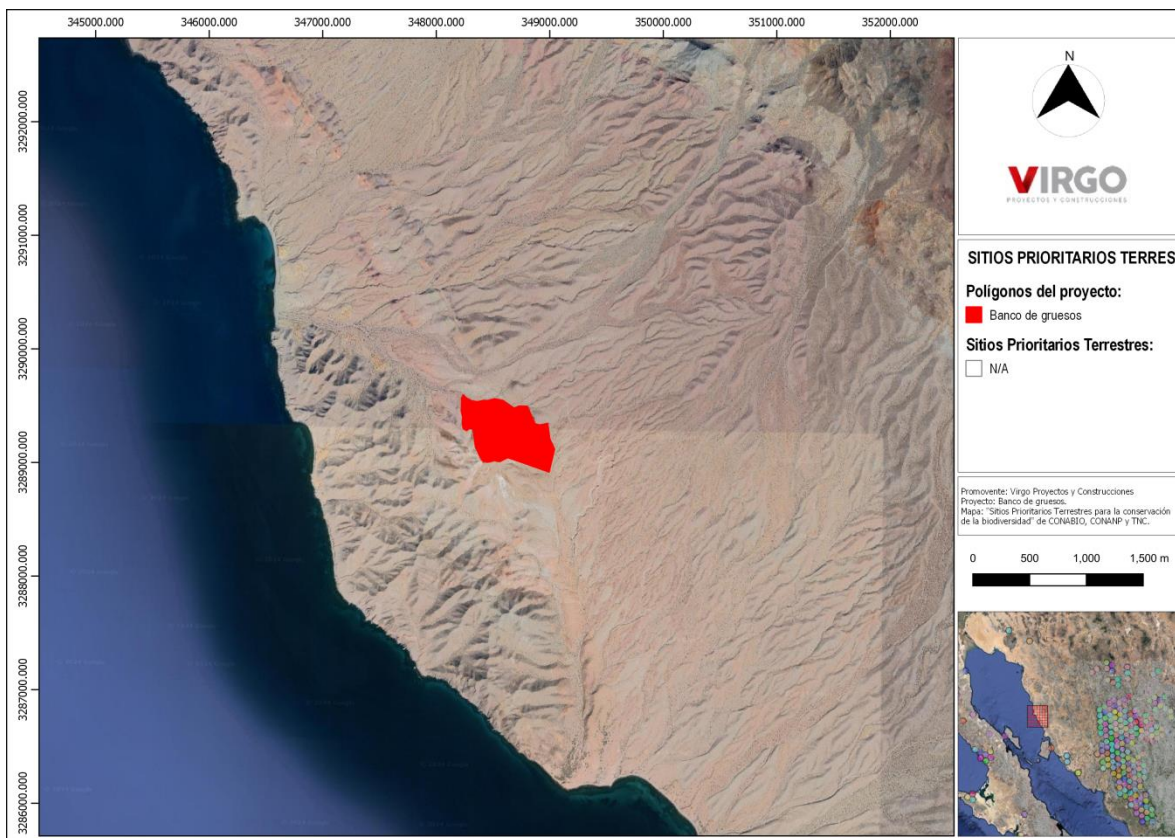


Figura III - 8. Sitio Prioritario Terrestre en relación al Proyecto

III.4.6 Sitios RAMSAR

De los Sitios RAMSAR, se hace mención que las superficies CUSTF del proyecto no se ubican dentro de ninguno de estos sitios como se observa en la siguiente figura.

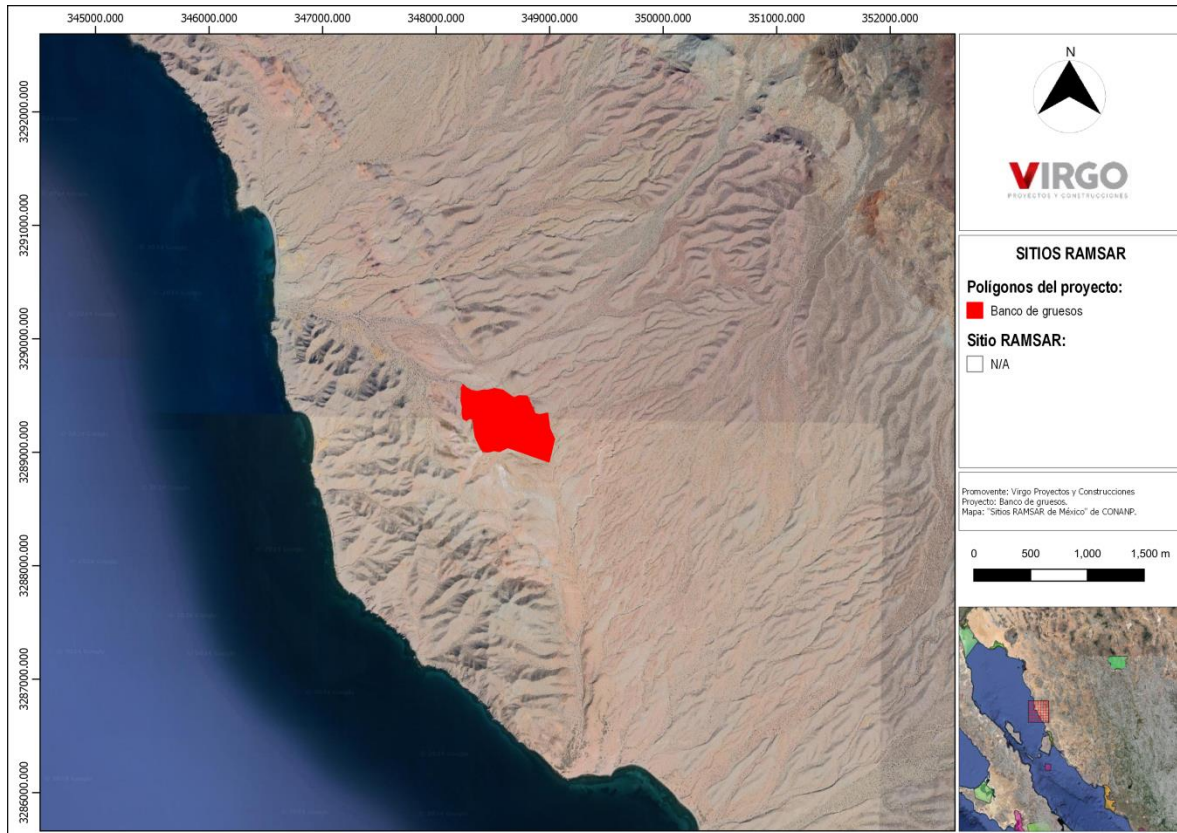


Figura III - 9. Ubicación del Proyecto en relación a los Sitios RAMSAR

CAPITULO IV

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

CAPÍTULO IV

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL	IV - 1
IV.1 Delimitación del área de estudio	IV - 1
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental	IV - 9
IV.2.1 Aspectos abióticos	IV - 9
IV.2.1.a Clima	IV - 9
IV.2.1.b Geología y geomorfología	IV - 15
IV.2.1.c Suelo	IV - 31
Estado de conservación del suelo	IV - 35
Erosión hídrica	IV - 36
Escenario 1 (sin proyecto)	IV - 36
Erosión eólica	IV - 41
Cálculo de la erosión (sin proyecto)	IV - 41
Escenario 2 (con proyecto)	IV - 45
Erosión hídrica con proyecto	IV - 45
Erosión eólica con proyecto	IV - 49
Escenario 3 (con medidas)	IV - 50
IV.2.1.d Hidrología superficial y subterránea	IV - 51
Análisis de captación de agua	IV - 61
Escenario 1 (sin proyecto)	IV - 61
Escenario 2 (con proyecto)	IV - 66
Escenario 3 (con medidas)	IV - 67
IV.2.2 Aspectos bióticos	IV - 69
IV.2.2.a Vegetación	IV - 70
Estrato arbóreo	IV - 102
Estrato arbustivo	IV - 102
Estrato herbáceo	IV - 103
Estrato cactáceas	IV - 104
Estrato arbóreo	IV - 106
Estrato arbustivo	IV - 106
Estrato herbáceo	IV - 107

Estrato cactáceas	IV - 107
Tipos de vegetación por afectar	IV - 109
IV.2.1.2 Caracterización de la vegetación	IV - 110
IV.2.1.3 Composición y estructura florística de la vegetación	IV - 113
Estrato arbóreo	IV - 121
Estrato arbustivo.....	IV - 121
Estrato herbáceo	IV - 121
Estrato cactáceas	IV - 122
Información taxonómica e imágenes de las especies vegetales del área del proyecto..	IV - 123
IV.2.1.4 Análisis de Diversidad de la vegetación	IV - 125
Estrato arbóreo.....	IV - 126
Estrato arbustivo.....	IV - 126
Estrato herbáceo	IV - 127
Estrato cactáceas	IV - 127
Análisis comparativo de la composición florística entre la CHF y el área del proyecto ..	IV - 128
Análisis comparativo sobre Presencia-Ausencia de especies	IV - 129
Análisis comparativo sobre sobre Densidad de especies (individuos/ha)	IV - 131
Análisis comparativo sobre el Índice de Similitud entre la vegetación de la CHF y el área propuesta para CUSTF.....	IV - 132
Rescate de flora	IV - 134
IV.2.2.b Fauna.....	IV - 138
Caracterización de la fauna	IV - 139
Anfibios y Reptiles	IV - 139
Mamíferos	IV - 143
Aves.....	IV - 147
Sitios de muestreo	IV - 155
Anfibios y reptiles.....	IV - 157
Mamíferos	IV - 160
Aves.....	IV - 163
Análisis de diversidad de fauna.....	IV - 166
Índices de diversidad de reptiles	IV - 166
Índices de diversidad de mamíferos.....	IV - 167
Índices de diversidad de aves.....	IV - 168
Área del proyecto	IV - 169
Anfibios y reptiles.....	IV - 171
Mamíferos	IV - 173
Aves.....	IV - 176
Información taxonómica e imágenes de las especies de fauna del área del proyecto ...	IV - 179

Análisis de diversidad de fauna.....	IV - 183
Índices de diversidad de reptiles	IV - 183
Índices de diversidad de mamíferos.....	IV - 184
Índices de diversidad de aves	IV - 185
Análisis comparativo de los grupos de fauna entre la CHF y el área del proyecto.....	IV - 186
Análisis comparativo sobre Presencia-Ausencia de especies de fauna silvestre.....	IV - 186
Análisis comparativo sobre Densidad de especies faunísticas (individuos/ha)	IV - 188
Análisis comparativo sobre el Índice de Similitud entre la fauna de la CHF y el área propuesta para CUSTF	IV - 190
Rescate y reubicación de fauna	IV - 190
IV.2.3 Paisaje	IV - 190
IV.2.4 Medio socioeconómico	IV - 192
IV.2.5 Diagnóstico ambiental.....	IV - 198
IV.2.5.a.- Integración e interpretación del inventario ambiental	IV - 198
IV.2.5.b.- Síntesis del inventario ambiental.....	IV - 204

FIGURAS

Figura IV - 1. Polígono que define la CHF del proyecto (no a escala)	IV - 3
Figura IV - 2. Imagen satelital del polígono de la CHF del proyecto (no a escala)	IV - 3
Figura IV - 3. Plano cartográfico con los vértices del polígono de la CHF del proyecto.....	IV - 4
Figura IV - 4. Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) designada para el Proyecto.....	IV - 6
Figura IV - 5. Principales rutas migratorias descritas para las aves de Norteamérica.	IV - 7
Figura IV - 6. Tipo de clima presente en la CHF	IV - 10
Figura IV - 7. Temperatura media anual en la CHF.....	IV - 11
Figura IV - 8. Precipitación media anual en la CHF.....	IV - 12
Figura IV - 9. Tipo de clima presente en el sitio del proyecto	IV - 13
Figura IV - 10. Temperatura media anual en el sitio del proyecto.....	IV - 14
Figura IV - 11. Precipitación media anual en el sitio del proyecto.....	IV - 15
Figura IV - 12. Provincia fisiográfica de la CHF.....	IV - 17
Figura IV - 13. Subprovincia fisiográfica de la CHF.....	IV - 19
Figura IV - 14. Sistemas de topoformas presentes en la CHF	IV - 20
Figura IV - 15. Degradación del suelo en la CHF	IV - 25
Figura IV - 16. Provincia fisiográfica en el sitio del proyecto.....	IV - 26
Figura IV - 17. Subprovincia fisiográfica en el sitio del proyecto	IV - 27
Figura IV - 18. Degradación del suelo en el sitio del proyecto	IV - 30
Figura IV - 19. Sistema de topoforma presente en el sitio del proyecto	IV - 31
Figura IV - 20. Tipo de suelo presente en la CHF	IV - 32
Figura IV - 21. Tipo de suelo presente en el sitio del proyecto	IV - 35
Figura IV - 22. Región hidrológica en la CHF.....	IV - 52

Figura IV - 23. Cuenca donde se ubica la CHF.....	IV - 53
Figura IV - 24. Subcuenca donde se ubica la CHF.	IV - 54
Figura IV - 25. Hidrología subterránea (acuíferos) en el sitio de la CHF	IV - 55
Figura IV - 26. Región Hidrológica 08 – Sonora Norte donde se ubica el Proyecto.....	IV - 57
Figura IV - 27. Cuenca Hidrológica donde se ubica el Proyecto.....	IV - 58
Figura IV - 28. Subcuenca Hidrológica donde se ubica el Proyecto.....	IV - 59
Figura IV - 29. Hidrología subterránea (acuíferos) en el sitio del proyecto.....	IV - 60
Figura IV - 30. Regiones o zonas biogeográficas de México.....	IV - 70
Figura IV - 31. Provincias biogeográficas de México.....	IV - 71
Figura IV - 32. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias biogeográficas del Estado de Sonora	IV - 72
Figura IV - 33. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias florísticas del país	IV - 74
Figura IV - 34. Tipos de vegetación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto, de acuerdo a la Serie VII del INEGI.....	IV - 76
Figura IV - 35. Ejemplificación básica para establecer el área mínima de muestreo	IV - 89
Figura IV - 36. Expresión gráfica de la curva área de muestreo vs número de especies	IV - 89
Figura IV - 37. Plano cartográfico que muestra los sitios de muestreo de la CHF	IV - 94
Figura IV - 38. Ubicación del sitio del proyecto en relación a las provincias florísticas.....	IV - 109
Figura IV - 39. Tipos de vegetación área del proyecto, de acuerdo a Serie VII del INEGI.....	IV - 110
Figura IV - 40. Distribución espacial de los sitios de muestreo en el área del proyecto.....	IV - 113
Figura IV - 41. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias herpetofaunísticas del país.....	IV - 139
Figura IV - 42. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias mastofaunísticas del país.....	IV - 144
Figura IV - 43. Sitios de muestreo de fauna silvestre en la cuenca hidrológico-forestal	IV - 156
Figura IV - 44. Sitios de muestreo de fauna silvestre en el sitio del proyecto.....	IV - 170

CUADROS

Cuadro IV - 1. Coordenadas UTM (WGS84 R12) de la Cuenca Hidrológica Forestal	IV - 4
Cuadro IV - 2. Escalas de análisis del proyecto	IV - 7
Cuadro IV - 3. Tipos de vegetación y su cobertura en la cuenca hidrológico forestal.....	IV - 76
Cuadro IV - 4. Especies vegetales presentes en los ecosistemas la CHF del proyecto que podrían ser afectados por el desarrollo del proyecto	IV - 80
Cuadro IV - 5. Categorías taxonómicas de las especies vegetales en el área del proyecto	IV - 82
Cuadro IV - 6. Formas de vida de las especies vegetales en la CHF del área del proyecto.....	IV - 82
Cuadro IV - 7. Ventajas y desventajas de las parcelas para muestreo de vegetación	IV - 87
Cuadro IV - 8. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo que habitan en el matorral sarcocaul de la CHF	IV - 102
Cuadro IV - 9. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo que habitan en el matorral sarcocaul de la CHF	IV - 103
Cuadro IV - 10. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato cactáceas que habitan en el matorral sarcocaul de la CHF	IV - 104
Cuadro IV - 11. Valores de algunos atributos de las poblaciones de especies arbustivas en la vegetación matorral sarcocaul de la CHF	IV - 106

Cuadro IV - 12. Valores del índice de diversidad de las especies de herbáceas en la vegetación matorral sarcocaula de la CHF	IV - 107
Cuadro IV - 13. Tipos de vegetación y su cobertura en el sitio del proyecto	IV - 110
Cuadro IV - 14. Especies vegetales presentes en el ecosistema de Matorral sarcocaula del área propuesta para CUSTF	IV - 111
Cuadro IV - 15. Formas de vida de las especies vegetales presentes en el ecosistema con Matorral sarcocaula del área propuesta para CUSTF	IV - 112
Cuadro IV - 16. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo que habitan en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto	IV - 121
Cuadro IV - 17. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo que habitan en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto	IV - 122
Cuadro IV - 18. Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas que habitan en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto	IV - 122
Cuadro IV - 19. Valores del índice de diversidad de las especies de arbustivas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto	IV - 126
Cuadro IV - 20. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto	IV - 127
Cuadro IV - 21. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto	IV - 128
Cuadro IV - 22. Relación de especies presentes en ambas áreas de comparación, en el ecosistema matorral sarcocaula	IV - 129
Cuadro IV - 23. Densidad de especies en el matorral sarcocaula presentes en ambas áreas de comparación	IV - 131
Cuadro IV - 24. Anfibios que pueden desarrollarse en el área de la CHF y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010	IV - 141
Cuadro IV - 25. Reptiles que ocurren en el área de la CHF y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010	IV - 142
Cuadro IV - 26. Mamíferos en el área de la CHF y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010	IV - 145
Cuadro IV - 27. Especies de aves que pueden presentarse en el área de la CHF y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010	IV - 148
Cuadro IV - 28. Especies de reptiles observadas en la CHF y su estado de protección bajo las normas oficiales	IV - 158
Cuadro IV - 29. Densidades de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro de la CHF	IV - 159
Cuadro IV - 30. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en la CHF	IV - 159
Cuadro IV - 31. Rasgos ecológicos de poblaciones de especies de reptiles de la CHF	IV - 160
Cuadro IV - 32. Especies de mamíferos encontrados en la cuenca hidrológico-forestal	IV - 161
Cuadro IV - 33. Densidades de las especies de mamíferos encontrados en la microcuenca hidrológico-forestal	IV - 161
Cuadro IV - 34. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en la CHF	IV - 162
Cuadro IV - 35. Rasgos ecológicos de poblaciones de especies de mamíferos de la CHF	IV - 162
Cuadro IV - 36. Listado de especies de aves encontradas en la CHF	IV - 163
Cuadro IV - 37. Densidades de especies aves encontradas en la CHF	IV - 164
Cuadro IV - 38. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en la CHF	IV - 164
Cuadro IV - 39. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves de la CHF ..	IV - 165

Cuadro IV - 40. Valores del índice de diversidad especies de reptiles registrados en CHF....	IV - 166
Cuadro IV - 41. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en la CHF.....	IV - 167
Cuadro IV - 42. Valores del índice de diversidad de especies de aves registradas en la CHFIV -	168
Cuadro IV - 43. Especies de reptiles observadas en el sitio del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales.....	IV - 172
Cuadro IV - 44. Densidades de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del sitio del proyecto.....	IV - 172
Cuadro IV - 45. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el sitio del proyecto.....	IV - 173
Cuadro IV - 46. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del área del proyecto.....	IV - 173
Cuadro IV - 47. Especies de mamíferos encontrados en el sitio del proyecto.....	IV - 174
Cuadro IV - 48. Densidades de especies de mamíferos encontrados en el sitio del proyecto	IV - 175
Cuadro IV - 49. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el sitio del proyecto.....	IV - 175
Cuadro IV - 50. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del sitio del proyecto.....	IV - 176
Cuadro IV - 51. Especies de aves encontradas en el sitio del proyecto.....	IV - 177
Cuadro IV - 52. Densidades de especies aves encontradas en el sitio del proyecto.....	IV - 177
Cuadro IV - 53. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el sitio del proyecto.....	IV - 178
Cuadro IV - 54. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves en el sitio del proyecto.....	IV - 178
Cuadro IV - 55. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el sitio del proyecto.....	IV - 184
Cuadro IV - 56. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el sitio del proyecto.....	IV - 184
Cuadro IV - 57. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el sitio del proyecto.....	IV - 185
Cuadro IV - 58. Relación de especies presentes en ambas áreas de comparación.....	IV - 186
Cuadro IV - 59. Densidad de especies faunísticas (individuos/ha) presentes en ambas áreas de comparación.....	IV - 189

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

En el presente capítulo, se analiza la descripción del Sistema Ambiental para el Proyecto, basándose principalmente en la descripción y análisis de sus características físicas y bióticas, grado de conservación y sus componentes sociodemográficos que se tienen en el área de estudio.

Para la elaboración del presente proyecto, se llevaron a cabo visitas de trabajo al sitio para obtener las observaciones correspondientes y los datos de campo. Posteriormente, dicha información se contrastó con la emitida por el INEGI (a través de sus diferentes cartas temáticas), por CONABIO, CONAGUA, INE, así como de distintas fuentes bibliográficas especializadas. La integración de la información se realizó tomando como base las características de los elementos descritos por INEGI, complementando con la información de campo.

Los componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental como parte de la caracterización ambiental del sitio del Proyecto, se presentan en el Apartado **IV.1**. Para esto, ha sido importante definir en primera instancia al Sistema Ambiental y área de influencia dentro del cual está inmerso el sitio del Proyecto.

IV.1 Delimitación del área de estudio

El Sistema Ambiental (SA) se define como un espacio geográfico delimitado a partir de la interacción homogénea de los componentes ambientales abióticos, bióticos y socioeconómicos.

Metodología usada para definir la cuenca hidrológico-forestal del proyecto

Si consideramos lo dispuesto en el Artículo 48 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2020) sobre la zonificación forestal con respecto al concepto de Cuenca Hidrológico-Forestal (CHF) en el sentido de que *se agrupan y ordenan los terrenos forestales y preferentemente forestales dentro de las cuencas, subcuencas y cuencas hidrológico-forestales, por funciones y subfunciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas, protectoras y restauradoras, con fines de manejo y con el objeto de propiciar una mejor administración y contribuir al desarrollo forestal sustentable*, es importante definir la cuenca hidrológico-forestal a considerarse en este estudio.

La determinación y delimitación de la cuenca se realizó aplicando la metodología de Otto Pfafstetter, descrito por Ruiz y Torres (2008) y el cual consiste en los siguientes pasos principales:

1. En primer lugar debe identificarse el río, arroyo o cauce principal de la zona y la dirección de escurrimiento.
2. Una vez identificado el cauce principal, se suman las corrientes tributarias que confluyen en ese cauce principal. Esto genera la red de drenaje. También se deben observar las pendientes o direcciones de los escurrimientos.
3. En la red hidrográfica generada con cauces principales y secundarios se identifican zonas altas o de aporte y zonas bajas de base o de descarga.
4. Se delimita una línea imaginaria por las zonas más altas que divide escurrimientos opuestos (parteaguas). Este es el límite de la cuenca.

Ruiz, R. y H. Torres. 2008. Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas. Caso: América del Sur. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). UICN-SUR. Lima, Perú. 39 p.

De acuerdo a Faustino y Jiménez (2000), una cuenca es toda área que descarga su drenaje directamente al curso principal de una Subcuenca; así, varias cuencas pueden conformar una Subcuenca. El siguiente cuadro nos indica que la clasificación de las unidades hidrológicas está relacionada con el número de orden de drenaje y/o con el tamaño del área que encierran.

UNIDAD	No. DE ORDEN	AREA (Km ²)
Microcuenca	1, 2, 3	10 – 500
Subcuenca	4, 5	500 – 2000
Cuenca	6, 7 o más	Más de 2000

Faustino, J. y F. Jiménez. 2000. Manejo de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. 35p.

Así pues, considerando lo dispuesto en el Artículo 48 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable sobre la zonificación forestal con respecto al concepto de Cuenca Hidrológico-Forestal, cualquiera de las unidades hidrológicas de la clasificación anterior puede ser considerada una CHF.

La cuenca hidrológico-forestal del presente proyecto comprende una superficie total de 317.5450 ha (3.17 km²) y, de acuerdo a la clasificación creada por Faustino y Jiménez (2000), corresponde a una microcuenca ya que es una unidad de superficie con una densidad de drenaje de 1 a 3 órdenes y un área menor a los 500 km². La siguiente imagen cartográfica (no a escala) muestra el polígono que, basado en la topografía e hidrología superficial de la zona, delimita la CHF correspondiente al presente proyecto.

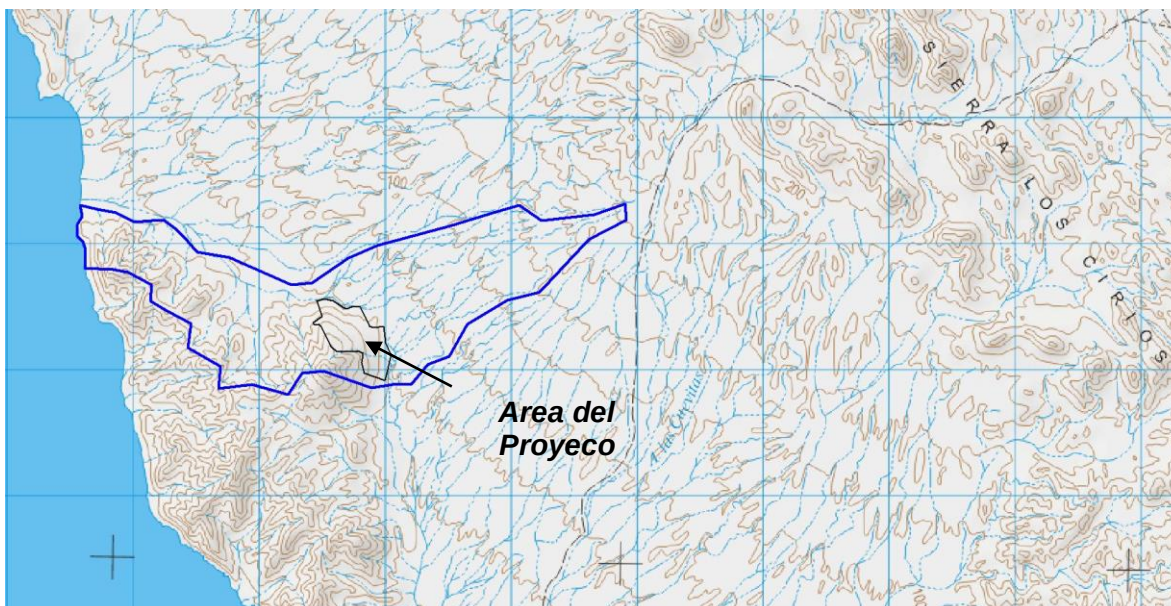


Figura IV - 1. Polígono que define la CHF del proyecto (no a escala)

En la siguiente figura se muestra una imagen satelital de la CHF:



Figura IV - 2. Imagen satelital del polígono de la CHF del proyecto (no a escala)

La siguiente figura muestra los vértices que definen el polígono de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto.

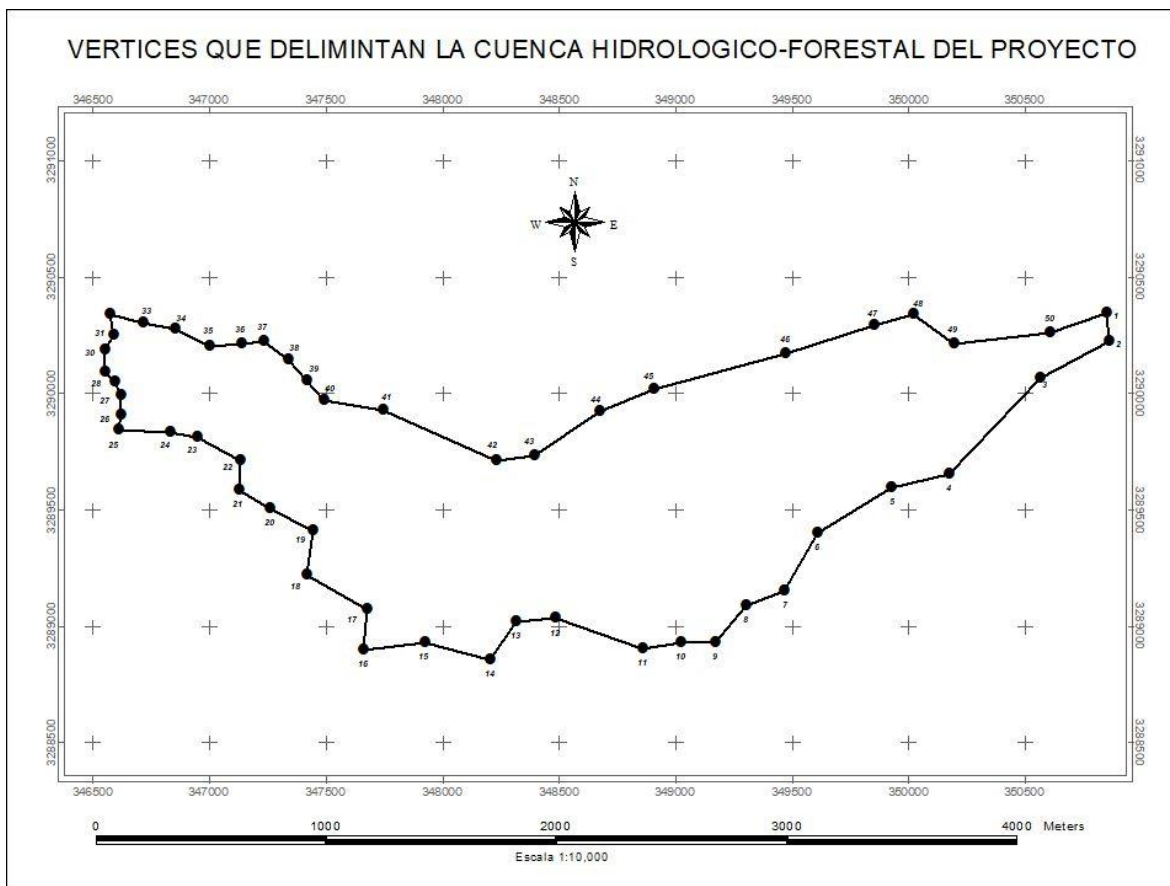


Figura IV - 3. Plano cartográfico con los vértices del polígono de la CHF del proyecto

En el siguiente Cuadro se muestran las coordenadas UTM de los vértices (WGS84 R12) que definen el polígono de la CHF del proyecto.

Cuadro IV - 1. Coordenadas UTM (WGS84 R12) de la Cuenca Hidrológica Forestal

VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	350902	3290313
2	350914	3290189
3	350616	3290032
4	350221	3289616
5	349970	3289553
6	349648	3289360
7	349506	3289107
8	349337	3289043
9	349202	3288884
10	349054	3288881
11	348891	3288857

VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
12	348511	3288986
13	348339	3288974
14	348228	3288805
15	347941	3288881
16	347676	3288851
17	347691	3289025
18	347432	3289173
19	347456	3289366
20	347269	3289466
21	347133	3289547
22	347142	3289671
23	346952	3289776
24	346838	3289797
25	346612	3289806
26	346621	3289870
27	346621	3289957
28	346597	3290017
29	346554	3290059
30	346554	3290156
31	346591	3290216
32	346576	3290307
33	346717	3290271
34	346859	3290246
35	347007	3290171
36	347145	3290180
37	347242	3290189
38	347347	3290111
39	347432	3290020
40	347504	3289933
41	347760	3289891
42	348255	3289674
43	348418	3289692
44	348704	3289888
45	348936	3289984
46	349509	3290138
47	349895	3290258
48	350064	3290307
49	350239	3290180
50	350658	3290228

La siguiente figura indica la forma y la ubicación del polígono propuesto para CUSTF dentro de la cuenca hidrológico-forestal (CHF).

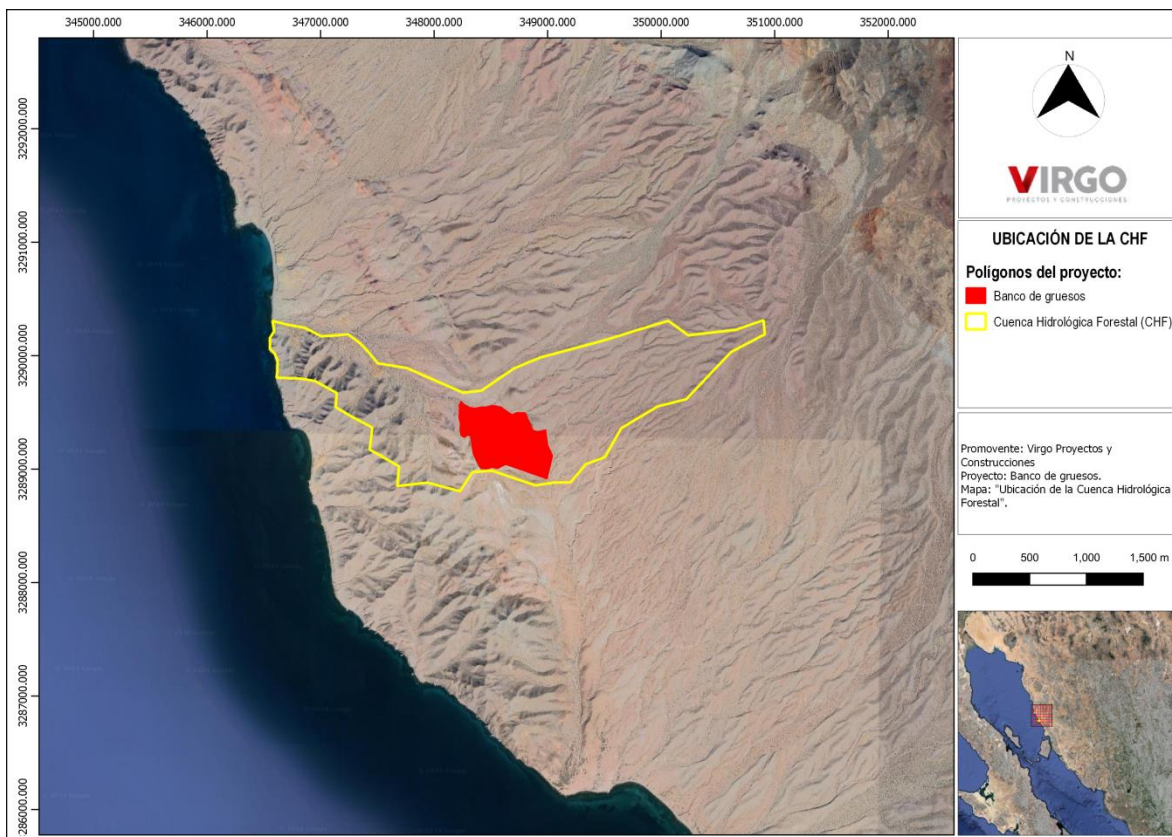


Figura IV - 4. Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) designada para el Proyecto

Se presenta el siguiente cuadro para indicar la existencia o no de elementos que pudieran considerarse como puntos críticos de la cuenca del proyecto con el fin de establecer las medidas de prevención y mitigación a los recursos forestales afectados.

Cuenca	Corredores biológicos	Rutas migratorias	Zonas de refugio	Zonas de alimentación	Zonas de anidación	Zonas de distribución de flora y fauna protegidas	Cuerpos de agua	Vías de comunicación	Poblaciones cercanas
A	-	-	-	-	-	-	-	1	Puerto Libertad, Sonora

Los trabajos de campo realizados en el área de interés ayudaron a determinar que no existen corredores biológicos en las áreas propuestas para cambio de uso del suelo, ni tampoco en el área de la cuenca correspondiente.

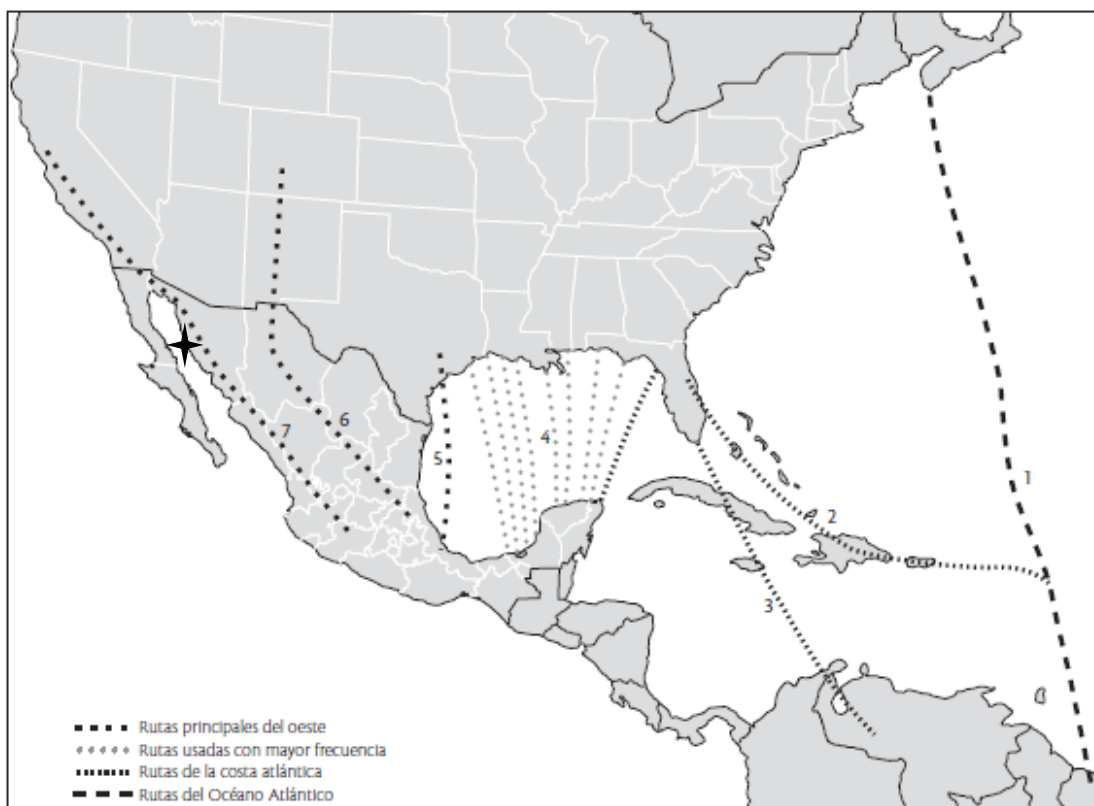


Figura IV - 5. Principales rutas migratorias descritas para las aves de Norteamérica.
La estrella de color negro en el plano, indica la ubicación del área del proyecto y su cuenca

No se encontraron referencias bibliográficas que indiquen la existencia de zonas de refugio, alimentación y anidación en la región puntual del proyecto.

De acuerdo a lo anterior, resulta que las escalas de análisis en el presente documento resultan de la siguiente manera:

Cuadro IV - 2. Escalas de análisis del proyecto

DELIMITACIÓN	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN
Nivel de Cuenca	Región Hidrológica 08 Sonora Norte. Cuenca San Ignacio y Otros y Subcuenca Puerto Libertad.	Como marco de referencia base de la descripción y comparativa a nivel del predio, atendiendo la escala y términos de referencia del Capítulo III del guión de Estudios Técnicos Justificativos para Cambio de Uso del Suelo.
CHF	En la microcuenca hidrológica forestal delimitada para el proyecto, teniendo un total de 317.5450 ha	Área de estudio del entorno inmediato al proyecto para ejecutar los muestreos de referencia, donde se contempla los atributos topográficos, hidrológicos, de suelos, ecosistema y arreglos vegetativos comparativos al predio para determinar

DELIMITACIÓN	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN
		la viabilidad del proyecto basado en los criterios de excepcionalidad de referencia solicitado por los términos de referencia del guión de Estudios Técnicos Justificativos para Cambio de Uso del Suelo
PREDIO	El proyecto se compone de un polígono que integra al polígono sujetos a CUSTF equivalente a 35.4756 ha.	Superficie solicitada en materia de cambio de uso del suelo para las obras y actividades previstas para el proyecto. Es el nivel base de estudio donde se muestreó y analizó a detalle los atributos físicos y biológicos en contraste con las condiciones de operación al proyecto, y basado en los términos de referencia del Capítulo IV de la Guía de elaboración de Estudios Técnicos Justificativos para Cambio de Uso del Suelo.

Respecto al área de influencia es de mencionar que siendo el objetivo de ésta el de ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental en donde se encuentra inserto el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales, es de hacer mención que tanto en la CHF como en el sitio del proyecto el tipo de suelo es el Litosol, vegetación matorral sarcocaulé, además de otras características similares del medio físico, aunado a que en la zona donde se encuentra la CHF (y por ende el área de influencia y sitio del proyecto) no existen corredores biológicos (cañadas, cauces de corrientes superficiales, entre otras), sitios de congregación de especies de fauna (lagos, represas, áreas de alimentación, entre otras) y áreas dedicadas a la conservación (áreas naturales protegidas, áreas de importancia ecológica, entre otras) que podrían ser afectadas por el desarrollo del proyecto.

Asimismo, que durante los trabajos de campo se encontró que la vegetación en el sitio del proyecto presenta características similares a sus alrededores inmediatos, mediatos y CHF.

Conforme a lo anterior, y dado que para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en la zona, es necesario establecer sitios de muestreo tomando en consideración las variaciones detectadas en la topografía, tipos de suelos, rasgos geológicos y cambios en la vegetación, principalmente.

Al no detectarse variabilidad se tomó la determinación de realizar los muestreos en sitios cercanos al sitio como representativos del Área de influencia y de la Cuenca Hidrológica Forestal, considerando también para ello que el muestreo en una CHF o de un Área de influencia debe servir para determinar que las especies del área del proyecto están bien representadas en ella y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema.

De esta manera, fueron muestreados y valorados los componentes del sistema ambiental identificados a nivel de la cuenca hidrológica forestal (CHF) y del polígono dentro del predio sujetos a cambio de uso del suelo de terrenos forestales (CUSTF).

Por ello en este documento al referirnos a la Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) nos estamos refiriendo tanto a las características de dicha CHF como a las características del Área de influencia.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.1.a Clima

Clima presente en el SA (MHF-AI)

De acuerdo a la clasificación de INEGI 2020 para la Cuenca Hidrológica Forestal (en lo sucesivo CHF) se identifica el sitio del proyecto ubicado en el municipio de Pitiquito con un clima Muy seco semicálido con Lluvias en Verano BWh(x'), temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C. Su régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año. Se extiende hacia el Sur hasta las inmediaciones de Carbó, Hermosillo y Miguel Alemán, que en conjunto forman la zona más amplia y continua de este clima.

La información de la estación climatológica Puerto Libertad, administrada por la Comisión Nacional del Agua, el promedio de temperatura anual es de 21.3 °C. Con base en el análisis climatológico se obtuvo una precipitación anual mínima de 84.6 mm. Se considera una lámina de evaporación potencial anual de 2264 mm.

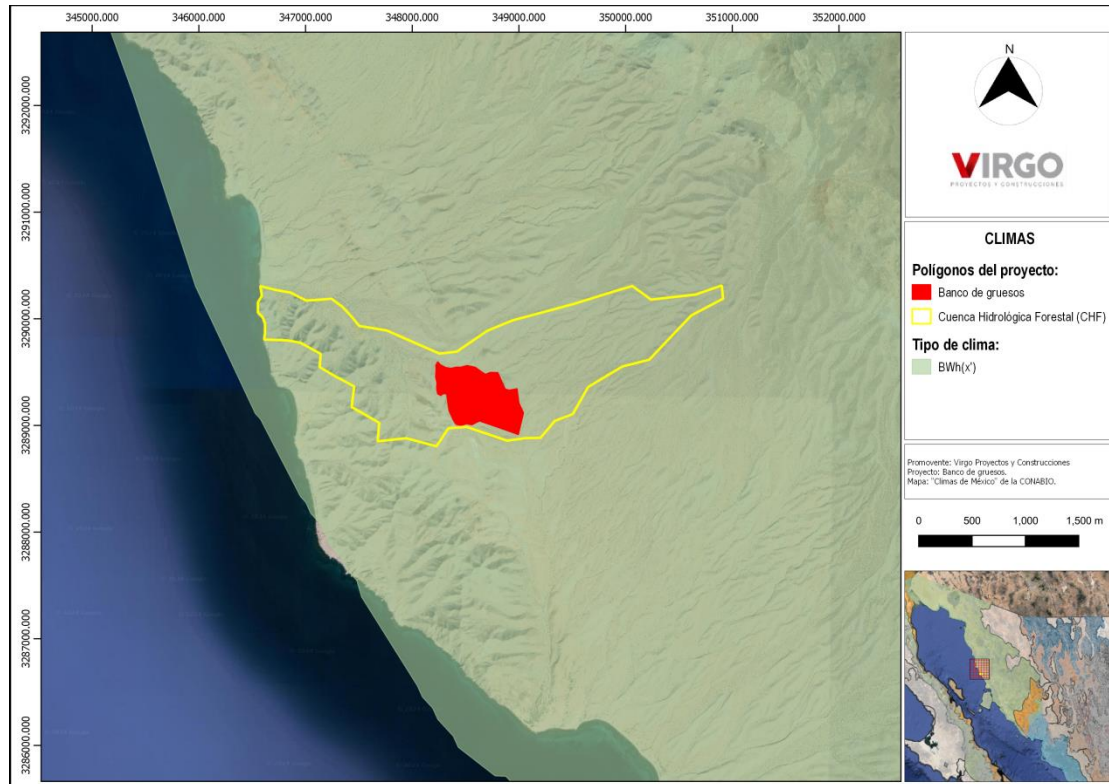


Figura IV - 6. Tipo de clima presente en la CHF

Temperatura media anual

En la CHF, la temperatura media anual, según INEGI y CONABIO, corresponde a la isoterma de 20 a 22°C, como se observa en la figura siguiente:

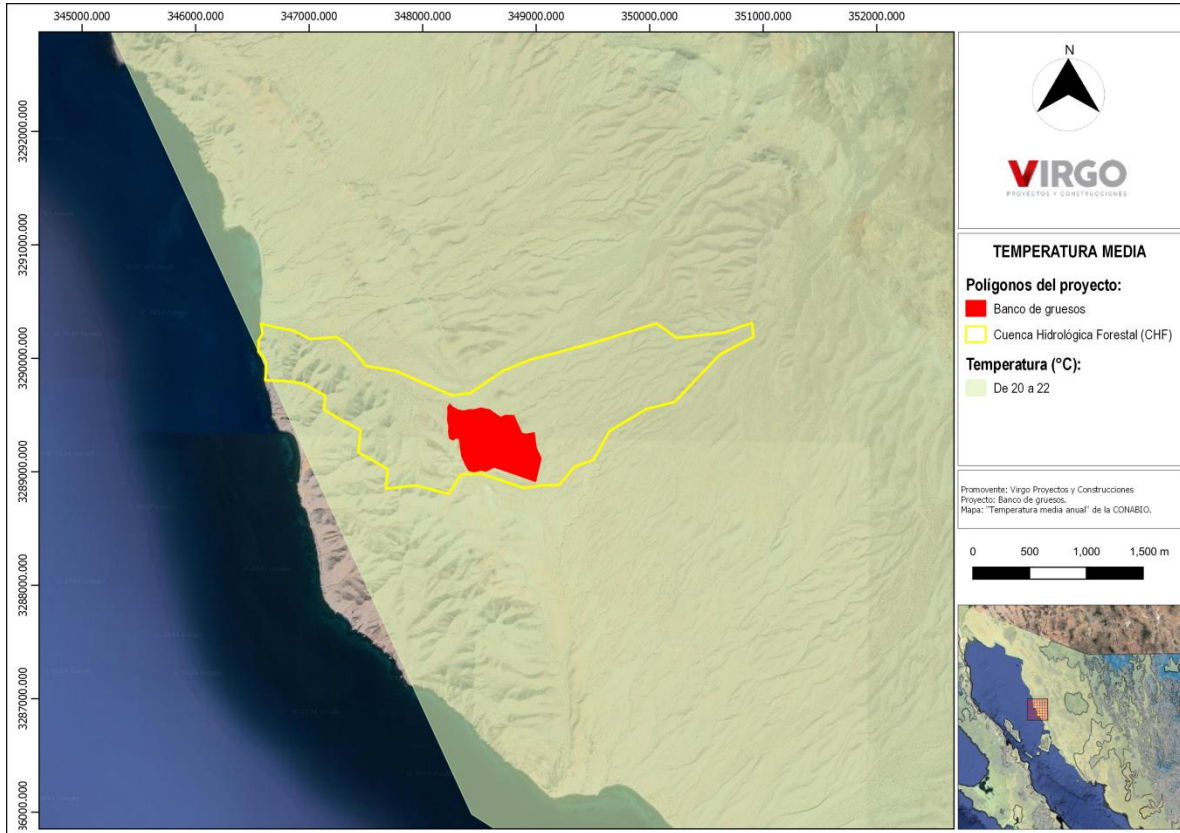


Figura IV - 7. Temperatura media anual en la CHF

Precipitación media anual

En la CHF, la precipitación media anual es de 0 a 100 mm, según INEGI y CONABIO, como se observa en la figura siguiente:

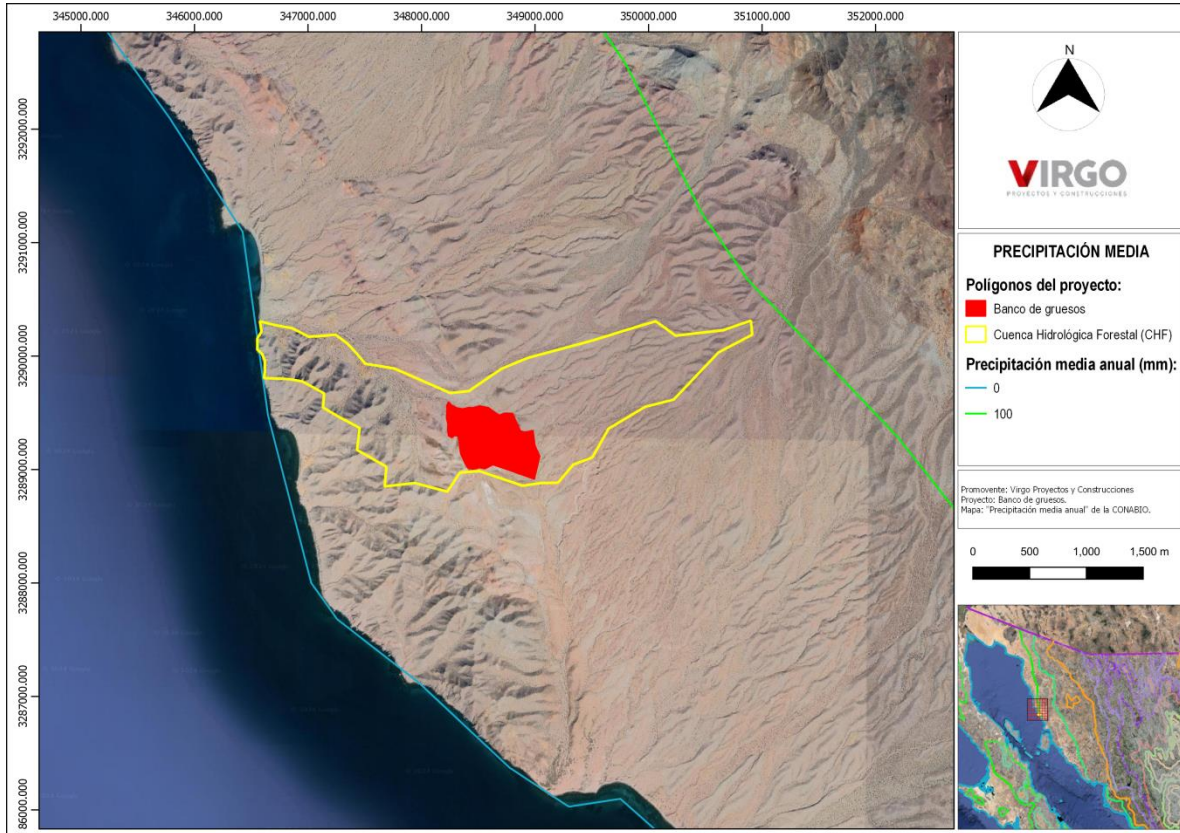


Figura IV - 8. Precipitación media anual en la CHF

ÁREA DEL PROYECTO

De acuerdo a la clasificación de INEGI 2020 el sitio del proyecto (en lo sucesivo CHF) se identifica con un clima Muy seco semicálido con Lluvias en Verano BWh(x'), temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C. Su régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.

La información de la estación climatológica Puerto Libertad, administrada por la Comisión Nacional del Agua, el promedio de temperatura anual es de 21.3 °C. Con base en el análisis climatológico se obtuvo una precipitación anual mínima de 84.6 mm. Se considera una lámina de evaporación potencial anual de 2264 mm.

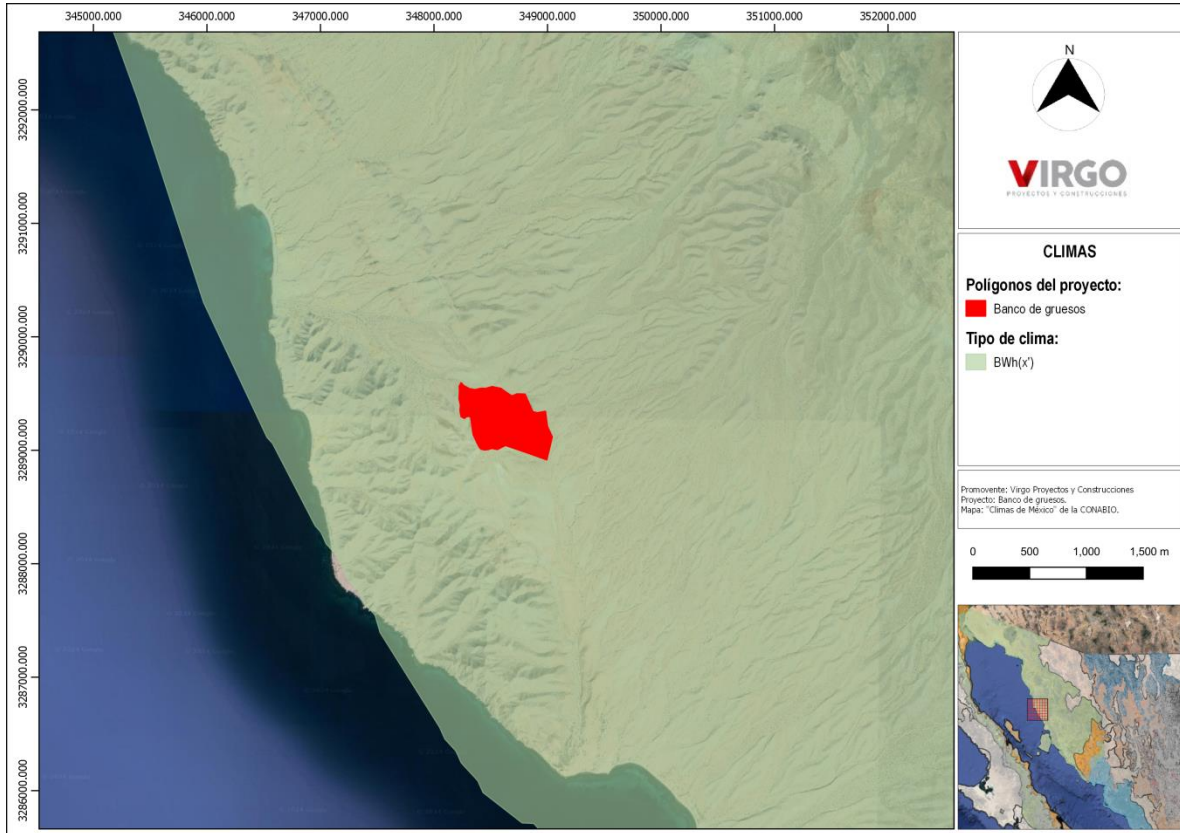


Figura IV - 9. Tipo de clima presente en el sitio del proyecto

Temperatura media anual

En el sitio del proyecto la temperatura media anual, según INEGI y CONABIO, corresponde a la isoterma de 20 a 22°C, como se observa en la figura siguiente:

La información de la estación climatológica Puerto Libertad, administrada por la Comisión Nacional del Agua, el promedio de temperatura anual es de 21.3 °C.

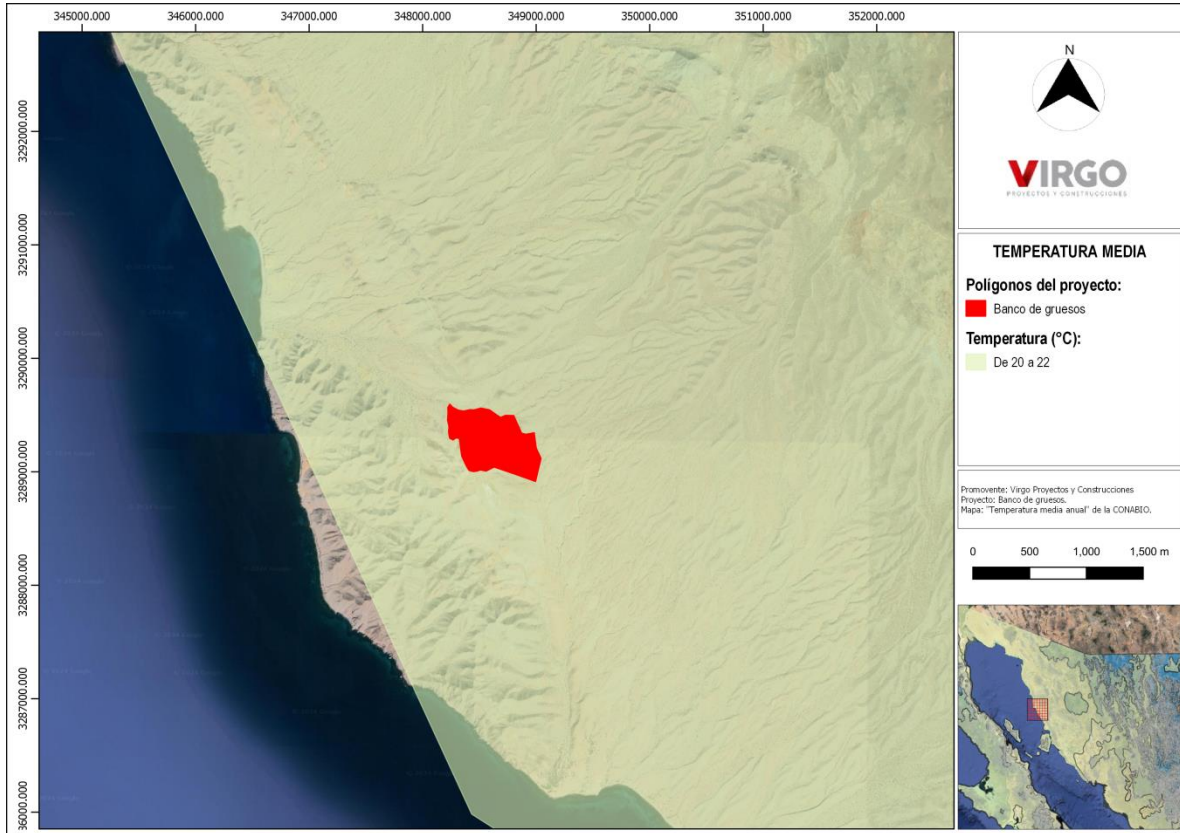


Figura IV - 10. Temperatura media anual en el sitio del proyecto

Precipitación media anual

En la CHF, la precipitación media anual es de 0 a 100 mm, según INEGI y CONABIO, como se observa en la figura siguiente:

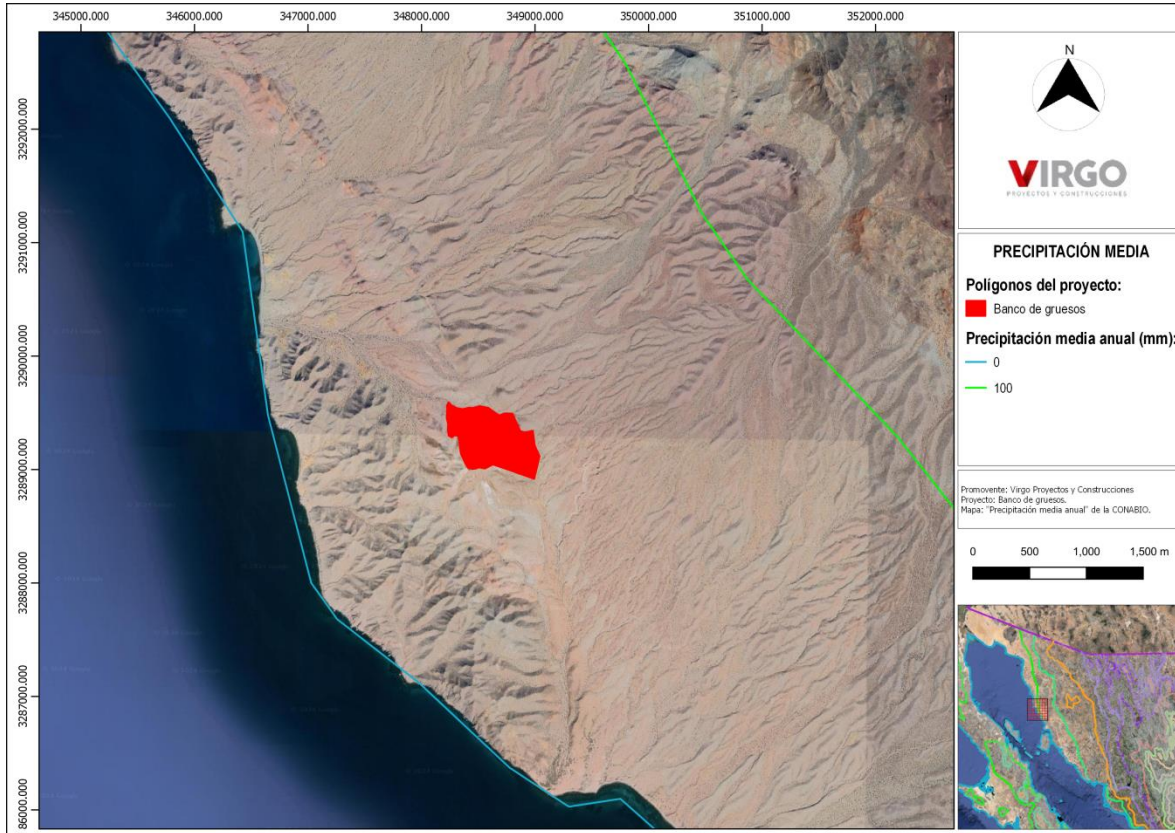


Figura IV - 11. Precipitación media anual en el sitio del proyecto

IV.2.1.b Geología y geomorfología

En el SA (MHF-AI)

En Puerto Libertad afloran principalmente rocas ígneas intrusivas y volcánicas pertenecientes al mesozoico y terciario, localizadas en los cerros y sierras que bordean la región. En las planicies que llegan a la costa se presenta una potente cobertura de materiales de origen sedimentario, constituido en la parte inferior por rocas sedimentarias terciarias, y superficialmente por sedimentos continentales y litorales cuaternarios y recientes.

Dentro de las formaciones geológicas presentes se encuentran:

Rocas ígneas intrusivas mesozoicas. Constituyen las formaciones más antiguas, representadas por una gran estructura batolítica. La región originada entre el Cretácico superior hasta el Terciario inferior; es constituida por roca tipo granítica, granodioritas y tonalitas. Se presentan en los cerros de La Bola, Santa María y Punta Cirio, ubicados al

Norte y Sur de Puerto Libertad, respectivamente, a distancias mayores de 5 km de la zona del proyecto.

Rocas volcánicas terciarias. Existen afloramientos conformados por rocas volcánicas de composición riolítica, con esporádicas emisiones de basaltos, tobas y piroclásticos. Los afloramientos más cercanos a la zona del proyecto se ubican al Sur y al Oriente de Puerto Libertad, a una distancia de 10 a 20 km.

Rocas sedimentarias terciaria. Son producto del relleno de amplias cuencas de origen tectónico, con sedimentos detríticos continentales. Las rocas más antiguas están representadas por conglomerados y areniscas con diferentes grados de cementación y dureza, depositadas y consolidadas durante el Terciario Superior, que dieron lugar a la Formación Baúcarit, presentando vulcanismo basáltico interestratificado. Durante el Plio-Cuaternario continuó el depósito de sedimentos detríticos aluviales y marinos dentro de la cuenca, sin que los sedimentos alcanzaran un fuerte grado de consolidación y cementación, el espesor de estas unidades llega a ser mayor de 20 m. En el área destinada al Proyecto, estos materiales están cubiertos por los sedimentos continentales cuaternarios.

Sedimentos cuaternarios recientes: Los materiales que conforman las planicies ubicadas a los alrededores de Puerto Libertad, son de origen sedimentario y fueron depositados durante la era Cuaternaria. Se distinguen distintos ambientes de depósito que dan lugar a marcadas diferencias en sus características litológicas, granulométricas y en el grado de cementación de los materiales.

Fisiografía

Con la intención de establecer un marco esencial de referencia para la representación cartográfica de los Recursos Naturales, se procedió a finales de los 70's y principios de los 80's a elaborar el Sistema Fisiográfico. La superficie del país presenta una gran variedad de formas del relieve, que integran conjuntos paisajísticos de diversos tipos. Algunos de estos conjuntos conservan una unidad de paisajes sobre extensiones muy grandes.

Con base en información topográfica, geológica y climatológica, para la representación de las diferentes unidades se establecieron las siguientes clasificaciones:

- Provincia Fisiográfica.- Conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva.
- Subprovincia/Discontinuidad Fisiográfica.- Subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas.

- Sistema de Topoformas.- Conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos.

En total, en México tenemos 15 provincias fisiográficas, las cuales en Sonora tenemos 4, que son: Sierra Madre Occidental, Llanura Sonorense, Sierras y Llanuras del Norte y Llanura Costera del Pacífico.

Para el presente estudio, sobreposicionando a la Cuenca Hidrológica Forestal con la capa de Provincias Fisiográficas de México, podemos observar que la CHF se encuentra dentro de la Provincia fisiográfica denominada "Llanura Sonorense", como se observa a continuación:

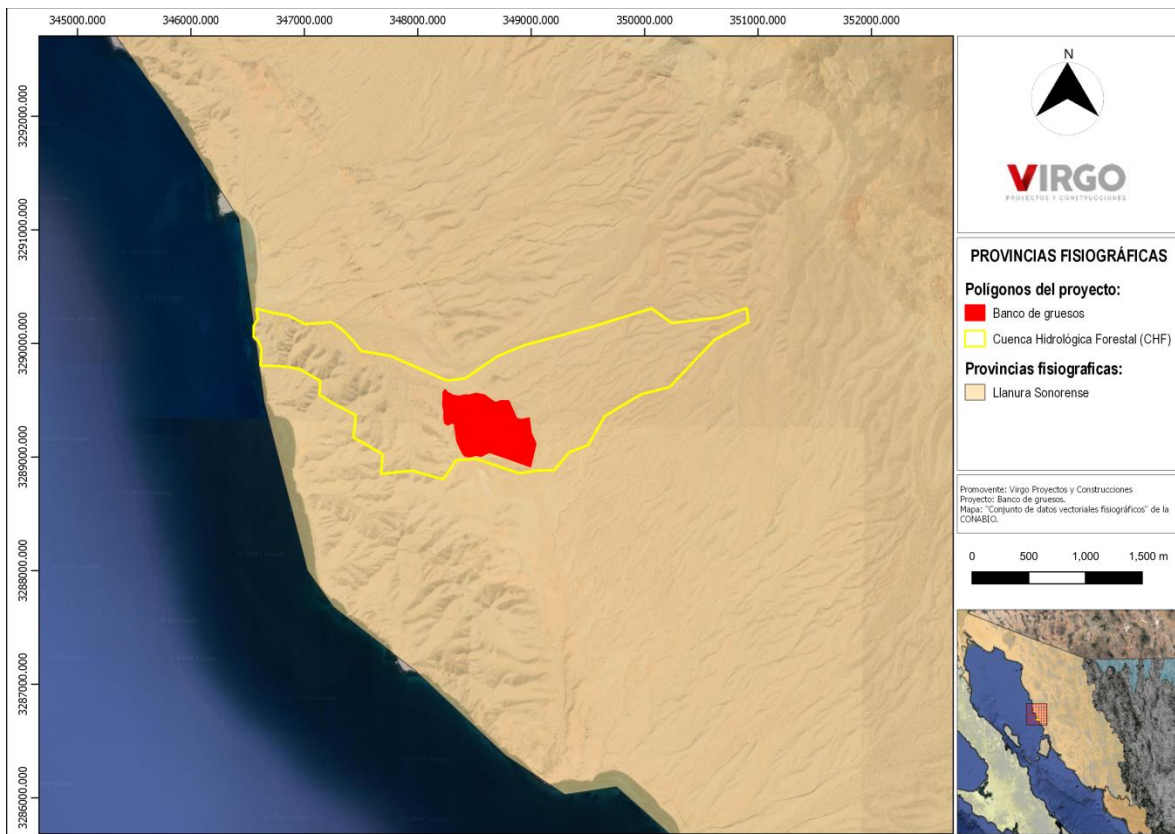


Figura IV - 12. Provincia fisiográfica de la CHF

Provincia Llanura Sonorense

La Provincia Llanura Sonorense abarca el 52.61% de la superficie estatal, cubriendo el centro oeste y noroeste de la entidad.

Esta provincia es compartida con el estado de Arizona, E.U.A., dentro de Sonora adopta la forma de una cuña orientada hacia el sur; colinda en el extremo noroeste con la

Península de Baja California, hacia el oriente con la Sierra Madre Occidental y en su extremo sur con la Llanura Costera del Pacífico.

Gran parte de su extensión consta de sierras bajas paralelas de bloques fallados, orientadas burdamente nornoroeste-sursureste, y separadas unas de otras por llanuras cada vez más amplias y bajas hacia el Golfo de California. Los climas imperantes en la provincia son los muy secos semicálidos, como en el Desierto de Altar; y los muy secos cálidos, hacia el sur de Hermosillo. En el Desierto de Altar domina la vegetación de desiertos arenosos, en el resto de la región se encuentran matorrales de tipo sarcocaulé, así como matorral desértico micrófilo y mezquital.

En esta porción del estado prosperan las comunidades vegetales típicas de zonas áridas, sobresaliendo entre ellas: la vegetación de desiertos arenosos hacia el noroeste; los matorrales xerófilos ubicados principalmente en las áreas planas; el mezquital que se encuentra distribuido por toda la zona en suelos profundos y poco permeables; y la vegetación halófila en la faja costera, esta comunidad se caracteriza por alcanzar su óptimo desarrollo en suelos con altas concentraciones de sales.

La actividad humana ha modificado la vegetación original en áreas considerables y el uso que se le ha dado es principalmente para fines agrícolas. Por su extensión e importancia económica, sobresalen los distritos de riego Río Colorado, Altar - Pitiquito - Caborca, Costa de Hermosillo y Valle de Guaymas.

Subprovincias fisiográficas

La Cuenca Hidrológica Forestal se encuentra en su totalidad dentro de la Subprovincia fisiográfica denominada "Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses".

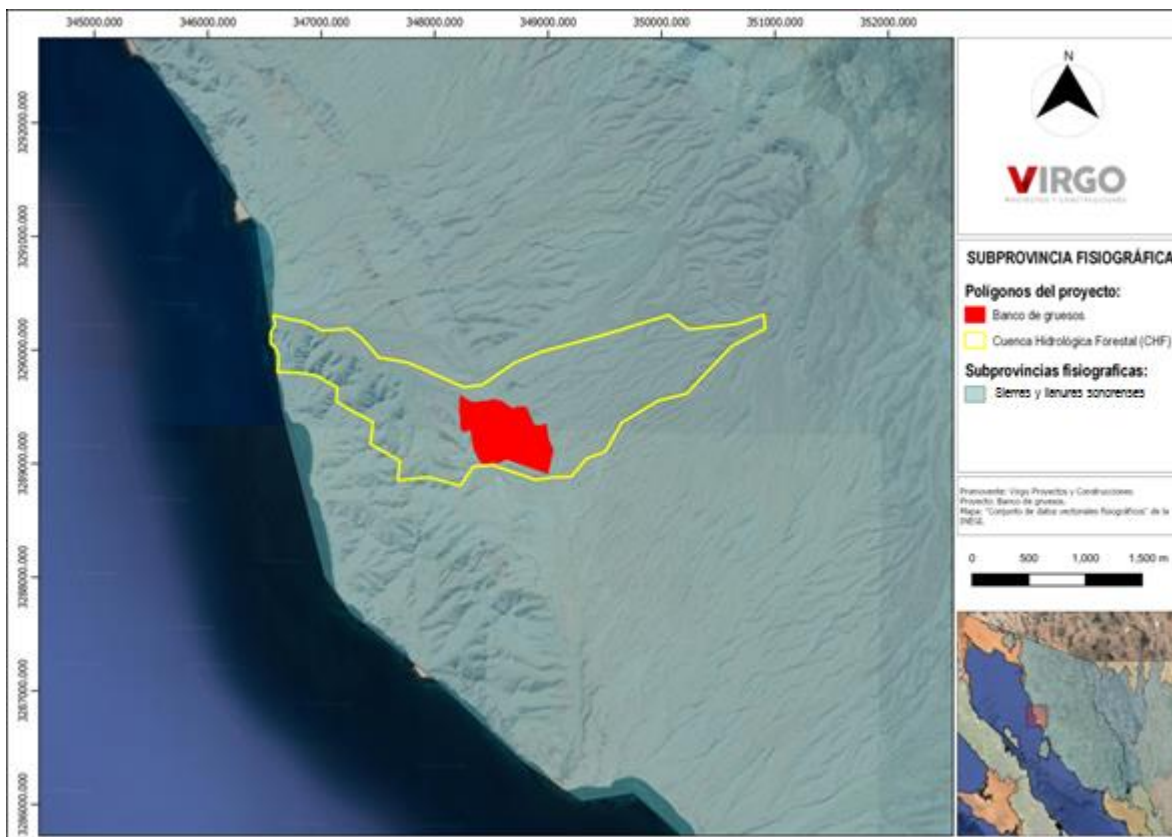


Figura IV - 13. Subprovincia fisiográfica de la CHF

Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses

Esta subprovincia comprende un área de 81,159.18 Km², abarca completamente los municipios de Caborca, Altar, Sáric, Tubutama, Atil, Oquitoa, Pitiquito, Trincheras, Benjamín Hill, Hermosillo, Carbó, San Miguel de Horcasitas, Empalme y Mazatán; asimismo incluye parte de los de San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco, General Plutarco Elías Calles, Nogales, Magdalena, Santa Ana, Opodepe, Quiriego, Ures, Villa Pesqueira, La Colorada, Guaymas, Suaqui Grande y Cajeme.

Está formada de sierras bajas separadas por llanuras. Tales sierras son más elevadas (700 a 1,400 msnm) y más estrechas (rara vez más de 6 Km de ancho) en el oriente; y más bajas (de 700 msnm o menos) y más amplias (de 13 a 24 Km) en el occidente.

Casi en todos los casos las sierras son más angostas que las llanuras y su espaciamiento es tal, que nunca quedan fuera de la vista. En ellas predominan rocas ígneas intrusivas ácidas, aunque también son importantes, particularmente en la parte central de la subprovincia, rocas lávicas, metamórficas, calizas antiguas y conglomerados del Terciario. Las pendientes son bastante abruptas, siendo frecuentes las mayores de 45

grados, especialmente en las rocas intrusivas, lávicas y metamórficas; en tanto que las menores a 20 grados son raras. En general, las cimas son almenadas, es decir, dentadas. Los arroyos que drenan esta región efectúan una fuerte erosión produciendo espolones laterales en las llanuras.

Las llanuras representan alrededor de 80% de la subprovincia. Están cubiertas en la mayor parte o en toda su extensión de amplios abanicos aluviales (bajadas) que descienden con pendientes suaves desde las sierras colindantes. La llanura aluvial de Hermosillo (200 msnm) baja hacia la costa ensanchándose en sentido noreste-suroeste, tiene 125 Km de largo y 60 Km de ancho en la costa.

Sistema de topoformas y condiciones del relieve

El relieve del terreno en la Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) posee dos grupos de topoforma: Bajada con lomerío y Sierra escarpada compleja, como se observa en la siguiente figura:

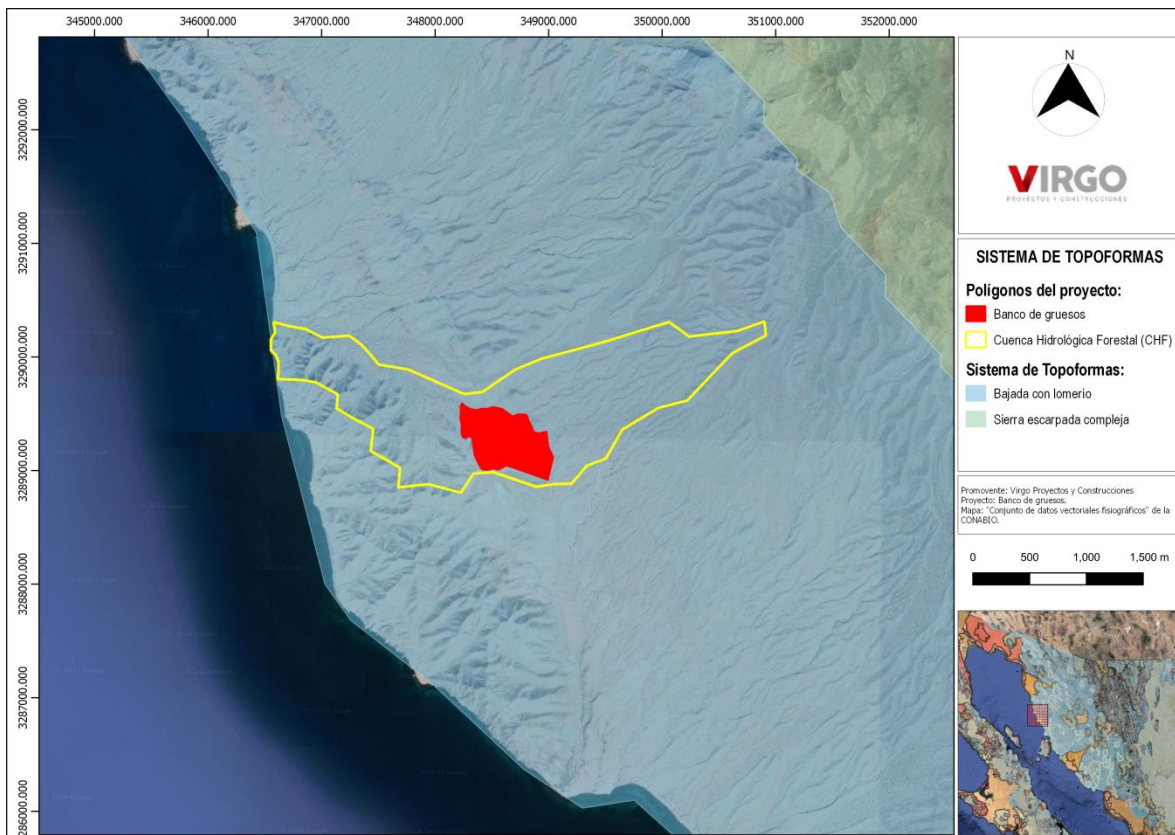


Figura IV - 14. Sistemas de topoformas presentes en la CHF

La topoforma Bajada con lomerío representa el 43.77% de la superficie total del Estado, contempla en su mayoría cerros aislados de topografía excesiva, pequeñas planicies y lomeríos de topografía uniforme, con pendientes que varían de 2 a 5%, por otro lado, la topoforma sierra escarpada cuenta con altas pendientes.

Susceptibilidad del Sitio del Proyecto

Entendemos por susceptibilidad la posibilidad que en un área geográfica se desencadene o se vea afectada por un fenómeno natural. Se consideran como áreas susceptibles tanto las zonas donde se ha generado un fenómeno, así como las zonas que se pueden ver afectadas por su recorrido.

Un fenómeno natural, es un acontecimiento potencialmente perjudicial, que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o la degradación ambiental. Puede tener un origen geológico, hidrometeorológico. Los fenómenos naturales, se caracterizan por su localización o alcance, magnitud o intensidad y frecuencia o probabilidad. Es decir, todo fenómeno natural tiene intrínseca una peligrosidad, que definimos como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructivo en un periodo de tiempo específico y en un área del territorio determinada. La probabilidad de ocurrencia está relacionada con la "frecuencia" del fenómeno y el potencial destructivo con la "magnitud" del fenómeno.

A continuación, se presenta la susceptibilidad y en algunos casos el peligro y riesgo que presenta la CHF a distintos fenómenos naturales de origen geológico e hidrometeorológico, según lo estipulado en el Atlas de Peligros y/o Riesgo de Sonora.

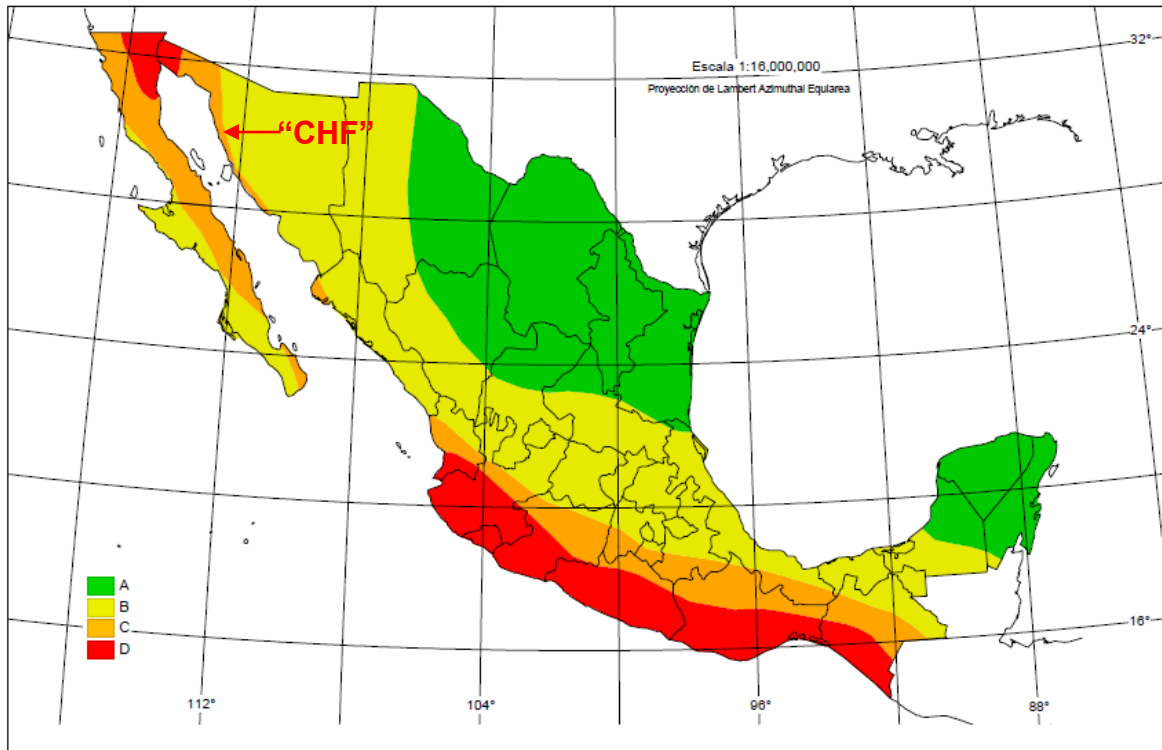
Sismicidad

La actividad sísmica en la parte occidental de la República Mexicana puede ser enmarcada dentro de los diferentes niveles de magnitud que dependen de las proporciones geográficas de las estructuras geológicas y del tipo de dinámica tectónica en el límite de la placa (régimen de subducción o extensional). Como un primer nivel de magnitud, lo constituye el límite estructural entre la placa Pacífica de naturaleza oceánica y la placa continental de Norteamérica, que atraviesa aproximadamente por el centro del Golfo de California, a este sistema complejo extensional se le denomina Falla de San Andrés, la cual manifiesta su mayor riesgo sísmico en la costa pacífica del sur de los Estados Unidos de Norteamérica (Los Ángeles y San Francisco, Ca.).

Casi toda la costa de Sonora manifiesta fallamiento en bloques, típico de un sistema tectónico distensivo y de baja sismicidad.

Para fines de diseño sísmico, el territorio de la república mexicana se encuentra clasificado en cuatro (4) zonas. Estas cuatro zonas denominadas como A, B, C y D representan las regiones de menor a mayor riesgo sísmico respectivamente, y se han definido básicamente en función de la sismicidad propia de cada región.

Según la carta de regionalización sísmica la CHF donde se encuentra el predio en estudio se encuentra ubicado dentro tanto en la REGION B como en la C (para la zona costera).



Regionalización sísmica en la república mexicana

Fallas y fracturamientos

Las fallas geológicas que marcan la topografía sonorenses muestran rasgos de los eventos geodinámicos a que ha estado sujeto el territorio estatal a lo largo de su vida geológica. Sin embargo, es importante señalar que esas trazas en algún tiempo fueron fallas activas, son planos de debilidad de la corteza terrestre y se encuentran bajo el efecto de alguna fuerza natural de compresión ó distensión, por lo cual pueden volver a activarse. Los municipios involucrados en estas fallas geológicas son San Luís Río Colorado, Puerto Peñasco, Agua Prieta, Fronteras y Esqueda, Trincheras, Huásabas, Cumpas, Sahuaripa, Hermosillo, Guaymas, Granados (INEGI, 2000d). En lo que respecta al municipio de Pitiquito, no se tiene conocimiento de la presencia de fallas y fracturamientos.

Desprendimientos y Deslizamiento de Masas Rocosas

Técnicamente hablando, un deslizamiento es un movimiento de la masa del suelo o roca la cual se desliza, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies.

En el Estado de Sonora, se han presentado dichos fenómenos en los municipios de Guaymas, Empalme, Cananea, Nacoziari, Yécora, Moctezuma, Nogales y Hermosillo.

Referente a la CHF del proyecto, como se mencionó anteriormente, queda fuera de todos los riesgos en cuanto a deslizamientos, ya que el proyecto no se encuentra en los municipios mencionados en el párrafo anterior, quedando exento de este tipo de riesgo.

Hundimientos

Los Hundimientos por suelos, sean estos de tipo regional o local, es otro de los fenómenos geológicos que tiene presencia en la entidad de Sonora, los cuales son debido a tipo de rocas que existen en el subsuelo, como son los que poseen una composición carbonatada, que provoca que se forme cavernas del tipo kárstico.

Otra de las consecuencias de que se presenten este tipo de agentes perturbadores es la presencia de materiales no consolidados y sobre los cuales se construyen edificios y viviendas o infraestructura urbana, sin que estos cumplan con las medidas técnicas que el caso amerita.

Aunado a lo anterior, la sobreexplotación de los mantos acuíferos han provocado que este fenómeno comience a tener más recurrencia en algunos municipios de Sonora como son: Caborca, San Luis Rio Colorado, Hermosillo, Guaymas, Empalme, Navojoa y algunas áreas de los Valles del Yaqui y Mayo.

A pesar de que en el Estado de Sonora se han presentado registros de hundimientos en algunos de los Municipios, para el municipio de Pitiquito en donde se desarrollará el proyecto no se han presentado estos fenómenos.

Perdidas de suelo debido a la erosión

Cuando se habla de la degradación del suelo se hace referencia a los procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana.

Se presenta un 42% de la superficie nacional que podría resultar afectada por erosión hídrica, y que 17 entidades federativas mostrarían daño en más de 50% de su territorio, entre ellas Guerrero (79.3%), Puebla (76.6%), Morelos (75.2%), Oaxaca (74.6%) y el estado de México (73.7%).

Con respecto a la erosión eólica potencial, se estima que 89% del territorio nacional estaría en riesgo de ser afectado. Prácticamente el 100% del territorio de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Sonora, Durango y Zacatecas, tendría alta y muy alta erosión eólica potencial, lo que concuerda con los tipos de vegetación y climas típicos en las zonas áridas y semiáridas del país.

La salinización o alcalinización se presenta principalmente en las regiones áridas, en las cuencas cerradas y en las zonas costeras que tienen suelos naturalmente salinos. La eutrofización es el exceso de nutrimentos en el suelo que perjudica el desarrollo de la vegetación y puede deberse a la aplicación excesiva de fertilizantes químicos. La polución, salinización y eutrofización se encuentran principalmente en Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Guanajuato, Sonora, Sinaloa y Zacatecas.

Tomando en cuenta que el estado de Sonora presenta estos tipos de erosión, en la Cuenca Hidrológica Forestal definida para el proyecto no se presentan estos tipos de erosión.

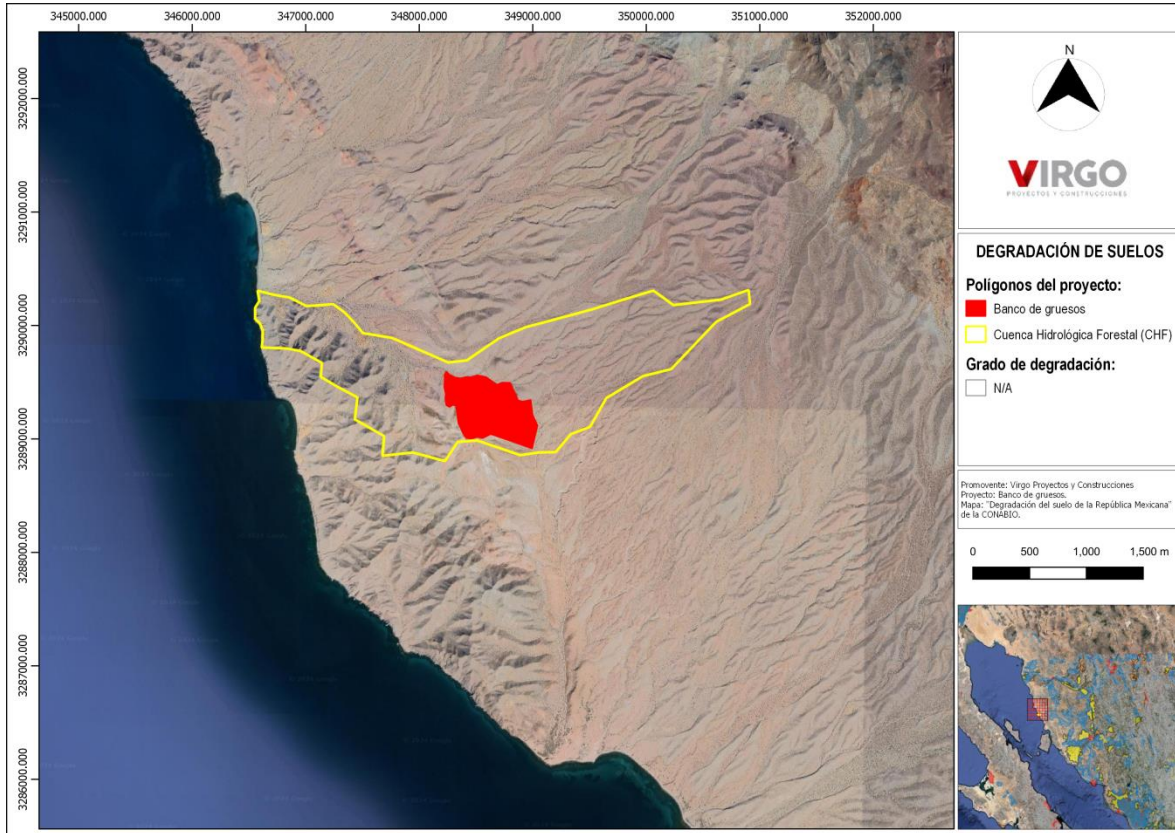


Figura IV - 15. Degradación del suelo en la CHF

Inundaciones

La escasa precipitación y las características del suelo hacen que la superficie de la CHF no sea susceptible a inundaciones y encharcamientos.

Actividad volcánica

En la parte norte, hacia el estado de Sonora se registra una región de actividad volcánica reciente (Cuaternario), localizada en el Valle de San Bernardino. Regionalmente se observa la existencia de diques de composición andesítica. Dichos diques están asociados al relajamiento de la corteza durante el proceso de apertura del Golfo de California (Terciario Medio y Superior). La evidencia geológica muestra que la actividad volcánica intensa en el Mioceno Superior, gradualmente ha venido disminuyendo hasta concentrarse en áreas localizadas como El Pinacate y el Valle de San Bernardino. Por esta razón, en Sonora, y en particular el municipio de Pitiquito, puede concluirse que no existe actividad volcánica reciente o activa que pudiera intervenir en el objetivo de la presente solicitud.

ÁREA DEL PROYECTO

En Puerto Libertad afloran principalmente rocas ígneas intrusivas y volcánicas pertenecientes al mesozoico y terciario, localizadas en los cerros y sierras que bordean la región. En las planicies que llegan a la costa se presenta una potente cobertura de materiales de origen sedimentario, constituido en la parte inferior por rocas sedimentarias terciarias, y superficialmente por sedimentos continentales y litorales cuaternarios y recientes.

Provincia fisiográfica

En total, en México tenemos 15 provincias fisiográficas, las cuales en Sonora tenemos 4, que son: Sierra Madre Occidental, Llanura Sonorense, Sierras y Llanuras del Norte y Llanura Costera del Pacífico.

De acuerdo a la capa de Provincias Fisiográficas de México, podemos observar que el sitio del proyecto se encuentra dentro de la Provincia fisiográfica denominada "Llanura Sonorense", como se observa a continuación:

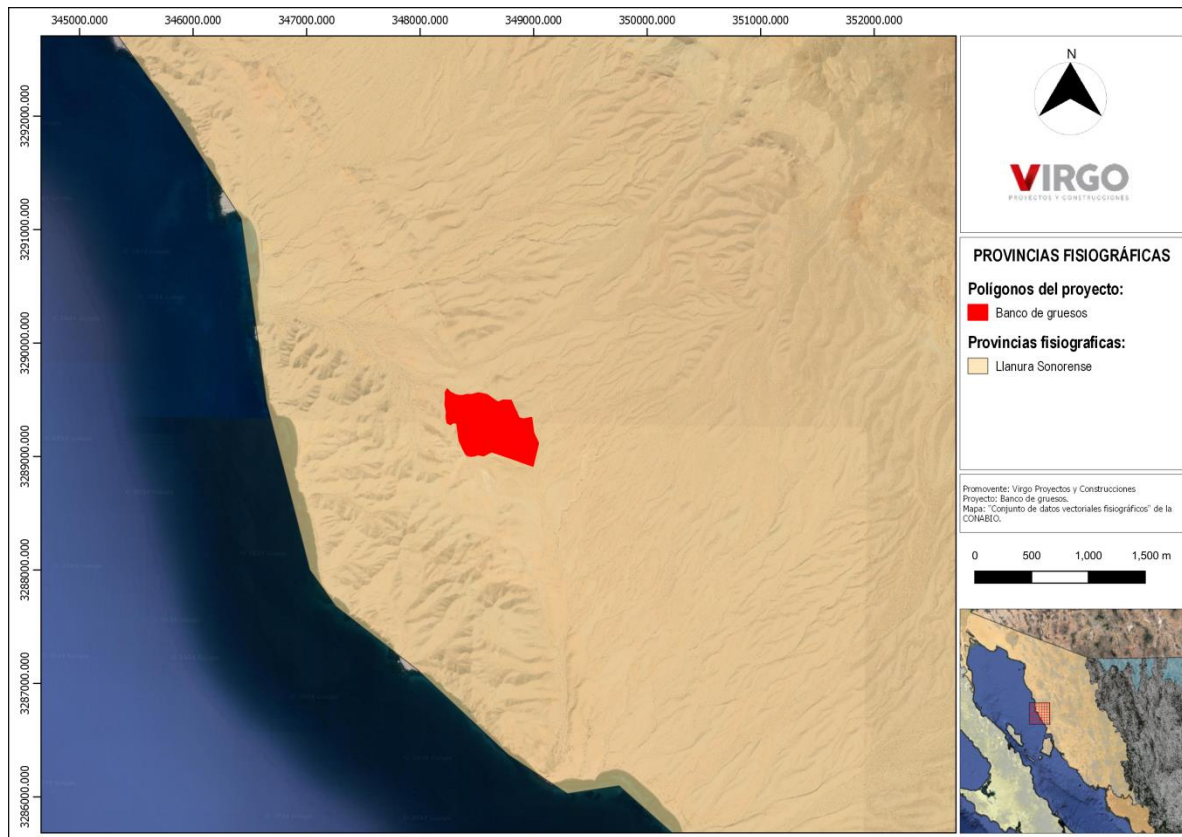


Figura IV - 16. Provincia fisiográfica en el sitio del proyecto

Provincia Llanura Sonorense

La descripción de esta provincia es la contemplada en el apartado correspondiente de la CHF.

Subprovincia fisiográfica

El sitio del proyecto se encuentra en su totalidad dentro de la Subprovincia fisiográfica denominada "Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses".

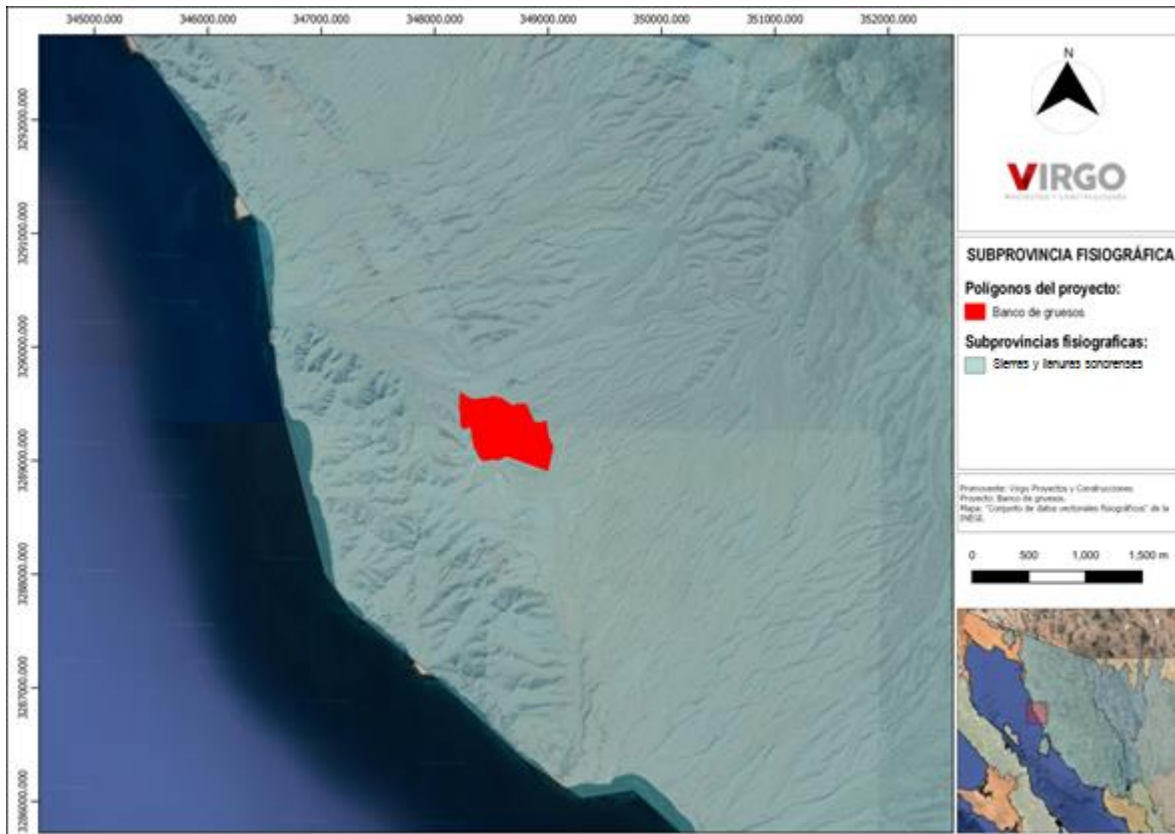


Figura IV - 17. Subprovincia fisiográfica en el sitio del proyecto

Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses

La descripción de esta subprovincia es la contemplada en el apartado correspondiente de la CHF.

Susceptibilidad del Sitio del Proyecto

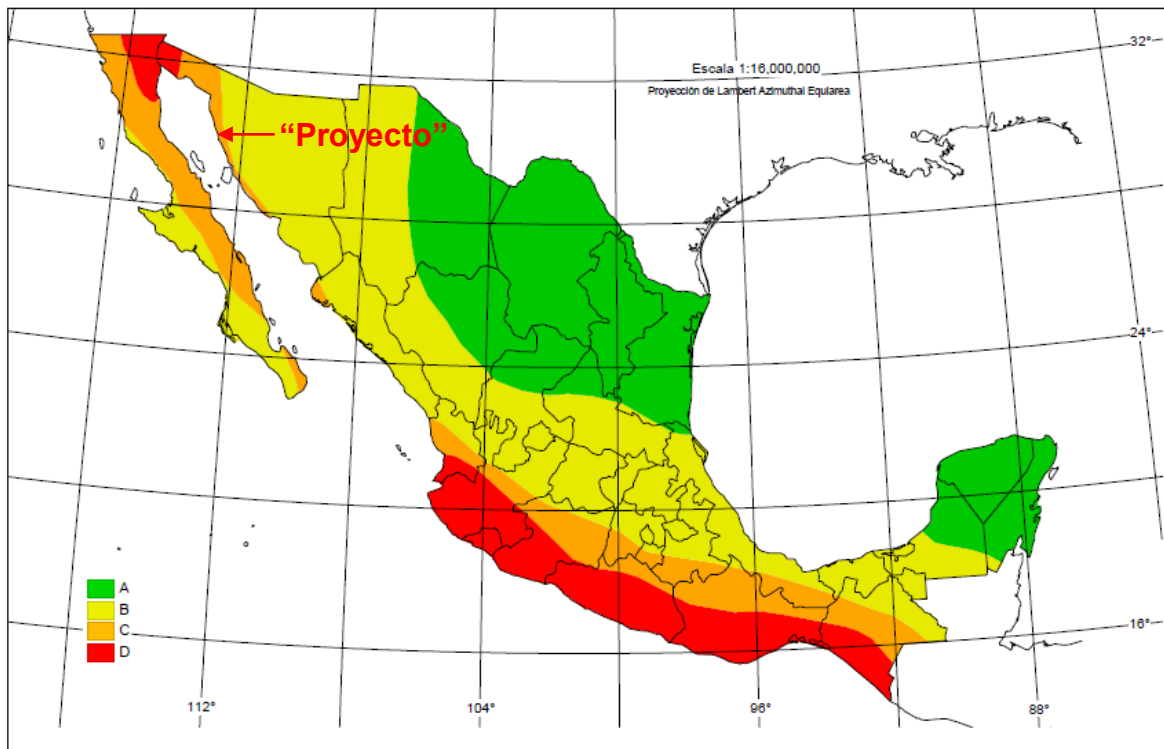
A continuación, se presenta la susceptibilidad y en algunos casos el peligro y riesgo que presenta el sitio del proyecto a distintos fenómenos naturales de origen geológico e hidrometeorológico, según lo estipulado en el Atlas de Peligros y/o Riesgo de Sonora.

Sismicidad

Casi toda la costa de Sonora manifiesta fallamiento en bloques, típico de un sistema tectónico distensivo y de baja sismicidad.

Para fines de diseño sísmico, el territorio de la república mexicana se encuentra clasificado en cuatro (4) zonas. Estas cuatro zonas denominadas como A, B, C y D representan las regiones de menor a mayor riesgo sísmico respectivamente, y se han definido básicamente en función de la sismicidad propia de cada región.

Según la carta de regionalización sísmica el predio en estudio se encuentra ubicado dentro tanto en la REGION B como en la C (para la zona costera).



Fallas y fracturamientos

Las fallas geológicas que marcan la topografía sonorenses muestran rasgos de los eventos geodinámicos a que ha estado sujeto el territorio estatal a lo largo de su vida geológica. Sin embargo, es importante señalar que esas trazas en algún tiempo fueron fallas activas, son planos de debilidad de la corteza terrestre y se encuentran bajo el efecto de alguna fuerza natural de compresión ó distensión, por lo cual pueden volver a activarse. Los municipios involucrados en estas fallas geológicas son San Luís Río Colorado, Puerto Peñasco, Agua Prieta, Fronteras y Esqueda, Trincheras, Huásabas, Cumpas, Sahuaripa, Hermosillo, Guaymas, Granados (INEGI, 2000d). En lo que respecta a la zona de Puerto Libertad, no se tiene conocimiento de la presencia de fallas y fracturamientos.

Desprendimientos y Deslizamiento de Masas Rocosas

Técnicamente hablando, un deslizamiento es un movimiento de la masa del suelo o roca la cual se desliza, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies.

En el Estado de Sonora, se han presentado dichos fenómenos en los municipios de Guaymas, Empalme, Cananea, Nacozari, Yécora, Moctezuma, Nogales y Hermosillo.

Referente al sitio del proyecto, como se mencionó anteriormente, queda fuera de todos los riesgos en cuanto a deslizamientos, ya que el proyecto no se encuentra en los municipios mencionados en el párrafo anterior, quedando exento de este tipo de riesgo.

Hundimientos

Los Hundimientos por suelos, sean estos de tipo regional o local, es otro de los fenómenos geológicos que tiene presencia en la entidad de Sonora, los cuales son debido a tipo de rocas que existen en el subsuelo, como son los que poseen una composición carbonatada, que provoca que se forme cavernas del tipo kárstico.

La sobreexplotación de los mantos acuíferos han provocado que este fenómeno comience a tener más recurrencia en algunos municipios de Sonora como son: Caborca, San Luís Río Colorado, Hermosillo, Guaymas, Empalme, Navojoa y algunas áreas de los Valles del Yaqui y Mayo.

A pesar de que en el Estado de Sonora se han presentado registros de hundimientos en algunos de los municipios, para la zona de Puerto Libertad en donde se desarrollará el proyecto no se han presentado estos fenómenos.

Perdidas de suelo debido a la erosión

De acuerdo a INEGI en el sitio definido para el proyecto no se presentan problemas de degradación del suelo.

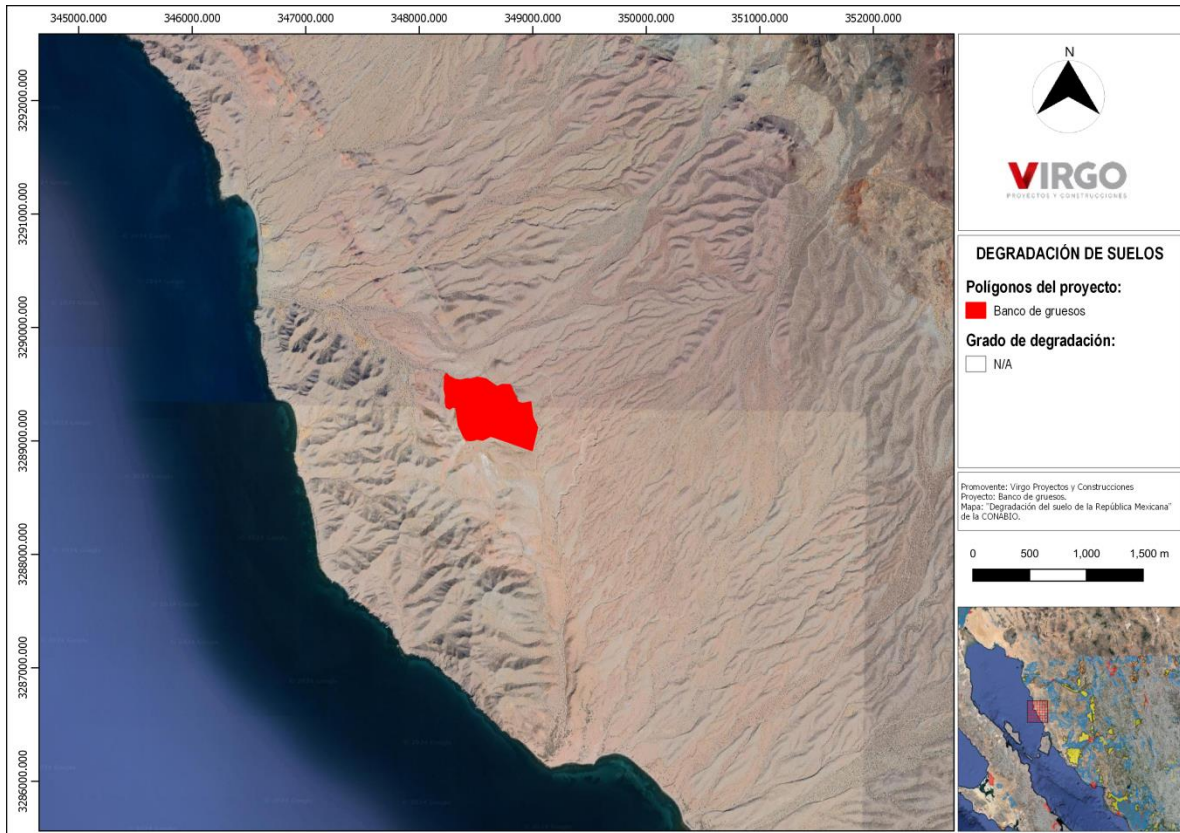


Figura IV - 18. Degradación del suelo en el sitio del proyecto

Inundaciones

La escasa precipitación y las características del suelo hacen que la superficie del sitio del proyecto no sea susceptible a inundaciones y encharcamientos.

Actividad volcánica

En Sonora, y en particular el municipio de Pitiquito, puede concluirse que no existe actividad volcánica reciente o activa que pudiera intervenir en el objetivo de la presente solicitud.

Sistema de topoformas y condiciones del relieve

El relieve del terreno en el sitio del proyecto posee dos grupos de topoforma: Bajada con lomerío principalmente y Sierra escarpada compleja, como se observa en la siguiente figura:

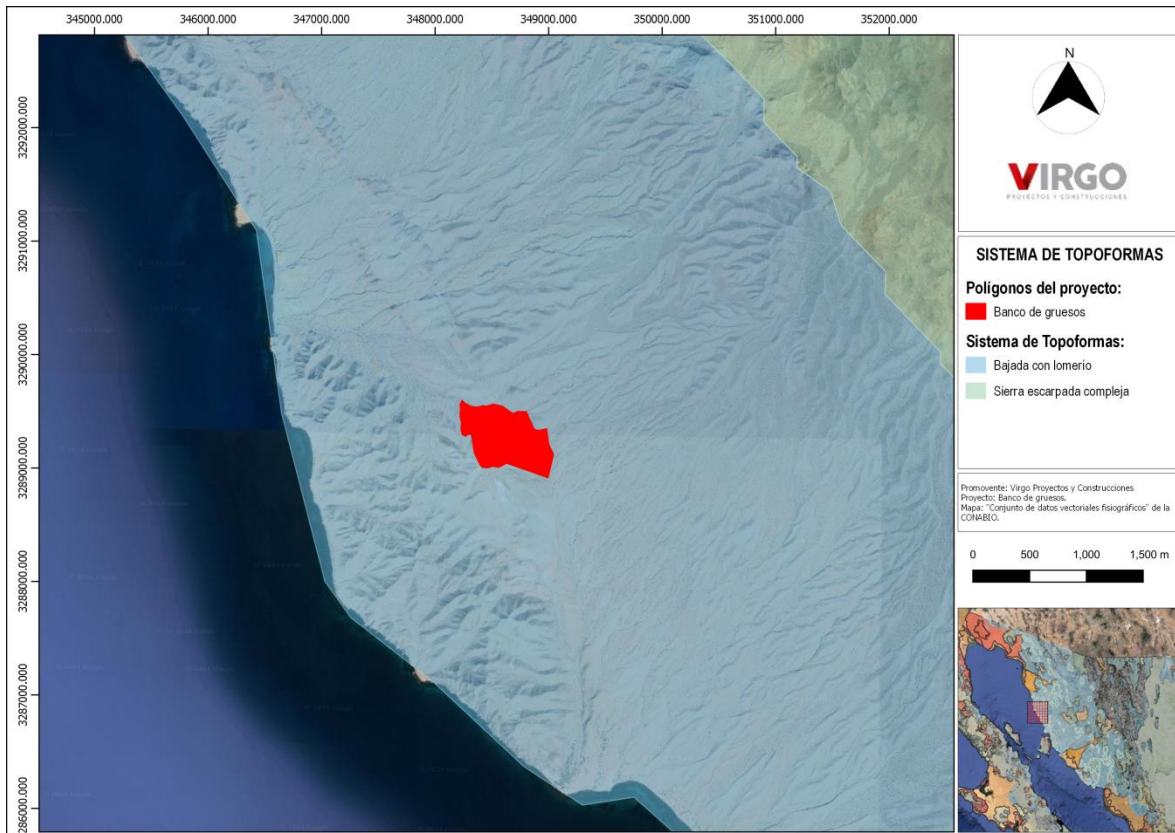


Figura IV - 19. Sistema de topoforma presente en el sitio del proyecto

La topoforma Bajada con lomerío representa el 43.77% de la superficie total del Estado, contempla en su mayoría cerros aislados de topografía excesiva, pequeñas planicies y lomeríos de topografía uniforme, con pendientes que varían de 2 a 5%.

IV.2.1.c Suelo

SA (MHF-AI)

El tipo de suelo que se ubica en la Cuenca Hidrológica Forestal es el Litosol y regosol calcárico, como se observa en la figura siguiente.

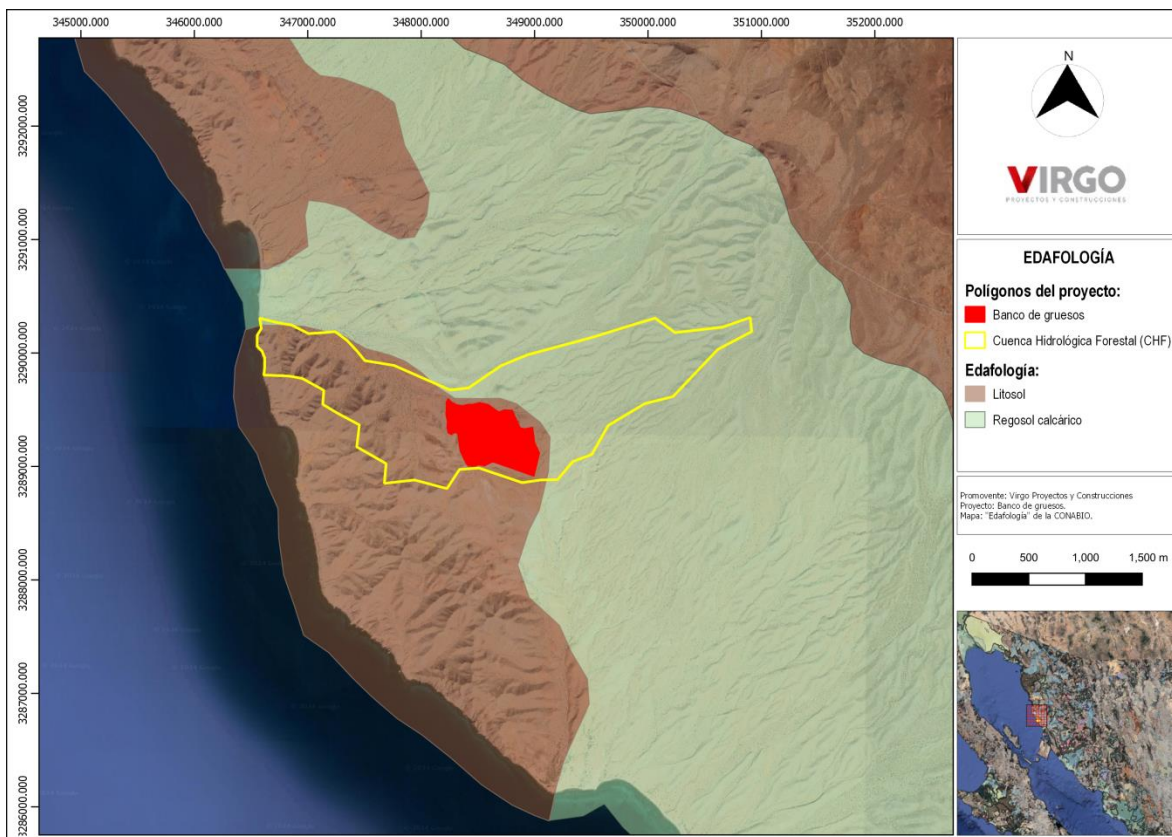


Figura IV - 20. Tipo de suelo presente en la CHF

Las principales características de los suelos presentes en la CHF se muestran a continuación.

Litosol

La característica determinante de estos suelos es que son menores de 10 cm de profundidad, dentro del estado se encuentran en las sierras y lomeríos distribuidos a manera de manchones. Su cobertura estatal es de 38,180.0 km², equivalentes a 21.14%. Estos suelos son de textura gruesa (arenosa) en las zonas cercanas a la costa, y de textura media en la parte oriental. Sustentan diferentes tipos de vegetación, como son matorrales, selva baja, bosques de pino y encino y algunas áreas de pastizal.

Regosol calcárico

Los regosoles (del griego reghos, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado de el depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur. Las

variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como "ócrica", que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión.

Estado de conservación del suelo

Se entiende por erosión eólica el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento. Es la remoción del suelo por acción del viento; es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento.

En la CHF de estudio, la cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas. Con base en lo reportado por De la O, et al, (2009) la pérdida de suelo por erosión es más significativa por el efecto hídrico que el eólico. Si bien estos valores no son del área de la CHF, en áreas de suelo normal la erosión hídrica alcanza valores tan altos como 355 ton/ha/año. Eólicamente se tiene un deterioro de 5.5 ton/ha.año para suelos normales como máximo. El caso particular de la erosión hídrica se considera severo por estar por arriba de las 200 ton/ha.año con base en lo establecido por el INE-SEMARNAT y Universidad Autónoma Chapingo (2007).

Como se observa en la Figura IV - 15 en la Cuenca Hidrológica Forestal no se presentan tipos de degradación de suelo (según INEGI).

Por otro lado, en el año 2002, la SEMARNAT y el Colegio de Postgraduados, realizaron el estudio de la Degradación de los Suelos causada por el Hombre escala 1:250,000. Este proyecto fue elaborado a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, y se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre, conocida como ASSOD (1997), por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan, utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio mapas del INEGI a una escala de 1:250,000.

Martínez y Fernández (1983) determinaron la erosión en el país con base en la relación entre la producción de sedimentos el área de drenaje de las diferentes subregiones hidrológicas. De acuerdo a esto, el proyecto se encuentra ubicado en la Subregión 9, en la que la erosión de los suelos se ubica entre 2 y 3 ton/ha/año, la cual se considera como una erosión leve. Los procesos erosivos que ocurren de manera natural son mayormente

de tipo eólica, dada la topografía. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja, donde la erosión actual del proyecto resulta un equivalente de 6.65 ton/ha, en el supuesto de no llevar a cabo medidas de retención de suelos que se proponen en la presente solicitud.

El proceso de degradación de la vegetación se produce cuando se altera la cubierta vegetal original sin llegar a su total remoción, permaneciendo sólo ciertas especies o comunidades vegetales. Este proceso, si bien no tiene un impacto tan alto como la pérdida total, produce cambios que alteran la estructura de los ecosistemas y con ella los bienes y servicios que la vegetación, en particular, y la cuenca, en general, ofrecen.

En la CHF se presentan zonas con una degradación natural de la vegetación, ya que existe una disminución en la zona con respecto a los alrededores.

Los factores que pudieron influir para la degradación de la vegetación se considera que fue por alguna actividad natural, ya sea por la escorrentía de aguas superficiales y por la baja cantidad de captación de agua superficial que se pudiera presentar, la cual impacta sobre los recursos florísticos.

ÁREA DEL PROYECTO

El tipo de suelo que se ubica en el sitio del proyecto es el Litosol, como se observa en la figura siguiente.

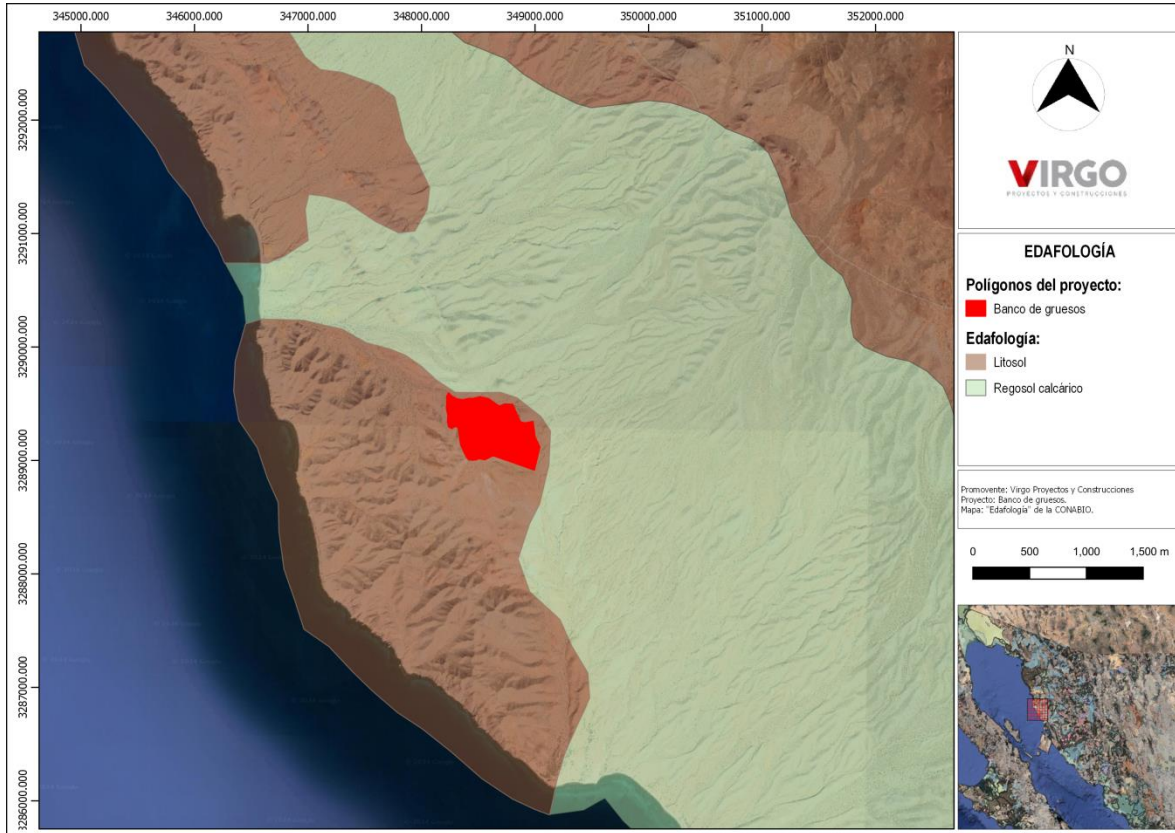


Figura IV - 21. Tipo de suelo presente en el sitio del proyecto

Las principales características del suelo litosol se muestran a continuación.

Litosol

La característica determinante de estos suelos es que son menores de 10 cm de profundidad, dentro del estado se encuentran en las sierras y lomeríos distribuidos a manera de manchones. Su cobertura estatal es de 38,180.0 km², equivalentes a 21.14%. Estos suelos son de textura gruesa (arenosa) en las zonas cercanas a la costa, y de textura media en la parte oriental. Sustentan diferentes tipos de vegetación, como son matorrales, selva baja, bosques de pino y encino y algunas áreas de pastizal.

Estado de conservación del suelo

Con base en las observaciones de campo y considerando las actividades antropogénicas que se realizan en el área del proyecto, se puede afirmar que el suelo del predio de interés presenta un estado de conservación bueno pues aún existen comunidades vegetales con vegetación nativa. Desde el punto de vista de la afectación sobre los recursos forestales, se aprecia que el impacto de los pobladores de áreas aledañas sobre

la vegetación no ha sido intensa ya que no se ha provocado remoción de la vegetación ni destrucción del hábitat natural.

Como se observa en la Figura IV - 18 en el sitio del proyecto no se presenta degradación de suelo (según INEGI).

Erosión hídrica

El tipo de vegetación que se encuentra en el Proyecto es el denominado como *Matorral sarcocaula*. Tomando en cuenta éste tipo de vegetación, se realizaron los cálculos de estimación de la erosión hídrica correspondientes, como se muestra a continuación.

Primeramente se analizaron 3 escenarios, los cuales consistieron en lo siguiente:

- Escenario 1. Consiste en el escenario de la erosión con las condiciones actuales del sitio, es decir, la erosión que se presenta en la actualidad, sin ejecutar ninguna actividad de cambio de uso de suelo ni aplicación de medidas de mitigación.
- Escenario 2. Consiste en el escenario de la erosión que se presenta una vez realizado el desmonte y despalde del terreno, es decir, una vez establecido el proyecto, para lo cual aumenta la erosión, por su naturaleza.
- Escenario 3. Consiste en el escenario de la erosión una vez establecido el proyecto, pero con las medidas de mitigación y/o compensación correspondientes dentro del proyecto.

Escenario 1 (sin proyecto)

Para el primer escenario, que son las condiciones actuales del terreno, se estimó tanto la erosión hídrica como la erosión eólica, resultando como más relevante la erosión eólica. A continuación se presenta la obtención de resultados de ambos tipos de erosión.

Erosión hídrica sin proyecto

Erosión hídrica en el tipo de vegetación Matorral sarcocaula en escenario 1

Para estimar la cantidad de suelo que se pierde actualmente por erosión en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la que se incrementaría al realizar la remoción de la vegetación forestal se ha utilizado la fórmula universal de pérdida de suelos modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, ya que esta metodología no es la correspondiente a la ecuación universal de los suelos, la cual se emplea en el proceso de Ordenamiento General del Territorio y dada mediante la siguiente ecuación:

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Dónde:

Eh = Erosión hídrica

IALLU = Índice de agresividad de la lluvia

CAERO = Coeficiente de erodabilidad

CATEX = Clasificación de textura y fase del suelo

CATOP = Clasificación de la topografía

CAUSO = Clasificación por uso de suelo

La metodología requiere de la preparación de 7 pasos intermedios que se mencionan a continuación:

1. PECRE: Período de crecimiento
2. IALLU: Índice de agresividad de la lluvia
3. IAVIE: Índice de agresividad del viento
4. CAERO: Coeficiente de erodabilidad
5. CATEX: Calificación de textura y fase
6. CATOP: Calificación de la topografía
7. CAUSO: Calificación por uso del suelo

Índice de agresividad de la lluvia (IALLU).

Se determina mediante la siguiente expresión:

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

La variable PECRE se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de vegetación. El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Su estimación se hace con base a la expresión:

$$PECRE = 0.2408 * (PREC) - 0.0000372 * (PREC)^2 - 33.1019$$

Dónde:

PREC = Precipitación media anual (mm)

La precipitación media anual en la Estación Meteorológica de Puerto Libertad es de 212 mm.

Una vez sustituidos los valores, se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{PECRE} = 0.2408 * (212) - 0.0000372 * (212)^2 - 33.1019$$

$$\text{PECRE} = 16.28$$

Coeficiente de erodabilidad (CAERO).

Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la capa de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla siguiente, reclasificando la capa de edafología. Para esta variable existen los valores tabulados en la siguiente tabla considerando el tipo de suelo.

CAERO	UNIDADES DE SUELO							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	X1	Xy	Yh	Yk	Y1

Por la Unidad Edafológica presente de Litosol (I), siendo ésta la única unidad de suelo que se ocupa en el proyecto, se considera CAERO de 2.0.

Calificación de textura y fase (CATEX).

El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase de los suelos, como se muestra en la siguiente tabla.

CATEX	Textura y fase
0.2	Gruesa
0.3	Media

CATEX	Textura y fase
0.1	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Por la textura y fase de los suelos, se considera CATEX fina, es decir 0.5.

Calificación de la topografía (CATOP).

Esta variable se determina mediante la pendiente en las áreas de trabajo, misma que se muestra en la siguiente tabla:

CATOP	CLASE DE PENDIENTE	RANGO %
0.35	A	0 a 8
3.50	B	8 a 30
11.00	C	Mayor de 30

Al tenerse en el sitio una pendiente entre 8-30% se considera CATOP de 3.5.

Calificación por uso del suelo (CAUSO).

Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio. Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año.

CAUSO	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
0.8	Agricultura de riego
0.8	Agricultura de temporal
0	Asentamientos humanos
0.1	Bosque de encino
0.11	Bosque de encino secundario
0.1	Bosque de encino-pino
0.05	Bosque de galería
0.1	Bosque de pino-encino
0.11	Bosque de pino-encino secundario
0.11	Chaparral
0	Cuerpo de agua
0.15	Matorral desértico micrófilo
0.15	Matorral sarcocaulé
0.15	Matorral desértico rosetófilo
0.15	Selva baja espinosa
0.15	Mezquital
0.12	Pastizal halófilo
0.12	Pastizal inducido

CAUSO	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
0.12	Pastizal natural
0.4	Sin vegetación aparente
0.1	Vegetación de galería
0.12	Vegetación halófila
0	Zona urbana

El valor de CAUSO es de 0.15, lo cual corresponde al Matorral sarcocaulé.

El mapa se reclasifica para obtener un mapa con 4 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta ya que a cada clase se asignan los valores de la tabla siguiente:

CATEGORÍA	VALOR DE LA EROSIÓN LAMINAR (ton/[Ha*año])
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy alta	Mayor de 200

Una vez seleccionados todas las variables, se procede a sustituir en la formula

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Para el tipo de vegetación *matorral sarcocaulé*, con valor de CAERO de 2.0, CATEX de 0.5, CATOP de 3.5 y CAUSO para el escenario 1 de 0.15, se obtienen los siguientes resultados.

VARIABLE	SIN PROYECTO
IALLU	3.5130
CAERO	2.0
CATEX	0.5
CATOP	3.5
CAUSO	0.15
Tasa de erosión por hectárea	0.1844
Hectáreas en tipo de vegetación Matorral sarcocaulé	35.4756
Tasa de erosión en matorral sarcocaulé	6.541

Por lo que la tasa de erosión por hectárea es de 0.1844 toneladas, para el caso de la vegetación Matorral sarcocaula y sin proyecto.

Erosión eólica

Cálculo de la erosión (sin proyecto)

Para calcular la cantidad de erosión eólica de los suelos en el sitio del proyecto se eligió la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (EUPS), misma que representa un modelo que permite medir en campo la erosión actual y potencial además se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. Según la EUPS, la tasa máxima permisible de pérdida de suelo es de 10 t/ha, ya que mayores pérdidas significan degradación.

Para estimar la erosión del suelo se puede estimar la siguiente ecuación:

$$E = (R) * (K) * (LS) * (C)$$

Dónde:

E = Erosión del suelo (t/ha/año)

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo

LS = Longitud y grado de pendiente

C = Factor de vegetación

Cálculo y datos de degradación (erosividad de la lluvia)

El factor R (Erosividad) es calculado de acuerdo a la región donde se ubica la comunidad conforme a la siguiente ecuación:

$$R = 3.6752 * P - 0.00172 * P^2$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

P = Precipitación media anual en la región = 212 mm

Sustituyendo los valores, se obtiene lo siguiente:

$$R = 3.6752 * 212 - 0.00172 * (212)^2$$

$$R = 701.8387 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Donde el resultado obtenido para la Erosividad es 701.8387 Mj/ha mm/hr.

Erosionabilidad (K)

La erosionabilidad depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad del mismo.

Para la estimación de este factor se utilizó el cuadro de valores estimados por Morgan, 1985 en él se muestran los valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y contenido de materia orgánica.

Textura	% de Materia Orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021

Fuente: Morgan, 1985

Para esta región, donde se localiza el área de estudio los terrenos son tipo arcillosos con materia orgánica escasa, evidenciada por el color claro del suelo, con un porcentaje de materia orgánica de 0.0 a 0.5. Tomando en cuenta lo mencionado, se justifica que el valor de K es 0.013.

$$K = 0.013$$

Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. De acuerdo a la estimación, resultó un valor menor, siendo:

$$S = (H_f - H_i) / L$$

Donde:

S = Pendiente

Hf = Altura final = 172 m

Hi = Altura inicial = 75 m

L = Longitud total = 1,060 m.

Sustituyendo los valores, obtenemos lo siguiente:

$$S = (172 - 75) / 1,060$$

$$S = 9.15\%$$

Para calcular LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se utiliza la siguiente fórmula:

$$LS = (\gamma^m) * (0.0138 + (0.00965 * (S) + (0.00138) * S^2))$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente

γ = Longitud de la pendiente = 1,060 m

S = Pendiente media del terreno = 9.15%

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Sustituyendo los valores, se obtiene lo siguiente:

$$LS = (1,060^{0.5}) * (0.0138 + (0.00965 * (9.1509) + (0.00138 * (9.1509^2)))$$

$$LS = 7.0867$$

Donde el resultado obtenido para la Longitud y grado de pendiente (LS) es 7.0867.

Factor de protección de la vegetación (C)

Este factor se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0.

Para estimar los valores de C que corresponde al área de estudio se tomó de referencia el siguiente cuadro que demuestra los valores de pérdida de suelos para México.

CULTIVO	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Maíz	0.54	0.62	0.8
Maíz labranza cero	0.05	0.1	0.15
Maíz rastrojo	0.1	0.15	0.2

CULTIVO	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Algodón	0.3	0.42	0.49
Pastizal	0	0.01	0.1
Alfalfa	0.2	0.05	0.1
Trébol	0.03	0.05	0.1
Sorgo grano	0.43	0.55	0.7
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Trigo	0.15	0.38	
Trigo rastrojo	0.1	0.18	0.53
Bosque natural	0.001	0.01	0.1
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobre pastoreada	0	0.22	
Maíz sorgo mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe un tipo de vegetación más cercano a bosque natural esto debido a que no ha sido afectado anteriormente, con nivel de productividad bajo (cobertura vegetal), entonces el valor de C sería de 0.1.

$$C = 0.1$$

Una vez obtenidos todos los valores para calcular la erosión eólica del suelo, se sustituyen los valores de la siguiente formula de Erosión:

$$E = (R) * (K) * (LS) * (C)$$

$$E = (701.8387) * (0.013) * (7.0867) * (0.1)$$

$$E = 6.4658$$

Una vez obtenido el resultado, se concluye que la estimación de erosión eólica actual en el predio es de 6.4658 ton/ha/año. Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, el nivel máximo permisible es de 10 ton/ha por año, por lo que se indica que el nivel de erosión se encuentra por debajo del nivel máximo permisible.

A continuación se presenta el resumen de la estimación de erosión eólica para el predio:

Erosión eólica para el predio sin proyecto

EROSIÓN EÓLICA EN SUELO	CANTIDAD (ton/ha/año)	CANTIDAD (ton/CUSTF)
Erosión eólica sin proyecto	6.4658	229.378

Ahora bien, de manera resumida para el escenario 1 se presenta la siguiente tasa de erosión eólica e hídrica.

Resumen Erosión hídrica y eólica en el proyecto (escenario 1)

		Escenario 1
Erosión		Sin proyecto
Hídrica	Erosión/ha	0.1844
	Erosión CUSTF	6.541
Eólica	Erosión/ha	6.4658
	Erosión CUSTF	229.378
		6.6502

Por lo anterior, previo al proyecto, el potencial de erosión del suelo es de 6.6502 ton/ha en el predio sujeto a CUSTF (aportado en 0.1844 ton/ha por erosión hídrica y 6.4658 ton/ha por erosión eólica).

Escenario 2 (con proyecto)

Erosión hídrica con proyecto

Utilizando nuevamente la metodología utilizada para el caso del Escenario 1, para el Escenario 2 se tiene:

Se utilizó la fórmula universal de pérdida de suelos modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, ya que esta metodología no es la correspondiente a la ecuación universal de los suelos, la cual se emplea en el proceso de Ordenamiento General del Territorio y dada mediante la siguiente ecuación:

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Dónde:

Eh = Erosión hídrica

IALLU = Índice de agresividad de la lluvia

CAERO = Coeficiente de erodabilidad

CATEX = Clasificación de textura y fase del suelo

CATOP = Clasificación de la topografía

CAUSO = Clasificación por uso de suelo

Índice de agresividad de la lluvia (IALLU).

Se determina mediante la siguiente expresión:

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

$$PECRE = 0.2408 * (PREC) - 0.0000372 * (PREC)^2 - 33.1019$$

Dónde:

PREC = Precipitación media anual (mm)

La precipitación media anual en la Estación Meteorológica de Puerto Libertad es de 212 mm.

Una vez sustituidos los valores, se obtiene el siguiente resultado:

$$PECRE = 0.2408 * (212) - 0.0000372 * (212)^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 16.28$$

$$IALLU = 1.1244 * (16.28) - 14.787$$

$$IALLU = 3.518$$

Coeficiente de erodabilidad (CAERO).

Para esta variable existen los valores tabulados en la siguiente tabla considerando el tipo de suelo.

CAERO	UNIDADES DE SUELO							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	X1	Xy	Yh	Yk	Y1

Por la Unidad Edafológica presente de Litosol (I), siendo esta la única unidad de suelo que se ocupa en el proyecto, se considera CAERO de 2.0.

Calificación de textura y fase (CATEX).

El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase de los suelos, como se muestra en la siguiente tabla.

CATEX	Textura y fase
0.2	Gruesa
0.3	Media
0.1	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Por la textura y fase de los suelos, se considera CATEX media, es decir 0.3.

Calificación de la topografía (CATOP).

Esta variable se determina mediante la pendiente, misma que se muestra en la siguiente tabla:

CATOP	CLASE DE PENDIENTE	RANGO %
0.35	A	0 a 8
3.50	B	8 a 30
11.00	C	Mayor de 30

Al tenerse en el sitio una pendiente entre 8-30% se considera CATOP de 3.5.

Calificación por uso del suelo (CAUSO).

Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio. Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año.

CAUSO	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
0.8	Agricultura de riego
0.8	Agricultura de temporal
0	Asentamientos humanos
0.1	Bosque de encino

CAUSO	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN
0.11	Bosque de encino secundario
0.1	Bosque de encino-pino
0.05	Bosque de galería
0.1	Bosque de pino-encino
0.11	Bosque de pino-encino secundario
0.11	Chaparral
0	Cuerpo de agua
0.15	Matorral desértico micrófilo
0.15	Matorral sarcocaulé
0.15	Matorral desértico rosetófilo
0.15	Selva baja espinosa
0.15	Mezquital
0.12	Pastizal halófilo
0.12	Pastizal inducido
0.12	Pastizal natural
0.4	Sin vegetación aparente
0.1	Vegetación de galería
0.12	Vegetación halófila
0	Zona urbana

Para el escenario con la implementación del proyecto, sin vegetación, se toma el valor de CAUSO sin vegetación aparente, el cual es 0.40.

El mapa se reclasifica para obtener un mapa con 4 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta ya que a cada clase se asignan los valores de la tabla siguiente:

CATEGORÍA	VALOR DE LA EROSIÓN LAMINAR (ton/[Ha*año])
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy alta	Mayor de 200

Una vez seleccionados todas las variables, se procede a sustituir en la fórmula

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Para el tipo de vegetación *matorral sarcocaulé*, con valor de CAERO de 2.0, CATEX de 0.3, CATOP de 3.5 y CAUSO de 0.4, se obtienen los siguientes resultados.

VARIABLE	SIN PROYECTO

VARIABLE	SIN PROYECTO
IALLU	3.5130
CAERO	2.0
CATEX	0.3
CATOP	3.5
CAUSO	0.4
Tasa de erosión en toneladas por hectárea	0.295
Hectáreas del proyecto	35.4756
Tasa de erosión del sitio	10.465

Por lo que la tasa de erosión por hectárea es de 0.295 toneladas, con el proyecto instalado (sin vegetación).

Erosión eólica con proyecto

Cálculo de la erosión potencial (con área de proyecto desmontada)

Cuando en el predio se establezca el proyecto, claramente se puede observar que se tendrá una erosión potencial susceptible a desarrollarse si no se procuran medidas de control efectivas. Así, considerando los valores previamente estimados se calcula la erosión potencial sustituyendo estos valores en (EUPS) y tomando como valor de 1 para C (suelo desmontado) resultando de la siguiente manera:

$$E = (R) * (K) * (LS)$$

$$E = (701.8387) * (0.013) * (7.0867)$$

$$E = 64.658$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se pierden 64.658 ton/ha/año, lo cual se considera que es un nivel alto.

A continuación, se presenta el resumen de la estimación de erosión eólica para el predio, una vez calculado y analizado el Escenario 2.

Erosión eólica para el predio con proyecto

EROSIÓN EÓLICA EN SUELO	CANTIDAD (ton/ha/año)	CANTIDAD (ton/CUSTF)
Erosión eólica con proyecto	64.658	2,293.781

Con la ejecución del proyecto, la erosión potencialmente se incrementa por el desmonte y la ocupación de las 35.4756 ha para dar paso al CUSTF, hasta en 59.298 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 2,068.327 ton totales. Los cálculos del presente escenario de realizaron en base a la tabla siguiente:

Resumen Erosión hídrica y eólica en el proyecto (escenario 2)

		Escenario 1	Escenario 2		
Erosión		Sin proyecto	Con proyecto	Erosión a mitigar por tipo	Total a mitigar
Hídrica	Erosión/ha	0.1844	0.295	3.924	2,068.327
	Erosión CUSTF	6.541	10.465		
Eólica	Erosión/ha	6.4658	64.658	2,064.403	
	Erosión CUSTF	229.378	2,293.781		
		6.6502	64.948		

Restando la erosión del Escenario 2 menos la erosión del escenario 1 (erosión hídrica: 10.465 ton – 6.541 ton = **3.924 ton**; erosión eólica: 2,293.781 – 229.378 = **2,064.403 ton**), sumamos ambas tasas de erosión y obtenemos un total de **2,064.403 toneladas de erosión a mitigar** una vez establecido el proyecto.

Escenario 3 (con medidas)

La superficie que sea desmontada paulatinamente, se cuantificará en metros cuadrados o hectáreas (según las dimensiones) para estimar la cantidad de erosión que podría generarse y que ésta sea compensada con las obras de conservación de suelo que mejor se adapten a las condiciones del sitio, que estarán ubicadas cercanas al sitio del proyecto, dentro de la Cuenca Hidrológica Forestal.

En pocas palabras, para cada superficie donde la vegetación sea removida, se cuantificará la superficie para estimar la cantidad de erosión que podría presentarse, para así poder estimar cada una de las obras de conservación de los suelos, permitiendo así la ganancia en cantidad y promoviendo siempre que se tenga un residual positivo de retención en la CHF.

Una vez mencionado lo anterior, se presenta el Cuadro comparativo con los diversos escenarios para la erosión hídrica y la erosión eólica, donde se menciona la erosión por hectárea con y sin proyecto y con las medidas de mitigación propuestas, teniendo la cantidad de erosión a mitigar, la mitigación por las obras de conservación, y el residual (siempre previendo que este sea positivo, es decir, que tenga una ganancia en retención de suelo).

Resumen Erosión hídrica y eólica en proyecto (escenario 3)

		Escenario 1	Escenario 2			Escenario 3	
Erosión		Sin proyecto	Con proyecto	Erosión a mitigar por tipo	Total a mitigar	Mitigación por obras (ton)	Residual (ton)
Hídrica	Erosión/ha	0.1844	0.295	3.924	2,068.327	2,077.90	9.57
	Erosión CUSTF	6.541	10.465				
Eólica	Erosión/ha	6.4658	64.658	2,064.403			
	Erosión CUSTF	229.378	1,497.8628				
		6.6502	64.948				

Es de hacer mención que el material a extraer (roca) se encuentra en la superficie del terreno o en forma continua hasta un metro de profundidad por lo que prácticamente no habrá despálme del terreno.

Cabe destacar que el Cambio de Uso de Suelo se ejecutará por partes propiciando el sellamiento de suelo para evitar su pérdida en cantidad y calidad, mismo que se ejecutará en los primeros meses de proyecto, y una vez transcurrido ese tiempo se ejecutarán las obras previstas, disminuyendo así la tasa de erosión eólica e hídrica.

Para disminuir la erosión se realizarán las siguientes obras de control consistentes en terrazas individuales y zanjas bordo.

En particular, el dimensionamiento de las terrazas individuales, representan en lo individual, una cepa de 0.7 m de diámetro a 40 cm de profundidad, con un volumen de 0.15 m³, mismas que retiene cada una 0.216 ton de suelo. Por su parte, las zanjas bordo, poseerán una profundidad de 0.80 m, con un ancho de 1.5 m y 15 m de largo, para retener individualmente 25.830 ton de suelo.

Dimensionamiento de las terrazas individuales y las zanjas bordo

Obras de conservación de suelo	Volumen del cuerpo prismático (m3)	Peso volumétrico del suelo (ton/m3)	Suelo retenido (ton)	No. de obras	Retención por obras (ton)
Zanja bordo	18.00	1.435	25.83	58	1,498.15
Terraza individual	0.15		0.216	2,684	579.75
Total					2,077.90

IV.2.1.d Hidrología superficial y subterránea

SA (MHF-AI)

La CHF del proyecto se ubica en la región hidrológica RH08 Sonora Norte, la cual cubre el 31.67% de la superficie estatal, drenando las aguas del noroeste de la entidad hacia el Golfo de California o Mar de Cortés. Presentan escurrimientos mínimos, por lo que la mayoría de los ríos y arroyos permanecen secos durante gran parte del año (INEGI,

1993). A continuación la CHF del proyecto en relación a la Región Hidrológica se puede observar en la Figura IV - 22.

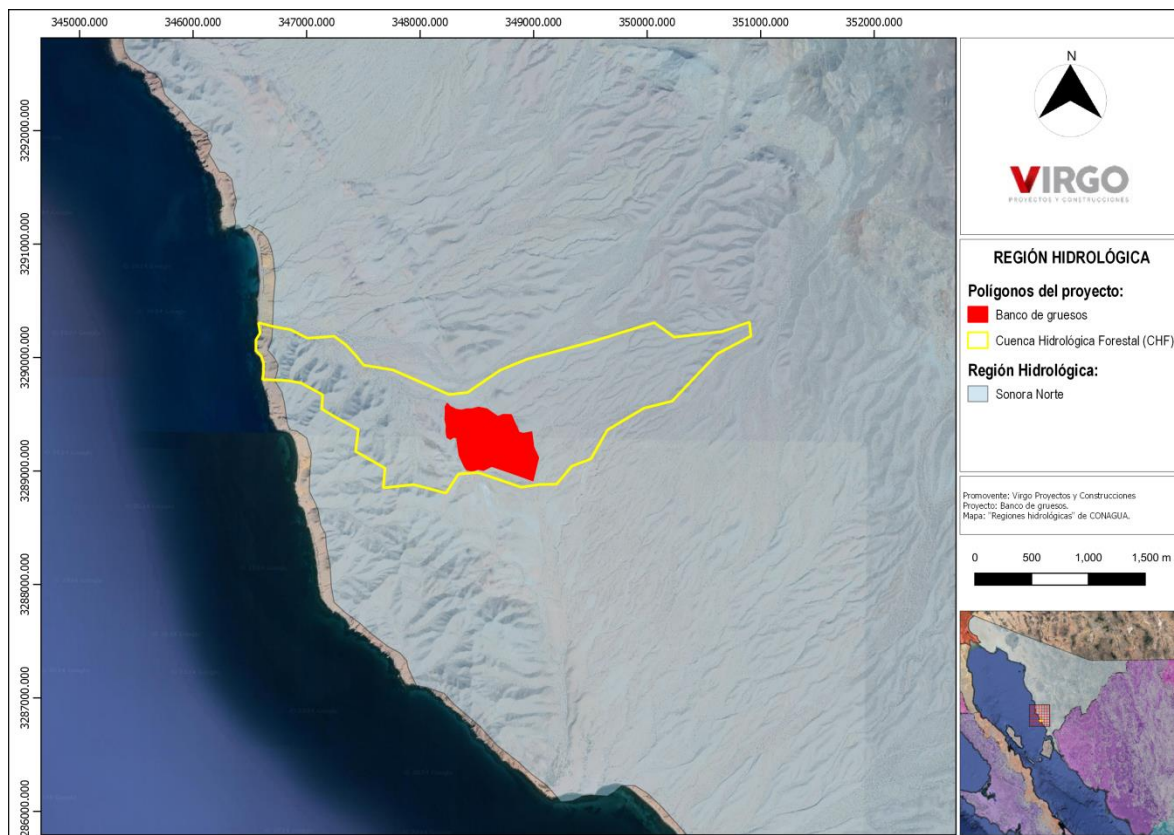


Figura IV - 22. Región hidrológica en la CHF

Región hidrológica RH08 Sonora Norte

Se le ubica en el suroeste de los Estados Unidos de América y al noroeste del país, tiene una superficie en territorio nacional de 54,857 km², localizados todos ellos en Sonora.

Cubre el 31.67% de la superficie estatal, drenando las aguas del noroeste de la entidad hacia el Golfo de California o Mar de Cortés. Presentan escurrimientos mínimos, por lo que la mayoría de los ríos y arroyos permanecen secos durante gran parte del año. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son (de norte a sur): Desierto de Altar - Río Bámori (12.36%), Río Concepción - Arroyo Cocóspera (14.16%) y Río San Ignacio y otros (5.15%).

Cuenca hidrológica

La Cuenca Hidrológica Forestal donde se ubica el proyecto, se encuentra en la cuenca del Río San Ignacio, como se observa en la siguiente figura.

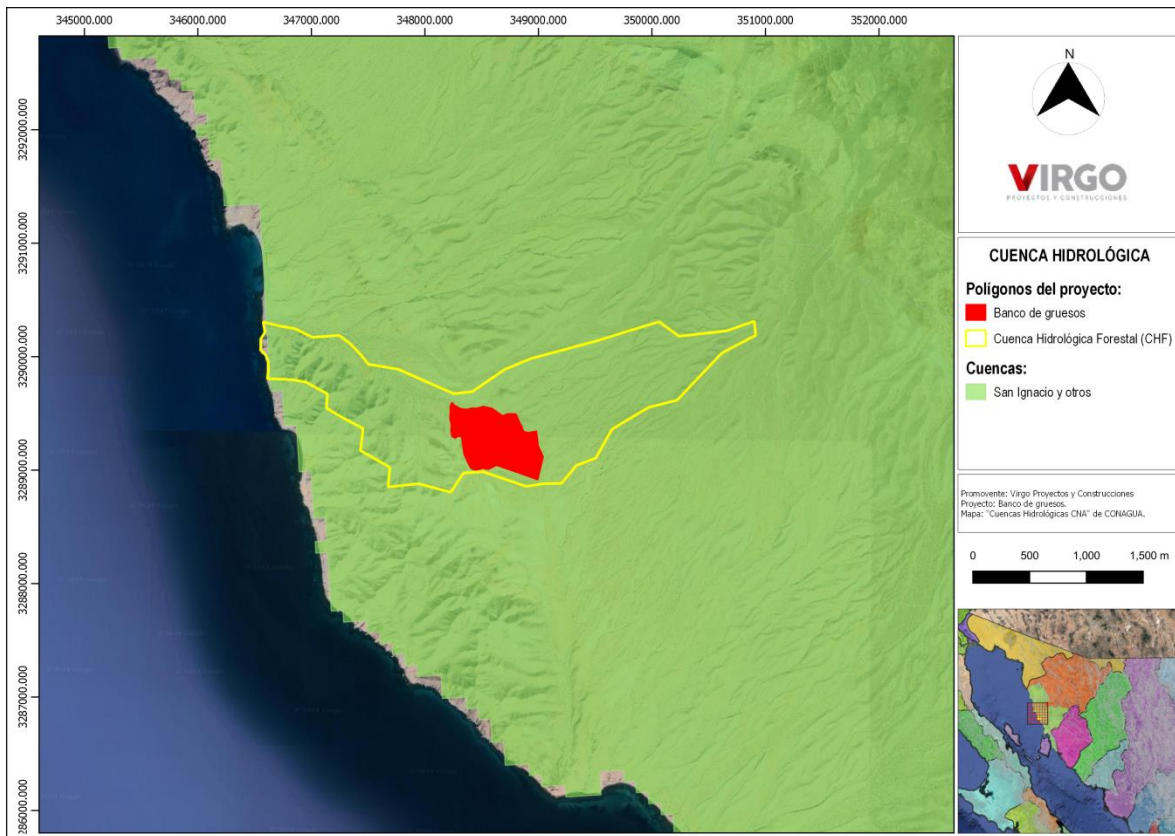


Figura IV - 23. Cuenca donde se ubica la CHF

Cuenca Río San Ignacio

Esta cuenca se encuentra conformada por múltiples corrientes de carácter intermitente, entre las que destaca el Río San Ignacio.

La corriente del Río San Ignacio tiene su origen en el cerro El Tordillo, ubicado en el extremo noroeste de la cuenca, a una altitud de 1,120 m. Su curso inicial es norponiente siendo desviada hacia el sur por las estribaciones del cerro Jojoba y otras formaciones montañosas menores del parteaguas occidental. A 23 km al noreste de su desembocadura recibe por su margen izquierda, a una altitud de 170 m, las aportaciones del arroyo Arivaipa que drena la porción suroeste del cerro El Tordillo; cambia su curso al poniente y por su margen derecha recibe al Arroyo Gallestamos y otros menores; posteriormente cambia nuevamente su curso al suroeste para pasar entre las Sierras Bacha y Seri para finalmente descargar en el Golfo de California.

El aprovechamiento de los escurrimientos se lleva a cabo mediante la construcción de pequeños bordos de almacenamiento, los que se utilizan para actividades pecuarias.

Dicha región ocupa 4.59% de la superficie estatal; la precipitación media en esta cuenca es de 1145 mm³ anuales, su coeficiente de escurrimiento es de 3.6% que genera 41.54 mm³ drenados y en donde la expresión morfológica define una pendiente general que varía de moderada a baja.

El río San Ignacio y su afluente arroyo Arivaipa son las únicas corrientes con cuenca de extensión importante en el extremo sur de la Región Hidrológica 8; descarga directamente en el Golfo de California, a la altura de la población El Desemboque, Sonora.

Su cuenca es árida, carente de vegetación y prácticamente no existen aprovechamientos de aguas superficiales.

Subcuenca hidrológica

La Cuenca Hidrológica Forestal donde se ubica el proyecto, se encuentra en la subcuenca Puerto Libertad, como se observa en la siguiente figura.

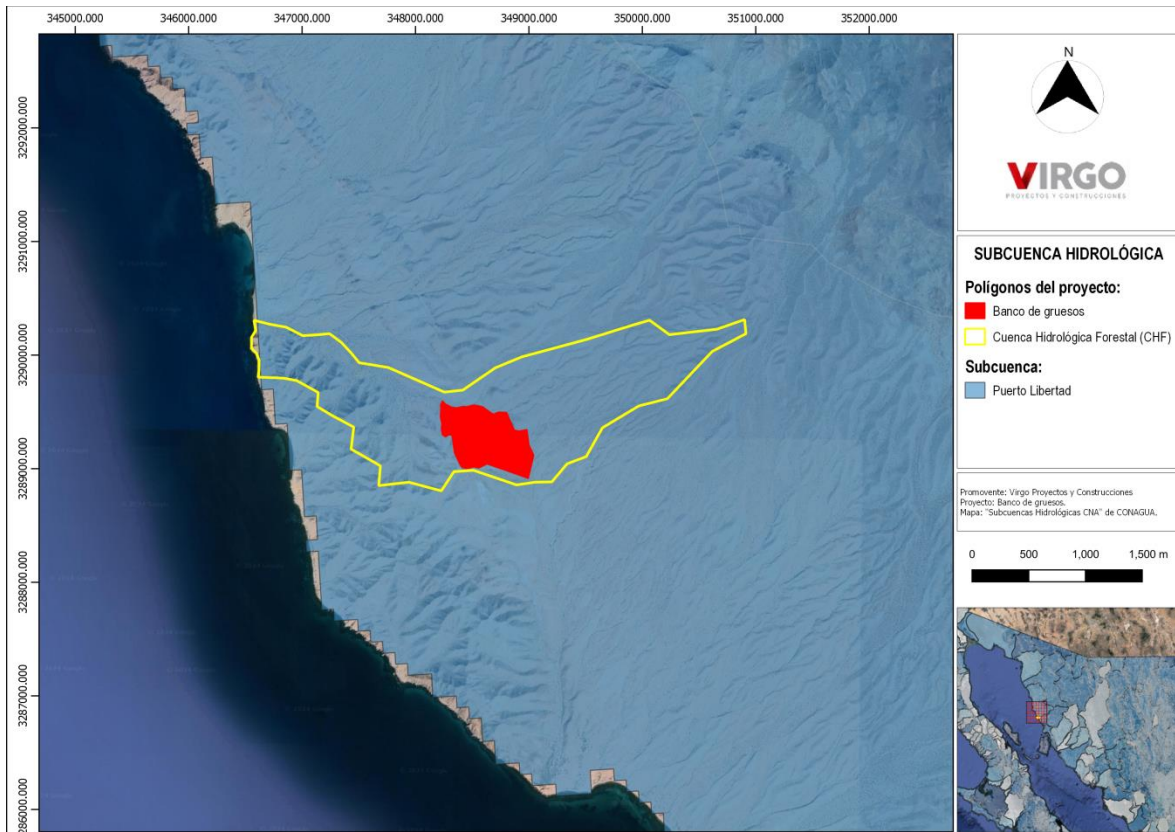


Figura IV - 24. Subcuenca donde se ubica la CHF.

Las corrientes destacadas en la Subcuenca son los arroyos El Julio, El Carbón y El Dátil.

Hidrología subterránea

La Cuenca Hidrológica Forestal se ubica dentro del acuífero Puerto Libertad, como se observa en la siguiente figura:

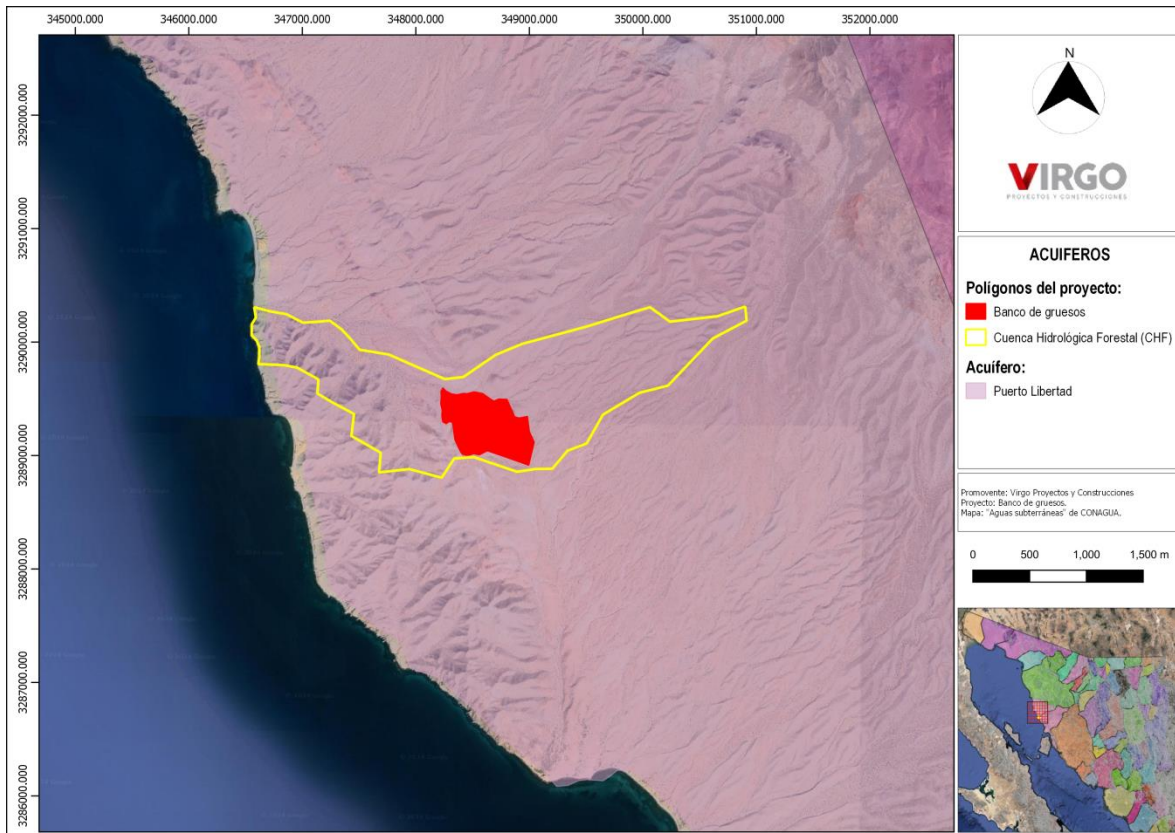


Figura IV - 25. Hidrología subterránea (acuíferos) en el sitio de la CHF

Acuífero Puerto Libertad

El acuífero Puerto Libertad, definido con la clave 2617 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción occidental del estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 29° 33' y 30° 14' de latitud norte y 112° 05' y 112° 47' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 2,030 km². Limita al norte con el acuífero Caborca, al este y sur con Arivaipa y al oeste con el Golfo de California.

El acuífero Puerto Libertad, se encuentra ubicado en la Región Hidrológica 8 “Sonora Norte”, cuenca del río San Ignacio, dentro de la subcuenca Puerto Libertad.

Geopolíticamente se encuentra ubicado en los municipios Pitiquito y Caborca.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2023, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 2.

El usuario principal del agua es el sector industrial (CFE) y público urbano. En el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna.

El acuífero es de tipo libre, formado en su porción superior por una secuencia de depósitos aluviales constituidos principalmente por boleos, gravas y arenas no consolidadas, de alta permeabilidad y semiconsolidadas, que contienen horizontes de agua salada – salobre. Su explotación se localiza principalmente en la región centro - este del acuífero, donde su espesor es mayor.

De acuerdo con la configuración de la profundidad al nivel estático para el 2009, los valores varían de 3.0 a 136 m. Los valores más bajos se registran hacia la zona costera, al sureste del poblado Puerto Libertad, aumentando gradualmente por efecto de la topografía hacia las porciones más altas, hacia los alrededores del Predio Quince de Mayo, en la porción sureste del acuífero.

El volumen de extracción calculado es de 4.6 hm³ anuales, de los cuales 4.1 hm³ (89.1 %) se destina al uso industrial (CFE) y público - urbano del poblado Puerto Libertad, 0.45 hm³ (9.8 %) para uso agrícola y los 0.05 hm³ restantes (1.1 %) para satisfacer las necesidades del uso doméstico-abrevadero.

La disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA) en el año 2023 fue de 22,531 m³ anuales.

ÁREA DEL PROYECTO

Hidrología superficial

Región Hidrológica

El polígono del proyecto se ubica en la región hidrológica RH08 Sonora Norte, lo anterior se puede observar en la Figura IV - 26.

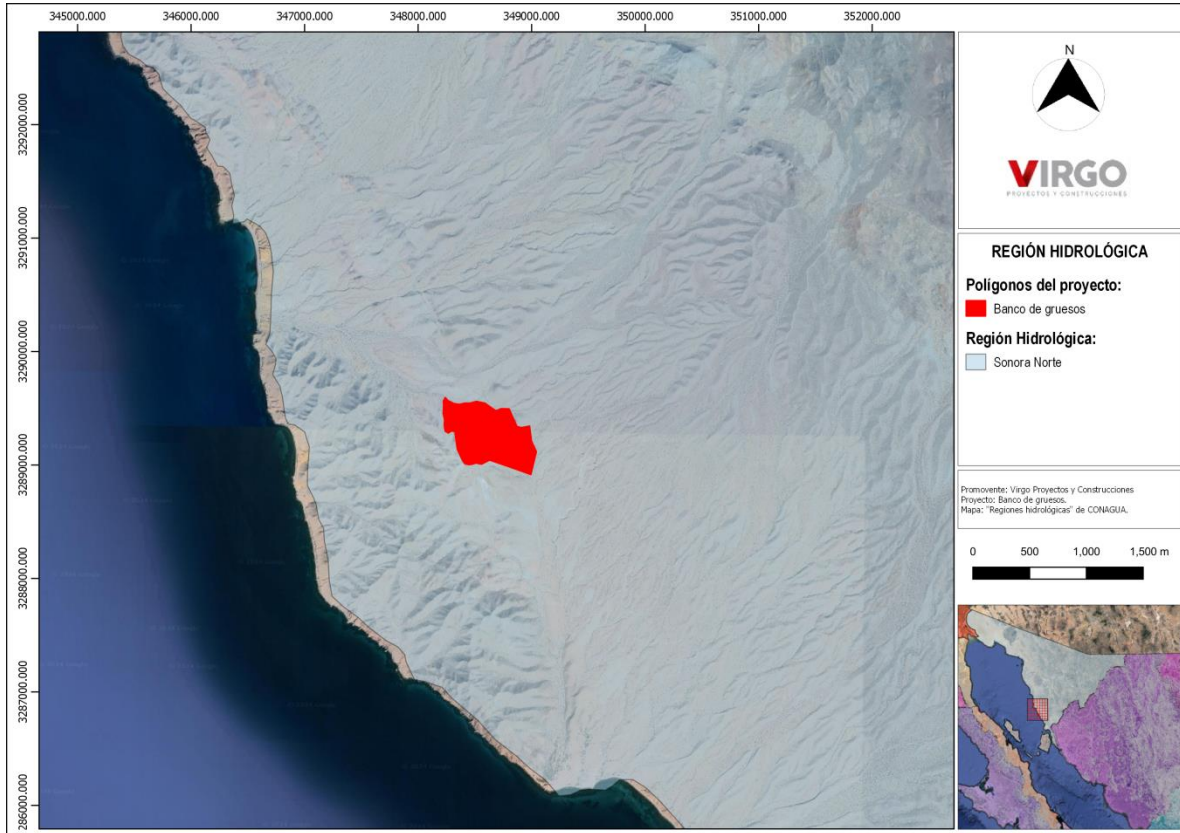


Figura IV - 26. Región Hidrológica 08 – Sonora Norte donde se ubica el Proyecto

Cuenca hidrológica

El polígono forestal del proyecto a su vez se encuentra en la Cuenca San Ignacio y Otros, como se puede observar en la Figura IV - 27.

La descripción y vinculación de la Cuenca San Ignacio y Otros se presentó en el apartado correspondiente a la CHF.

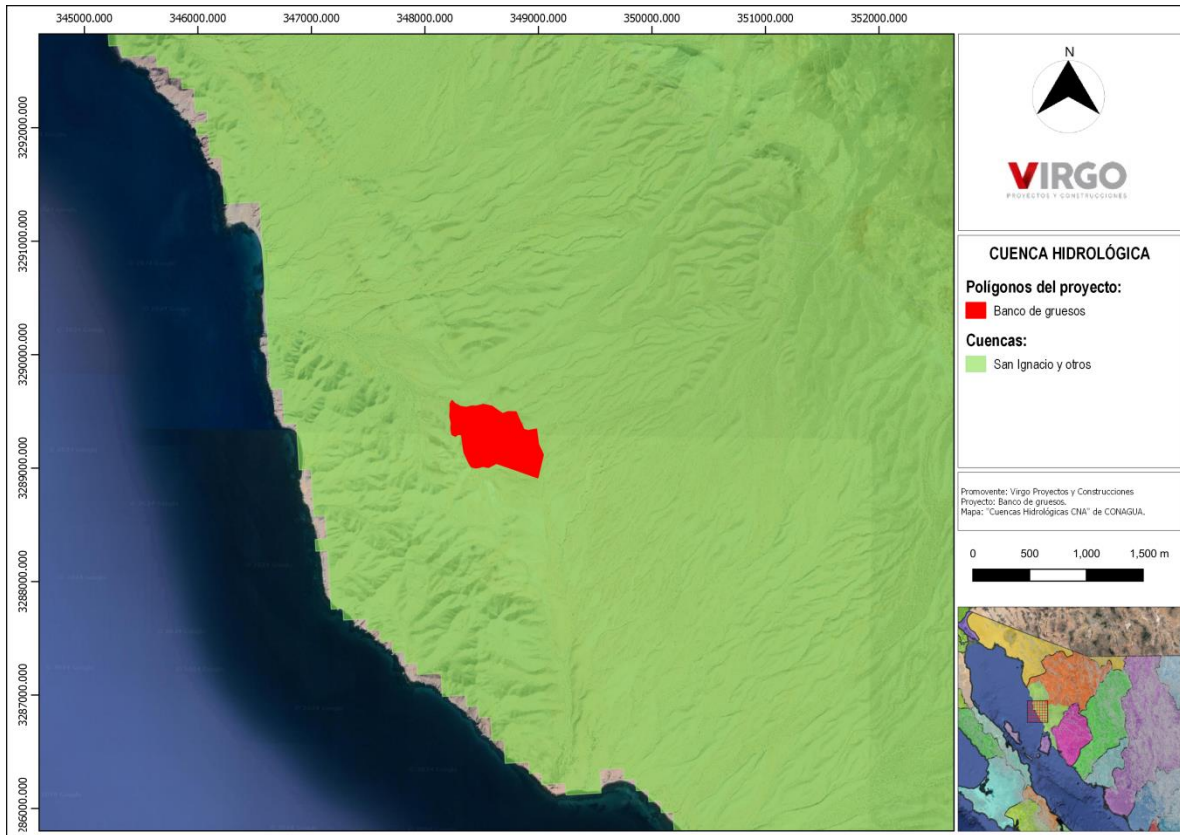


Figura IV - 27. Cuenca Hidrológica donde se ubica el Proyecto

Subcuenca hidrológica

Los polígonos del proyecto y la Cuenca Hidrológica Forestal a su vez se encuentran en la Subcuenca Puerto Libertad, como se puede observar en la Figura IV - 28.

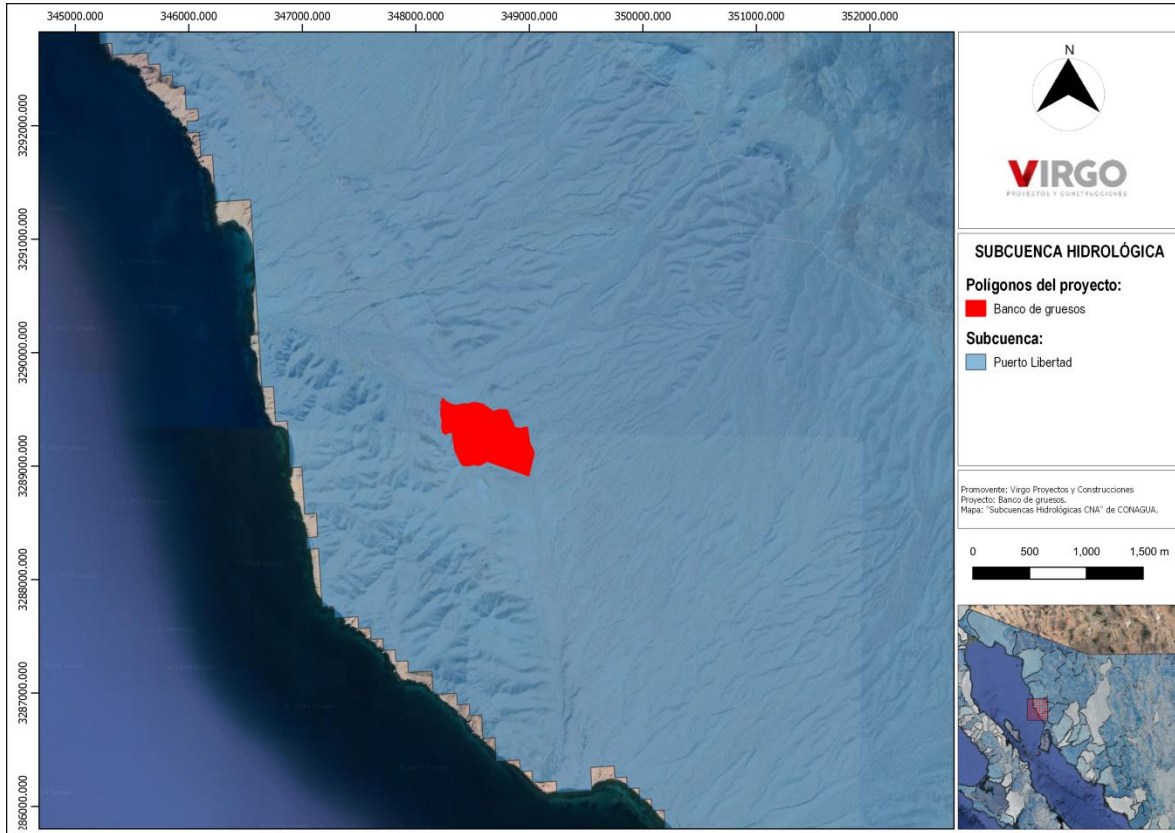


Figura IV - 28. Subcuenca Hidrológica donde se ubica el Proyecto

Las corrientes destacadas en la Subcuenca son los arroyos El Julio, El Carbón y El Dátil.

Con respecto a la hidrología superficial, no se presentan arroyos perennes o intermitentes que crucen o se originen en el área, así como tampoco se encuentran cuerpos de agua que pudieran ser afectados por las actividades de instalación del Proyecto. Sin embargo, se pudieron contabilizar escurrimientos como evidencia del drenaje natural que se presenta en la época de lluvias.

La Ley de Aguas Nacionales, establece en su Artículo 3, Fracción XI, la definición de "cauce de una corriente", como:

El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del

agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.

De acuerdo a la definición anterior, los escurrimientos fluviales que se presentan en el área del proyecto no se consideran arroyos, ya que no forman un cauce bien definido y los canales que llegan a formar en algunas áreas por el arrastre del suelo, en su mayoría tienen dimensiones de aproximadamente un metro de ancho, con profundidades menores 10 cm, formando parte del drenaje de la zona, conduciendo la escorrentía superficial que se produce cuando la lluvia llega a ser abundante, lo cual es poco frecuente dadas las condiciones climáticas de la región, específicamente en el área del proyecto se presenta el tipo de clima "Muy seco semicálido", este flujo de escurrimientos sigue la pendiente natural del terreno, dispersándose e infiltrándose en su trayecto o bien vertiendo el agua captada a arroyos bien conformados los cuales desembocan en el Mar de Cortés.

Hidrología subterránea

El área del proyecto se ubica dentro del acuífero Puerto Libertad, como se observa en la siguiente figura:

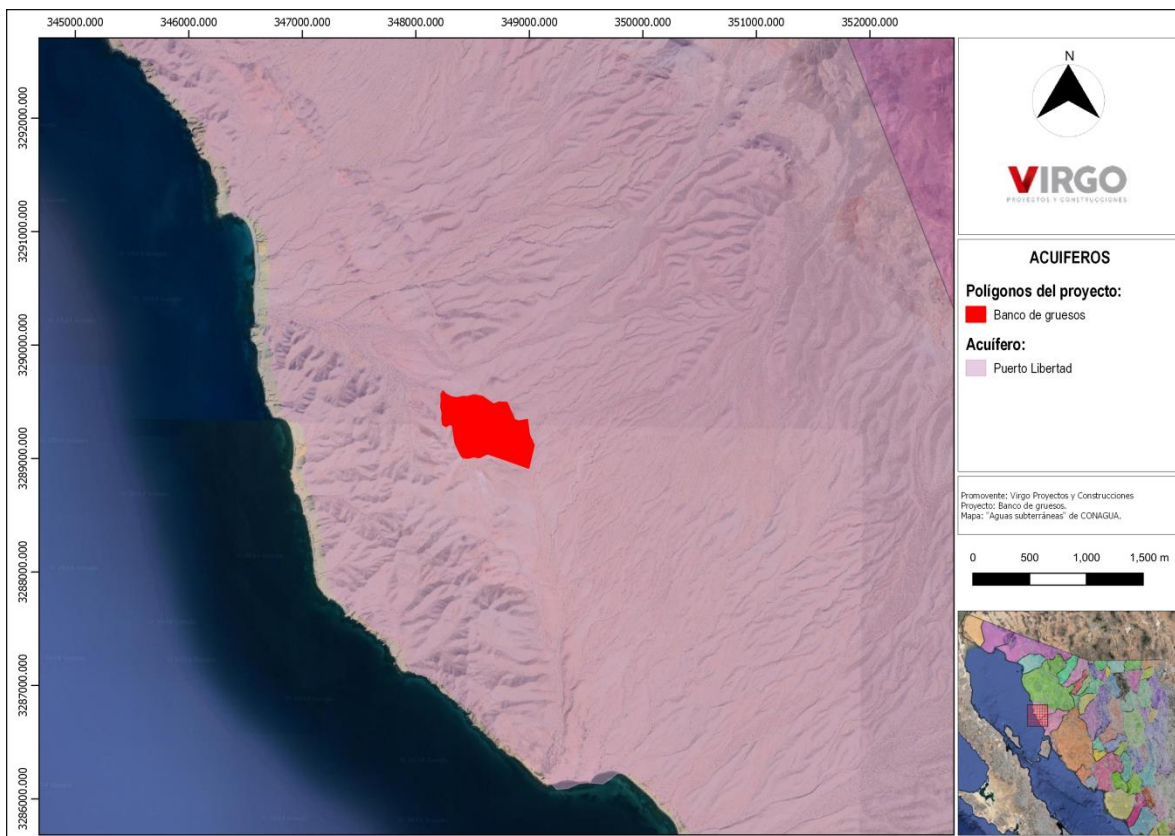


Figura IV - 29. Hidrología subterránea (acuíferos) en el sitio del proyecto

La descripción del Acuífero Puerto Libertad se contempló en el apartado de la CHF.

Análisis de captación de agua

Una vez realizado el análisis de afectación al recurso agua, y tomando en cuenta que el recurso agua está ligado al patrón de drenaje, cualquier disminución en superficie vegetal que limite la captación y recarga directa al acuífero presente posee importancia. Esto es debido a que limita y/o condiciona los atributos identificados del recurso agua.

Bajo el escenario de haber realizado el CUSTF se tiene que el volumen de escurrimiento tiende a aumentar como consecuencia de la eliminación de la vegetación. Este porcentaje de disminución de infiltración sin el proyecto, se tendrá que revertir con la ejecución de las actividades de mitigación que se propongan para el proyecto.

Primeramente se analizaron 3 escenarios, los cuales consistieron en lo siguiente:

- Escenario 1. Consiste en el escenario de la captación de agua con las condiciones actuales del sitio, es decir, la erosión que se presenta en la actualidad, sin ejecutar ninguna actividad de cambio de uso de suelo ni aplicación de medidas de mitigación.
- Escenario 2. Consiste en el escenario de la captación de agua que se presenta una vez realizado el desmonte y despalme del terreno, es decir, una vez establecido el proyecto, para lo cual aumenta el escurrimiento y disminuye la captación, por su naturaleza.
- Escenario 3. Consiste en el escenario de la captación de agua una vez establecido el proyecto, pero con las medidas de mitigación y/o compensación correspondiente dentro del proyecto.

Escenario 1 (sin proyecto)

La eliminación de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo suscitará la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo, dificultando la recarga del manto freático; asimismo, al desfavorecerse la infiltración, aumentará la escorrentía por la falta de una capa de vegetación protectora (eliminada por el desmonte), así como la falta de la capa superficial del suelo (por la extracción de materiales).

Para saber que el área captada en el proyecto no compromete el volumen que debe escurrir en el mismo y en la cuenca, o en su defecto, establecer las medidas pertinentes para la cosecha de agua que asegure al menos los volúmenes reducidos de captación, fue necesario estimar los escurrimientos superficiales que ocurren en el área. El cálculo de los caudales superficiales se considera para dos objetivos: 1) el escurrimiento medio,

para estimar el volumen de agua por almacenar o retener, y 2) los escurrimientos máximos instantáneos para el diseño de obras de conservación.

La evaluación de los recursos hídricos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración. De acuerdo con Sánchez San Román (2001) citado por Aparicio et al., (2006), se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea. La fórmula general que se utiliza en el balance hidrológico es la siguiente:

$$\text{PRECIPITACIÓN} - \text{EVAPOTRANSPIRACIÓN} = \text{ESCORRENTÍA SUPERFICIAL} + \text{INFILTRACIÓN}$$

Cálculo del balance hídrico

La metodología utilizada para calcular el balance hídrico del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se basó en la metodología antes mencionada. Para el cálculo del balance hídrico se tomó la ecuación citada por Pladeyra, (2003), la estimación de la precipitación, evapotranspiración real y escurrimiento se siguió la metodología mencionada por Aparicio et al., (2006).

Precipitación: Para determinar la variable de precipitación se tomó como referencia la precipitación media anual promedio, con el fin obtener el volumen total de lluvia caída en un año en Puerto Libertad, con un valor de 212 mm.

Evapotranspiración: La evapotranspiración es la conjunción de dos procesos: la evaporación y la transpiración. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas transfieren agua a la atmósfera, toman agua del suelo a través de sus raíces, una pequeña parte es para su nutrición y el resto lo transpiran. Como es difícil medir ambos procesos por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera, se calculan conjuntamente bajo el concepto mixto de evapotranspiración. Existen numerosas fórmulas, teóricas o semiempíricas, y procedimientos de cálculo para estimar la evapotranspiración considerando parámetros climatológicos, agrícolas e hidrológicos.

Para la estimación de la evapotranspiración se requieren los datos de precipitación y temperatura; los datos fueron obtenidos mediante el promedio de estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto. Para obtener la evapotranspiración se utilizó la fórmula de Coutagne:

$$ETR = P - XP2$$

Dónde:

ETR = Evapotranspiración real (m/año)

P = Precipitación media anual (m/año) = 0.212

t = Temperatura media anual (°C) = 20

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

Escurrimiento: El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión, con los datos aplicables al área de CUSTF:

$$Ve = P * CUSTF * Ce$$

Dónde:

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento

P = Precipitación media anual (m/año)

CUSTF = Superficie destinada al cambio de uso de suelo (m²)

Ce = Coeficiente de escurrimiento

$$Ve = 0.212 * 354,756 * 0.0295$$

$$Ve = 2,218.644 \text{ m}^3/\text{año}$$

Coeficiente de escurrimiento: En función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual, de la cuenca en estudio. Se clasifican los suelos del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables); y C (suelos casi impermeables), y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K, de acuerdo con la siguiente tabla:

USO DE SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, arenas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
CULTIVOS			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
PASTIZAL			
% del suelo cubierto o pastoreo	A	B	C
Más del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50% al 75% -regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
A Suelos permeables, tales como arenas profundas y suelos poco compactos B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos C Suelos impermeables, tales como arenas o suelos muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcilla			

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

Si K es menor o igual a 0.15 entonces $C_e = K (P-250) / 2000$
Si K es mayor a 0.15 entonces $C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$

Dónde:

P = Precipitación media anual (mm)

La precipitación anual registrada en la estación de Puerto Libertad es de 212 mm.

La temperatura media anual registrada en la estación de Puerto Libertad es 20°C.

Volumen de agua que se capta en las condiciones sin proyecto

Volumen precipitado en la superficie del CUSTF

El área de CUSTF tiene una superficie de 35.4756 hectáreas, por lo que el cálculo del volumen de precipitación m³ es:

$$V_{pCUSTF} = P * SCUSTF$$

Dónde:

Vp = Volumen precipitado en la superficie CUSTF

P = Precipitación (m/año) = 0.212

SCUSTF = Superficie del Cambio de Uso del Suelo = 354,756

$$V_{pCUSTF} = 0.212 * 354,756$$
$$V_{pCUSTF} = 75,208.27 \text{ m}^3/\text{año}$$

Evapotranspiración

De acuerdo a los datos de precipitación y temperatura, se procedió como segundo paso a estimar el valor de la ETR de acuerdo con la fórmula de Coutagne:

$$ETR = P - XP^2$$

Dónde:

ETR = Evapotranspiración

P = Precipitación (m/año)

X = 1 / (0.8+0.14t)

t = Temperatura media anual

$$X = 1 / (0.8 + 0.14 (20))$$
$$X = 0.2778$$

Se calcula ETR

$$\text{ETR} = (0.212 - (0.2778) \cdot 0.212^2) \cdot 354,756$$

$$\text{ETR} = 70,779.14 \text{ m/año}$$

Coeficiente de escurrimiento (Ce)

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó el valor de $K = 0.20$ de acuerdo a las condiciones actuales de cobertura y el tipo de suelo presente (tipo A) en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que se utilizó la siguiente fórmula (mayor a 0.15):

$$\text{Ce} = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$$

$$\text{Ce} = [0.20 (212-250) / 2000] + [(0.2-0.15) / 1.5]$$

$$\text{Ce} = 0.0295$$

Volumen de escurrimiento en el área sujeta al CUSTF

El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Vol. de escurrimiento natural} = \text{Precipitación} \cdot \text{Área sujeta a CUSTF} \cdot \text{Coefic. De escurrimiento}$$

$$\text{Vol. de escurrimiento natural} = 0.212 \times 354,756 \times 0.0295$$

$$\text{Vol. de escurrimiento natural} = 2,218.644$$

Finalmente en el área de CUSTF tenemos los siguientes datos de balance hídrico que nos permite obtener el resultado del volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales, como se muestra en la tabla a continuación:

BALANCE HÍDRICO	m ³ /AÑO	%
Volumen precipitado	75,208.270	100
Volumen ETR	70,779.14	94.11
Escurrecimiento	2,218.644	2.95
Infiltración	2,210.486	2.94

Así, en el balance hídrico del área, destaca que en las 35.4756 ha sujetas a CUSTF, existe un volumen anual total precipitado de 75,208.270 m³, de los cuales 70,779.14 m³ se evapotranspiran, teniendo un escurrimiento de 2,218.644 m³ y un total de 2,210.486 m³ de infiltración (que representa el 2.94% del volumen precipitado), tal como se manifiesta en la tabla anterior.

Escenario 2 (con proyecto)

Volumen de agua que se capta con la remoción de la vegetación en el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo.

Para realizar la estimación del volumen de agua que se dejaría de infiltrar bajo el escenario de haber realizado el CUSTF, se utilizó la misma metodología y los mismos parámetros, con excepción del valor de K en el proceso de obtención del escurrimiento, el cual ahora fue de 0.24 de suelo tipo A y cobertura menor al 50%, indicado para áreas desnudas o desprovistas de vegetación.

USO DE SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, arenas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
CULTIVOS			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
PASTIZAL			
% del suelo cubierto o pastoreo	A	B	C
Más del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50% al 75% -regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
A Suelos permeables, tales como arenas profundas y suelos poco compactos B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos C Suelos impermeables, tales como arenas o suelos muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcilla			

$$K = 0.24$$

Una vez definido el Coeficiente de K, se obtienen los siguientes resultados:

Coeficiente de escurrimiento (Ce)

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó el valor de K= 0.24, por lo que se utilizó la siguiente fórmula (mayor a 0.15):

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

$$Ce = [0.24 (212-250) / 2000] + [(0.24-0.15) / 1.5]$$

$$Ce = 0.0554$$

Volumen de escurrimiento en el área sujeta al CUSTF

El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

Vol. de escurrimiento natural = Precipitación * Área sujeta a CUSTF * Coefic. De escurrimiento

Vol. de escurrimiento natural = $0.212 \times 354,756 \times 0.0554$

Vol. de escurrimiento natural = 4,166.54

BALANCE HÍDRICO	m ³ /AÑO	%
Volumen precipitado	75,208.270	100
Volumen ETR	70,779.14	94.11
Escurrimiento	4,166.54	5.54
Infiltración	262.59	0.35

Realizado el balance hídrico se obtiene el porcentaje de disminución de infiltración sin el proyecto.

Se trata de una reducción del 99.9% de la infiltración natural en esta superficie sujeta a CUSTF (en las 35.4756 ha), haciendo necesario revertir estas condiciones del déficit de 1,947.89 m³/año, potencialmente debido al proyecto.

En el escenario 1 (condiciones actuales) se obtuvo una infiltración natural de 2,210.486 m³/año, y para el escenario 2 (con proyecto) una infiltración natural de 262.59 m³/año, por lo que una vez ejecutadas las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se tendrá una disminución de la infiltración natural de 1,947.89 m³/año, que en el escenario 3 se deberá de calcular la infiltración en base a las medidas de mitigación y/o compensación propuestas.

Escenario 3 (con medidas)

La superficie del proyecto sólo será afectada temporalmente y es en la misma donde se realizarán las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo las cuales tienen como finalidad disminuir al 0% o incluso tener ganancia de infiltración.

Se prevé la construcción de terrazas individuales (con captación de agua de 0.25 m³ c/u), así como la construcción de zanjas bordo (18 m³ c/u), teniendo un volumen de infiltración estimado de 1,984.60 m³/año.

Es de hacer mención que en las obras de control de la erosión se contemplan los siguientes volúmenes de la infraestructura que servirán también como obras de captación de agua como medida de mitigación.

Captación de agua en las obras de control de erosión

Obras de conservación de suelo	Volumen del cuerpo prismático (m ³)	No. de obras	Volumen de captación (m ³)	Total captado (m ³)
Zanja bordo	18.00	58	1,044.00	1,444.60
Terraza individual	0.15	2,684	402.60	

Siendo el volumen a mitigar de 1,947.89 m³/año y considerando las obras consideradas en la tabla anterior, se requieren de obras adicionales para la captación de al menos 503.29 m³/año.

Para lo anterior se construirán adicionalmente las siguientes obras de captación de agua.

Obras para la captación de agua

Obras de conservación de suelo	Volumen del cuerpo prismático (m ³)	No. de obras	Volumen de captación (m ³)
Zanja bordo	18.00	30	540.00

Conforme a lo anterior, se tendrá un residual positivo en la infiltración de agua por la cantidad de 36.71 m³/año.

Balance hídrico con la aplicación de medidas de mitigación

VARIABLE	TIEMPO DE EJECUCIÓN	SIN CUSTF (m ³)	CON CUSTF (m ³)	VOLUMEN A MITIGAR (m ³)	Control de erosión (m ³)	CAPTACIÓN OBRAS DE RESTAURACIÓN (m ³)	TOTAL MITIGADO (m ³)	RESIDUAL POSITIVO (m ³)
Infiltración	12 meses	2,210.486	262.59	1,947.89	1,444.60	540	1,984.60	36.71

Las zanjas bordo, poseerán una profundidad de 0.80 m, con un ancho de 1.5 m y 15 m de largo, para un volumen de 18 m³.

De la tabla anterior, obtenemos el balance hídrico para la variable *infiltración natural*, el cual está estimado para un tiempo de ejecución de 12 meses, donde según el escenario 1 en las condiciones actuales se obtuvo una infiltración de 2,210.486 m³/año. Una vez establecido el proyecto, es decir el escenario 2, se estima una infiltración natural de 262.59 m³/año, por lo que se disminuye la infiltración comparada con el escenario 1, esto debido a su naturaleza que consiste en que aumenta el escurrimiento y por ende se disminuye la infiltración natural con el suelo sin vegetación aparente. Ahora bien, para el escenario 3 se realizarán actividades de captación de agua, las cuales se espera que su rendimiento dé un residual positivo al año comparado con las condiciones actuales que se calcularon en el escenario 1.

De manera resumida, los resultados indican que la provisión de agua al suelo por medio de la infiltración directa sería captada propiamente por los terrenos en el predio en época

de lluvias. A nivel del predio, una vez establecido el proyecto, el escurrimiento incrementa y existe una diferencia que se dejarían de captar (infiltrar en el predio) debido al desmonte si el promovente no establece medidas de recuperación de dicho volumen (escenario 2 = 1,947.89 m³/año). Sin embargo, se plantean medidas de compensación en la retención de suelo y agua para incrementar la infiltración, teniendo una tasa de infiltración positiva en comparación al escenario 1. Para este caso, se considera realizar zanjas bordo y/o las obras de captación de agua que se adecuen al sitio del proyecto, dependiendo de la disponibilidad de materiales y de zonas para su ejecución, buscando mantener la infiltración inicial y contemplando mejorar y tener infiltración positiva.

IV.2.2 Aspectos bióticos

México, junto con China, India, Colombia y Perú se encuentra entre los cinco países llamados "megadiversos", los cuales en conjunto albergan entre el 60% y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta. En México se encuentra representado el 12% de la diversidad terrestre del planeta. Prácticamente todos los tipos de vegetación terrestres conocidos se encuentran representados en el país, y algunos ecosistemas, como los humedales de Cuatrociénegas en Coahuila sólo se encuentran en México.

Esta diversidad es el resultado de la compleja topografía y geología, y de los diversos climas y microclimas que se encuentran en todo el territorio. Asimismo, la ubicación geográfica de México hace que se distinga por ser el territorio de unión de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, lo que quiere decir que en el país han evolucionado especies de distinta afinidad ecológica y geográfica.

México ocupa el primer lugar en el mundo en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas. La diversidad biológica de nuestro país se caracteriza por estar compuesta de un gran número de especies endémicas, es decir, que son exclusivas al país. Aproximadamente el 50% de las especies de plantas que se encuentran en nuestro territorio son endémicas, esto se traduce en aproximadamente 15,000 especies que, si desaparecieran en México, desaparecerían del planeta. Los reptiles y anfibios tienen una proporción de especies endémicas de 57% y 65%, respectivamente y los mamíferos (terrestres y marinos) de 32%.

http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html

México alberga cerca del 10% de las especies silvestres registradas en el mundo, gran parte de ellas endémicas: es quinto lugar con mayor número de especies de plantas, cuarto en anfibios, segundo en mamíferos y primero en reptiles. No obstante que más de 108,000 especies en el país han sido descritas -entre ellas 864 especies de reptiles, 528 especies de mamíferos, 361 de anfibios y 1,800 especies de mariposas-, se calcula que podrían ser millones las que habitan nuestros suelos, aguas u otros sitios recónditos.

IV.2.2.a Vegetación

SA (MHF-AI)

Considerando la cartografía biogeográfica propuesta por Morrone (2005), tenemos que nuestro país está dividido en dos zonas biogeográficas: la Región Neártica, ubicada hacia la parte norte de México y la Región Neotropical, hacia el sur del país; como se observa en la Figura IV - 30, la CHF del proyecto se localiza de la Región Neártica.

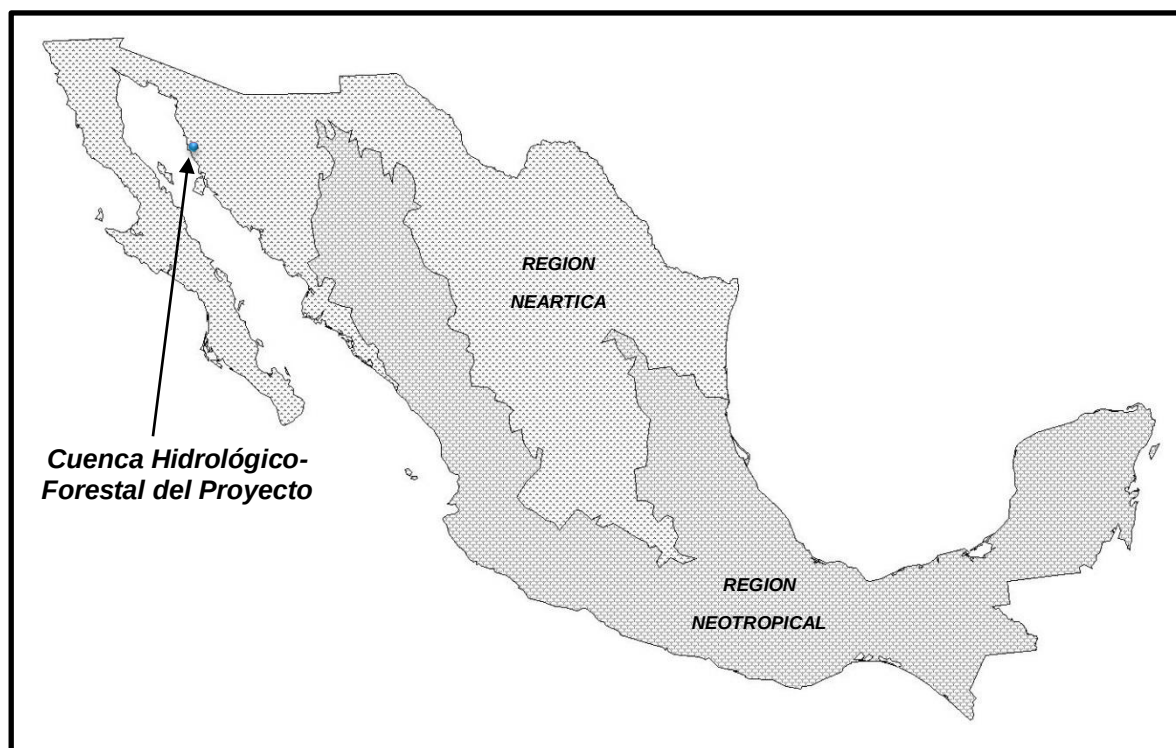


Figura IV - 30. Regiones o zonas biogeográficas de México

Morrone, Juan J. 2005. *Hacia una síntesis biogeográfica de México*. Revista mexicana de biodiversidad, 76(2), 207-252.

Escalante, T. 2009. *Un ensayo sobre regionalización biogeográfica*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 80(2), 551-560. México, D.F.

Región Neártica

De acuerdo al estudio de Morrone (2005), esta región biogeográfica comprende básicamente áreas templado-frías y áridas subtropicales de América del Norte, en Canadá, los Estados Unidos de América (excluyendo el sur de la península de Florida) y el norte de México. La región Neártica pertenece al reino Holártico, el cual corresponde al paleocontinente de Laurasia, incluyendo también a la región Paleártica (Europa, Asia al

norte del Himalaya, África al norte del Sahara y Groenlandia). Existen numerosos trazos generalizados que conectan ambas regiones. Sanmartín *et. al.* (2001) llevaron a cabo un análisis biogeográfico cladístico basado en 57 taxones animales, hallando una separación básica entre las regiones Neártica y Paleártica, debida a vicarianza.

Las 5 provincias de la región Neártica que corresponden a México, con excepción de la provincia de Baja California, se extienden hacia el norte hasta los Estados Unidos de América; ellas fueron asignadas a la subregión Pacífica Norteamericana. De acuerdo con varios análisis recientes, es posible agrupar estas provincias en 2 componentes bióticos, tratados como los dominios Californiano y Neártico Continental. El dominio Neártico Californiano comprende las provincias de California y Baja California, y el Neártico Continental las provincias de Sonora, Altiplano Mexicano y Tamaulipas. La provincia de Sonora, sin embargo, habría jugado un papel importante en la evolución biótica de la provincia de Baja California, por lo cual cabría proponer otro componente biótico que la incluyera en el dominio Californiano.

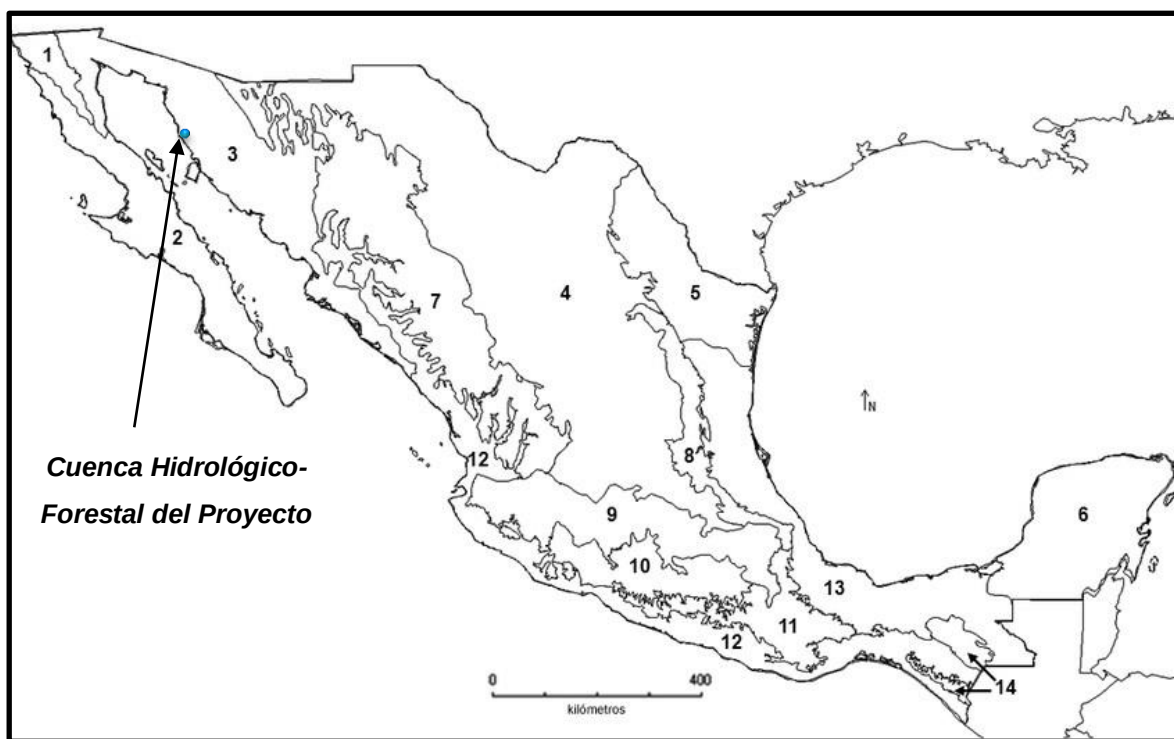


Figura IV - 31. Provincias biogeográficas de México

(Morrone, 2005). 1, California; 2, Baja California; 3, Sonora; 4, Altiplano Mexicano; 5, Tamaulipas; 6, Península de Yucatán; 7, Sierra Madre Occidental; 8, Sierra Madre Oriental; 9, Eje Volcánico Transmexicano; 10, Cuenca del Balsas; 11, Sierra Madre del Sur; 12, Costa Pacífica Mexicana; 13, Golfo de México; 14, Chiapas.

Considerando el siguiente plano cartográfico tenemos que la CHF del proyecto se ubica dentro de provincia biogeográfica 4, Sonorense.

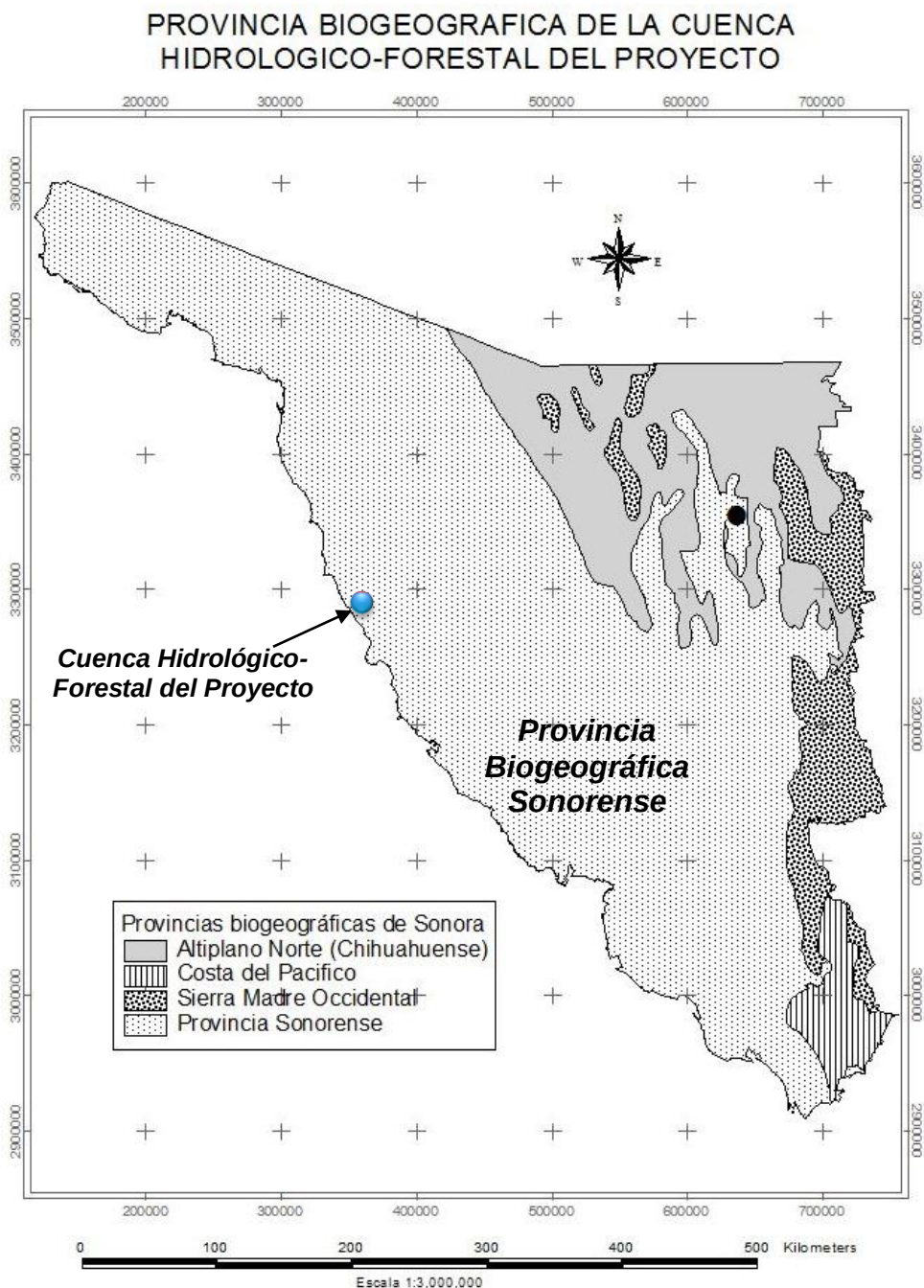


Figura IV - 32. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias biogeográficas del Estado de Sonora

Provincia de Sonora

De acuerdo a diversos autores es también conocida como Provincia de Sinaloa; Provincia Arizoniana; Provincia de la Planicie Costera del Noreste; Provincia del Desierto Colorado-Sonorense; Provincia del Desierto del Altar; Provincia Guaymensis; Provincia del Valle Inferior del Colorado; Ecorregión del Matorral Xérico de Sonora; Ecorregión del Matorral de Cactus del Norte de Sonora y Área Sonoriana.

Se ubica en la Planicie Costera Noroccidental de México, desde la porción nororiental de la península de Baja California hasta la cuenca del río Piaxtla en el sur, ocupando la mayor parte del estado de Sonora, la franja costera de Sinaloa, y porciones de los estados de Arizona y California, en los Estados Unidos de América. Es relativamente baja, no excediendo 1000 m de altitud, con llanuras interrumpidas por montañas de altura moderada y dunas. Predominan los matorrales xerófilos de *Larrea divaricata* y *Fraseria dumosa*, alternando con bosques de cactus gigantes del género *Cereus*. Entre los géneros de plantas más frecuentes se encuentran *Acacia*, *Agiabampoa*, *Canotia*, *Carnegiea*, *Cercidium*, *Forchammeria*, *Idria*, *Ipomoea*, *Lysiloma*, *Olneya*, *Pachycereus*, *Prosopis* y *Yucca*.

La provincia de Sonora se caracteriza por taxones de helechos (Pteridaceae: *Argyrochosma jonesii* y *Thelypteris puberula* var. *sonorensis*); angiospermas (Asteraceae: *Agiabampoa*); (Burseraceae: *Bursera laxiflora*); coleópteros (Carabidae: *Agonum parextimum*); (Heteroceridae: *Heterocerus unituberculosus*); (Scarabaeidae: *Cotinis producta*); anfibios (Bufonidae: *Bufo alvarius*); serpientes (Viperidae: *Crotalus cerastes*); y aves (Fringillidae: *Aimophila carpalis*; Phasianidae: *Callipepla gambelli*; Sturnidae: *Toxostoma bendirei*).

Tipo de vegetación que se verá afectada en el SA (MHF-AI)

De acuerdo con el esquema fitogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), la microcuenca donde se ubica el predio del proyecto, forma parte de la provincia florística llamada Planicie Costera del Noroeste, la cual comprende las zonas planas de todo el Estado de Sonora y de gran parte del Estado de Sinaloa (Figura III - 33).

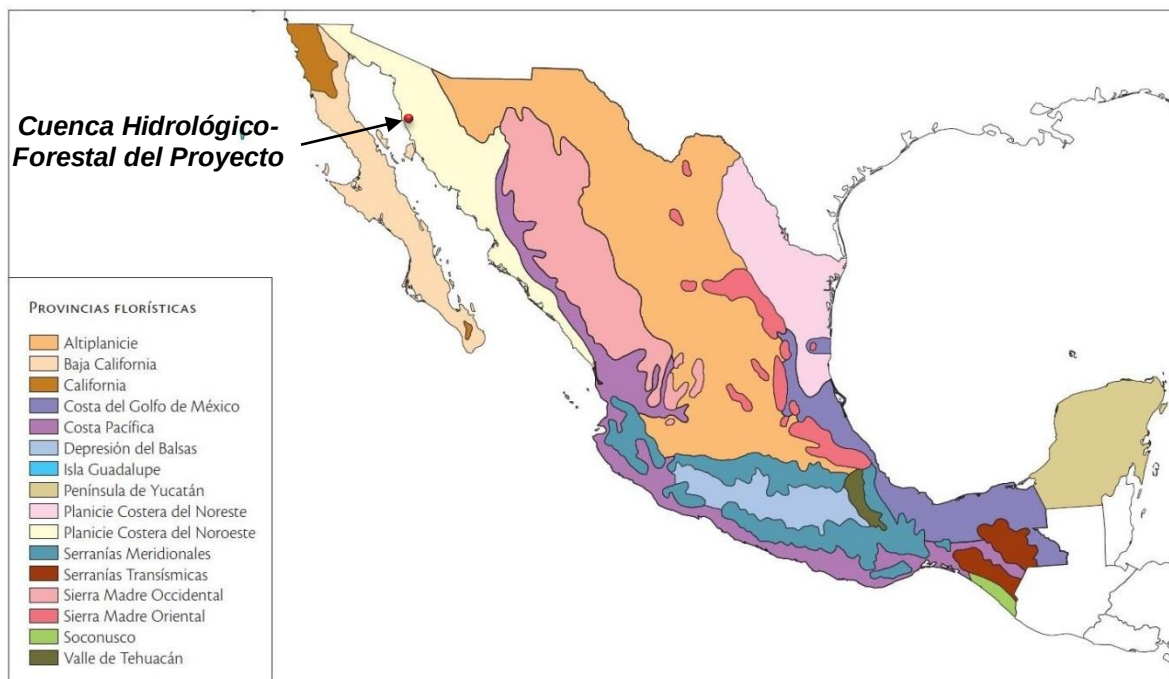


Figura IV - 33. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias florísticas del país

Fuente: CONABIO. 2008. *Capital Natural de México: Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 620 p.*

Planicie Costera del Noroeste

Esta provincia florística está constituida por una extensa llanura costera de Sonora y Sinaloa desde el Río Piaxtla hacia el norte. Está dominada por selvas bajas espinosas y por diversos matorrales xerófilos que se extienden por toda la llanura costera de Sonora hasta los desiertos del suroeste de Arizona (delta del Río Colorado y cuencas del Gila y del Yuma). Los tipos de vegetación dominante son matorrales xerófilos (62%), selvas bajas caducifolias (18%) y espinosas (10%). Esta provincia contiene cerca de 20 géneros endémicos (junto con los desiertos de Yuma y Gila, en Arizona) y más de 650 especies endémicas, entre las que se encuentran *Bursera fragilis* (cuajote), *Coryphantha gracilis*, *C. pseudoechinus*, *C. sulcata* (cactáceas), *Prosopis velutina* (mezquite), *Rana yavapaiensis* (rana), *Crotalus cerastes*, *C. tigris* (víboras de cascabel), *Phrynosoma mcallii*, *P. solare* y *Urosaurus ornatus lateralis*, entre otras. Sin embargo, la especie más característica de esta provincia, tanto en la fisonomía de su vegetación, como en su identidad biogeográfica es el sahuaro, *Carnegiea gigantea*. (Espinosa y Ocegueda, 2008).

Espinosa, D., S. Ocegueda et al. 2008. *El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural*, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 33-65.

El tipo de vegetación predominante en este desierto pertenece a la categoría denominada por Rzedowski como Matorral Xerófilo, que es definida por su porte arbustivo, presentar una composición florística pobre o simple y una cobertura de la vegetación que promedia el 30% (Rzedowski, 2006). La vegetación xerófila de la región tiene la capacidad de sobrevivir a prolongados periodos de sequía (mayores a 6 meses). En este sentido, el Matorral Xerófilo se caracteriza por presentar una amplia variación de asociaciones florísticas, cuyos elementos se han adaptado u originado en este ambiente árido a lo largo de los últimos 2 millones de años (Axelrod 1958, Ezcurra et al 2006). Entre las principales adaptaciones reconocidas en las plantas de esta región, se encuentra el desarrollo de órganos suculentos que muestra una gran proporción de las especies que lo habitan (Rebman 2001, Wilder et al 2008). Otras adaptaciones permiten a las especies de esta región, tolerar o evadir la condición crítica de la aridez; entre estas se puede mencionar el acortamiento del ciclo de vida (plantas efímeras que completan dicho ciclo a unos cuantos meses, adaptado al periodo de lluvias), modificaciones fisiológicas que optimizan el agua disponible en la planta (como la vía de fotosíntesis denominada metabolismo ácido de las crasuláceas), adaptaciones fenológicas como el crecimiento vegetativo, o el desprendimiento de hojas durante la temporada de sequía, reducción en el tamaño de las estructuras perennes de las plantas, o de la configuración funcional de la planta misma, como la predominancia de tallos fotosintéticos (en lugar de las hojas).

Rzedowski, J., 2006. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. www.biodiversidad.gob.mx

Axelrod, D. I. 1958. *Evolution of the Madro-Tertiary Geoflora*. *Botan. Rev.*, 24: 433-509.

Ezcurra, E., E. Mellink, E. Wehncke, C. González, S. Morrison, A. Warren, D. Dent, and P. Driessen. 2006. *Natural History and Evolution of the World's Deserts*. In: Ezcurra, E. (editor). *Global Deserts Outlook*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya. pp. 1-26.

Rebman, J.P., and D.J. Pinkava. 2001. *Opuntia cacti of north America - an overview*. *Florida Entomologist*. 84(4):474-486.

Wilder, B.T., R.S. Felger, T.R. Van Devender y H. Romero-Morales. 2008. *Canotia holacantha on Isla Tiburón*. *CANOTIA* 4 (1): 1-7.

En Sonora la distribución de los tipos de vegetación está estrechamente vinculada a las condiciones climáticas. Así, en gran parte de la provincia fisiográfica conocida como Sierra Madre Occidental, misma que envuelve a la zona del proyecto, dominan diferentes tipos de formas de vida vegetal, ya que los climas imperantes son muy variados; en esta región, predominan plantas efímeras, arbustos, suculentas, etc., que les dan distintas fisonomías a las comunidades; además, la composición florística y la densidad vegetal son variables. El tipo de vegetación para la cuenca hidrológica forestal correspondiente al área de trabajo es el llamado Matorral Xerófilo, según la clasificación de Rzedowski; de acuerdo a la clasificación desarrollada por el INEGI (Serie VII, escala 1:250,000) los tipos

de vegetación para la totalidad de la microcuenca hidrológico forestal, están definidos como Matorral Desértico Micrófilo y Matorral Sarcocaula.

El siguiente plano cartográfico (Figura IV - 34) nos muestra la distribución de los tipos de vegetación dentro de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto, según la clasificación del INEGI, Serie VII.

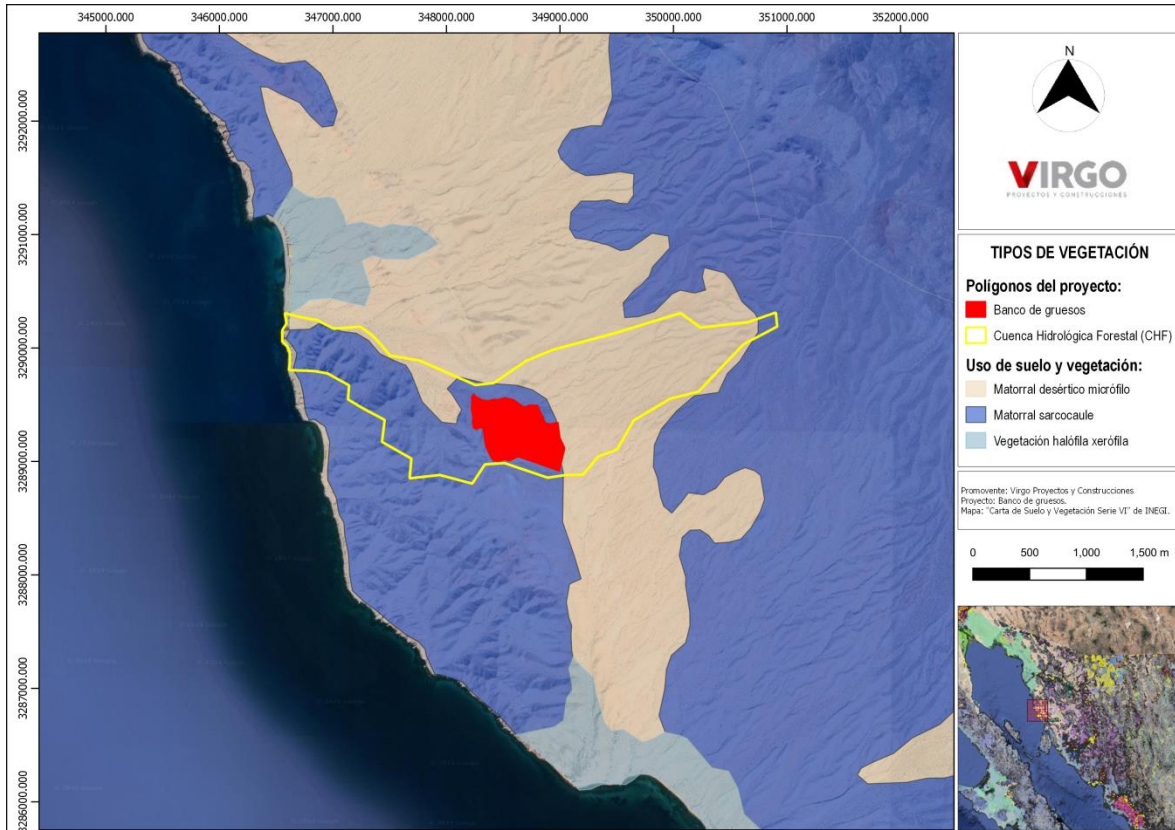


Figura IV - 34. Tipos de vegetación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto, de acuerdo a la Serie VII del INEGI

En el cuadro IV - 3 se pueden apreciar las proporciones de los tipos de vegetación de la CHF según la cartografía del INEGI.

Cuadro IV - 3. Tipos de vegetación y su cobertura en la cuenca hidrológico forestal

TIPO DE VEGETACIÓN	COBERTURA (ha)	RELACION (%)
Matorral Desértico Micrófilo	155.2450	48.89
Matorral Sarcocaula	162.3000	51.11
TOTAL:	317.5450	100.00

Para efectos del presente estudio, en los párrafos siguientes se describen los tipos de vegetación de la cuenca hidrológico-forestal en la cual se encuentra incluida el área del proyecto.

Matorral Desértico Micrófilo

Tipo de vegetación formado por arbustos cuyas hojas o folíolos son pequeños; ocupa con la vegetación de desiertos arenosos, las zonas más áridas de México. En las zonas más áridas la vegetación suele ocupar tan solo el 3% de cobertura de superficie, mientras que en sitio climas más favorables pueden alcanzar hasta el 20% de cobertura.

El estrato dominante es el arbustivo, cuyas especies presentan principalmente una altura variable entre los .5 m y 2 m. *Larrea* y *Ambrosia* son los géneros dominantes, que coexisten con especies de *Prosopis*, *Cercidium*, *Onleya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Acacia*, etc. En el estado de Sonora *Larrea* se extiende hasta la localidad de Guaymas donde puede formar manchones de matorral puro o casi puro.

En Sonora tiene una amplia distribución sobre los terrenos de las provincias Llanura Sonorense y Sierras y Llanuras del Norte. Se encuentra en terrenos con una altitud entre 0 y 1,200 msnm, en climas muy secos semicálidos y cálidos con temperaturas medias anuales entre 20 y 24 grados centígrados y precipitación total anual por abajo de 400 mm y en climas secos semicálidos y semisecos semicálidos y templados con temperaturas medias anuales entre 17 y 21 grados centígrados y precipitación total anual entre 300 y 500 mm. Los suelos que lo sustentan son yermosoles, regosoles, litosoles, feozems y fluvisoles (INEGI, 2000).

INEGI. 2000. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Sonora (SIGE). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 88 p.

Matorral Sarcocaulle

Se compone por vegetación de hierbas y arbustos que tienen la capacidad de desarrollarse sobre suelos con un alto contenido de sales, pueden encontrarse en cualquier parte del país, pero suelen ser mucho más comunes en las regiones costeras y en las partes bajas de las cuencas de zonas áridas y semiáridas. En el noroeste está en contacto con el matorral desértico micrófilo, en la parte central con el mezquital y en el noreste y este con matorral subtropical, selva baja caducifolia y selva baja espinosa con los cuales se mezcla, lo que influye, entre otros factores, en la gran diversidad de su composición florística.

Este matorral se desarrolla en climas muy secos y secos cálidos y semicálidos, y semisecos semicálidos, con temperaturas medias anuales entre 18 y 24 grados centígrados y precipitación total anual inferior a 400 mm. Sobre diferentes tipos de suelo,

como son: litosol, regosol, yermosol y xerosol, de los cuales, algunos presentan fase lítica o gravosa.

Las especies encontradas suelen ser de talla baja donde dominan pastos rizomatosos y de tallos rigidios, además de una baja cobertura de especies arbustivas. Esta vegetación se desarrolla en zonas donde los factores climáticos y geológicos dieron origen a áreas salinas. Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex* spp.), romerito (*Suaeda* spp.), hierba reuma (*Frankenia* spp.) y lavanda (*Limonium* spp.). Otras especies que caracterizan este tipo de vegetación son torotes o copales (*Bursera* spp.) y sangregados (*Jatropha* spp.), aunque a veces son rebasadas en número por: palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium floridum*), ocotillo (*Fouquieria splendens*) y mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*). Dichas especies codominan con *Bursera microphylla*, *Jatropha cinerea*, *Jatropha cuneata* y *Opuntia bigelovii* en la parte norte de la zona de distribución, como es en las planicies y bajadas ubicadas desde Puerto Libertad hasta Isla Tiburón; lo mismo que en las sierras localizadas en el noroeste de la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses.

En el noroeste del país las áreas de suelos salinas suelen ser dominadas por especies como chamizo (*Atriplex* spp.), chamizo salado (*Suaeda torreyana*), Dalia (*Dalea emoryi*), etc. Además de algunos arbustos como salicieso (*Lycium* spp.), citavaro (*Vallesia glabra*), jojoba (*Simmondsia chinensis*), malva (*Melochia tomentosa*), entre otras.

Este matorral se utiliza también en la actividad pecuaria, pero su grado de alteración es mayor que en el caso del micrófilo. Algunos de sus elementos forrajeros son: *Acacia cymbispina*, *Caesalpinia pumila*, *Cercidium* spp., *Bursera laxiflora*, *Prosopis glandulosa* y diferentes especies de gramíneas. Además, se aprovechan localmente para obtener madera, *Prosopis* spp., *Olneya tesota*, *Guaiacum coulteri*, *Haematoxylon brasiletto*, *Ipomoea arborescens* y *Ziziphus sonorensis*, entre varias más (INEGI, 1999).

Para el estudio de la vegetación dentro de la cuenca hidrológico-forestal, únicamente se consideró el ecosistema que está representado en el área de interés, esto es, las mediciones de las especies vegetales se hicieron en las comunidades vegetales con Matorral Sarcocaula de la microcuenca. Esta decisión se debe a que las obras del proyecto van a impactar únicamente a ese tipo de ecosistema de la CHF, por lo que al hacer la remoción de las especies en el predio de interés debemos cuidar que la biodiversidad no se vaya a afectar en las comunidades vegetales mencionadas de la cuenca hidrológico-forestal al confirmar que las especies vegetales afectadas están bien representadas en esa cuenca.



Imagen panorámica del ecosistema de Matorral Sarcocaulis del proyecto

Caracterización de la vegetación

De acuerdo a Font Quer (2001) y Franco-López (2011), el término "Composición Florística" consiste en un inventario a detalle de las especies de plantas de una comunidad vegetal determinada.

Font Quer, P. 2001. Diccionario de Botánica. Ediciones Península. Barcelona. 642p.

Franco-López, J. 2011. Ecología y Conservación: Laboratorio y Campo. Ed. Trillas. México. 342p.

En virtud de que las especies silvestres de flora y fauna, por razones genéticas y sus relaciones con el medio ambiente, así como a la influencia directa de las actividades humanas sobre sus poblaciones o sus hábitats, pueden llegar a estar en riesgo de sobrevivir en los ecosistemas actuales, la SEMARNAT creó la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) que tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo,

establecidas por esta Norma. En la integración del listado se consideran como categorías de riesgo las siguientes:

- En peligro de extinción (P)
- Amenazada (A)
- Sujeta a protección especial (Pr)
- Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

Por su parte, la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) creó tres listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES, 2017); esas tres listas se conocen como Apéndices I, II y III. En el Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora por considerarlas especies que están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte (por ejemplo, un país específico) que ya reglamenta el comercio de dichas especies y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

DOF. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 77 p.
CITES. 2017. Appendices I, II and III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). México. 75 p.

Con la finalidad de conocer las especies vegetales que habitan en la cuenca hidrológico-forestal de interés, así como de determinar las diferentes formas de vida de las plantas que conforman la vegetación del lugar, se hizo un recorrido general por el terreno de interés, registrando taxonómicamente cada una de las especies vegetales encontradas. En los recorridos de campo y en el estudio de la vegetación, únicamente pudieron observarse especies de plantas fanerógamas de diversas formas de vida y pertenecientes a distintas familias; dichas especies se citan a continuación:

Cuadro IV - 4. Especies vegetales presentes en los ecosistemas la CHF del proyecto que podrían ser afectados por el desarrollo del proyecto

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-059	CITES
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	Asteraceae	-	-
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	Burseraceae	-	-

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-059	CITES
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	Cactaceae	A	
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	Fabaceae	-	-
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	Asteraceae	-	-
6	<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	Cactaceae	-	-
7	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Fouquieriaceae	-	-
8	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	Malvaceae	-	-
9	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	Euphorbiaceae	-	-
10	<i>Krameria parvifolia</i>	Cósahui	Krameriaceae	-	-
11	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Zygophyllaceae	-	-
12	<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	Cactaceae	-	-
13	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	Cactaceae	-	-
14	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	Cactaceae	-	-
15	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	Cactaceae	-	-
16	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Huevito	Achatocarpaceae	-	-
17	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	Buxaceae	-	-
18	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	Solanaceae	-	-
19	<i>Stillingia linearifolia</i>	Hierba del sapo	Euphorbiaceae	-	-

Sinonimia taxonómica

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	SINONIMO
<i>Ambrosia dumosa</i>	Ambrosia	<i>Franseria dumosa</i>
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	<i>Cereus giganteus</i>
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	<i>Parkinsonia microphylla</i>
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>

Respecto a la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las especies mostradas en el Cuadro IV - 4, el sahuaro se encuentra listado como amenazado (A). De acuerdo a la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), ninguna de las especies antes citadas se encuentra listada en sus anexos de protección. (DOF, 2010; CITES, 2017).

En el Cuadro siguiente podemos ver que las especies vegetales que conforman la comunidad biótica del área en estudio se agrupan en 12 familias, 19 géneros y 19 especies.

Cuadro IV - 5. Categorías taxonómicas de las especies vegetales en el área del proyecto

FAMILIA	NO. GENEROS	NO. ESPECIES
ACHATOCARPACEAE	1	1
ASTERACEAE	2	2
BURSERACEAE	1	1
BUXACEAE	1	1
CACTACEAE	6	6
EUPHORBIACEAE	2	2
FABACEAE	1	1
FOUQUIERIAACEAE	1	1
KRAMERIAACEAE	1	1
MALVACEAE	1	1
SOLANACEAE	1	1
ZYGOPHYLLACEAE	1	1
Total familias: 12	Total géneros: 19	Total especies: 19

El siguiente Cuadro nos indica la caracterización de las especies de acuerdo a su forma de vida; así, considerando las definiciones de arbusto y árbol expuestas por Font Quer (2001), los elementos arbóreos se agrupan en el estrato superior de la comunidad, comprendiendo especies que sobrepasan los 5 m de alto. En el estrato medio o arbustivo, figuran especies leñosas y cactáceas con porte de 1 a 5 metros. En el estrato inferior, de 0.05 a 1.00 metros, se incluyen diferentes especies de hierbas perennes.

Cuadro IV - 6. Formas de vida de las especies vegetales en la CHF del área del proyecto

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	Herbácea
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	Arbustiva
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	Cactácea
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	Arbustiva
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	Arbustiva
6	<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	Cactácea
7	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Arbustiva

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA
8	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	Herbácea
9	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	Arbustiva
10	<i>Krameria parvifolia</i>	Cósahui	Arbustiva
11	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Arbustiva
12	<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	Cactácea
13	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	Cactácea
14	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	Cactácea
15	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	Cactácea
16	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Huevito	Arbustiva
17	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	Arbustiva
18	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	Arbustiva
19	<i>Stillingia linearifolia</i>	Hierba del sapo	Herbácea

Atributos de las especies vegetales

La estructura de una comunidad vegetal, así como la dinámica de la misma puede ser caracterizada si se conocen algunos de los atributos de las especies que la conforman. Los atributos de la vegetación más conocidos son la densidad, frecuencia, cobertura y el valor de importancia ecológico de las mismas.

La densidad de una especie (abundancia, para algunos autores), se interpreta como el número de individuos de esa especie que habitan por unidad de área, en este caso, por hectárea (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Este atributo se estima con la siguiente ecuación matemática:

$$D = n/A$$

Donde:

D = Densidad de la especie

n = Número de individuos de la especie

A = Unidad de área muestreada (comúnmente expresada en hectáreas).

Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz. Bolivia. 92 p.

La densidad relativa se obtiene con la siguiente expresión matemática:

$$DR = (n/N)*100$$

Donde:

DR = Densidad relativa de la especie (expresada en %)

n = Número de individuos de la especie

N = Suma de las densidades de todas las especies del área muestreada.

La frecuencia se refiere al número de estaciones de muestreo donde aparece una especie; nos da una idea sobre la distribución espacial de los individuos de una especie en una determinada área. Este atributo se estima con la siguiente ecuación matemática:

$$F = a$$

Donde:

F = Frecuencia absoluta de la especie

a = Número de apariciones de la especie o número de sitios de muestreo con la especie.

La frecuencia relativa se obtiene con la siguiente expresión matemática:

$$FR = (a/A)*100$$

Donde:

FR = Frecuencia relativa de la especie (expresada en %)

a = Número de apariciones de la especie

A = Número de apariciones de todas las especies en los sitios muestreados.

El atributo conocido como dominancia (que para algunos autores debe ser llamado cobertura) nos indica la cantidad de terreno que está cubierto por el follaje de una especie. Para el caso de comunidades vegetales los autores Odum y Warrett (2006), al igual que Mostacedo y Fredericksen (2000), Brower y Zar (1977) y Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), consideran que el factor Dominancia debe ser estimado en base a algún atributo medible y significativo de la plantas como puede ser el área basal o su cobertura y no por su densidad como ocurre con las especies animales. El argumento principal consiste en que una especie con un número de individuos (por ejemplo un pasto) superior a especies arbustivas y arbóreas puede adquirir un alto IVI si consideramos el factor Densidad para estimar su Dominancia en la comunidad, lo cual no significa que en la realidad eso sea verdad ya que una población menos densa de alguna especie arbustiva o arbórea, debido a su gran cobertura, puede jugar un mejor papel en el funcionamiento del ecosistema al considerar que produce mayor cantidad de oxígeno, fija mayor cantidad carbono, aprovecha con mayor intensidad los recursos suelo, agua, luz, etcétera.

Odum, E. y G.W. Warrett. 2006. *Fundamentos de Ecología*. Ed. Thomson. México. 600p.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. New York. 547p.

Brower, J.E. y J.H. Zar. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W.M. C. Brown

Company Publishers. Dubuque, Iowa. U.S.A. 194p.

De igual forma, la Guía para la Elaboración de Estudios Técnicos Justificativos para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) publicada por la SEMARNAT, en los numerales III.2.1.3 y IV.2.1.3 titulados Análisis de diversidad de la vegetación establece en su inciso b:

Dominancia relativa. Se define como el porcentaje de biomasa (área basal o superficie de cobertura) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. La dominancia de una especie está dada por su biomasa y la abundancia numérica. También es denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los individuos sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje.

Para el caso de organismos animales (donde no puede aplicarse el atributo cobertura), el valor de dominancia se obtiene a partir de valores de densidades mediante la fórmula:

$$D = (n/N)^2$$

Así pues, en el presente estudio se consideró la cobertura vegetal de las especies como expresión del factor dominancia. Este atributo se estima con la siguiente ecuación matemática:

$$Do = c/A$$

Donde:

Do = Área cubierta por la especie

A = Unidad de área muestreada (comúnmente expresada en hectáreas).

La dominancia relativa se obtiene con la siguiente expresión matemática:

$$DoR = (Doi/Dot)*100$$

Donde:

DoR = Dominancia relativa de la especie *i* (expresada en %)

Doi = Cobertura de la especie *i*

Dot = Suma de las coberturas de todas las especies del área muestreada.

El índice de valor de importancia (I.V.I.) nos indica que especie es la que juega un papel dominante sobre las demás, cual es la que controla el flujo de energía en ese ecosistema, cual es la que consume la mayor cantidad de recursos (nutrientes, agua, luz, etc.). Es un

párametro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. Para obtener el I.V.I., es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 300 (Brower y Zar, 1977).

$$IVI = DR + DoR + FR$$

Diseño del muestreo

Todo análisis de la vegetación requiere de un muestreo basado en técnicas que permitan conocer los atributos ecológicos de las especies y las poblaciones que estas forman; tales técnicas pueden ser métodos de muestreo adimensionales como la línea de Candfield o bidimensionales como los muestreos en parcelas las cuales, de acuerdo a su forma geométrica, pueden ser de tres tipos: rectángulos, cuadrados (cuadrantes) y círculos.

Al utilizarse parcelas como unidades de muestreo, deben seguirse los siguientes pasos:

1. Seleccionar la forma de las parcelas
2. Establecer el tamaño de dichas parcelas
3. Determinar el número de unidades de muestreo
4. Especificar el arreglo espacial o distribución de las parcelas de muestreo

1. Selección de la forma de las unidades de muestreo (parcelas)

Muchos investigadores seleccionan arbitrariamente la forma de las unidades muestrales sin considerar el tipo de vegetación a estudiar, las formas de vida de las especies que deberán medir ni tampoco los atributos de las especies a ser evaluados.

Bonham (1989) sugiere que la forma de una parcela de muestreo debe ser adecuada para cada tipo de vegetación a evaluar, mientras que Elzinga *et al* (1998) indican que la forma más eficiente de una unidad de muestreo depende del atributo de las especies a ser medido, además de la forma de crecimiento y la distribución espacial de los individuos que deberán ser medidos.

Bonham, C.D. 1989. Measurements for Terrestrial Vegetation. John Wiley & Sons. New York. 338 p.

Elzinga, C.L., D.W. Salzer y J.W. Willoughby. 1998. Measuring & monitoring plant populations. U.S. Department of the Interior U.S. Bureau of Land Management Papers. BLM Technical

Reference 1730-1. University of Nebraska – Lincoln. 477 p.

Launchbaugh (2009) menciona algunas ventajas y desventajas al utilizar parcelas de diferentes formas geométricas en el muestreo de vegetación:

Cuadro IV - 7. Ventajas y desventajas de las parcelas para muestreo de vegetación

RECTANGULO	CUADRADO	CIRCULO
Recomendado para comunidades con vegetación en grupos más no en vegetación dispersa	Recomendado para todo tipo de comunidades con vegetación terrestre	Recomendado para todo tipo de comunidades con vegetación terrestre
Relación perímetro-área mayor que para el cuadrado y el círculo	Relación perímetro-área mayor que el círculo pero menor que el rectángulo	Relación perímetro-área menor que los otros tipos de parcelas
Ofrece una varianza menor que en los cuadrantes y los círculos pero su aplicación consume mayor tiempo y esfuerzo	Mayormente utilizado para el muestreo de la frecuencia de especies porque con él es mas fácil estimar la presencia/ausencia de especies	El efecto de orilla es menor que los otros tipos de parcelas pero está más limitado por los tipos de de vegetación y forma de vida de los individuos
Más recomendable en mediciones de densidad y cobertura de especies que los otros tipos de parcelas	Más recomendable en mediciones de cobertura de especies que el círculo pero menos que el rectángulo	Recomendado en estudios de cobertura y producción en pastizales

Launchbaugh, K. 2009. *Principles of Vegetation Measurement & Assessment and Ecological Monitoring & Analysis*. University of Idaho.

- Parcelas para medir Densidad

Elzinga *et al* (1998) ha demostrado que para medir la densidad de especies, las parcelas rectangulares largas y angostas son estadísticamente mejores que los cuadrantes y los círculos; sin embargo, desde una perspectiva práctica, este tipo de parcelas traen consigo cierto tipo de inconvenientes como el tiempo de ejecución y los efectos de orilla. En estos casos pueden utilizarse indistintamente las parcelas de forma cuadrada (cuadrantes) o circular que, aunque pueden tener diferencias por efecto de orilla, este error es compensado al utilizar el número adecuado de unidades de muestreo.

- Parcelas para medir Frecuencia

Este atributo de las especies es comunmente medido por los investigadores utilizando cuadrantes (parcelas cuadradas) ya que se ha comprobado ser el más preciso al medir la presencia o ausencia de las especies en cada unidad de muestreo.

- Parcelas para medir Cobertura

Desde la perspectiva de la precisión estadística en el muestreo, para la medición de la cobertura se aplican las mismas consideraciones que en la medición de la densidad, es decir, las parcelas rectangulares son las menos indicadas de tal forma que pueden utilizarse indistintamente las parcelas de forma cuadrada (cuadrantes) o circular que, aunque pueden tener diferencias por efecto de orilla, este error es compensado al utilizar el número adecuado de unidades de muestreo.

Elzinga, C.L., D.W. Salzer and J.W. Willoughby. 1998. Measuring and Monitoring Plant Populations. BLM Technical Reference 1730-1. U.S. Department of the Interior. Bureau of Land Management. National Applied Resource Sciences Center. Denver, CO. USA.

Considerando lo expuesto en párrafos anteriores, para el presente estudio se optó por utilizar parcelas circulares en los muestreos de vegetación.

2. Establecimiento del tamaño de las unidades de muestreo

La metodología utilizada para definir el tamaño de los cuadrantes de muestreo se basó considerando el criterio de "área mínima" (Bonham, 1989; Graf y Sayagués-Laso, 2000) el cual consiste en definir un cuadrante con la menor superficie de terreno en el cual la composición de especies de la comunidad vegetal a medir se encuentre adecuadamente representada (básicamente un 80%). En otras palabras, es la extensión más pequeña en la cual la composición florística está representada adecuadamente. El incremento en el número de especies diferentes con el aumento de la superficie de observación, es considerada como marginal.

La determinación del área mínima se inicia escogiendo una parte representativa de la comunidad que muestre homogeneidad en la distribución de especies, es decir, no debe haber fragmentación en el arreglo espacial de las especies dentro de la comunidad; enseguida se procede a muestrear unidades contiguas (anidadas) de extensión progresivamente mayor y se registran todas las especies diferentes que se van encontrando. Luego se aplica algún criterio (arbitrario) que defina el área mínima, por ejemplo aquella que contiene el 80 % de las especies encontradas. Este proceso se ejemplifica en la siguiente figura:

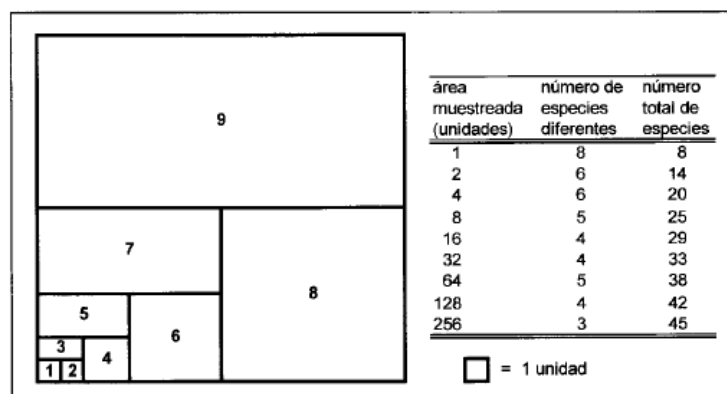


Figura IV - 35. Ejemplificación básica para establecer el área mínima de muestreo

En segunda instancia, para la determinación del área mínima, se debe construir una curva área - número de especies y luego se aplica algún criterio (arbitrario) que defina el área mínima, por ejemplo aquella que contiene por lo menos el 80 % de las especies encontradas (Ver figura IV - 41).

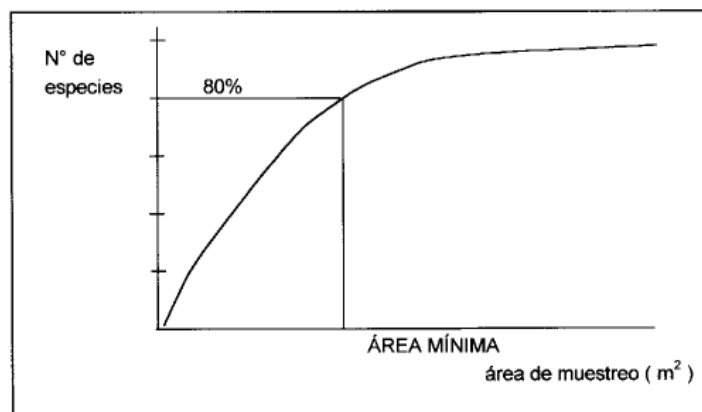


Figura IV - 36. Expresión gráfica de la curva área de muestreo vs número de especies

Hay que considerar que las especies que son muy escasas o raras pueden quedar excluidas durante el muestreo debido a su inapreciable presencia en el ecosistema, sin embargo deben considerarse en forma especial pues pueden ser especies amenazadas o en algún estatus de protección por las normas oficiales.

El área mínima que fue determinada para el muestreo de la vegetación en la CHF fue de 1000 m² representada por círculos de 17.84 m (~ 18 m) de radio, de acuerdo a la densidad y formas de vida de las especies vegetales presentes en los sitios de muestreo.

3. Determinación del número de unidades de muestreo

El número de muestras que deberán ser tomadas en un estudio o experimento, generalmente se determina utilizando ecuaciones o algoritmos matemáticos, mismos que son definidos siguiendo criterios preestablecidos por los investigadores. A continuación se describen algunos de esos métodos de determinación del número de unidades de muestreo.

Criterios basados en la extensión geográfica del área de interés

Rivas (2001) sugiere que para determinar el tamaño de la muestra de una población forestal, se debe primeramente definir la intensidad de muestreo, que es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = (n / N) * 100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje

n = Número de unidades de la muestra

N = Número de unidades de toda la población

En inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo de 0.1% a 1 %, y el valor que se tome está en función de la superficie a inventariar, los recursos financieros con que se cuenta, la precisión de muestreo requerida y el tiempo disponible para realizar el trabajo.

Rivas-Torres, D. 2001. Sistemas de Producción Forestal: Evaluación de los Recursos Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 26p.

El utilizar este criterio para medir la vegetación en las comunidades afectadas de la CHF del presente proyecto (vegetación halófila xerófila) con una intensidad de muestreo de 1%, se necesitaría hacer mediciones en una superficie de 3.17 ha (o sea el 1% de 317.5450 ha) utilizándose para eso, un número de 31 unidades de muestreo.

Para el caso de México, Ramos-Balderas (2015) y Berlanga *et. al.* (1992) recomiendan una intensidad de muestreo de 1% del área de interés para ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, respaldando la metodología de Rivas-Torres (2001) anteriormente expuesta.

Ramos-Balderas, G.E. 2015. Análisis de la viabilidad del aprovechamiento de especies forestales no maderables en el ejido San Miguel, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 90p.

Berlanga, R.C.A., L.A. González y H. Franco. 1992. Metodología para la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico No. 1. C.E. La Sauceda. Saltillo. INIFAP. SARH. Coahuila. 22p.

De acuerdo a las Normas Técnicas Forestales (Frith y Ubiera, 2001), mismas que fueron diseñadas para el estudio de ecosistemas forestales naturales, es decir, no inducidos, una intensidad de muestreo para superficies mayores de 40 ha, deberá ser de 1.5 % con niveles de confianza no menores al 95.

Como ya se mencionó con anterioridad, es importante hacer notar que el área del proyecto se encuentra dentro de la clasificación de matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaula de la CHF por lo que los muestreos de vegetación y fauna se realizaron en esos tipos de vegetación únicamente; así pues, si adoptáramos el criterio de Frith y Ubiera para muestrear en las áreas de matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaula de la cuenca hidrológico-forestal correspondiente al proyecto, se debería aplicar una intensidad de muestreo equivalente a 31 sitios de muestreo con unidades muestrales de 1000 m² lo cual, para determinar simplemente que las especies del área del proyecto están bien representadas en la CHF y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema con el desarrollo del proyecto, puede ser un esfuerzo excesivo de trabajo de campo para su realización.

Frith, M. y F. Ubiera. 2001. Normas Técnicas para Planes de Manejo Forestal. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo. República Dominicana. 48 p.

Criterios basados en cálculos estadísticos

Las estimaciones del número de unidades muestrales usando un criterio estadístico se basa en la aplicación de algoritmos matemáticos independientemente del tamaño o superficie de terreno en que se encuentre la población o comunidad vegetal de interés; sin embargo, para la aplicación de los métodos estadísticos regularmente se requiere de un muestreo piloto de algunas unidades muestrales ya que la variación en los valores de los parámetros medidos, determinará el número estadísticamente significativo de unidades muestrales a realizar.

Los métodos estadísticos podrán aplicarse a poblaciones finitas (valor de *N* conocido) y a poblaciones infinitas.

Entre los métodos estadísticos aplicados para obtener el número de unidades de muestreo (*n*) en poblaciones finitas está el propuesto por Mostacedo y Fredericksen (2000) y Gaillard y Pece (2011).

Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz. Bolivia. 92 p.

Gaillard, C. y M.G. Pece. 2011. Muestreo y Técnicas de Evaluación en Vegetación y Fauna. Serie didáctica N° 27. Facultad de Ciencias Forestales Ingeniero Néstor René Ledesma. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 77p.

La fórmula matemática para calcularlo es la siguiente:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muestrales a aplicar

t = Valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa **t** = 0.05, es decir 95% de probabilidad y dos colas

CV = Coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un pre-muestreo

E = Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro; generalmente es del 20%

N = Total de unidades muestrales en toda la población

*El coeficiente de variación (**CV**) deriva de la ecuación:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación

s = Desviación estándar

X = Valor promedio

El valor de la desviación estándar (**s**) deriva de la ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{N}}{N - 1}}$$

Donde:

d = Es el valor de densidad que en este caso se tomó como parámetro para obtener el valor de **n**.

El método consiste en realizar un muestreo piloto y, con los datos obtenidos, aplicar la formula propuesta por el autor. En este ejercicio se tomaron 3 muestras preliminares para determinar el número de unidades de muestreo para la CFH; los resultados muestran el siguiente valor de **n**:

AREA CHF CON BE Y VSABE =	317.5450	ha
% A MUESTREAR =	0.015	
TAMAÑO AREA A MUESTREAR =	4.76	ha
TAMAÑO SITIOS MUESTREO =	0.1	ha
NUMERO SITIOS EN TEORIA (N) =	47	

CUADRANTE	DENSIDAD	(DENSIDAD) ²
1	78	6084
2	60	3600
3	56	3136
SUMA =	194	12820
PROMEDIO =	65	
s =	11.7	
CV (%) =	18.1	
t =	2.5150	
E (%) =	20	
N =	20	
n =	4	

Como puede observarse, el valor de $n = 4$ es igual que el número de sitios de muestreo establecidos en el área de la CHF (4), lo cual da validez a los resultados obtenidos y, evidentemente determina que las especies del área del proyecto fueron muestreadas con un buen nivel de representatividad estadística en los ecosistemas donde ellas residen.

Criterio basado en la recomendación de la SEMARNAT

Tomando en cuenta la recomendación o el criterio establecido por la SEMARNAT de que el muestreo en una CHF debe servir para determinar que las especies del área del proyecto están bien representadas en ella y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema, el número de sitios de muestreo deberá ser de tal magnitud que cumpla con ese requisito sin llegar a hacer un muestreo que sea espacial y estadísticamente representativo del área total de la CHF ya que eso podría ser prohibitivo para el proyecto debido a factores como el gasto económico, el tiempo de realización, presencia barreras geográficas y/o topográficas y acceso limitado a otros predios dentro de la CHF, entre otros.

El procedimiento consiste en hacer primeramente el muestreo en el área propuesta para CUSTF y se registran las especies encontradas en los ecosistemas de esa área.

Seguidamente se inicia el muestreo en los mismos ecosistemas de la CHF que representan a los del área de interés ya muestreada y se anotan las especies encontradas en ese primer punto de muestreo; en el siguiente sitio de muestreo se realizan las mediciones sobre todas las especies encontradas en él pero además se anotan las especies nuevas que van apareciendo con respecto al sitio de muestreo anterior. En el tercer sitio de muestreo se continúa con la misma metodología y así sucesivamente hasta llegar a un sitio de muestreo n donde ya se encuentren representadas todas las especies del área propuesta para CUSTF; en otras palabras, se trata de elaborar una curva de acumulación de especies hasta lograr la representatividad de las especies del área del proyecto dentro la CHF correspondiente para así asegurarse de que las especies del área del proyecto están representadas en la CHF y no se pone en riesgo la biodiversidad.

Para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en la cuenca hidrológico-forestal, se establecieron los sitios de muestreo tomando en consideración las variaciones detectadas en la topografía, tipos de suelos, rasgos geológicos y cambios en la vegetación, principalmente. Se realizó el muestreo usando 4 parcelas circulares de 17.84 m de radio (1,000m²).

El siguiente plano cartográfico (Figura IV - 37) muestra la distribución geográfica de los sitios de muestreo en el ecosistema de matorral sarcocaulé de la cuenca hidrológica forestal, los cuales se ubicaron en las cercanías del área propuesta para CUSTF la cual podría afectada por las obras del proyecto:

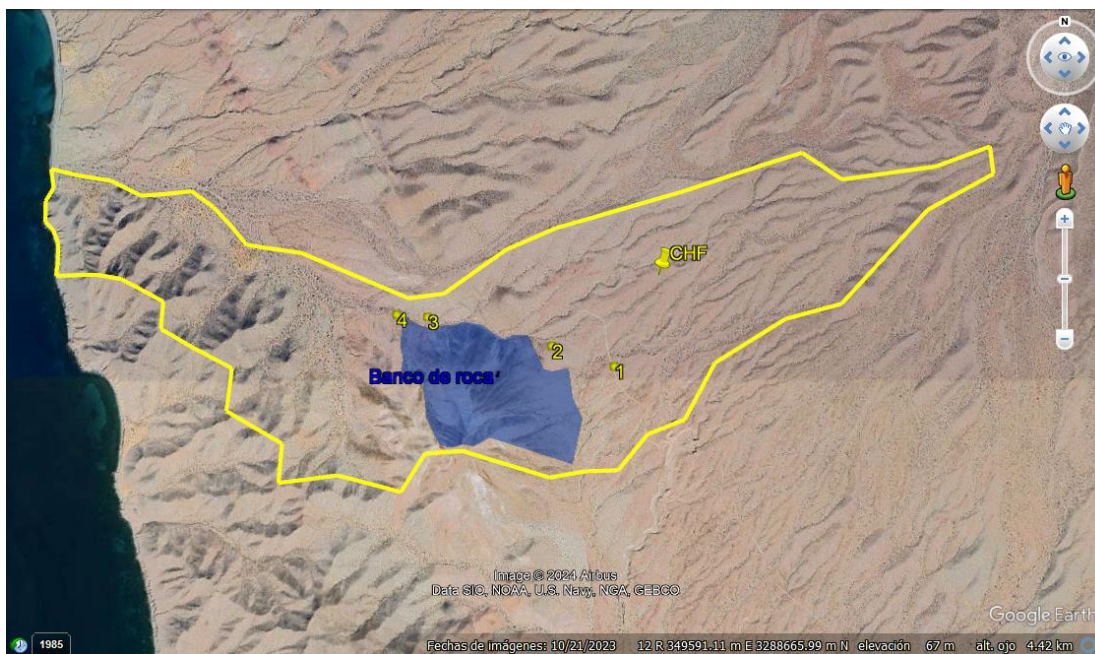


Figura IV - 37. Plano cartográfico que muestra los sitios de muestreo de la CHF

La posición geográfica de los sitios de muestreo en la cuenca hidrológica-forestal fue tomada y registrada con un GPS manual en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84 – Zona 12R; el siguiente cuadro muestra las coordenadas de los sitios de muestreo.

Coordenadas UTM que precisan la ubicación geográfica de los sitios de muestreo

SITIO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	349193	3289349
2	348911	3289445
3	348345	3289585
4	348203	3289598

Inventarios

De acuerdo a Font Quer (2001) y Franco-López (2011), el término "Composición Florística" consiste en un inventario a detalle de las especies de plantas de una comunidad vegetal determinada.

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, para el estudio de la vegetación dentro de la cuenca hidrológico-forestal, únicamente se consideraron los ecosistemas que están representados en el área de interés, esto es, las mediciones de las especies vegetales se hicieron en el matorral desértico micrófilo y en el matorral sarcocaulle de la cuenca. Esta decisión se debe a que las obras del proyecto van a impactar únicamente a esos tipos de ecosistemas, por lo que al hacer la remoción de las especies en el predio de interés debemos asegurar que la biodiversidad no se va a afectar en ese tipo de vegetación de la cuenca hidrológico-forestal al confirmar que las especies están bien representadas en esa cuenca.

La estructura de una comunidad vegetal, así como la dinámica de la misma puede ser caracterizada si se conocen algunos de los atributos de las especies que la conforman. Los atributos de la vegetación más conocidos son la densidad, frecuencia, cobertura y el valor de importancia ecológico de las mismas. La *densidad* de una especie se interpreta como el número de individuos de esa especie que habitan por unidad de área, en este caso, por hectárea. La *frecuencia* nos da una idea sobre la distribución espacial de los individuos de una especie en una determinada área. El atributo de la vegetación conocido como *cobertura* nos indica la cantidad de terreno que está cubierto por el follaje de una especie. Debemos tener en cuenta que una especie no necesariamente por ser muy densa, cubrirá una gran superficie con su follaje. En otras palabras, una especie arbórea, con pocos individuos puede tener mayor cobertura que una especie muy abundante, pero con poco follaje. El *valor de importancia* nos indica que especie es la que juega un papel dominante sobre las demás, cual es la que controla el flujo de energía en ese ecosistema, cual es la que consume la mayor cantidad de recursos (nutrientes, agua, luz, etc.).

Para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en la CHF, se realizaron muestreos consistentes en mediciones en un total de 4 parcelas circulares de 17.84 m de radio como se mencionó anteriormente. Dentro de cada cuadrante se identificaron taxonómicamente todas las plantas y se registró el número de individuos por especie y se midió la cobertura de su follaje y la altura de las plantas. Con esta metodología se obtuvo la información de campo necesaria para conocer la densidad de individuos de cada especie por ha, la cobertura o superficie que esas especies ocupan por unidad de área, la frecuencia con la que se presentan las especies a lo largo del terreno, así como el valor de importancia ecológico que cada una de las especies desempeñan en esa comunidad.

Los resultados de las mediciones de la vegetación para cada estación de muestreo dentro de matorral sarcocaula, los cuales son los tipos de vegetación que serán afectados por el desarrollo del proyecto en el área de la CHF, se resumen en la información expuesta en los siguientes cuadros:

Sitio 1

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	20
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	3
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	1
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	4
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	20
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	3
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	15
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	2
<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	1
<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	1
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	9
<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	1
<i>Stillingia linearifolia</i>	Hierba del sapo	15



Imagen fotográfica que muestra la vegetación existente en el sitio de muestreo 1 de la CHF del proyecto. Nótese la escasa densidad de especies, la presencia de suelos pedregosos y el tipo de plantas adaptadas a la aridez del área

Sitio 2

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	1
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	4
<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	1
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	1
<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	2
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	34
<i>Krameria Parvifolia</i>	Cósahui	2

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	1
<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	1
<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	1
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	10
<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Huevito	1
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	1



Imagen parcial de la vegetación del sitio 2 de la CHF. Corresponde a un sitio que muestra las mismas condiciones ambientales y de suelos que el sitio 1

Sitio 3

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	8
<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	2
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	5
<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	13
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	33
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	15
<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	2
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	111
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	3



Vista panorámica parcial del sitio de muestreo 3 de la CHF del proyecto. Nótese la baja densidad de especies

Sitio 4

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	2
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	4
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	1
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	14
<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	4
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	8
<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	3
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	1
<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	2
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	17



Imagen parcial del sitio 4 en el muestreo de la CHF. Se observa una baja riqueza de especies

Memoria de Cálculo de Atributos Ecológicos de las Especies Vegetales

De acuerdo a Odum y Warrett (2006), el Índice de Valor de Importancia (IVI) es un índice desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie vegetal en rodales mezclados y el procedimiento de su cálculo es el siguiente.

$$IVI = \text{Densidad relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

Donde la Densidad relativa de una especie es igual a la densidad de la especie dividida entre la densidad total de todas las especies multiplicada por 100; la dominancia relativa es igual al área basal o cobertura de la especie dividida entre el área basal o cobertura total de todas las especies multiplicada por 100; la frecuencia relativa es igual a la aparición de la especie en un sitio dividida entre la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.

Para el caso de comunidades vegetales los autores Odum y Warrett, al igual que Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) y Brower y Zar (1977), consideran que el factor Dominancia debe ser estimado en base a algún atributo medible y significativo de las plantas como puede ser el área basal o su cobertura y no por su densidad como ocurre con las especies animales. El argumento principal consiste en que una especie con un número de individuos (por ejemplo un pasto) superior a especies arbustivas y arbóreas puede adquirir un alto IVI si consideramos el factor Densidad para estimar su Dominancia en la comunidad, lo cual no significa que en la realidad eso sea verdad ya que una población menos densa de alguna especie arbustiva o arbórea, debido a su gran cobertura, puede jugar un mejor papel en el funcionamiento del ecosistema al considerar que produce mayor cantidad de oxígeno, fija mayor cantidad carbono, aprovecha con mayor intensidad los recursos suelo, agua, luz, etcétera.

Odum, E. y G.W. Warrett. 2006. *Fundamentos de Ecología*. Ed. Thomson. México. 600 p.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. New York. 547 p.

Brower, J.E. y J.H. Zar. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W.M. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. U.S.A. 194 p.

De igual forma, la **Guía para la Elaboración de Estudios Técnicos Justificativos** para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) publicada por la SEMARNAT (2017), en los numerales III.2.1.3 y IV.2.1.3 titulados *Análisis de diversidad de la vegetación* establece en su inciso b:

Dominancia relativa. Se define como el porcentaje de biomasa (área basal o superficie de cobertura) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. La dominancia de una especie está dada por su biomasa y la abundancia numérica. También es denominada

grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los individuos sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje.

www.gob.mx/semarnat

Para el caso de organismos animales, el valor de dominancia se obtiene a partir de valores de densidades mediante la fórmula:

$$D = (n/N)^2$$

Donde:

D es la dominancia de la especie

n es el número de individuos de la especie

N es la suma de las densidades de todas las especies del área muestreada
(Brower y Zar, 1977).

Así pues, para la estimación de los índices de valor de importancia (IVI) de las especies vegetales de la CHF, se consideró el factor Cobertura como equivalente de Dominancia en la ecuación de Odum y Warrett expuesta en párrafos anteriores.

En los cuadros siguientes se presentan los valores de IVI y otros atributos de las especies vegetales muestreadas dentro de los tipos de vegetación afectados por el desarrollo del proyecto en el área de la CHF; la información se presenta por estratos y formas de vida de las especies registradas. Es importante mencionar que en esta área no se encontraron elementos del estrato arbóreo.

Estrato arbóreo

Es importante mencionar que en esta área no se encontraron elementos del estrato arbóreo.

Estrato arbustivo

En el siguiente Cuadro se presentan los valores de los atributos ecológicos de las especies de estrato arbustivo para el tipo de vegetación matorral sarcocaula en la CHF, indicando densidad relativa, cobertura relativa, frecuencia relativa, valor de importancia y la posición de la especie en relación a las demás especies de la comunidad vegetal.

Cuadro IV - 8. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo que habitan en el matorral sarcocaula de la CHF

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	3.24	8.11	7.41	18.76	5
2	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	2.78	3.86	11.11	17.75	5
3	<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	21.30	2.29	14.81	38.40	2
4	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	4.17	16.40	11.11	31.68	3
5	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	41.67	45.85	7.41	94.93	1
6	<i>Krameria Parvifolia</i>	Cósahui	0.93	0.24	14.81	15.98	5
7	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	8.33	13.53	3.70	25.57	4
8	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Huevito	0.46	0.19	11.11	11.76	6
9	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	9.72	8.65	3.70	22.08	4
10	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	0.46	0.05	11.11	11.62	6
11	<i>Stillingia linearifolia</i>	Hierba del sapo	6.94	0.82	3.70	11.47	6
			100	100	100	300	

Donde:

DR = Densidad relativa expresada en valores porcentuales,

CR = Cobertura relativa expresada en valores porcentuales,

FR = Frecuencia relativa expresada en valores porcentuales

V.I. = Valor de importancia que nos indica el peso ecológico que tiene esa especie en la comunidad,

CLASE = La categoría que tiene la especie en términos de su papel ecológico dentro de la comunidad.

En el Cuadro anterior podemos observar que la matacora (*Jatropha cuneata*), es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato arbustivo de la comunidad vegetal en el ecosistema de matorral sarcocaula de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Estrato herbáceo

En el siguiente Cuadro se presentan los valores de los atributos ecológicos de las especies de estrato herbáceo para el tipo de vegetación matorral sarcocaula en la CHF, indicando densidad relativa, cobertura relativa, frecuencia relativa, valor de importancia y la posición de la especie en relación a las demás especies de la comunidad vegetal.

Cuadro IV - 9. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo que habitan en el matorral sarcocaula de la CHF

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	59.46	80.74	50.00	190.20	1
2	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	40.54	19.26	50.00	109.80	2

100 100 100 300

En el Cuadro anterior podemos observar que el chamizo cenizo (*Ambrosia dumosa*) es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato herbáceo de la comunidad vegetal en el ecosistema de matorral sarcocaula de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Estrato cactáceas

En el siguiente Cuadro se presentan los valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas para el tipo de vegetación matorral sarcocaula en la CHF, indicando densidad relativa, cobertura relativa, frecuencia relativa, valor de importancia y la posición de la especie en relación a las demás especies de la comunidad vegetal.

Cuadro IV - 10. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato cactáceas que habitan en el matorral sarcocaula de la CHF

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	0.67	0.07	6.67	7.40	5
2	<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	4.67	0.27	20.00	24.93	3
3	<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	4.67	23.49	26.67	54.82	2
4	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	1.33	0.03	13.33	14.69	4
5	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	87.33	70.19	26.67	184.19	1
6	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	1.33	5.97	6.67	13.97	4

100 100 100 300

En el Cuadro anterior podemos observar que la choya güera (*Opuntia bigelovii*), es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato de cactáceas de la comunidad vegetal en el ecosistema de matorral sarcocaula de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Análisis de diversidad de la vegetación

Metodología

Índice de Diversidad de Especies

Otro de los atributos que se determinó para las especies vegetales del área de la CHF del proyecto, fue la Diversidad de Especies. Este atributo se determina usando diversos algoritmos matemáticos llamados Índices de Diversidad entre los que figuran el de Simpson, el de Shannon - Wiener, el de Margalef, entre otros; los dos primeros índices de diversidad están basados en la densidad absoluta de las especies mientras que el índice de diversidad de Margalef para estimar la biodiversidad de una comunidad se basa en el número de especies presentes, así como en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

Utilizando los resultados de los muestreos en la CHF y en las áreas del proyecto propuestas para CUSTF, se efectuó la estimación del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las comunidades vegetales con el objetivo de determinar si existe una riqueza de especies vegetales mayor en la CHF que en el área del proyecto, lo cual indicaría que el índice de diversidad de especies vegetales es mayor en la CHF que las presentes en las áreas del proyecto, con lo cual se aseguraría que no se pone en riesgo la biodiversidad a consecuencia de las obras del proyecto.

Para la determinación del índice de Shannon - Wiener se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i (\ln(p_i))$$

Dónde:

$p_i = n_i/N$ y $N = \sum n_i$

n_i = Abundancia proporcional de la especie i .

N = Suma total de la abundancia de todas las especies

Los valores de H' varían de 1 a 5, de acuerdo a las siguientes condiciones (Moreno, 2001):

- 5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4, refleja muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1.* Zaragoza, 84 pp.

Estrato arbóreo

Como ya se mencionó, en la CHF no se encontraron elementos del estrato arbóreo.

Estrato arbustivo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbustivas en la vegetación matorral sarcocaula de la CHF, así como otros atributos ecológicos, se muestran en el siguiente cuadro, para la riqueza de 11 especies:

Cuadro IV - 11. Valores de algunos atributos de las poblaciones de especies arbustivas en la vegetación matorral sarcocaula de la CHF

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N \cdot \ln(n/N)$
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	18	0.0324	-3.4294	-0.1111
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	15	0.0278	-3.5835	-0.0995
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	115	0.2130	-1.5466	-0.3294
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	23	0.0417	-3.1781	-0.1324
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	225	0.4167	-0.8755	-0.3648
<i>Krameria parvifolia</i>	Cósahui	5	0.0093	-4.6821	-0.0434
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	45	0.0833	-2.4849	-0.2071
<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Huevito	3	0.0046	-5.3753	-0.0249
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	53	0.0972	-2.3308	-0.2266
<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	3	0.0046	-5.3753	-0.0249
<i>Stillingia linearifolia</i>	Hierba del sapo	38	0.0694	-2.6672	-0.1852
TOTAL:		540	1.0000	-35.5286	-1.7493
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.7493
Riqueza (S) =					11
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					2.3979
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.7295

Si analizamos los resultados del cuadro anterior veremos que, de acuerdo a Moreno (2001), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de

especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de Shannon-Wiener o de Margalef, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies.

Según los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo del cuadro anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la matacora (*Jatropha cuneata*) es la especie que, debido a su densidad mayor es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.4167$, con una densidad de 225 ejemplares), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies arbustivas muestreado. Las menores densidades corresponden a Huevito y Mala mujer.

Estrato herbáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales herbáceas en la vegetación matorral sarcocaula de la CHF, así como otros atributos ecológicos, se muestran en el siguiente cuadro, para la riqueza de 2 especies.

Cuadro IV - 12. Valores del índice de diversidad de las especies de herbáceas en la vegetación matorral sarcocaula de la CHF

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	45	0.5455	-0.6061	-0.3306
<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	38	0.4545	-0.7885	-0.3584
TOTAL:		83	1.0000	-1.3946	-0.6890
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					0.6890
Riqueza (S) =					2
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					0.6931
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.9940

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo del cuadro anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), el chamizo cenizo (*Jatropha cuneata*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.5455$, con una densidad de 45 ejemplares), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herbáceas muestreado.

Estrato cactáceas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales cactáceas en la vegetación matorral sarcocaula de la CHF, así como otros atributos

ecológicos, se muestran en el siguiente cuadro, para la riqueza de 6 especies:

Cuadro III - 1. Valores del índice de diversidad de las especies cactáceas en la vegetación matorral sarcocaula de la CHF

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	3	0.0067	-5.0106	-0.0334
<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	18	0.0467	-3.0647	-0.1430
<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	18	0.0467	-3.0647	-0.1430
<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	5	0.0133	-4.3175	-0.0576
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	328	0.8733	-0.1354	-0.1183
<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	5	0.0133	-4.3175	-0.0576
TOTAL:		375	1.0000	-19.9105	-0.5529
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					0.5529
Riqueza (S) =					6
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					1.7918
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.3086

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos de cactáceas del cuadro anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la Choya güera (*Opuntia bigelovii*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.8733$, con una densidad de 328 ejemplares), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies de cactáceas muestreado. La menor densidad corresponde a Sahuaro.

De manera resumida, obtenemos los siguientes datos sobre los atributos ecológicos para la vegetación matorral sarcocaula de la CHF (ver cuadro siguiente).

Tipo de vegetación	Estrato	Variable			
		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Riqueza (S)	Diversidad máxima (H_{max})	Índice Equidad Pielou (J)
		CHF	CHF	CHF	CHF
Matorral sarcocaula	Arbóreo	-	-	-	-
	Arbustivo	1.7493	11	2.3979	0.7295
	Herbáceo	0.6890	2	0.6931	0.9940
	Cactáceo	0.5529	6	1.7918	0.3086

De este resumen del cuadro anterior, podemos observar que en el tipo de vegetación matorral sarcocaula, las especies del estrato arbustivo son las que más riqueza se cuantificó, que son 11. No se encontraron especies en el estrato arbóreo.

ÁREA DEL PROYECTO

Tipos de vegetación por afectar

De acuerdo con el esquema fitogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), la microcuenca donde se ubica el predio del proyecto, forma parte de la provincia florística llamada Planicie Costera del Noroeste, la cual comprende las zonas planas de todo el Estado de Sonora y de gran parte del Estado de Sinaloa (Figura IV - 38).

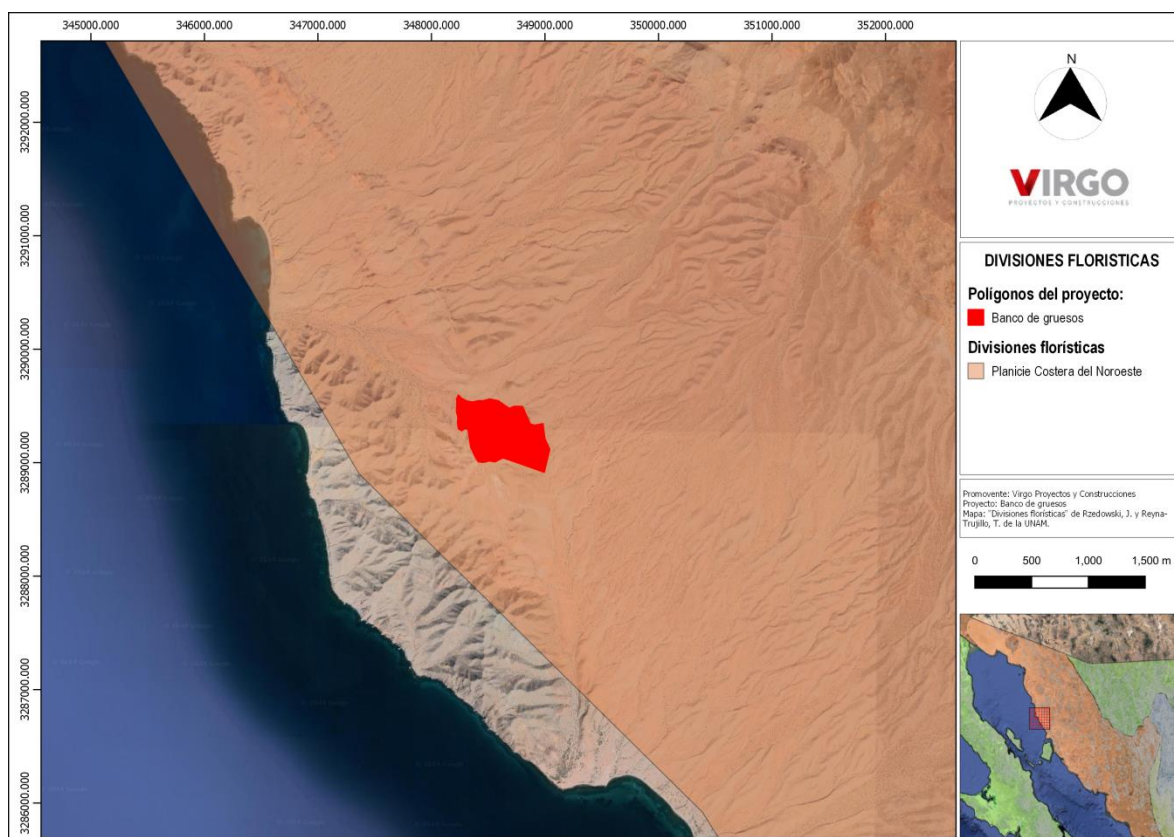


Figura IV - 38. Ubicación del sitio del proyecto en relación a las provincias florísticas

Fuente: CONABIO. 2008. *Capital Natural de México: Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 620 p.

Planicie Costera del Noroeste

La descripción de esta planicie fue desarrollada en el apartado correspondiente de la CHF

En la siguiente figura se muestra la distribución de los tipos de vegetación dentro del área del proyecto, según la clasificación del INEGI, Serie VII.

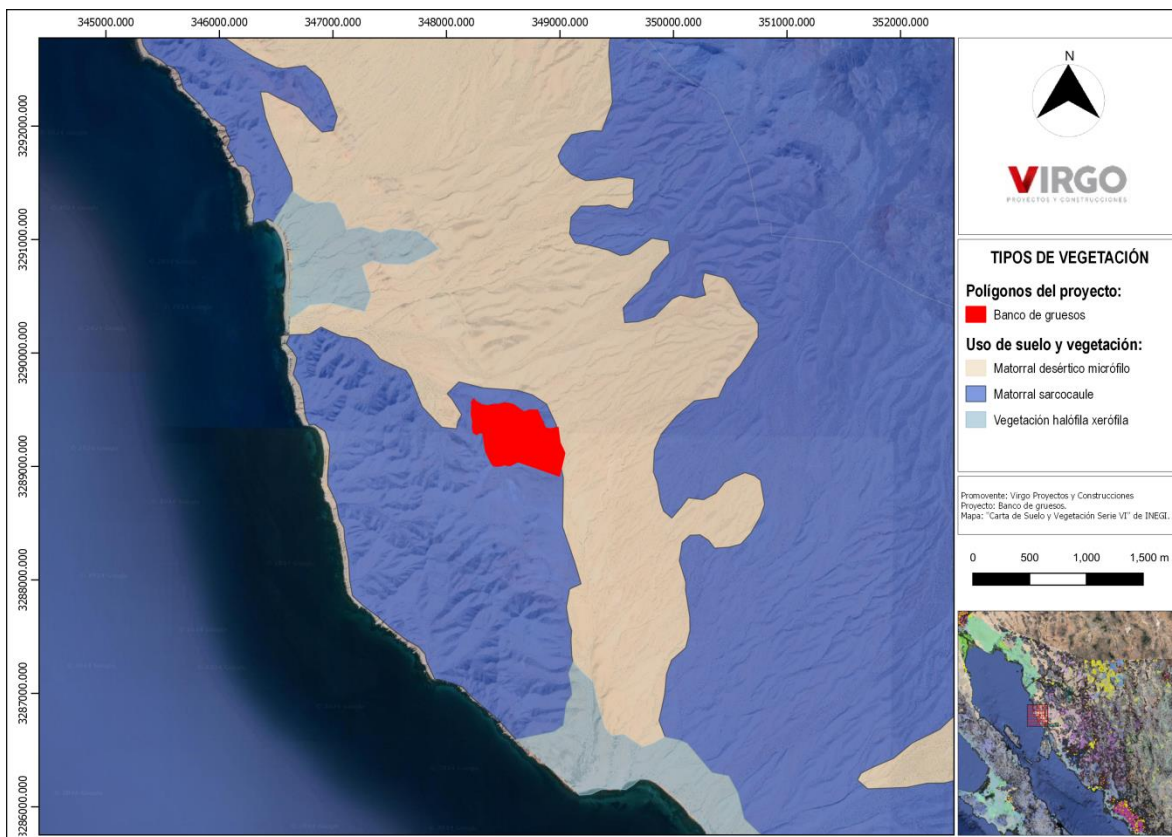


Figura IV - 39. Tipos de vegetación área del proyecto, de acuerdo a Serie VII del INEGI

En el siguiente cuadro se pueden apreciar las proporciones de los tipos de vegetación de la CHF según la cartografía del INEGI.

Cuadro IV - 13. Tipos de vegetación y su cobertura en el sitio del proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN	COBERTURA (ha)	RELACION (%)
Matorral Sarcocaula	35.4756	100.00
TOTAL:	35.4756	100.00

Matorral Sarcocaula

La descripción de esta vegetación fue desarrollada en el apartado correspondiente de la CHF

IV.2.1.2 Caracterización de la vegetación

Dado que la naturaleza del proyecto demanda la remoción total de la vegetación, la

superficie con terrenos forestales del proyecto será afectada de manera permanente en su totalidad por el desarrollo del proyecto.

De acuerdo a entrevistas con pobladores locales y a consultas en fuentes oficiales, se encontró que el área de interés no ha sufrido impactos por incendios en los últimos 20 años.

Una vez ubicados en el área de interés, se hizo un recorrido preliminar en la totalidad del terreno con la intención de determinar visualmente la presencia de diferentes tipos de vegetación y/o ciertas asociaciones de especies dentro de un mismo tipo de vegetación. Durante ese recorrido de reconocimiento, se hizo un inventario general de las especies vegetales presentes en el predio y se determinaron los sitios que habría de muestrearse para medir algunos atributos de la vegetación.

Cuadro IV - 14. Especies vegetales presentes en el ecosistema de Matorral sarcocaulé del área propuesta para CUSTF

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-059	CITES
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Ambrosia	Asteraceae	-	-
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	Burseraceae	-	-
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	Cactaceae	A	-
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	Fabaceae	-	-
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	Asteraceae	-	-
6	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Fouquieriaceae	-	-
7	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	Malvaceae	-	-
8	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	Euphorbiaceae	-	-
9	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Zygophyllaceae	-	-
10	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	Cactaceae	-	-
11	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	Cactaceae	-	-
12	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	Simmondsiaceae	-	
13	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	Solanaceae	-	-

Sinonimia taxonómica

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	SINONIMO

Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	<i>Parkinsonia microphylla</i>
Choya güera	<i>Opuntia bigelovii</i>	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>

Respecto a la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las especies mostradas en el Cuadro IV - 14, solo el sahuaro (*Carnegiea gigantea*) se encuentra listado bajo la categoría de Amenazada (A), por lo que tal especie deberá ser considerada con prioridad en el programa de rescate y conservación de organismos vegetales del proyecto. De acuerdo a la CITES ninguna de las especies anteriores se encuentra listado en sus categorías de protección. (SEMARNAT, 2010; CITES, 2017).

El cuadro siguiente, nos indica la caracterización de las especies encontradas de acuerdo a su forma de vida; así, considerando las definiciones de arbusto y árbol expuestas por Font Quer (2001), los elementos arbóreos se agrupan en el estrato superior de la comunidad, comprendiendo especies que sobrepasan los 5 m de alto. En el estrato medio o arbustivo, figuran especies leñosas y cactáceas con porte de 1 a 5 metros. En el estrato inferior, de 0.05 a 1.00 metros, se incluyen diferentes especies de hierbas perennes.

Cuadro IV - 15. Formas de vida de las especies vegetales presentes en el ecosistema con Matorral sarcocaulé del área propuesta para CUSTF

NO.	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Ambrosia	Herbácea
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	Arbustiva
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	Cactácea
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	Arbustiva
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	Arbustiva
6	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Arbustiva
7	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	Herbácea
8	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	Arbustiva
9	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Arbustiva
10	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	Cactácea
11	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	Cactácea
12	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	Arbustiva
13	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	Arbustiva

Como se observa en el cuadro anterior, en el ecosistema estudiado no existen especies del estrato arbóreo.

Para la realización del trabajo de campo en el área propuesta para CUSTF, se establecieron 4 estaciones de muestreo tomando en consideración las variaciones observadas en la topografía, tipos de suelos, rasgos geológicos y cambios en la vegetación, principalmente. El siguiente plano cartográfico (Figura IV - 40) muestra la distribución geográfica de los sitios de muestreo en el área propuesta para CUSTF:



Figura IV - 40. Distribución espacial de los sitios de muestreo en el área del proyecto

La posición geográfica de los sitios de muestreo en el área del proyecto fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84-Zona 12R. En el siguiente cuadro se muestran las coordenadas de los sitios de muestreo y sus áreas correspondientes.

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto

POLIGONO FORESTAL	TIPO DE VEGETACION	SITIO DE MUESTREO	FORMA DE LA UNIDAD MUESTRAL	ÁREA (m ²)	COORD X	COORD Y
Area CUSTF	Matorral sarcocaulé	1	Círculo	1000	348929	3289054
		2	Círculo	1000	348819	3289234
		3	Círculo	1000	348768	3289423
		4	Círculo	1000	348523	3289523

IV.2.1.3 Composición y estructura florística de la vegetación

La estructura de una comunidad vegetal, así como la dinámica de la misma puede ser caracterizada si se conocen algunos de los atributos de las especies que la conforman. Los atributos de la vegetación más conocidos son la densidad, frecuencia, cobertura y el valor de importancia ecológico de las mismas. La *densidad* de una especie (abundancia, para algunos autores) se interpreta como el número de individuos de esa especie que habitan por unidad de área, en este caso, por hectárea. La *frecuencia* nos da una idea sobre la distribución espacial de los individuos de una especie en una determinada área. El atributo de la vegetación conocido como *cobertura* (o *dominancia* por ciertos investigadores) nos indica la cantidad de terreno que está cubierto por el follaje de una especie. Debemos tener en cuenta que una especie no necesariamente por ser muy densa, cubrirá una gran superficie con su follaje. En otras palabras, una especie arbórea, con pocos individuos puede tener mayor cobertura que una especie muy abundante, pero con poco follaje. El *valor de importancia* nos indica que especie es la que juega un papel dominante sobre las demás, cual es la que controla el flujo de energía en ese ecosistema, cual es la que consume la mayor cantidad de recursos (nutrientes, agua, luz, etc.).

La determinación del número de sitios de muestreo para el área del proyecto, se realizó tomando como base la metodología propuesta por Frith y Ubiera (2001) en la que se propone, que para superficies con dimensiones entre 20 a 40 ha, se debe emplear una Intensidad de Muestreo correspondiente al 2% del total del área de interés para obtener resultados con un error menor al 5%. Así pues, para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en las áreas de interés, se realizaron muestreos consistentes en mediciones en 4 sitios. Las unidades de muestreo establecidas en los polígonos del proyecto fueron de forma circular de 18 metros de radio (1,000 m²) de acuerdo a la densidad y formas de vida de las especies vegetales presentes en las comunidades vegetales.

En forma adicional, después de haber trabajado con la primera técnica de muestreo, se realizó un ejercicio usando la metodología sugerida por Mostacedo y Fredericksen (op. cit.) como una forma para asegurar que el número de unidades de muestreo (*n*) para el mismo proyecto fueran estadísticamente representativas. La fórmula matemática para lograrlo es la siguiente:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muestrales a aplicar

t = Valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa *t* = 0.05, es decir 95% de probabilidad y dos colas

CV = Coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un pre-muestreo

E = Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro; generalmente es del 20%

N = Total de unidades muestrales en toda la población

*El coeficiente de variación (**CV**) deriva de la ecuación:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación

***s** = Desviación estándar

X = Valor promedio

El valor de la desviación estándar (**s**) deriva de la ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{N}}{N - 1}}$$

Donde:

d = Es el valor de densidad que en este caso se tomó como parámetro para obtener el valor de **n**.

El método consiste en realizar un muestreo piloto y, con los datos obtenidos, aplicar la formula propuesta por el autor. En este ejercicio se tomaron 3 muestras preliminares para determinar el número de unidades de muestreo para el sitio del proyecto; los resultados muestran el siguiente valor de **n**:

CUADRANTE	DENSIDAD	(DENSIDAD) ²
1	78	6084
2	93	8649
3	86	7396
SUMA =	257	22129
PROMEDIO =	86	
s =	7.5	
CV (%) =	8.8	
t =	4.3027	
E (%) =	20	

<i>N</i> =	6	
<i>n</i> =	2	

Como puede observarse, el valor de ***n*** (2) es menor que el número de sitios de muestreo establecidos en el área con matorral sarcocaula propuesta para CUSTF (4), lo cual da mayor validez a los resultados obtenidos y que evidentemente determina que las especies del área del proyecto fueron muestreadas con un buen nivel de representatividad estadística en los ecosistemas donde ellas residen.

Con esta técnica se obtuvo la información de campo necesaria para conocer la densidad de individuos de cada especie que viven en las áreas de interés, así como la cobertura o superficie que esas especies ocupan en el proyecto y el valor de importancia ecológico que cada una de las especies desempeñan en esa comunidad.

Para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en el CUSTF, se realizaron muestreos consistentes en mediciones en un total de 4 parcelas circulares de 1000 m², como se mencionó anteriormente. Dentro de cada cuadrante se identificaron taxonómicamente todas las plantas y se registró el número de individuos por especie y se midió la cobertura de su follaje y la altura de las plantas. Con esta metodología se obtuvo la información de campo necesaria para conocer la densidad de individuos de cada especie por ha, la cobertura o superficie que esas especies ocupan por unidad de área, la frecuencia con la que se presentan las especies a lo largo del terreno, así como el valor de importancia ecológico que cada una de las especies desempeñan en esa comunidad.

Los resultados de las mediciones de la vegetación para cada estación de muestreo se resumen en la información expuesta en los siguientes cuadros:

Sitio 1

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	4
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	2
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	27
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	13
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	19
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	11
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	2



Imagen fotográfica que muestra la vegetación existente en el sitio de muestreo 1 del área del proyecto. Nótese la escasa densidad de especies, la presencia de suelos rocosos y el tipo de plantas adaptadas a la aridez del lugar

Sitio 2

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Ambrosia dumosa</i>	Ambrosia	3
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	2
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	31
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	10
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	21
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	15
<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	2
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	8

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	1



Imagen parcial de la vegetación del sitio 2 del área del proyecto. Un sitio que muestra las mismas condiciones ambientales y de suelos que el sitio 1

Sitio 3

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	2
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	9
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	9
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	28
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	12
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	35



Vista panorámica parcial del sitio de muestreo 3 del área del proyecto. Nótese la baja riqueza y densidad de especies del ecosistema de matorral sarcocaulé

Sitio 4

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	3
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	1
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	49
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	6
<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	4
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	13
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	3
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	1

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	2
<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	4



Imagen parcial del sitio 4 en el muestreo del área del proyecto. Se observa una baja riqueza de especies

Memoria de Cálculo de Atributos Ecológicos de las Especies Vegetales

De acuerdo a Odum y Warrett (2006), el Índice de Valor de Importancia (IVI) es un índice desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie vegetal en rodales mezclados, la metodología para su determinación se contempló ya en el apartado de la CHF.

En los cuadros siguientes se presentan los valores de IVI y otros atributos de las especies vegetales muestreadas dentro de los tipos de vegetación afectados por el desarrollo del proyecto en el área del área propuesta para CUSTF; la información se presenta por estratos y formas de vida de las especies registradas; es importante mencionar que en el

matorral sarcocaula del área del proyecto no se encontraron individuos del estrato arbóreo en los sitios muestreados.

Estrato arbóreo

No se encontraron especies pertenecientes al estrato arbóreo

Estrato arbustivo

En el siguiente Cuadro se presentan los valores de los atributos ecológicos de las especies de estrato arbustivo para el tipo de vegetación matorral sarcocaula en el sitio del proyecto, indicando densidad relativa, cobertura relativa, frecuencia relativa, valor de importancia y la posición de la especie en relación a las demás especies de la comunidad vegetal.

Cuadro IV - 16. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo que habitan en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	3.73	6.31	16.67	26.70	4
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	0.34	0.65	4.17	5.16	6
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	39.32	8.85	16.67	64.84	2
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	12.88	39.07	16.67	68.62	2
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	27.46	29.67	16.67	73.79	1
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	13.90	13.44	16.67	44.01	3
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	1.02	0.92	8.33	10.27	5

100 100 100 300

En el Cuadro anterior podemos observar que la matacora (*Jatropha cuneata*) es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato arbustivo de la comunidad vegetal en el ecosistema de matorral sarcocaula del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Estrato herbáceo

En el siguiente Cuadro se presentan los valores de los atributos ecológicos de las especies de estrato herbáceo para el tipo de vegetación matorral sarcocaula en el sitio del proyecto, indicando densidad relativa, cobertura relativa, frecuencia relativa, valor de importancia y la posición de la especie en relación a las demás especies de la comunidad

vegetal.

Cuadro IV - 17. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo que habitan en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
<i>Ambrosia dumosa</i>	Ambrosia	42.86	80.33	50.00	173.19	1
<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	57.14	19.67	50.00	126.81	2

100 100 100 300

En el Cuadro anterior podemos observar que la ambrosia (*Ambrosia dumosa*) es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato herbáceo de la comunidad vegetal en el ecosistema de vegetación matorral sarcocaula del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Estrato cactáceas

En el siguiente Cuadro se presentan los valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas para el tipo de vegetación matorral sarcocaula en el sitio del proyecto, indicando densidad relativa, cobertura relativa, frecuencia relativa, valor de importancia y la posición de la especie en relación a las demás especies de la comunidad vegetal.

Cuadro IV - 18. Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas que habitan en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	4.00	1.08	16.67	21.74	2
<i>Mamillaria grahamii</i>	Viejito	4.00	0.17	16.67	20.84	2
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	92.00	98.75	66.67	257.42	1

100 100 100 300

En el Cuadro anterior podemos observar que la choya güera (*Opuntia bigelovii*) es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de cactáceas de la comunidad vegetal en el ecosistema de vegetación matorral sarcocaula del área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Información taxonómica e imágenes de las especies vegetales del área del proyecto

A manera de un catálogo informativo complementario, en el cuadro siguiente se incluyen los datos taxonómicos de las especies de flora encontradas en el sitio del proyecto, así como imágenes fotográficas de individuos representantes de esas especies.

Datos taxonómicos de especies vegetales del sitio del proyecto

NO.	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Ambrosia
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca
6	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo
7	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto
8	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora
9	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora
10	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito
11	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera
12	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba
13	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer



Ambrosia dumosa



Bursera laxiflora



Carnegiea gigantea



Cercidium microphyllum



Encelia farinosa



Fouquieria splendens



Hibiscus denudatus



Jatropha cuneata



Larrea tridentata



Mammillaria grahamii



Opuntia bigelovii



Simmondsia chinensis



Solanum hidsianum

IV.2.1.4 Análisis de Diversidad de la vegetación

Otro de los atributos que se determinó para las especies vegetales del área del proyecto, fue la Diversidad de Especies. Este atributo se determina usando diversos algoritmos matemáticos llamados Indices de Diversidad entre los que figuran el de Simpson, el de

Shannon - Wiener, el de Margalef, entre otros; los dos primeros índices de diversidad están basados en la densidad absoluta de las especies.

Utilizando los resultados de los muestreos en la CHF y en el área del proyecto, se efectuó la estimación del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las comunidades vegetales con el objetivo de determinar si existe una riqueza de especies vegetales mayor en la CHF que en el área del proyecto, lo cual indicaría que el índice de diversidad de especies vegetales es mayor en la CHF que las presentes en las áreas del proyecto, con lo cual se aseguraría que no se pone en riesgo la biodiversidad a consecuencia de las obras del proyecto.

Es de hacer mención que la metodología para determinar el índice de Shannon - Wiener ya fue presentada en el apartado de la CHF.

El índice de diversidad estimado para las especies de los tipos de vegetación muestreados dentro del área del proyecto, se muestra a continuación:

Estrato arbóreo

En este tipo de vegetación, no se encontraron elementos del estrato arbóreo.

Estrato arbustivo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales arbustivas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en el siguiente cuadro, para la riqueza de 8 especies:

Cuadro IV - 19. Valores del índice de diversidad de las especies de arbustivas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	28	0.0373	-3.2891	-0.1226
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	3	0.0034	-5.6870	-0.0193
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	290	0.3932	-0.9334	-0.3670
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	95	0.1288	-2.0494	-0.2640
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	203	0.2746	-1.2925	-0.3549
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	103	0.1390	-1.9734	-0.2743
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	8	0.0102	-4.5884	-0.0467
<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	10	0.0136	-4.3007	-0.0583
TOTAL:		738	1.0000	-24.1138	-1.5071
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.5071
Riqueza (S) =					8
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					2.0794
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.7248

Según los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo del cuadro anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la rama blanca (*Encelia farinosa*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.3932$, con una densidad de 290 ejemplares por hectárea), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies arbustivas muestreado. Las menores densidades corresponden a Palo verde y Jojoba.

Estrato herbáceo

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales herbáceas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en el siguiente cuadro, para la riqueza de especies de 3 ejemplares:

Cuadro IV - 20. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	8	0.4286	-0.8473	-0.3631
<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	10	0.5714	-0.5596	-0.3198
TOTAL:		18	1.0000	-1.4069	-0.6829
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					0.6829
Riqueza (S) =					2
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					0.6931
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.9852

Según los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato herbáceo del cuadro anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la malva del desierto (*Hibiscus denudatus*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.5714$, con una densidad de 10 ejemplares por hectárea), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herbáceas muestreado.

Estrato cactáceas

El índice de diversidad (de Shannon-Wiener) estimado para las especies vegetales cactáceas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto, así como otros atributos ecológicos, se muestran en el siguiente cuadro, para la riqueza de especies de 4 ejemplares:

Cuadro IV - 21. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas en la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	5	0.0400	-3.2189	-0.1288
<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	5	0.0400	-3.2189	-0.1288
<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	115	0.9200	-0.0834	-0.0767
TOTAL:		125	1.0000	-6.5211	-0.3342
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					0.3342
Riqueza (S) =					3
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					1.0986
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.3042

Si analizamos los resultados del índice de diversidad para los elementos de cactáceas del cuadro anterior aplicando el criterio de Moreno (2001), la choya güera (*Opuntia bigelovii*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.9200$, con una densidad de 115 ejemplares por hectárea), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies de cactáceas muestreado.

De manera resumida, obtenemos los siguientes datos sobre los atributos ecológicos para la vegetación matorral sarcocaula del sitio del proyecto (ver cuadro siguiente).

Tipo de vegetación	Estrato	Variable			
		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H)	Riqueza (S)	Diversidad máxima (H_{max})	Índice Equidad Pielou (J)
		CUSTF	CUSTF	CUSTF	CUSTF
Matorral sarcocaula	Arbóreo	-	-	-	-
	Arbustivo	1.5071	8	2.0794	0.7248
	Herbáceo	0.6829	2	0.6931	0.9852
	Cactáceo	0.3342	3	1.0986	0.3042

De este resumen del cuadro anterior, podemos observar que en el tipo de vegetación matorral sarcocaula, las especies del estrato arbustivo son las que más riqueza se cuantificó, que son 8 especies diferentes. No se encontró presencia del estrato arbóreo.

Análisis comparativo de la composición florística entre la CHF y el área del proyecto

En este apartado se realizará un análisis comparativo sobre la presencia y ausencia de especies de flora, entre la Cuenca Hidrológico Forestal (CHF) y la superficie sujeta a

Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). Básicamente en relación con las especies encontradas durante los muestreos de campo, tanto en la CHF como en la superficie sujeta a CUSTF; se realizó una comparativa para conocer cuáles se encontraron en cada sitio.

Análisis comparativo sobre Presencia-Ausencia de especies

Primero, se realizará una comparativa en relación a la presencia y ausencia de individuos de una sola especie dentro de la CHF y de la superficie sujeta a CUSTF.

El siguiente cuadro nos indica las especies que fueron muestreadas en el área de la cuenca hidrológico-forestal y el área del proyecto con el tipo de matorral sarcocaula.

Cuadro IV - 22. Relación de especies presentes en ambas áreas de comparación, en el ecosistema matorral sarcocaula

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA CHF	AREA CUSTF
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	x	x
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	x	x
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	x	x
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	x	x
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	x	x
6	<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	x	-
7	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	x	x
8	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	x	x
9	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	x	x
10	<i>Krameria parvifolia</i>	Cósahui	x	-
11	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	x	x
12	<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	x	-
13	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	x	x
14	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	x	x
15	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	x	-
16	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Huevito	x	-
17	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	x	x
18	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	x	x

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA CHF	AREA CUSTF
19	<i>Stillingia linearifolia</i>	Hierba del sapo	x	-
NÚMERO TOTAL DE ESPECIES:			19	13

Ahora bien, una vez elaborado el cuadro anterior, podemos identificar cuáles son las especies que se ubican tanto en la CHF como en la superficie sujeta a CUSTF, y cuáles de ellas no se encuentran en la superficie sujeta a CUSTF.

En el cuadro anterior se observa que todas las especies del área con matorral sarcocaula propuesta para CUSTF se encuentran incluidas en la CHF y, además, podemos notar que la riqueza de especies de la CHF es superior a la del área del proyecto (19 especies contra 13, respectivamente).

Analizando el Cuadro y el párrafo anterior, se hace mención que de las 19 especies encontradas en la CHF, 6 no se presentan en el polígono CUSTF. Es decir, en la superficie propuesta para cambio de uso de suelo se presenta el 68% del total de las especies encontradas en la CHF, lo cual nos indica que no existen especies distintas que vayan a ser afectadas y no se encuentren en la CHF.

Número de especies de flora en el ecosistema matorral sarcocaula

ESTRATO	CHF	CUSTF	REPRESENTACIÓN (%)
Arbóreo	-	-	-
Arbustivo	11	8	72.72%
Herbáceas	2	2	100.00%
Cactáceas	6	3	50.00%
Totales	19	13	68.42%

Del cuadro anterior, podemos identificar que las especies del estrato herbáceas, son las que se encuentran más representadas en las superficies CUSTF y que se ubican en la CHF (con un 100.00% de representación), también podemos identificar que las especies de los estratos arbustivo y cactáceas no se encuentran bien representadas en las superficies CUSTF respecto a las que se ubican en la CHF.

Las especies que se encuentran en la CHF pero que no se presentan en la superficie sujeta a CUSTF, son las siguientes:

Especies de matorral sarcocaula no encontradas en el CUSTF

No.	Nombre científico	Nombre común	Estrato	CHF	CUSTF
1	<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	Cactácea	X	-
2	<i>Krameria parvifolia</i>	Cósahui	Arbustivo	X	-

No.	Nombre científico	Nombre común	Estrato	CHF	CUSTF
3	<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	Cactácea	X	-
4	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	Cactácea	X	-
5	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Huevito	Arbustivo	X	-
6	<i>Stillingia linearifolia</i>	Hierba del sapo	Herbácea	X	-

Análisis comparativo sobre sobre Densidad de especies (individuos/ha)

Una vez realizado el análisis anterior, ahora se realizará un análisis de comparación sobre la densidad de las especies. El siguiente cuadro nos indica la densidad de las poblaciones de especie por hectárea tanto para la CHF como para el predio sujeto a CUSTF considerando el estrato o forma de vida de las especies.

Cuadro IV - 23. Densidad de especies en el matorral sarcocaula presentes en ambas áreas de comparación

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA CHF	AREA CUSTF
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	45	8
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	18	28
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	3	5
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	15	3
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	115	290
6	<i>Ferocactus covillei</i>	Biznaga	18	0
7	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	23	95
8	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	38	10
9	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	225	203
10	<i>Krameria parvifolia</i>	Cósahui	5	0
11	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	45	103
12	<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	18	0
13	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	5	5
14	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	328	115
15	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	5	0

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA CHF	AREA CUSTF
16	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Huevoito	3	0
17	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	53	8
18	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	3	10
19	<i>Stillingia linearifolia</i>	Hierba del sapo	38	0
NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS:			1,003	883

Los resultados del cuadro anterior nos indican que el área del proyecto presenta una densidad (individuo/ha) del 88% respecto a la CHF, siendo las siguientes especies las que presentan mayor densidad: *Bursera laxiflora* (Torote prieto), *Carnegiea gigantea* (Sahuaro), *Encelia farinosa* (Rama Blanca), *Fouquieria splendens* (Ocotillo), *Larrea tridentata* (Gobernadora) y *Solanum hidsianum* (Mala mujer).

Análisis comparativo sobre el Índice de Similitud entre la vegetación de la CHF y el área propuesta para CUSTF

Para efectos de determinar cuantitativamente si el cambio de uso del suelo en el presente proyecto podría afectar la biodiversidad del ecosistema correspondiente, es aconsejable comparar los valores de similitud de los grupos de organismos de flora y fauna del área del proyecto con respecto a los del mismo ecosistema de la CHF.

Los índices o coeficientes de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras. Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: $d=1-s$. Estos índices pueden obtenerse con base en datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Moreno, 2001). Los índices de similitud más usados son los de Jaccard y de Sorensen.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.*

Para estimar los índices de similitud tanto de Jaccard como de Sorensen (Espinoza y Návar, 2005), se utilizan las siguientes expresiones matemáticas:

Espinoza-Bretado, R. y J. Návar. 2005. Producción de biomasa, diversidad y ecología de especies en un gradiente de productividad en el matorral espinoso tamaulipeco del Nordeste de México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 11, núm. 1, pp. 25-31. Universidad Autónoma Chapingo. México.

Índice de similitud de Jaccard:

$$Ij = (c/a+b-c)*100$$

El coeficiente de similitud de Sorensen (Czekanovski-Dice-Sorensen):

$$Is = (2c/(a+b))*100$$

Donde:

- a** = Número de especies presentes en el sitio A
- b** = Número de especies presentes en el sitio B
- c** = Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Los resultados en ambos índices están dados en valores porcentuales que van de 0 a 100, indicando los valores más pequeños una baja similitud entre las 2 comunidades mientras que los valores tendientes o cercanos al 100%, una mayor similitud entre las comunidades comparadas; generalmente los autores consideran que una similitud de 70% y mayor entre dos comunidades, las considera similares (Aguirre-Mendoza, 2013).

Aguirre-Mendoza, Z. 2013. *Guía de Métodos para Medir la Biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 82p.*

CARACTERISTICA	RANGO (%)	SIGNIFICANCIA
No parecidos	0 a 33	Disímiles o diferentes florísticamente
Medianamente parecidos	34 a 66	Medianamente disímiles florísticamente
Muy parecidos	67 a 100	Similares florísticamente

Para este proyecto se utilizó el índice de Sorensen, obteniendo los siguientes resultados:

Número de especies en la CHF (comunidad a) = 19

Número de especies en el área del proyecto (comunidad b) = 13

Número de especies comunes a ambas comunidades (c) = 13

$$Is = (2c/(a+b))*100 = (2*13/(19+13))*100 = (26/32)*100 = 81.25\%$$

Los resultados indican que las comunidades vegetales del área del proyecto y de la CHF son similares florísticamente, seguramente debido a que las especies encontradas en el

área del proyecto corresponde al 88% de las especies encontradas en el área de la cuenca hidrológica forestal; lo importante es que, dentro de ese rango de similitud, las especies del área del proyecto están comprendidas dentro de la comunidad vegetal de la CHF y por lo tanto no están en riesgo de ser afectadas por las obras del proyecto.

Rescate de flora

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles de ello.

Se pondrá en operación un programa de reforestación, rescate y reubicación de flora que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo (Ver Anexo 8).

Es claro que no todas las especies pueden ser susceptibles de ser rescatadas y reubicadas en virtud de sus características biológicas o físicas, de ahí que para seleccionar las especies objetivo se aplicarán los siguientes criterios:

- a) Que se trate de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010;
- b) Que sean de difícil regeneración;
- c) Que tengan posibilidad de sobrevivir a la extracción y reubicación;
- d) Que tengan mayor abundancia e IVI en el área de influencia del Proyecto que en la MHF (SA);
- e) Que se encuentren en el área de influencia del Proyecto y no hubieran sido detectadas en la MHF (SA);
- f) Que dado su tamaño, sea técnicamente posible su extracción sin afectar al ejemplar; y
- g) Que dado su tamaño, sea económicamente factible su extracción.

Al reubicarse los especímenes identificados en este proyecto, se tratará de no afectar la dinámica de los ecosistemas, es decir, el flujo de energía, hidrológico y de nutrientes, así como las relaciones entre las comunidades. Debido a que el sitio donde se llevará a cabo el replante estará ubicado en zonas circundantes, donde se promoverá que los organismos se adapten al área y que no sean perturbados por agentes externos.

El siguiente cuadro nos muestra las especies vegetales encontradas en el área propuesta para CUSTF.

Especies vegetales encontradas en el área propuesta para CUSTF

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-059	CITES
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo cenizo	Asteraceae	-	-
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	Burseraceae	-	-
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	Cactaceae	A	-
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	Fabaceae	-	-
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	Asteraceae	-	-
6	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Fouquieriaceae	-	-
7	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	Malvaceae	-	-
8	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	Euphorbiaceae	-	-
9	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Zygophyllaceae	-	-
10	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	Cactaceae	-	-
11	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	Cactaceae	-	-
12	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	Buxaceae	-	-
13	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	Solanaceae	-	-

De acuerdo a la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las especies mostradas en la tabla anterior, Respecto a la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las especies mostradas en el Cuadro anterior, solo el sahuaro (*Carnegiea gigantea*) se encuentra listado bajo la categoría de Amenazada (A), mientras que de acuerdo a la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) dicha especie se encuentra listada dentro de su apéndice II (SEMARNAT, 2010; CITES, 2017).

De acuerdo al trabajo publicado por Van Devender *et. al.* (2010), no existen especies endémicas que pudieran ser rescatadas en el área del proyecto.

Por lo que respecta a especies de cactáceas poco comunes, no se registraron elementos con esa característica.

Sin embargo, sí se encontraron especies susceptibles de rescate, sobretudo por su importancia ecológica local y regional.

Se prevé la reforestación, el rescate y reubicación de 2,684 ejemplares de los estratos arbustivo y cactáceas considerando la abundancia total de las especies involucradas, de acuerdo al siguiente arreglo:

Número de individuos por especie, de flora a rescatar en el predio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS EN ÁREA DEL PROYECTO	% DE RESCATE	TOTAL PLANTAS A RESCATAR
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	993	70	695
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	177	80	142
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	106	100	106
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	3370	20	674
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	7202	10	720
<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	177	100	177
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	284	60	170
TOTAL DE PLANTAS A RESCATAR:				2,684

Densidad de plantación

La densidad de plantación considera básicamente la cobertura máxima promedio de las plantas del estrato arbóreo ya que esos individuos son los que ocupan mayor espacio debido a su cobertura aérea; además, se asumió que las plantas de los estratos inferiores, en este caso las arbustivas y herbáceas, se plantarían en los espacios existentes entre los árboles y bajo la copa de ellos.

Así, para este caso se estimó conservadoramente un espacio territorial de 25 m² (5m x 5m) para cada planta de palo verde y de esa manera el número de hectáreas necesarias para incluir todas las plantas que se deberán rescatar.

Área requerida para establecer las plantas rescatadas

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS A RESCATAR	ESPACIO TERRITORIAL (m ²)	ÁREA REQUERIDA (ha)
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	378	16	1.112
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	78	9	0.1278
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	49	25	0.265
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	373	16	1.0784
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	398	4	0.288
<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	98	1	0.0177
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	88	4	0.068
TOTAL:				2.9561

Una vez obtenida el área necesaria para el establecimiento de las plantas rescatadas, es posible determinar la densidad de plantación por hectárea incluyendo individuos de todas las especies pertenecientes a los diferentes estratos y formas de vida, simplemente

dividiendo el número total de individuos a rescatar sobre la cantidad de hectáreas calculadas para incluir las plantas arbóreas, en este caso:

$$2684/2.9561 = 908 \text{ plantas/ha}$$

El área donde se proponen reubicar las especies rescatadas corresponde a tres polígonos, dos de una has cada uno y el tercero de 2 has, localizados en las vecindades del sitio del proyecto. En el Anexo 9 se presenta gráficamente el polígono donde se propone realizar la reubicación de flora.

Los polígonos de ubicación donde se propone realizar la reubicación de especies, presentan las siguientes coordenadas UTM WGS84:

Coordenadas de los polígonos de reforestación
y reubicación de flora susceptible a rescate

SITIO 1		
Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
1	347992.728	3289490.200
2	348092.728	3289490.200
3	347992.728	3289390.200
4	348092.728	3289390.200

SITIO 2		
Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
5	348661.245	3289663.688
6	348761.245	3289663.688
7	348761.245	3289563.688
8	348661.245	3289563.688

SITIO 3		
Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
9	348757.110	3288881.618
10	348898.610	3288881.618
11	348757.110	3288740.275
12	348898.610	3288740.275

Por su parte, en el Anexo 9 se presenta gráficamente el polígono donde se propone realizar la reubicación de flora.

IV.2.2.b Fauna

SA (MHF-AI)

Como ya se explicó anteriormente sobre la biogeografía de México, de acuerdo al estudio de Morrone (2005), la CHF del proyecto se localiza en la Región Neártica y dentro ésta, en la provincia biogeográfica Sonora. Es importante mencionar que, por su parte, la CONABIO ha publicado mapas referentes a la distribución biogeográfica de los grupos faunísticos del país, mismos que se muestran en párrafos siguientes.

Grupos Faunísticos de la Cuenca Hidrológico-Forestal

México, junto con China, India, Colombia y Perú se encuentra entre los cinco países llamados "megadiversos", los cuales en conjunto albergan entre el 60% y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta. En México se encuentra representado el 12% de la diversidad terrestre del planeta. Prácticamente todos los tipos de vegetación terrestres conocidos se encuentran representados en el país, y algunos ecosistemas, como los humedales de Cuatrociénegas en Coahuila sólo se encuentran en México.

Esta diversidad es el resultado de la compleja topografía y geología, y de los diversos climas y microclimas que se encuentran en todo el territorio. Asimismo, la ubicación geográfica de México hace que se distinga por ser el territorio de unión de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, lo que quiere decir que en el país han evolucionado especies de distinta afinidad ecológica y geográfica.

México ocupa el primer lugar en el mundo en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas. La diversidad biológica de nuestro país se caracteriza por estar compuesta de un gran número de especies endémicas, es decir, que son exclusivas al país. Aproximadamente el 50% de las especies de plantas que se encuentran en nuestro territorio son endémicas, esto se traduce en aproximadamente 15,000 especies que, si desaparecieran en México, desaparecerían del planeta. Los reptiles y anfibios tienen una proporción de especies endémicas de 57% y 65%, respectivamente y los mamíferos (terrestres y marinos) de 32%.

http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html

Además, nuestro país alberga cerca del 10% de las especies silvestres registradas en el mundo, gran parte de ellas endémicas: es quinto lugar con mayor número de especies de plantas, cuarto en anfibios, segundo en mamíferos y primero en reptiles. No obstante que más de 108,000 especies en el país han sido descritas -entre ellas 864 especies de reptiles, 528 especies de mamíferos, 361 de anfibios y 1,800 especies de mariposas-, se calcula que podrían ser millones las que habitan nuestros suelos, aguas u otros sitios recónditos.

Caracterización de la fauna

En los párrafos siguientes se da a conocer la información por grupo faunístico de las especies que habitan en la CHF del área del proyecto. Es importante mencionar que en el valle donde se encuentra la CHF del proyecto no existen corredores biológicos (cañadas, cauces de corrientes superficiales, entre otras), sitios de congregación de especies de fauna (lagos, represas, áreas de alimentación, entre otras) y áreas dedicadas a la conservación que podrían ser afectadas por el desarrollo del proyecto.

Anfibios y Reptiles

De acuerdo con el esquema zoogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), la microcuenca donde se ubica el predio del proyecto, forma parte de la provincia herpetofaunística llamada Desierto del Colorado Sonorense, la cual comprende las zonas costeras de todo el Estado de Sonora, una fracción de Baja California y gran parte del Estado de Sinaloa (Figura IV - 41).



Figura IV - 41. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias herpetofaunísticas del país

Fuente: CONABIO. 2008. *Capital Natural de México: Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 620 p.

Para México se conocen 978 especies de anfibios y reptiles: 285 corresponden a anfibios y 693 corresponden reptiles, de los cuales el 55% de estas especies son endémicas

debido a la separación de los organismos por barreras geográficas, resultando en la diferenciación del grupo original en nuevas especies, e igualmente asociado a los cambios climáticos durante el pleistoceno (Flores-Villela, en T.P. Ranwnoorthy *et al*, 1993).

Flores-Villela, O. 1993c. *Herpetofauna of Mexico: Distribution and Endemism*. In Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (editors). 1993. *Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York. 812 p.

Mediante estudios posteriores, Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), actualizan la información para México, país que ocupa el segundo lugar mundial en riqueza de anfibios y reptiles con alrededor de 1,165 especies, de las cuales 606 son endémicas.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. *Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México*. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, vol. 20, núm. 2, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. pp. 115-144.

La herpetofauna de Sonora que se conoce hasta hoy incluye 186 especies nativas divididas en 85 géneros y 32 familias. Ésta se encuentra constituida por 35 especies de anfibios y 151 especies de reptiles que colonizaron hábitats terrestres y de agua dulce, incluidas cinco tortugas marinas y una víbora marina (Molina y van Devender, 2010). Los endemismos están representados por cinco especies continentales (*Aspidoscelis opatae*, *Crotaphytus dickersonae*, *Phrynosoma ditmarsii*, *Trachemys yaquia*, *Xantusia jaycolei*).

Enderson, E.F., A. Quijada-Mascareñas, D.S. Turner, R.L. Bezy y P.C. Rosen. 2010. *Una sinopsis de la herpetofauna con comentarios sobre las prioridades en investigación y conservación*. En Molina-Freaner, F.E. y T.R. van Devender (editores). *Diversidad biológica de Sonora*. Inst. de Ecología. U.N.A.M. 500 p.

Sonora cuenta con 86 especies (46.23%) de reptiles y anfibios sujetos a protección por la SEMARNAT (Enderson *et. al.*, 2009).

Enderson, E.F., A. Quijada-Mascareñas, D.S. Turner, P.C. Rosen and R.L. Bezy. 2009. *The herpetofauna of Sonora, Mexico, with comparisons to adjoining states*. *Check List* 5(3): 632–672. Drylands Institute. Tucson, AZ.USA.

Una de las especies nativas ha sido erradicada: *Crocodylus acutus*. Este único miembro del orden Crocodilia conocido en Sonora fue visto por última vez en el Estado en un estero cerca de Guaymas en 1973. Varios registros históricos de esta especie provienen de los alrededores de la Isla del Tiburón y de Punta Sargento (Molina y van Devender, 2010).

Molina-Freaner, F.E. y T.R. Van Devender. 2010. *Diversidad Biológica de Sonora*. CONABIO-Universidad Nacional Autónoma de México. México. 500 p.

De acuerdo a Valdez-Zamudio (2023), la herpetofauna de probable ocurrencia en la CHF del área del proyecto está compuesta por 9 especies de anfibios y 44 de reptiles. Los

anfibios se agrupan en 1 orden y en 4 familias y ninguna de las especies está sujeta a Protección Especial por la norma oficial de la SEMARNAT, mientras que las especies de reptiles se incluyen en 2 órdenes y 14 familias, de las cuales 23 están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (9 como amenazadas y 14 bajo protección especial); también es importante mencionar que una especie de reptiles (*Gopherus agassizii*) está incluida en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Valdez-Zamudio, D. 2023. *Distribución Geográfica de los Vertebrados Terrestres del Estado de Sonora*. Vol. I. Hermosillo, Sonora. 1032 p.

Anfibios

Cuadro IV - 24. Anfibios que pueden desarrollarse en el área de la CHF y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059*
ANURA	Bufonidae	<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del Desierto Sonorense	-
		<i>Bufo cognatus</i>	Sapo de espuelas	Pr
		<i>Bufo debilis</i>	Sapo verde	-
		<i>Bufo kelloggi</i>	Sapo mexicano pequeño	-
		<i>Bufo punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	-
		<i>Bufo retiformis</i>	Sapo verde de Sonora	-
	Hylidae	<i>Pterohyla fodiens</i>	Ranita minera	-
	Microhylidae	<i>Gastrophryne olivacea</i>	Sapo oliváceo boca angosta	Pr
	Scaphiropodidae	<i>Scaphiopus couchii</i>	Sapo cavador	-

*Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazada; Pr = bajo protección especial; P = en peligro de extinción; E = Probablemente extinta.

Sinonimia taxonómica

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	SINONIMO
<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del Desierto Sonorense	<i>Incilius alvarius</i>
<i>Bufo cognatus</i>	Sapo de espuelas	<i>Anaxyrus cognatus</i>
<i>Bufo debilis</i>	Sapo verde	<i>Anaxyrus debilis</i>
<i>Bufo kelloggi</i>	Sapo mexicano pequeño	<i>Anaxyrus kelloggi</i>
<i>Bufo punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	<i>Anaxyrus punctatus</i>
<i>Bufo retiformis</i>	Sapo verde de Sonora	<i>Anaxyrus retiformis</i>
<i>Rana Tarahumara</i>	<i>Rana tarahumarae</i>	<i>Lithobates tarahumarae</i>

Reptiles

Cuadro IV - 25. Reptiles que ocurren en el área de la CHF y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
SQUAMATA	Boidae	<i>Lichanura trivirgata</i>	Boa rosada del noroeste	A
	Colubridae	<i>Arizona elegans</i>	Culebra brillante	-
		<i>Chilomeniscus cinctus</i>	Culebra arenera variable	Pr
		<i>Chionactis palarostris</i>	Culebra nariz de pala sonorense	-
		<i>Gyalopion quadrangulare</i>	Culebra nariz de gancho del desierto	Pr
		<i>Hypsiglena torquata</i>	Culebra nocturna	Pr
		<i>Lampropeltis getula</i>	Serpiente real común	A
		<i>Masticophis bilineatus</i>	Culebra chirrionera sonorense	-
		<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chicotera	-
		<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquillo mexicana	-
		<i>Phyllorhynchus browni</i>	Coralillo blanco y negro	Pr
		<i>Phyllorhynchus decurtatus</i>	Culebra nariz lanceolada pinta	-
		<i>Pituophis sayi</i>	Serpiente de Gopher	-
		<i>Rhinocheilus lecontei</i>	Culebra narizona	-
		<i>Salvadora hexalepis</i>	Culebra chata occidental	-
		<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonera verde	-
		<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira	A
		<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	-
	Crotaphytidae	<i>Crotaphytus nebrius</i>	Lagartija de collar de Sonora	-
		<i>Gambelia wislizenii</i>	Lagartija leopardo narigona	Pr
	Elapidae	<i>Micruroides euryxanthus</i>	Coralillo de Sonora	A
	Eublepharidae	<i>Coleonyx variegatus</i>	Gecko Bandeado del Noroeste	Pr
	Helodermatidae	<i>Heloderma suspectum</i>	Monstruo de Gila	A
	Iguanidae	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Iguana del desierto	-
		<i>Sauromalus ater</i>	Chuckwalla norteco	Pr
	Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops humilis</i>	Culebra ciega del noroeste	-
	Natricidae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra listonada cuello negro	A
	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	A
		<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	-
		<i>Phrynosoma solare</i>	Camaleón real	-
		<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del noroeste	-
		<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	-
		<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteco	-
		<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija de mancha lateral norteco	A
	Teiidae	<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico tigre del noroeste	-
	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de diamantes	Pr
		<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel de cuernitos	Pr

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
		<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de cola negra	Pr
		<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel de Mojave	Pr
		<i>Crotalus tigris</i>	Cascabel Tigre	Pr
TESTUDINES	Kinosternidae	<i>Kinosternon flavescens</i>	Tortuga de pantano amarilla	-
		<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga de pantano mexicana	Pr
		<i>Kinosternon sonoriense</i>	Tortuga de pantano del desierto	Pr
	Testudinidae	<i>Gopherus agassizii</i>	Tortuga del Desierto de Mojave	A

*Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazadas;
Pr = bajo protección especial.

Sinonimia taxonómica

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	SINONIMO
<i>Chilomeniscus cinctus</i>	Culebra arenera variable	<i>Chilomeniscus stramineus</i>
<i>Gyalopion quadrangulare</i>	Culebra nariz de gancho del desierto	<i>Gyalopion quadrangularis</i>
<i>Pituophis sayi</i>	Serpiente de Gopher	<i>Pituophis catenifer</i>
<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico tigre del noroeste	<i>Aspidoscelis tigris</i>

Mamíferos

La fauna de mamíferos de México es una de las más diversas del mundo, ya que en términos de número de especies ocupa el segundo lugar mundial, después de Indonesia. La fauna de mamíferos de México incluye un total de 504 especies nativas y 3 introducidas, clasificadas en 188 géneros y 45 familias. 30% (147) de las especies son endémicas del país. El resto de la fauna es una combinación de elementos neárticos y neotropicales en proporciones casi iguales, con 207 especies compartidas con América del Norte y 217 con América del Sur; 64 de estas especies son compartidas con ambos sub-continentes. Adicionalmente, 55 especies son endémicas de Mesoamérica. La distribución de las especies de mamíferos entre los órdenes también muestra que la fauna mexicana resulta de la combinación de elementos neárticos y neotropicales. En todos los órdenes, excepto uno, la proporción de especies para México es intermedia entre el valor para la región Neártica y la Neotropical. La excepción es el orden Chiroptera, que representa alrededor del 30% de la fauna de mamíferos terrestres en México, y son principalmente Neotropicales.

Arita, H.T. y G. Ceballos. 2006. *Los mamíferos de México: Distribución y estado de conservación*. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México
<https://www.researchgate.net/publication/266883275>

Sonora cuenta con 126 especies de mamíferos terrestres, las cuales representan 27% del total en México. Además, nuestro Estado cuenta con 76% de las familias y casi la mitad (49%) de todos los géneros presentes en el país. Los grupos mejor representados a escala nacional son los carnívoros (78%) y los artiodáctilos (56%). Los grupos más diversos de mamíferos terrestres en el Estado son los roedores (44%), los murciélagos (30%) y los carnívoros (14%). Sonora tiene treinta especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se conocen dos especies extintas, aunque pueden ser más. No hay especies endémicas para la región continental, pero hay 5 especies en México que sólo están presentes en Sonora. Existen 35 especies de posible presencia en el Estado (Castillo-Gómez *et. al.*, 2010).

De acuerdo con el esquema zoogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), la microcuenca donde se ubica el predio del proyecto, forma parte de la provincia mastofaunística Sierra Madre Occidental, la cual comprende la mayor parte del oriente del Estado de Sonora y porciones de Chihuahua y Sinaloa (Figura III - 22).

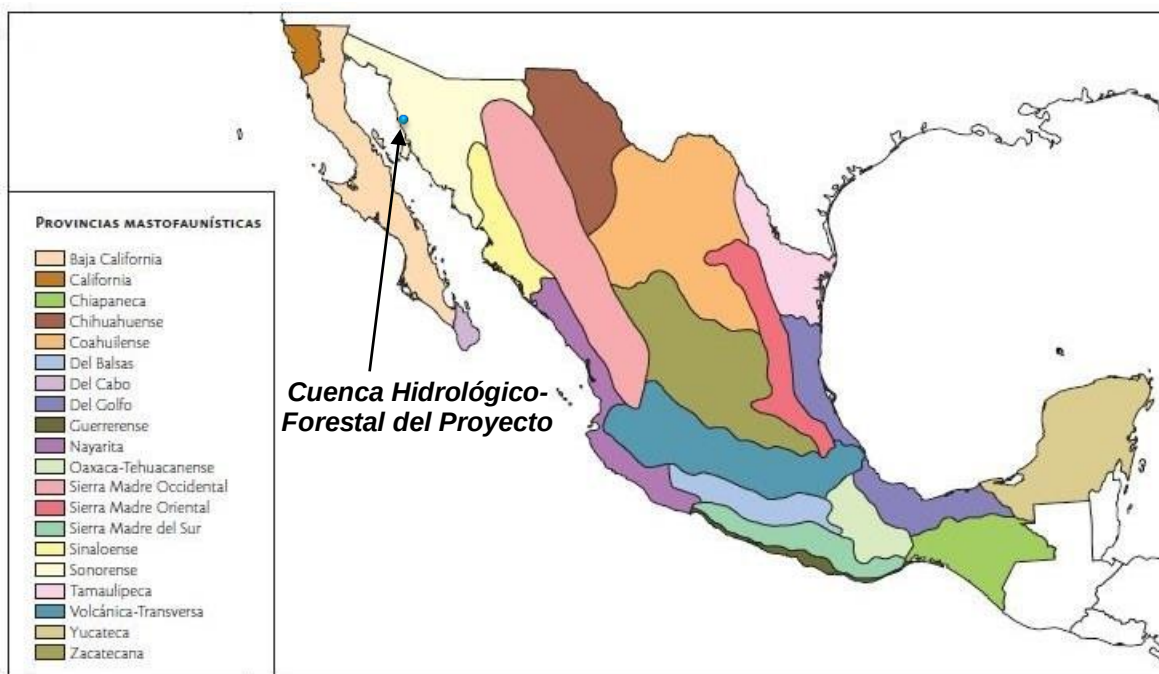


Figura IV - 42. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias mastofaunísticas del país

CONABIO. 2008. *Capital Natural de México: Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 620 p.

A continuación, se presenta una lista de las especies de mamíferos que pueden habitar en el área de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto, según Valdez-Zamudio (2023) y pueden presentarse 56 especies pertenecientes a 7 órdenes y 19 familias, de las cuales 8 especies están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (5 como

amenazadas, 2 bajo protección especial y 1 en peligro de extinción); también es importante mencionar que una especie (*Antilocapra americana*) está incluida en el Apéndice I y otras 3 (*Ovis canadensis*, *Lynx rufus* y *Puma concolor*) en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Valdez-Zamudio, D. 2023. *Distribución Geográfica de los Vertebrados Terrestres del Estado de Sonora. Vol. II. Hermosillo, Sonora. 1032 p.*

Cuadro IV - 26. Mamíferos en el área de la CHF y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM 059
ARTIODACTYLA	Antilocapridae	<i>Antilocapra americana</i>	Berrendo	-
	Bovidae	<i>Ovis canadensis</i>	Borrego cimarrón	-
	Cervidae	<i>Odocoileus hemionus sheldoni</i>	Venado bura	A
		<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	-
CARNIVORA	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-
		<i>Vulpes macrotis</i>	Zorra norteña; zorra del desierto	-
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés; lince americano	-
		<i>Puma concolor</i>	Puma	-
	Mustelidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo; zorrillo encapuchado	-
		<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote; tejón americano	A
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	A
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-
	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	-
EULIPOTYPHILA	Soricidae	<i>Notiosorex crawfordi</i>	Musaraña desértica norteña	A
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda, L. antílope	Pr
		<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Pr
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-
QUIROPTERA	Molossidae	<i>Eumops underwoodi</i>	Murciélago con bonete de Underwood	-
		<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	Murciélago cola libre con bolsa	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM 059
		<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago cola libre mayor	-
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola libre brasileño	-
	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago barba arrugada	-
		<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago espalda desnuda	-
		<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago bigotudo de Parnell	-
		<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo	-
	Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo mexicano	A
		<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Murciélago maguero menor	-
		<i>Macrotus californicus</i>	Murciélago orejón californiano	-
	Vespertilionidae	<i>Antrozous pallidus</i>	Murciélago pálido	-
		<i>Corynorhinus townsendii</i>	Murciélago orejón de Townsend	-
		<i>Eptesicus serotinus</i>	Murciélago hortelano	-
		<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago gris o ceniciento	-
		<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélago amarillo de La Laguna	-
		<i>Myotis californicus</i>	Myotis californiano	-
		<i>Myotis vivesi</i>	Murciélago pescador mexicano	P
		<i>Pipistrellus hesperus</i>	Pipistrela del Oeste Americano	-
RODENTIA	Geomidae	<i>Thomomys bottae</i>	Tuza nortea	-
	Heteromyidae	<i>Chaetodipus baileyi</i>	Rata de abazones sonorense	-
		<i>Chaetodipus intermedius</i>	Rata de abazones de roca	-
		<i>Chaetodipus penicillatus pricei</i>	Rata de abazones del desierto	-
		<i>Dipodomys deserti</i>	Rata canguro de Sonora	-
		<i>Dipodomys merriami merriami</i>	Rata canguro de Merriam	-
		<i>Perognathus amplus</i>	Rata de abazones de Arizona	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM 059
		<i>Perognathus flavus</i>	Rata de abazones sedosos	-
		<i>Perognathus longimembris</i>	Rata de abazones menor	-
	Muridae	<i>Neotoma albigula venusta</i>	Rata magueyera	-
		<i>Onychomys torridus</i>	Ratón alacranero del sur	-
		<i>Peromyscus eremicus eremicus</i>	Ratón de cactus	-
		<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	-
		<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón Cosechador común	-
		<i>Sigmodon arizonae</i>	Rata algodónera de Arizona	-
	Sciuridae	<i>Ammospermophilus harrisi</i>	Ardilla antílope de Sonora	-
		<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Ardillón cola redonda	-
		<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	-

*Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazada; Pr = bajo protección especial; P = en peligro de extinción

Sinonimia taxonómica

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	SINONIMO
<i>Puma concolor</i>	Puma	<i>Felis concolor</i>
<i>Notiosorex crawfordi</i>	Musaraña desértica nortea	<i>Sorex crawfordi</i>
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago gris o ceniciento	<i>Aeorestes cinereus</i>
<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélago amarillo de La Laguna	<i>Dasypterus xanthinus</i>
<i>Pipistrellus hesperus</i>	Pipistrello del Oeste Americano	<i>Parastrellus hesperus</i>
<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Ardillón cola redonda	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	<i>Otospermophilus variegatus</i>

Aves

México, como uno de los países más diversos, cuenta con aproximadamente el 10% de la población mundial de aves, lo que representa aproximadamente 1,070 especies (Molina y van Devender, 2010).

La avifauna conocida de Sonora incluye 556 especies, las cuales pertenecen a 73 familias y 20 órdenes. De acuerdo con su estatus estacional, 227 especies son residentes, 46 residentes de verano, 233 migratorias de larga distancia y 50 migratorias parciales. 28 especies están en riesgo a escala global de acuerdo a la Lista Roja de las Especies Amenazadas de la IUCN, 290 están incluidas en el Acta de Conservación de Aves Migratorias Neotropicales de Estados Unidos y 66 en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 (Villaseñor-Gómez y otros, 2010).

Con respecto a sus hábitos, 162 especies de aves de Sonora son acuáticas, 380 terrestres y catorce principalmente aéreas (golondrinas y vencejos). Entre las especies acuáticas, 78 son marinas (10 pelágicas, 63 costeras y 5 ocupan ocasionalmente el agua dulce del interior), 60 especies son esencialmente de agua dulce (16 habitan exclusivamente agua dulce del interior, 8 son de estero y 36 de estero y del interior) y 24 especies usan indistintamente tanto aguas de la costa como del interior.

De acuerdo a Valdez-Zamudio (2023), en la cuenca hidrológico-forestal del área de estudio pueden presentarse 204 especies de aves, tanto residentes como migratorias, incluidas en 18 órdenes y 42 familias, de las cuales 20 especies están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (15 bajo protección especial, 3 amenazadas y 2 en peligro de extinción); también es importante mencionar que 13 especies están incluida en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). En el siguiente cuadro se citan tales especies.

Valdez-Zamudio, D. 2023. *Distribución Geográfica de los Vertebrados Terrestres del Estado de Sonora. Vol. III. Hermosillo, Sonora. 1032 p.*

Cuadro IV - 27. Especies de aves que pueden presentarse en el área de la CHF y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper	Pr
		<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	Pr
		<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr
		<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	-
		<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	-
		<i>Buteo regalis</i>	Aguililla real	Pr
		<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de swainson	Pr
		<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	-
		<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	-
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Pr

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
ANSERIFORMES	Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	-
		<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón-norteño	-
		<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela	-
		<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	-
		<i>Anas strepera</i>	Pato friso	-
		<i>Anser caerulescens</i>	Ganso blanco	-
		<i>Branta bernicla</i>	Ganso de collar	-
		<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja	-
		<i>Melanitta fusca</i>	Negreta ala blanca	-
		<i>Melanitta perspicillata</i>	Negreta nuca blanca	-
		<i>Mergus serrator</i>	Mergo copetón	-
		<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	-
APODIFORMES	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de vaux	-
	Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra	-
		<i>Calypte anna</i>	Colibrí cabeza roja	-
		<i>Calypte costae</i>	Colibrí cabeza violeta	-
		<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	-
		<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador canela	-
CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	-
		<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	-
		<i>Phalaenoptilus nuttallii</i>	Tapacamino teví	-
CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	-
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	-
		<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	-
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	-
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	-
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo	-
		<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	-
CHARADRIIFORMES	Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	A
		<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	-
		<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
		<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	-
		<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	-
	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	P
	Laridae	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada	-
		<i>Larus californicus</i>	Gaviota california	-
		<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado	-
		<i>Larus heermanni</i>	Gaviota ploma	Pr
		<i>Larus livens</i>	Gaviota pata amarilla	Pr
		<i>Larus philadelphia</i>	Gaviota de Bonaparte	-
		<i>Sterna antillarum</i>	Charrán mínimo	Pr
		<i>Sterna caspia</i>	Charrán caspia	-
		<i>Sterna elegans</i>	Charrán elegante	Pr
		<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de forster	-
		<i>Sterna maxima</i>	Charrán real	-
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	-
		<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	-
	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	Playero alzacolita	-
		<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo	-
		<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	-
		<i>Calidris alpina</i>	Playero dorso rojo	-
		<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	-
		<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	-
		<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilete	-
		<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Playero pihuiuí	-
		<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona común	-
		<i>Phalaropus lobatus</i>	Falaropo cuello rojo	-
		<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo pico largo	-
		<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	-
FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara norteño	-
		<i>Caracara plancus</i>	Caracara quebrantahuesos	-
		<i>Falco mexicanus</i>	Halcón mexicano	A
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	-
GALLIFORMES	Phasianidae	<i>Callipepla gambelii</i>	Codorniz de Gambel	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
GAVIIFORMES	Gaviidae	<i>Gavia immer</i>	Colimbo mayor	-
		<i>Gavia pacifica</i>	Colimbo pacifico	-
		<i>Gavia stellata</i>	Colimbo menor	-
PASSERIFORMES	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	-
	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-
	Emberizidae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	-
		<i>Aimophila botterii</i>	Zacatonero de botteri	-
		<i>Aimophila carpalis</i>	Zacatonero ala rufa	-
		<i>Aimophila cassinii</i>	Zacatonero de cassin	-
		<i>Amphispiza belli</i>	Zacatonero de artemisa	-
		<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	-
		<i>Amphispiza quinquestriata</i>	Zacatonero cinco rayas	-
		<i>Calamospiza melanocorys</i>	Gorrión ala blanca	-
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	-
		<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado	-
		<i>Dendroica nigrescens</i>	Chipe negrogris	-
		<i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	-
		<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	-
		<i>Dendroica townsendi</i>	Chipe negroamarillo	-
		<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	-
		<i>Guiraca caerulea</i>	Picogordo azul	-
		<i>Icteria virens</i>	Buscabrefia	-
		<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria	-
		<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	-
		<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	-
		<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	-
		<i>Junco hyemalis ssp caniceps</i>	Junco cabeza gris	-
		<i>Junco hyemalis ssp hyemalis</i>	Junco ojo oscuro	-
		<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de lincoln	-
		<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	-
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	-
		<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	-
		<i>Oporornis tolmiei</i>	Chipe de tolmie	Pr

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
		<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero migratorio	-
		<i>Passerculus sandwichensis</i> spp rostratus	Gorrión sabanero residente	Pr
		<i>Passerina amoena</i>	Colorín lázuli	-
		<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	-
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	-
		<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	-
		<i>Pipilo chlorurus</i>	Toquí cola verde	-
		<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	-
		<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	-
		<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	-
		<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	-
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	-
		<i>Spizella breweri</i>	Gorrión de brewer	-
		<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	-
		<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero occidental	-
		<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja	-
		<i>Vermivora luciae</i>	Chipe rabadilla rufa	-
		<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	-
		<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla	-
		<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	-
	Fringillidae	<i>Carduelis lawrencei</i>	Jilguero gris	-
		<i>Carduelis pinus</i>	Jilguero pinero	-
		<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	-
		<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	-
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	-
		<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	-
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	-
		<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	-
		<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	-
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	-
	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteco	-
		<i>Oreoscoptes montanus</i>	Cuitlacoche de chías	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
		<i>Toxostoma bendirei</i>	Cuitlacoche pico corto	-
		<i>Toxostoma crissale</i>	Cuitlacoche crisal	-
		<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	-
		<i>Toxostoma lecontei</i>	Cuitlacoche pálido	-
	Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita de agua	-
	Muscicapidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	-
		<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	-
		<i>Poliophtila melanura</i>	Perlita del desierto	-
		<i>Poliophtila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	-
		<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	P
		<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	-
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	-
	Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulínero negro	-
	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	-
	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	-
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	-
		<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño	-
		<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirín saltarroca	-
		<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura	-
		<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	-
	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	-
		<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	-
		<i>Empidonax oberholseri</i>	Mosquero oscuro	-
		<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	-
		<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris	-
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	-
		<i>Myiarchus nuttingi</i>	Papamoscas de nutting	-
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	-
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	-
		<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	-
		<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	-
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
		<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	-
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	-
	Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de bell	-
		<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	-
		<i>Vireo vicinior</i>	Vireo gris	-
PELECANIFORMES	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	-
		<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Pr
		<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	-
		<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Pr
		<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado	-
	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i> ssp <i>californicus</i>	Pelícano pardo	A
	Threskiornithidae	<i>Ajaia ajaja</i>	Espátula rosada	-
		<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	-
PICIFORMES	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera	-
		<i>Colaptes chrysoides</i>	Carpintero collarejo desértico	-
		<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del desierto	-
		<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	-
		<i>Sphyrapicus nuchalis</i>	Chupasavia nuca roja	-
		<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	Chupasavia obscuro	-
PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	<i>Aechmophorus clarkii</i>	Achichilique pico naranja	-
		<i>Aechmophorus occidentalis</i>	Achichilique pico amarillo	-
		<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejado	-
		<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	-
STRIGIFORMES	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	-
		<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajeño	-
		<i>Micrathene whitneyi</i>	Tecolote enano	-
		<i>Otus kennicottii</i>	Tecolote occidental	-
SULIFORMES	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica	-
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejado	-
	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo café	-
		<i>Sula nebouxii</i>	Bobo pata azul	Pr
TROGONIFORMES	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Trogón elegante	-

Sinonimia taxonómica

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	SINONIMO
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	<i>Zenaidura macroura</i>
<i>Callipepla gambelii</i>	Codorniz de Gambel	<i>Lophortyx gambelii</i>

Sitios de muestreo

En todo tipo de proyecto que se requiera la transformación de ecosistemas por cambio de uso del suelo es imperativo conservar la biodiversidad a nivel local y regional para asegurar la continuidad de las especies silvestres de flora y fauna nativas para el bien de los ecosistemas y de las generaciones futuras de la humanidad. Por esa razón, hubo que relizar muestreos de fauna en la CHF con el fin de asegurar que no se pone en riesgo la diversidad de especies faunísticas con las obras del proyecto de interés.

Los sitios de muestreo para la fauna de la CHF se realizaron en los mismos sitios utilizados en los muestreos de vegetación de la misma cuenca hidrológica forestal en los cuales, además de registrar avistamientos, se tomaron evidencias de presencia de fauna como anidaciones, excretas, huellas, etcétera. (Figura IV - 43).

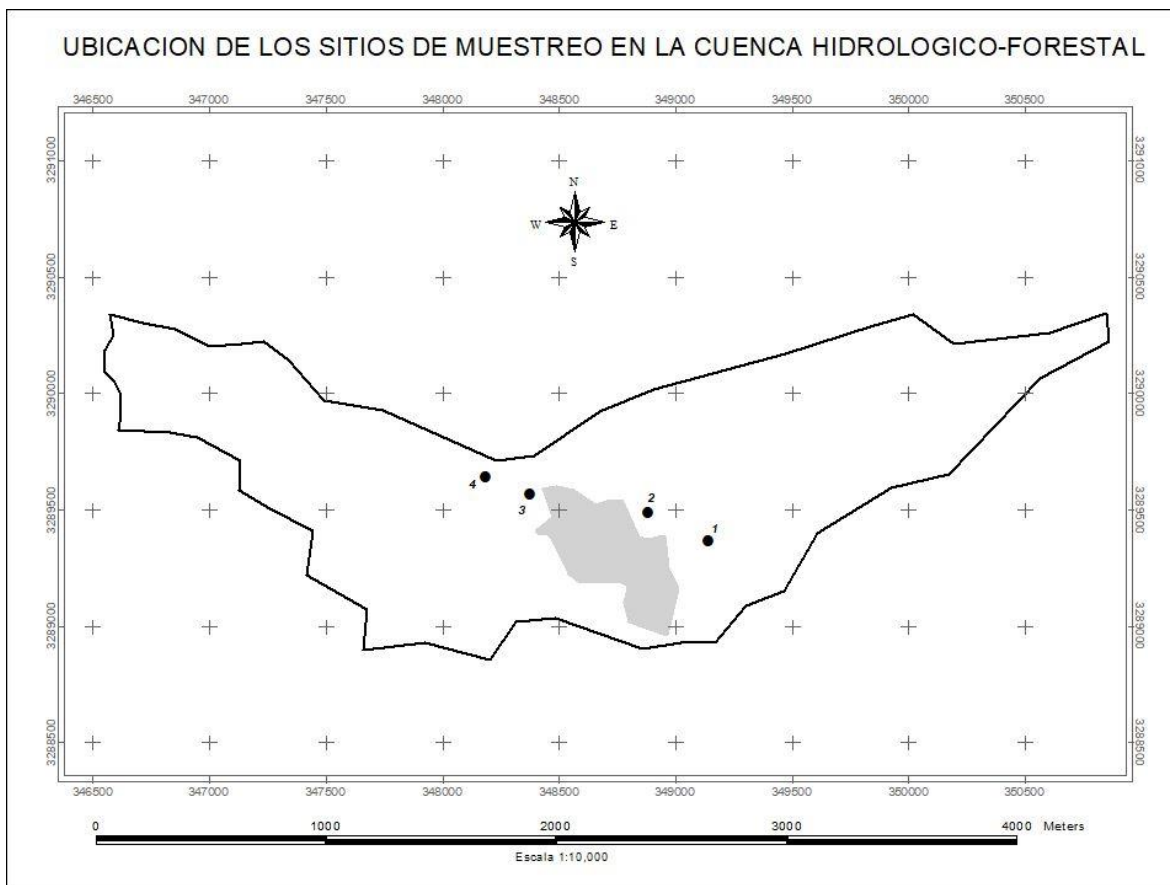


Figura IV - 43. Sitios de muestreo de fauna silvestre en la cuenca hidrológico-forestal

El muestreo en las parcelas se realizó siguiendo las técnicas propuestas por Ruiz-Campos (2009) y Sánchez (2011) y se muestreó desde temprano en las mañanas hasta el atardecer. En el caso de las aves, en forma adicional a su muestreo dentro de los cuadrantes establecidos, se registró en un radio de 30 m la presencia ornitológica mediante sus cantos, estableciendo así en cada estación de muestreo una superficie de observación de aves de 2837.44 m².

No se establecieron sitios de observación ni se colocaron trampas para captura de organismos de masto fauna o redes para aves; sin embargo, se instalaron cámaras trampa y se utilizó el muestreo en parcelas para registrar la presencia en forma directa e indirecta de las diferentes especies faunísticas en la CHF.

La escasa riqueza de especies vegetales y sus bajas densidades de población en el área del proyecto, además del impacto ocasionado por las actividades turísticas y cacería deportiva en áreas cercanas, han contribuido para que la fauna silvestre propia del ecosistema existente sea baja y las condiciones de hábitat no sean las adecuadas para que esas especies de animales desarrollen sus actividades reproductivas, de convivencia poblacional y de alimentación.

De acuerdo a lo anterior, la riqueza de especies de fauna silvestre en el área del proyecto es pobre, pudiéndose encontrar especies que son comunes en las áreas donde existen actividades antropogénicas.

Anfibios y reptiles

Método de muestreo de anfibios y reptiles

Con la intención de utilizar las parcelas establecidas para el muestreo de vegetación, se decidió usar esos espacios para el muestreo de estos grupos de especies de fauna silvestre.

De acuerdo a Sánchez (2011), la estimación de la densidad de individuos de especies de reptiles puede hacerse mediante el establecimiento de parcelas de tamaño uniforme, predeterminado según la escala de cada caso; para eso, debe establecerse un número de parcelas suficiente a fin de lograr representatividad de los muestreos.

Respecto a la manera de detectar los ejemplares puede realizarse mediante el método de búsqueda directa. Así, en cada parcela debe efectuarse una revisión minuciosa, teniendo gran cuidado de no alterar permanentemente troncos caídos o rocas, y de recolocarlos en su posición original una vez revisado cada sitio. Esto puede hacerse con un equipo de varias personas, quienes recorren la parcela en forma simultánea, inspeccionando cada participante una franja de 5 m a cada lado y anotando lo visto. En este caso se conoce el área y el número de individuos detectados y por ello, es posible hacer una estimación de densidad en forma directa (individuos/área). Cuando se requiere identificar en laboratorio ejemplares desconocidos, este método posibilita la captura momentánea de algunos individuos y éstos pueden marcarse en alguna forma que no altere demasiado su probabilidad de supervivencia ni su comportamiento social con lo cual, en visitas posteriores, es posible recapturar algunos individuos e intentar recuperar información acerca de sus movimientos, uso de hábitat, crecimiento y estado reproductivo, entre otros aspectos. Claramente, si a la detección de individuos se agrega la captura, marca y recaptura, este método requiere ejercer sumo cuidado en la manipulación de individuos los cuales, bajo ninguna circunstancia, deben extraerse de la parcela ni soltarse en un sitio distinto al de su captura.

Dado que se trata de un método que requiere una considerable inversión de esfuerzo, su inclusión como método para monitoreo sistemático y periódico debe ponderarse con detenimiento.

Durante el muestreo en las parcelas del presente estudio, se realizaron búsquedas visuales activas, inspeccionando cuidadosamente el suelo, la vegetación, las rocas y todo aquel elemento que pudiera ser utilizado como refugio por los animales. Se examinaron

sitios potenciales de refugio como afloramientos rocosos, agujeros, zanjas y debajo de la hojarasca y otro material vegetal acumulado en algunos sitios. Además, se realizaron entrevistas con la gente de la región mostrándoles las guías de campo para corroborar e incrementar la identificación de especies comunes en la zona, así como el uso en el trabajo de gabinete de fuentes bibliográficas con información detallada sobre su distribución e importancia ecológica para corroborar la identificación hecha en el campo. El área total muestreada para anfibios y reptiles por el método de cuadrantes fue de 1000 m² por cuadrante.

Las observaciones en los sitios se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación iniciando con las primeras horas de sol y continuando hasta aproximadamente las 10:00 am, hora en la que, por las condiciones ambientales (principalmente temperatura), tienden a disminuir su actividad; por las tardes se iniciaban a las 16:00 horas y concluían al ocultarse el sol. No se realizaron muestreos nocturnos.

En la zona de la CHF no se registró ninguna especie de anfibios debido a que la época y el área en que se llevaron a cabo los muestreos, no es la apropiada para encontrar especímenes activos de ese grupo faunístico. Con respecto a los reptiles, se registraron 5 especies, todas por avistamiento.

Estado de protección

Del siguiente listado se consultó a la NOM-059-SEMARNAT-2010 encontrándose una especie en la lista oficial; por parte de la CITES, ninguna de las especies está incluida en sus anexos de protección.

Cuadro IV - 28. Especies de reptiles observadas en la CHF y su estado de protección bajo las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
SQUAMATA	Teiidae	<i>Aspiloscelis tigris</i>	Huico tigre del noroeste	-
	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	A
	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	-
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	-
	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol nortea	-

Densidades

Los resultados de los muestreos de reptiles arrojaron los siguientes resultados de densidades:

Cuadro IV - 29. Densidades de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro de la CHF

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del noroeste	18
2	<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	8
3	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	5
4	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	7
5	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol nortea	2

Atributos ecológicos

Una vez realizados los muestreos y analizadas las densidades de las especies que pudieran encontrarse, se realizan los cálculos de Densidad Relativa, Frecuencia Relativa expresada en valores porcentuales, Valor de Importancia (V.I.) y su CLASE (categoría que tiene la especie en su papel ecológico dentro de la comunidad). De los muestreos de reptiles se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro IV - 30. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en la CHF

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del noroeste	45.00	69.53	33.33	147.86	1
<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	20.00	13.73	25.00	58.73	2
<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	17.50	10.52	16.67	44.68	3
<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	12.50	5.36	16.67	34.53	4
<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol nortea	5.00	0.86	8.33	14.19	5

100 100 100 300

En el cuadro anterior podemos observar que el huico tigre del noroeste, *Aspidoscelis tigris*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de reptiles en el matorral sarcocaul de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

Rasgos ecológicos

En el Cuadro IV - 31 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de reptiles presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV - 31. Rasgos ecológicos de poblaciones de especies de reptiles de la CHF

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de actividad
<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del NW	Residente	Abundante	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	Residente	Abundante	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbóreo

Mamíferos

Método de muestreo de mamíferos

La metodología empleada para este grupo de animales consistió en la técnica propuesta por Ruiz-Campos (2009) empleando parcelas circulares de 1,000 m² (17.84 m de radio), donde se registró la presencia de especies de mamíferos observada en el sitio. Dicha herramienta de muestreo, permite reconocer la presencia, diversidad y abundancia relativa de especies de mamíferos de comportamientos/hábitos móviles y en alerta, recomendadas para evaluar poblaciones en hábitat abiertos como son en general los ecosistemas desérticos y semidesérticos.

Ruiz-Campos, G. et al. 2009. Manual de procedimientos para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en baja california. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 306 p.

Los sitios de muestreo fueron los mismos cuadrantes empleados para el registro de anfibios y reptiles.

En los cuadrantes de muestreo se utilizaron procesos de observación directa y técnicas de registros indirectos como huellas, excretas, pelos, senderos, madrigueras, restos orgánicos y, además, se utilizaron varias fuentes de información como entrevistas con los pobladores para corroborar la existencia de las especies de acuerdo a las evidencias encontradas en los muestreos.

Se registró un total de 7 especies de mamíferos, representando 4 órdenes y 6 familias. Por observación directa se registraron el ardillón de las rocas, *Spermophilus variegatus*, el y la liebre torda (*Lepus alleni*); también se observaron depredadores como el coyote

(*Canis latrans*). El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como huellas, excretas y madrigueras.

Estado de protección

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES encontrándose únicamente la liebre cola negra (*Lepus alleni*) como especie protegida (Pr) por la Norma Mexicana de la SEMARNAT.

Cuadro IV - 32. Especies de mamíferos encontrados en la cuenca hidrológico-forestal

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
CARNIVORA	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	Pr
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-
ARTIODACTYLA	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	-
RODENTIA	Muridae	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	-
RODENTIA	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	-
CARNIVORA	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-

Densidades

Los resultados de los muestreos de mamíferos a lo largo del área del proyecto arrojaron los siguientes valores de densidades:

Cuadro IV - 33. Densidades de las especies de mamíferos encontrados en la microcuenca hidrológico-forestal

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote	8
2	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	15
3	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	10
4	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	3
5	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	20
6	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	5
7	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	5

Atributos ecológicos

Una vez realizados los muestreos y analizadas las densidades de las especies que pudieran encontrarse, se realizan los cálculos de Densidad Relativa, Frecuencia Relativa expresada en valores porcentuales, Valor de Importancia (V.I.) y su CLASE (categoría que tiene la especie en su papel ecológico dentro de la comunidad). De los muestreos de mamíferos se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro IV - 34. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en la CHF

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote	12.12	7.55	12.50	32.17	4
2	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	22.73	26.53	25.00	74.26	2
3	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	15.15	11.79	18.75	45.69	3
4	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	4.55	1.06	6.25	11.86	6
5	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	30.30	47.17	25.00	102.47	1
6	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	7.58	2.95	6.25	16.77	5
7	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	7.58	2.95	6.25	16.77	5

100 100 100 300

En la tabla anterior podemos observar que la rata de campo, *Peromyscus merriami*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de mamíferos en el y la matorral sarcocaulde la CHF.

Rasgos ecológicos

En el Cuadro IV - 35 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de mamíferos presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV - 35. Rasgos ecológicos de poblaciones de especies de mamíferos de la CHF

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat
<i>Canis latrans</i>	Coyote	No endémica	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto
<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	Endémica	Residente	Abundante	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto
<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto

Aves

Método de muestreo de aves

Para el muestreo de aves en la cuenca hidrológico-forestal, se utilizaron los mismos cuadrantes establecidos para el muestreo de reptiles y mamíferos. En los cuadrantes se hicieron observaciones como avistamientos, registros de cantos y de evidencias como presencia de nidos, huellas y excretas. Como ya se mencionó con anterioridad, en forma adicional a su muestreo dentro de los cuadrantes establecidos, se registró en un radio de 30 m la presencia ornitológica mediante sus cantos, estableciendo así en cada estación de muestreo una superficie de observación de aves de 2,827.44 m².

Para la identificación de los ejemplares se utilizó la observación directa con binoculares y se detectó el sonido de sus cantos. Las observaciones en los cuadrantes se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación en ellos y se iniciaron con las primeras horas de sol y continuaron hasta aproximadamente las 10:00 am, hora en la que, por las condiciones ambientales (principalmente temperatura), tienden a disminuir su actividad; por las tardes se iniciaban a las 16:00 horas y concluían al ocultarse el sol. No se realizaron muestreos nocturnos.

Se muestrearon un total de 8 especies mismas que están distribuidas en 5 órdenes y 6 familias (Cuadro IV - 36).

Estado de protección

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES no encontrándose especies en estatus de protección en esas listas oficiales. (Cuadro IV - 36).

Cuadro IV - 36. Listado de especies de aves encontradas en la CHF

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	-
CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-
CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059
PASSERIFORMES	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	-
PASSERIFORMES	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	-
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	-
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	-

Densidades

Los resultados de los muestreos de aves a lo largo del área del proyecto arrojaron los siguientes valores de densidades:

Cuadro IV - 37. Densidades de especies aves encontradas en la CHF

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1
2	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	5
3	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	6
4	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	8
5	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	2
6	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	2
7	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	9
8	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	7

Atributos ecológicos

Una vez realizados los muestreos y analizadas las densidades de las especies que pudieran encontrarse, se realizan los cálculos de Densidad Relativa, Frecuencia Relativa expresada en valores porcentuales, Valor de Importancia (V.I.) y su CLASE (categoría que tiene la especie en su papel ecológico dentro de la comunidad). De los muestreos de aves se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro IV - 38. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en la CHF

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	2.50	0.38	5.26	8.14	7
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	12.50	9.47	10.53	32.50	5
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	15.00	13.64	15.79	44.43	4
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	20.00	24.24	21.05	65.30	2
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	5.00	1.52	5.26	11.78	6
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	5.00	1.52	5.26	11.78	6
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	22.50	30.68	21.05	74.23	1
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	17.50	18.56	15.79	51.85	3

100 100 100 300

En el cuadro anterior podemos observar que la paloma de alas blancas, *Zenaida asiatica*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de aves en el matorral sarcocaula de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

Rasgos ecológicos

En el Cuadro IV - 39 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV - 39. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves de la CHF

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Residente	Poco común	Gregario	Carnívoro	Espacio abierto
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Residente	Común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	Residente	Rara	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat
						abierto

Análisis de diversidad de fauna

Como ya se ha mencionado, un índice de diversidad sirve como guía para indicar el estado de salud de un sistema natural y conocer la diversidad natural que se encuentra distribuida dentro de un área natural. Para el estudio de la fauna de la CHF se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el cual considera que todos los individuos se muestrean al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita, donde todas las especies están representadas en la muestra.

Los índices de diversidad estimados para las especies de los diferentes grupos faunísticos muestreados dentro de la cuenca hidrológico-forestal correspondiente al proyecto, se muestran en los siguientes cuadros. Como ya se indicó anteriormente, en la CHF no se encontraron especies de anfibios.

Índices de diversidad de reptiles

En el siguiente cuadro se presentan los valores de índices de diversidad de las especies de reptiles, mismas que se presenta con su nombre científico, nombre común, densidad por hectárea, índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Riqueza (S), Diversidad Máxima (H_{max}) e Índice de diversidad de Pielou (J).

Cuadro IV - 40. Valores del índice de diversidad especies de reptiles registrados en CHF

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del noroeste	18	0.4500	-0.7985	-0.3593
<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	8	0.2000	-1.6094	-0.3219
<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	5	0.1250	-2.0794	-0.2599
<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	7	0.1750	-1.7430	-0.3050
<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol nortea	2	0.0500	-2.9957	-0.1498
TOTAL:		40	1.0000	-9.2261	-1.3960
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.3960
Riqueza (S) =					5
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					1.9459
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.7174

Los valores de H' varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno 2001).

Como se observa en el cuadro anterior, la diversidad de especies de reptiles es baja en la CHF del proyecto.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles del cuadro anterior, el huico tigre del noroeste (*Aspidoscelis tigris*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.4500$, con una densidad de 18 ejemplares por hectárea), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

Índices de diversidad de mamíferos

En el siguiente cuadro se presentan los valores de índices de diversidad de las especies de mamíferos, mismas que se presenta con su nombre científico, nombre común, densidad por hectárea, índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Riqueza (S), Diversidad Máxima (H_{max}) e Índice de diversidad de Pielou (J).

Cuadro IV - 41. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en la CHF

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Canis latrans</i>	Coyote	8	0.1212	-2.1102	-0.2558
<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	15	0.2273	-1.4816	-0.3367
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	10	0.1515	-1.8871	-0.2859
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	3	0.0455	-3.0910	-0.1405
<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	20	0.3030	-1.1939	-0.3618
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	5	0.0758	-2.5802	-0.1955
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	5	0.0758	-2.5802	-0.1955
TOTAL:		66	1.0000	- 14.9243	-1.7717
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.7717
Riqueza (S) =					7
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					1.9459
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.9105

Los valores de H' varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.)

El cuadro anterior nos revela que en la cuenca existe un valor bajo en la diversidad de especies de mamíferos.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de mamíferos del cuadro anterior, la rata de campo (*Peromyscus merriami*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.3030$, con una densidad de 20 ejemplares por

hectárea), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies de mamíferos muestreado.

Índices de diversidad de aves

En el siguiente cuadro se presentan los valores de índices de diversidad de las especies de aves, mismas que se presenta con su nombre científico, nombre común, densidad por hectárea, índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Riqueza (S), Diversidad Máxima (H_{max}) e Índice de diversidad de Pielou (J).

Cuadro IV - 42. Valores del índice de diversidad de especies de aves registradas en la CHF

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1	0.0250	-3.6889	-0.0922
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	5	0.1250	-2.0794	-0.2599
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	6	0.1500	-1.8971	-0.2846
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	8	0.2000	-1.6094	-0.3219
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	2	0.0500	-2.9957	-0.1498
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	2	0.0500	-2.9957	-0.1498
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	9	0.2250	-1.4917	-0.3356
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	7	0.1750	-1.7430	-0.3050
TOTAL:		40	1.0000	-36.1118	-2.3955
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					2.3955
Riqueza (S) =					8
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					2.0794
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.9339

Los valores de H' varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.)

El cuadro anterior nos revela que en la cuenca existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de aves del cuadro anterior, la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.2250$, con una densidad de 9 ejemplares por hectárea), la cual se refleja en el más alto valor en el índice de diversidad obtenido para ese grupo de especies ornitológicas muestreado.

De manera resumida, obtenemos los siguientes datos sobre los atributos ecológicos para los diferentes grupos faunísticos analizados en la CHF (ver cuadro siguiente).

Resumen de atributos ecológicos de la fauna en la CHF

Grupo faunístico	Variable			
	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H)	Riqueza (S)	Diversidad máxima (Hmax)	Índice Equidad Pielou (J)
Reptiles	1.3960	5	1.9459	0.7174
Mamíferos	1.7717	7	1.9459	0.9105
Aves	2.3955	8	2.0794	0.9339

De este resumen del cuadro anterior, podemos observar que el grupo faunístico de aves son las que más riqueza se cuantificó, que son 8 especies diferentes. Los grupos mamíferos y reptiles fueron los que menos presentaron riqueza, con un total de 7 y 5 especies diferentes, respectivamente, y por ende un Índice de diversidad de Shannon-Wiener menor.

En resumen se puede decir que en la CHF del proyecto existe una baja diversidad de especies de fauna silvestre.

Esta información presentada para la CHF es con fines de comparación con las superficies sujetas a CUSTF, por lo que estas especies no serán afectadas al no ser polígonos del proyecto.

Área del proyecto

En los párrafos siguientes se da a conocer la información por grupo faunístico de las especies que habitan en el sitio del proyecto. Es importante mencionar que dicho sitio no existen corredores biológicos (cañadas, cauces de corrientes superficiales, entre otras), sitios de congregación de especies de fauna (lagos, represas, áreas de alimentación, entre otras) y áreas dedicadas a la conservación (áreas naturales protegidas, áreas de importancia ecológica, entre otras) que podrían ser afectadas por el desarrollo del proyecto.

Aun cuando el clima y las bajas precipitaciones hacen que la diversidad biológica sea muy baja en las zonas áridas del mundo, de acuerdo a registros bibliográficos en el área del proyecto podemos encontrar un listado rico de especies animales residentes, sin contar las especies migratorias que ocurren en la región en ciertas épocas del año. En párrafos siguientes se dan a conocer las especies que fueron registradas en el área del proyecto, aunque, durante las visitas de trabajo al predio solo pudieron avistarse especies de fauna en tránsito y, en otros casos, solo se observaron evidencias como excretas y huellas de sus patas.

Sitios de muestreo

En todo tipo de proyecto que se requiera la transformación de ecosistemas por cambio de uso del suelo es imperativo conservar la biodiversidad a nivel local y regional para asegurar la continuidad de las especies silvestres de flora y fauna nativas para el bien de los ecosistemas y de las generaciones futuras de la humanidad. Por esa razón, hubo que relizar muestreos de fauna en el sitio del proyecto con el fin de asegurar que no se pone en riesgo la diversidad de especies faunísticas con las obras del proyecto de interés.

Los sitios de muestreo para la fauna del sitio del proyecto se localizaron en los mismos sitios utilizados en los muestreos de vegetación de dicho sitio, en los cuales, además de registrar avistamientos, se tomaron evidencias de presencia de fauna como anidaciones, excretas, huellas, etcétera. (Figura IV - 44).

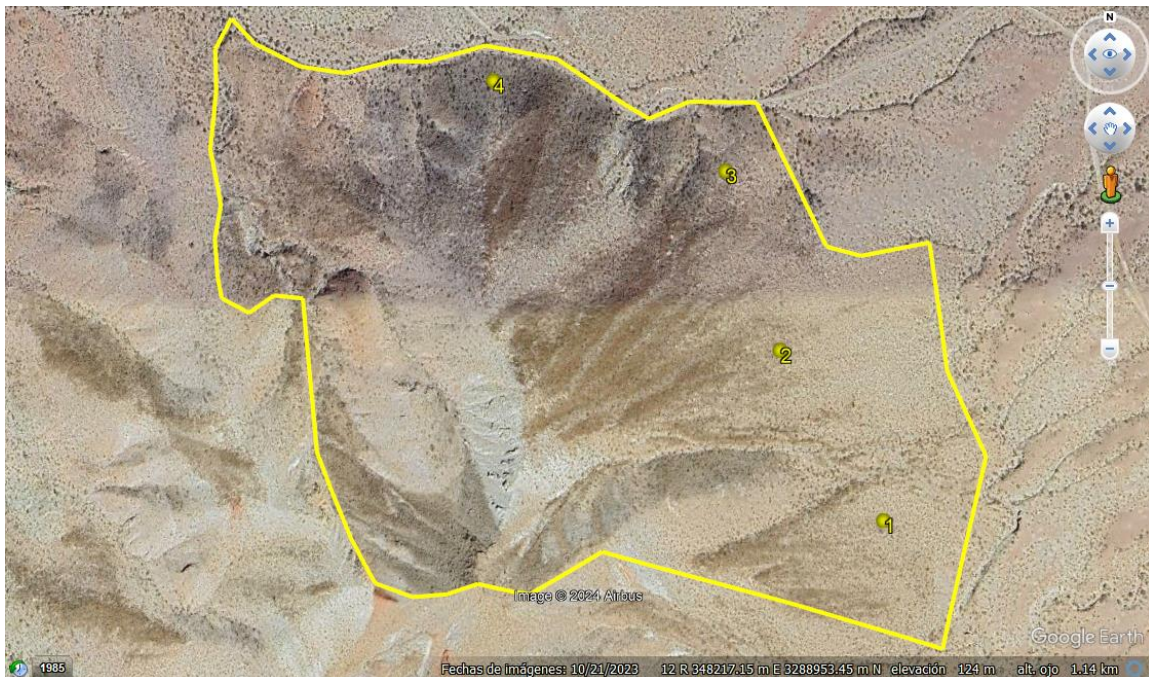


Figura IV - 44. Sitios de muestreo de fauna silvestre en el sitio del proyecto

El muestreo en las parcelas se realizó siguiendo las técnicas propuestas por Ruiz-Campos (2009) y Sánchez (2011) y se muestreó desde temprano en las mañanas hasta el atardecer. En el caso de las aves, en forma adicional a su muestreo dentro de los cuadrantes establecidos, se registró en un radio de 30 m la presencia ornitológica mediante sus cantos, estableciendo así en cada estación de muestreo una superficie de observación de aves de 2837.44 m².

No se establecieron sitios de observación ni se colocaron trampas para captura de organismos de masto fauna o redes para aves; sin embargo, se instalaron cámaras trampa y se utilizó el muestreo en parcelas para registrar la presencia en forma directa e indirecta de las diferentes especies faunísticas en el sitio del proyecto.

Anfibios y reptiles

Método de muestreo de anfibios y reptiles

De acuerdo a Sánchez (2011), la estimación de la densidad de individuos de especies de reptiles puede hacerse mediante el establecimiento de parcelas de tamaño uniforme, predeterminado según la escala de cada caso; para eso, debe establecerse un número de parcelas suficiente a fin de lograr representatividad de los muestreos.

La manera de detectar los ejemplares puede realizarse mediante el método de búsqueda directa. Así, en cada parcela debe efectuarse una revisión minuciosa, teniendo gran cuidado de no alterar permanentemente troncos caídos o rocas y de recolocarlos en su posición original una vez revisado cada sitio. Esto puede hacerse con un equipo de varias personas, quienes recorren la parcela en forma simultánea, inspeccionando cada participante una franja de 5 m a cada lado y anotando lo visto. En este caso se conoce el área y el número de individuos detectados y por ello, es posible hacer una estimación de densidad en forma directa (individuos/área). Cuando se requiere identificar en laboratorio ejemplares desconocidos, este método posibilita la captura momentánea de algunos individuos y éstos pueden marcarse en alguna forma que no altere demasiado su probabilidad de supervivencia ni su comportamiento social con lo cual, en visitas posteriores, es posible recapturar algunos individuos e intentar recuperar información acerca de sus movimientos, uso de hábitat, crecimiento y estado reproductivo, entre otros aspectos. Claramente, si a la detección de individuos se agrega la captura, marca y recaptura, este método requiere ejercer sumo cuidado en la manipulación de individuos los cuales, bajo ninguna circunstancia, deben extraerse de la parcela ni soltarse en un sitio distinto al de su captura.

Dado que se trata de un método que requiere una considerable inversión de esfuerzo, su inclusión como método para monitoreo sistemático y periódico debe ponderarse con detenimiento.

Durante el muestreo en las parcelas del presente estudio, se realizaron búsquedas visuales activas, inspeccionando cuidadosamente el suelo, la vegetación, las rocas y todo aquel elemento que pudiera ser utilizado como refugio por los animales. Se examinaron sitios potenciales de refugio como afloramientos rocosos, agujeros, zanjas y debajo de la hojarasca y otro material vegetal acumulado en algunos sitios. Además, se realizaron entrevistas con la gente de la región mostrándoles las guías de campo para corroborar e incrementar la identificación de especies comunes en la zona, así como el uso en el

trabajo de gabinete de fuentes bibliográficas con información detallada sobre su distribución e importancia ecológica para corroborar la identificación hecha en el campo.

En el sitio del proyecto no se registró ninguna especie de anfibios debido a que la época en que se llevaron a cabo los muestreos, no es la apropiada para encontrar especímenes activos de ese grupo faunístico.

Estado de protección

Con respecto a los reptiles, se registraron 4 especies. Para determinar el estatus de protección de las especies muestreadas se consultaron la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES, no encontrándose especies categorizadas en esas listas oficiales.

Cuadro IV - 43. Especies de reptiles observadas en el sitio del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
SQUAMATA	Teiidae	<i>Aspiloscelis tigris</i>	Huico tigre del NW	-	-
	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	-	-
	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora arenera	-	-
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija escamosa	-	-

Densidades

Los resultados de los muestreos de reptiles a lo largo del área del proyecto arrojaron los siguientes valores de densidades:

Cuadro IV - 44. Densidades de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del sitio del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Aspiloscelis tigris</i>	Huico tigre del NW	18
2	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	3
3	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora arenera	8
4	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija escamosa	5

Atributos ecológicos

Una vez realizados los muestreos y analizadas las densidades de las especies que pudieran encontrarse, se realizaron los cálculos de Densidad Relativa, Frecuencia Relativa expresada en valores porcentuales, Valor de Importancia (V.I.) y su CLASE (categoría que tiene la especie en su papel ecológico dentro de la comunidad). De los muestreos de reptiles se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro IV - 45. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el sitio del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del noroeste	52.94	76.78	40.00	169.72	1
2	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	8.82	2.13	10.00	20.96	4
3	<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	23.53	15.17	30.00	68.70	2
4	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	14.71	5.92	20.00	40.63	3
			100	100	100	300	

En el cuadro anterior podemos observar que el huico tigre del noroeste, *Aspidoscelis tigris*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de reptiles en el sitio del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

Rasgos ecológicos

En el Cuadro IV - 46 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de reptiles presentes en el área del proyecto y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV - 46. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles del área del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del NW	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbóreo
<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora arenera	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija escamosa	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Mamíferos

Método de muestreo de mamíferos

La metodología empleada para este grupo de animales consistió en la técnica propuesta por Ruiz-Campos (2009) empleando cuadrantes de 400 m² (los mismos utilizados en los

muestreos de reptiles), donde se registró la presencia de especies de mamíferos observada en cada sitio. Dicha herramienta de muestreo, permite reconocer la presencia, diversidad y abundancia relativa de especies de mamíferos de comportamientos/hábitos móviles y en alerta, recomendadas para evaluar poblaciones en hábitat abiertos como son en general los ecosistemas desérticos y semidesérticos.

En los cuadrantes de muestreo se utilizaron procesos de observación directa y técnicas de registros indirectos como huellas, excretas, pelos, senderos, madrigueras, restos orgánicos y, además, se utilizaron varias fuentes de información como entrevistas con los pobladores para corroborar la existencia de las especies de acuerdo a las evidencias encontradas en los muestreos.

Como resultado de los muestreos en campo, se registraron 5 especies pertenecientes a 4 órdenes y 5 familias. Por observación directa se registraron liebres cola torda (*Lepus alleni*) y ratas de campo (*Peromyscus merriami*); también se observaron depredadores como el coyote (*Canis latrans*). El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como huellas y excretas; no se encontraron madrigueras.

Estado de protección

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES encontrándose únicamente la liebre cola negra (*Lepus alleni*) como especie protegida (Pr) por la Norma Mexicana de la SEMARNAT.

Cuadro IV - 47. Especies de mamíferos encontrados en el sitio del proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
CARNIVORA	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	Pr	-
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-	-
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	-	-
RODENTIA	Cricetidae	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	-	-

Densidades

Los resultados de los muestreos de mamíferos a lo largo del área del proyecto arrojaron los siguientes valores de densidades:

Cuadro IV - 48. Densidades de especies de mamíferos encontrados en el sitio del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote	5
2	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	13
3	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	8
4	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	3
5	<i>Peromyscus merriami</i>	Ratón de cactus	18

Atributos ecológicos

Una vez realizados los muestreos y analizadas las densidades de las especies que pudieran encontrarse, se realizan los cálculos de Densidad Relativa, Frecuencia Relativa expresada en valores porcentuales, Valor de Importancia (V.I.) y su CLASE (categoría que tiene la especie en su papel ecológico dentro de la comunidad). De los muestreos de mamíferos se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro IV - 49. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el sitio del proyecto

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote	10.64	4.23	14.29	29.15	4
2	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	27.66	28.60	28.57	84.83	2
3	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	17.02	10.83	21.43	49.28	3
4	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	6.38	1.52	7.14	15.05	5
5	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	38.30	54.82	28.57	121.69	1

100 100 100 300

En el cuadro anterior podemos observar que la rata de campo, *Peromyscus merriami*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de mamíferos en la área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

Rasgos ecológicos

En el Cuadro IV - 50 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de mamíferos presentes en el sitio del proyecto y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV - 50. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos del sitio del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
<i>Canis latrans</i>	Coyote	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	No endémica	Residente	común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	No endémica	Residente	común	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	Endémica	Residente	común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

Aves

Método de muestreo de aves

Para el muestreo de aves en el sitio del proyecto, se utilizaron los mismos cuadrantes del muestreo de reptiles y mamíferos, solo que además de muestrear evidencias de su presencia dentro de los cuadrantes, se hicieron avistamientos y detección de cantos en un radio de 30 metros, cubriendo un área de 2,827.44 m² en cada sitio de muestreo. Para la identificación de los ejemplares se utilizó la observación directa con binoculares y se detectó el sonido de sus cantos.

Para la identificación de los ejemplares se utilizó la observación directa con binoculares y se detectó el sonido de sus cantos. Las observaciones en los cuadrantes se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación en ellos y se iniciaron con las primeras horas de sol y continuaron hasta aproximadamente las 10:00 am, hora en la que, por las condiciones ambientales (principalmente temperatura), tienden a disminuir su actividad; por las tardes se iniciaban a las 16:00 horas y concluían al ocultarse el sol. No se realizaron muestreos nocturnos.

Como resultado de los muestreos en campo, se registraron 7 especies pertenecientes a 5 órdenes y 6 familias. La mayoría de los individuos fueron registrados por observación directa. El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como excretas y cantos; no se encontraron nidos.

Estado de protección

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES no encontrándose especies en estatus de protección en esas listas oficiales.

Cuadro IV - 51. Especies de aves encontradas en el sitio del proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059	CITES
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	-	-
CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-	-
PASSERIFORMES	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-	-
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	-	-
PASSERIFORMES	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	-	-
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	-	-
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	-	-

Densidades

En el área de estudio se registraron un total de 26 ejemplares pertenecientes a 7 especies. En cuanto a endemismos, no hay especies microendémicas de la provincia biogeográfica denominada Sonora y la gran mayoría son especies de amplia distribución geográfica. Además, ninguna de las especies registradas se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los resultados de los muestreos de aves a lo largo del área del proyecto arrojaron los siguientes valores de densidades:

Cuadro IV - 52. Densidades de especies aves encontradas en el sitio del proyecto

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1
2	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	4
3	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	6
4	<i>Geococcyx californianus</i>	Gaviota california	2
5	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	1
6	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	8
7	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	4

Atributos ecológicos

Una vez realizados los muestreos y analizadas las densidades de las especies que pudieran encontrarse, se realizan los cálculos de Densidad Relativa, Frecuencia Relativa

expresada en valores porcentuales, Valor de Importancia (V.I.) y su CLASE (categoría que tiene la especie en su papel ecológico dentro de la comunidad). De los muestreos de aves se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro IV - 53. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en el sitio del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	3.85	0.72	7.77	12.34	6
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	15.38	11.59	13.18	40.15	4
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	23.08	26.09	19.76	68.93	22
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	7.69	2.90	6.59	17.18	5
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	3.85	0.72	6.59	11.16	6
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	30.77	46.38	26.35	103.50	1
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huijota	15.38	11.59	19.76	46.74	3

100 100 100 300

En el cuadro anterior podemos observar que la paloma de alas blancas, *Zenaida asiatica*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de aves en el área del proyecto; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

Rasgos ecológicos

En el Cuadro IV - 54 se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en el sitio del proyecto y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Cuadro IV - 54. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves en el sitio del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Residente	Común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	Residente	Rara	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle nortño	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huijota	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto

Información taxonómica e imágenes de las especies de fauna del área del proyecto

A manera de un catálogo informativo complementario, en el cuadro siguiente se incluyen los datos taxonómicos de las especies de fauna encontradas en el sitio del proyecto, así como imágenes fotográficas de individuos representantes de esas especies.

Datos taxonómicos de los reptiles del área del proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
SQUAMATA	Teiidae	<i>Aspidozelis tigris</i>	Huico tigre del NW
	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda
	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora arenera
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija escamosa



Aspidozelis tigris



Holbrookia maculata



Callisaurus draconoides



Sceloporus magister

Datos taxonómicos de los mamíferos del sitio del proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
CARNIVORA	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar
RODENTIA	Cricetidae	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo



Canis latrans



Lepus alleni



Odocoileus virginianus



Pecari tajacu



Peromyscus merriami

Datos taxonómicos e imágenes de las aves del área del Proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguilla cola roja
CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura
PASSERIFORMES	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño
PASSERIFORMES	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota



Buteo jamaicensis



Cathartes aura



Geococcyx californianus



Corvus corax



Zenaida asiatica



Zenaida macroura



Mimus polyglottos

Análisis de diversidad de fauna

Otro de los atributos que se determinó para las especies de fauna del área del proyecto, fue la Diversidad de Especies. Este atributo se determina usando diversos algoritmos matemáticos llamados Índices de Diversidad entre los que figuran el de Simpson, el de Shannon - Wiener, el de Margalef, entre otros; los dos primeros índices de diversidad están basados en la densidad absoluta de las especies.

Utilizando los resultados de los muestreos en la CHF y en el área del proyecto, se efectuó la estimación del índice de diversidad (Shannon-Wiener) de las comunidades faunísticas con el objetivo de determinar si existe una riqueza de especies de fauna mayor en la CHF que en el área del proyecto, lo cual indicaría que el índice de diversidad de especies faunísticas es mayor en la CHF que las presentes en las áreas del proyecto, con lo cual se aseguraría que no se pone en riesgo la biodiversidad a consecuencia de las actividades del proyecto.

Es de hacer mención que la metodología para determinar el índice de Shannon - Wiener ya fue presentada en el apartado correspondiente a la CHF.

Los índices de diversidad estimados para las especies de los diferentes grupos faunísticos muestreados dentro del sitio del proyecto, se muestran en los siguientes Cuadros. Como ya se indicó anteriormente, en la sitio del proyecto no se encontraron especies de anfibios.

Índices de diversidad de reptiles

En el siguiente cuadro se presentan los valores de índices de diversidad de las especies de reptiles, mismas que se presenta con su nombre científico, nombre común, densidad por hectárea, índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Riqueza (S), Diversidad Máxima (H_{max}) e Índice de diversidad de Pielou (J).

Cuadro IV - 55. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el sitio del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del NW	18	0.5294	-0.6360	-0.3367
<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora arenera	8	0.2353	-1.4469	-0.3405
<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	3	0.0882	-2.4277	-0.2142
<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija escamosa	5	0.1471	-1.9169	-0.2819
TOTAL:		34	1.0000	-6.4276	-1.1733
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.1733
Riqueza (S) =					4
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					1.3863
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.8463

Los valores de H' varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno 2001).

Se aprecia que la diversidad de especies de reptiles es baja en el área del proyecto.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de reptiles del cuadro anterior, el huico tigre del noroeste (*Aspidoscelis tigris*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.5294$, con una densidad de 18 ejemplares por hectárea).

Índices de diversidad de mamíferos

En el siguiente cuadro se presentan los valores de índices de diversidad de las especies de mamíferos, mismas que se presenta con su nombre científico, nombre común, densidad por hectárea, índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Riqueza (S), Diversidad Máxima (H_{max}) e Índice de diversidad de Pielou (J).

Cuadro IV - 56. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el sitio del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Canis latrans</i>	Coyote	5	0.1064	-2.2407	-0.2384
<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	13	0.2766	-1.2852	-0.3555
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	8	0.1702	-1.7707	-0.3014
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	3	0.0638	-2.7515	-0.1756
<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	18	0.3830	-0.9598	-0.3676
TOTAL:		47	1.0000	-9.0079	-1.4385
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.4385
Riqueza (S) =					5
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					1.6094
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.8938

Los valores de H' varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.).

El cuadro anterior nos revela que en la cuenca existe un valor bajo en la diversidad de especies de mamíferos.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de mamíferos del cuadro anterior, la rata de campo (*Peromyscus merriami*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.3830$, con una densidad de 18 ejemplares por hectárea), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies de mamíferos muestreado.

Índices de diversidad de aves

En el siguiente cuadro se presentan los valores de índices de diversidad de las especies de aves, mismas que se presenta con su nombre científico, nombre común, densidad por hectárea, índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Riqueza (S), Diversidad Máxima (H_{max}) e Índice de diversidad de Pielou (J).

Cuadro IV - 57. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en el sitio del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1	0.0385	-3.2581	-0.1253
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	4	0.1538	-1.8718	-0.2880
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	6	0.2308	-1.4663	-0.3384
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	2	0.0769	-2.5649	-0.1973
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	1	0.0385	-3.2581	-0.1253
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	8	0.3077	-1.1787	-0.3627
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huijota	4	0.1538	-1.8718	-0.2880
TOTAL:		26	1.0000	-15.4697	-1.7249
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.7249
Riqueza (S) =					7
Diversidad máxima (H_{max}) = $\ln S$ =					1.9459
Índice de Equidad de Pielou (J) = H'/H_{max}					0.8864

Los valores de H' varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (op. cit.)

El cuadro anterior nos revela que en la cuenca existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de Shannon-Wiener para los elementos del grupo de aves del cuadro anterior, la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuyen con la más alta proporcionalidad poblacional ($p_i = 0.3077$, con una densidad de 8 ejemplares por

hectárea), la cual se refleja en el más alto valor en el índice de diversidad obtenido para ese grupo de especies ornitológicas muestreado.

De manera resumida, obtenemos los siguientes datos sobre los atributos ecológicos para los diferentes grupos faunísticos analizados en el sitio del proyecto (ver cuadro siguiente).

Resumen de atributos ecológicos de la fauna en el sitio del proyecto

Grupo faunístico	Variable			
	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H)	Riqueza (S)	Diversidad máxima (Hmax)	Índice Equidad Pielou (J)
Reptiles	1.1733	4	1.3863	0.8463
Mamíferos	1.4385	5	1.6094	0.8938
Aves	1.7249	7	1.9459	0.8864

De este resumen del cuadro anterior, podemos observar que el grupo faunístico de aves son las que más riqueza se cuantificó, que son 7 especies diferentes, seguido por los mamíferos con 5 especies y por ende un Índice de diversidad de Shannon-Wiener mayor.

En resumen se puede decir que en el sitio del proyecto existe una baja diversidad de especies de fauna silvestre.

Análisis comparativo de los grupos de fauna entre la CHF y el área del proyecto

Con los resultados de la composición y estructura faunística de la CHF y del área del proyecto a continuación se realizará un análisis comparativo de esos resultados.

Análisis comparativo sobre Presencia-Ausencia de especies de fauna silvestre

Se realiza a continuación un análisis comparativo sobre la presencia y ausencia de especies de fauna. El siguiente cuadro nos indica las especies de fauna silvestre que fueron muestreadas en el área de la cuenca hidrológico-forestal y el área del proyecto.

Cuadro IV - 58. Relación de especies presentes en ambas áreas de comparación

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA CHF	AREA CUSTF
Reptiles	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del noroeste	x	x
	<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	x	x
	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	x	x

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA CHF	AREA CUSTF
	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	x	x
	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	x	-
Mamíferos	<i>Canis latrans</i>	Coyote	x	x
	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	x	x
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	x	x
	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	x	x
	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	x	x
	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	x	-
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	x	-
Aves	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	x	x
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	x	x
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	x	-
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	x	x
	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	x	x
	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	x	x
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	x	x
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huijota	x	x
NÚMERO TOTAL DE ESPECIES:			20	16

Ahora bien, una vez elaborado el cuadro anterior, podemos identificar cuáles son las especies que se ubican en la CHF y en la superficie sujeta a CUSTF.

En el cuadro anterior se observa que todas las especies de fauna silvestre del área propuesta para CUSTF se encuentran incluidas en la CHF y, además, podemos notar que la riqueza de especies de la CHF es superior a la del área del proyecto (20 especies contra 16, respectivamente).

Analizando el Cuadro y el párrafo anterior, se hace mención que de las 20 especies encontradas en la CHF, 4 no se presentan en el polígono CUSTF. Es decir, en la superficie

propuesta para cambio de uso de suelo se presenta el 80% del total de las especies encontradas en la CHF, lo cual nos indica que no existen especies distintas que vayan a ser afectadas y no se encuentren en la CHF.

Riqueza de especies por grupo faunístico

GRUPO	CHF	CUSTF	REPRESENTACIÓN (%)
Reptiles	5	4	80.00%
Mamíferos	7	5	71.42%
Aves	8	7	87.50%
Totales	20	16	80.00%

Del cuadro anterior, podemos identificar que todos los grupo faunísticos se encuentran representadas en las superficies CUSTF y que se ubican en la CHF (con valores por encima del 70.00% de representación).

Las especies que se encuentran en la CHF pero que no se presentan en la superficie sujeta a CUSTF, son las siguientes:

GRUPO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA CHF	AREA CUSTF
Reptiles	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol nortea	x	
Mamíferos	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	x	
	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	x	
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	x	
TOTAL:			4	0

Análisis comparativo sobre Densidad de especies faunísticas (individuos/ha)

Una vez realizado el análisis de comparación en la identificación de especies anterior, se realizará un análisis de comparación sobre la densidad (individuos/ha) de las especies faunísticas representado en la cantidad de riqueza de especies.

El siguiente cuadro nos indica la densidad por hectárea de las poblaciones de especies de fauna tanto para la CHF como para el predio sujeto a CUSTF considerando el estrato o forma de vida de las especies.

**Cuadro IV - 59. Densidad de especies faunísticas (individuos/ha) presentes en
ambas áreas de comparación**

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA CHF	AREA CUSTF
Reptiles	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Huico tigre del noroeste	18	18
	<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	8	8
	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	5	3
	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	7	5
	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	2	0
Mamíferos	<i>Canis latrans</i>	Coyote	8	5
	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	15	13
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	10	8
	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	3	3
	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	20	18
	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de las rocas	5	0
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	5	0
Aves	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1	1
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	5	4
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	6	0
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	8	6
	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	2	2
	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	2	1
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	9	8
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	7	4
NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS:			146	107

Los resultados del cuadro anterior nos indican que la CHF está más pobladas con fauna que el área propuesta para CUSTF, ya que ésta última contiene el 73% de la densidad de especies faunísticas de la CHF, lo cual indica que la biodiversidad del ecosistema no estará en riesgo con el desarrollo del proyecto.

Análisis comparativo sobre el Índice de Similitud entre la fauna de la CHF y el área propuesta para CUSTF

Para efectos de determinar cuantitativamente si el cambio de uso del suelo en el presente proyecto podría afectar la biodiversidad del ecosistema correspondiente, es aconsejable comparar los valores de similitud de los grupos de organismos de flora y fauna del área del proyecto con respecto a los del mismo ecosistema de la CHF.

Las características de los índices o coeficientes de similitud fueron abordadas en el apartado correspondiente a la CHF.

Para este proyecto se utilizó el índice de Sorensen, obteniendo los siguientes resultados:

$$Is = (2c/(a+b))*100$$

Número de especies en la CHF (comunidad a) = 20

Número de especies en el área del proyecto (comunidad b) = 16

Número de especies comunes a ambas comunidades (c) = 16

$$Is = (2c/(a+b))*100 = (2*16/(20+16))*100 = (32/36)*100 = 88.9\%$$

Los resultados indican que las comunidades faunísticas del área del proyecto y de la CHF son similares faunísticamente, seguramente debido a que las especies encontradas en el área del proyecto corresponde al 80% de las especies encontradas en el área de la cuenca hidrológica forestal; lo importante es que, dentro de ese rango de similitud, las especies del área del proyecto están comprendidas dentro de la comunidad vegetal de la CHF y por lo tanto no están en riesgo de ser afectadas por las obras del proyecto.

Rescate y reubicación de fauna

El programa de rescate y reubicación de fauna se presenta en el Anexo 10.

IV.2.3 Paisaje

En lo que se refiere a la fragilidad del paisaje, el hecho que se pretenda desmontar la vegetación existente en el terreno, implica la modificación paisajística del sitio de manera poco significativa, ya que no es un sitio que sea sujeto de visitar.

La distribución en cuanto al tipo de vegetación matorral sarcocaula no se verá afectada dado que las especies se encuentran ampliamente distribuidas en la CHF, por lo que en términos cualitativos el paisaje no se verá afectado en su totalidad.

Las siguientes imágenes del sitio del proyecto indican lo mencionado



IV.2.4 Medio socioeconómico

Dado que el predio se encuentra en el municipio de Pitiquito, Sonora, a continuación, se presentan los datos correspondientes a Puerto Libertad y al municipio.

El municipio de Pitiquito se localiza en el noroeste del estado de Sonora, en el paralelo 30°40'34" de latitud norte y el meridiano 112°03'15" de longitud oeste de Greenwich, a una altura 320 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de Caborca, Altar y Trincheras, al este con el municipio de Carbó, al oeste con el mar de Cortés y al sur con el municipio de Hermosillo.

a) Demografía

De acuerdo a los resultados que presenta el *Indicadores demográficos y socioeconómicos 2020*, el municipio de Pitiquito cuenta con un total de 9,122 habitantes.

Población 1990-2020							
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hombres	4,032	4,686	4,818	4,761	4,936	4,859	4,694
Mujeres	3,711	4,271	4,418	4,356	4,532	4,655	4,428
Total	7,743	8,957	9,236	9,117	9,468	9,514	9,122

La población total de Pitiquito en 2020 fue 9,122 habitantes, siendo 48.5% mujeres y 51.5% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (786 habitantes), 5 a 9 años (769 habitantes) y 15 a 19 años (733 habitantes). Entre ellos concentraron el 25.1% de la población total.

Del total de la población, 994 habitantes hablan alguna lengua indígena, lo que corresponde a 10.9% del total de la población de Pitiquito. Las lenguas indígenas más habladas fueron Seri (815 habitantes), Otras lenguas indígenas de América (128 habitantes) y No especificado (18 habitantes).

El municipio de Pitiquito tiene una tasa media anual de crecimiento de 0.1 por ciento.

INDICADORES DEMOGRAFICOS

Tasa de Crecimiento Medio Anual	Esperanza de Vida (años)	Edad Mediana (años)	Tasa Global de Fecundidad (hijos por mujer)
0.1%	74.8	29.8	2.3

Fuente: Consejo Estatal de Población (COESPO 2015)

Factores socioculturales

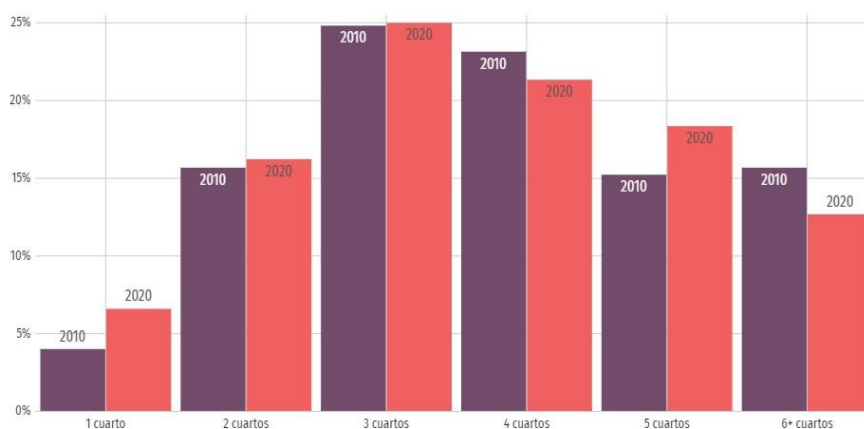
En el rubro de Salud (2010), 7,116 habitantes presentan condición de derechohabiente del IMSS, ISSSTE, ISSSTESON, etc., mientras que 2,006 habitantes no cuentan formalmente con derechohabiencia.

En Asistencia Social, interviene el DIF Municipal, quien atiende a grupos vulnerables, proveyéndoles de alimentos, atención psicológica, económica, educativa, de salud, también brinda atención a discapacitados; proporciona asesorías jurídicas y apoya a personas pertenecientes a INAPAM.

Población total según derechohabiencia a servicios de salud por sexo, 2010										
	Pobla ción total	Condición de derechohabiencia								
		Derechohabiente ⁽¹⁾							No derechoha biente	No especifi cado
		Total	IMSS	ISSS TE	ISSST E estat al ⁽²⁾	Seguro popular o para una nueva generación	Institu ción privada	Otra instituc ión ⁽³⁾		
Hom bres	4,694	3,554	1,845	143	200	1,366	12	0	944	6
Muje res	4,428	3,542	1,850	159	190	1,343	8	0	1,062	
Total	9,122	7,096	3,695	302	390	2,709	20	0	2,006	6

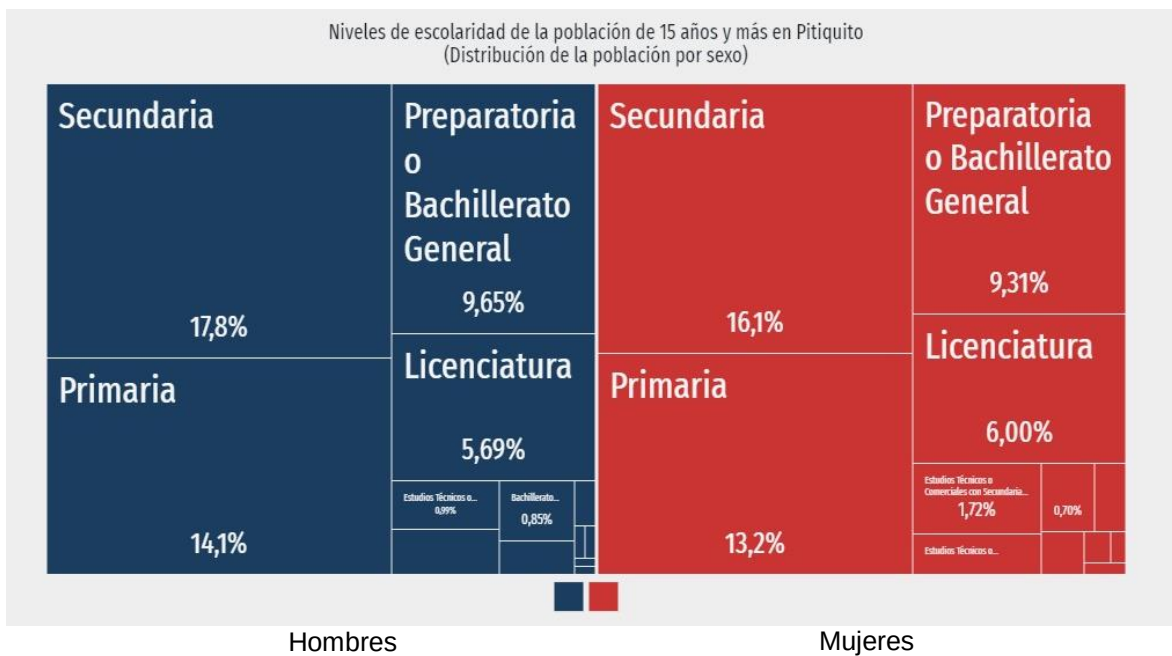
En el renglón vivienda, existen en el municipio un total de 2, 680 viviendas de las cuales todas son particulares. Las viviendas tienen una densidad promedio de 3.4 habitantes por vivienda y generalmente predomina el tipo de vivienda de pared de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto, con techo de lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil, con piso de cemento o firme.

Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020



<localhost:3300/es/profile/seo/pitiquito>

Para la escolaridad, el 11.7% cuenta con una licenciatura, siendo de estos 5.70% correspondientes a hombres y 6.00% a mujeres. Del total, 18.95% finalizó preparatoria o bachillerato, siendo 9.65% hombres y 9.31% mujeres. En tema de secundaria, se tiene un total de 33.90%, siendo 17.8% por hombres y 16.1% por mujeres. En primaria, corresponde a un total de 27.3% que corresponden a 14.1% hombres y 13.2% mujeres.



El municipio de Pitiquito posee un grado muy bajo de marginación.

Indicadores de Marginación, 2020	
Indicador	Valor
Índice de marginación	-1.29780
Grado de marginación ^(*)	Muy Bajo
Índice de marginación de 0 a 100	13.01
Lugar a nivel estatal	54
Lugar a nivel nacional	2229

El municipio cuenta con el servicio de correos, telégrafo red telefónica y recibe la señal de canales de televisión y radio.

En cuanto a vías de comunicación cuenta con carreteras pavimentadas, de terracería para la comunicación con los demás municipios del estado y sus comunidades.

Medios de comunicación

Para el apoyo a los buques que arriban al Puerto Libertad, la Capitanía de Puerto cuenta con equipo de comunicación VHF que está a la escucha las 24 horas del día en el canal 16 y tiene como canales operativo el canal 14.

En Puerto Libertad no se cuenta con difusoras de televisión, empero si con antenas repetidoras de televisión, de Televisa y la señal del canal estatal Telemex.

En Puerto Libertad no existen oficinas que brindan servicio de mensajería.

En el municipio de Puerto Libertad no existe una oficina de correos de México para el envío de correspondencia.

En Puerto Libertad no cuenta radiodifusoras locales, pero si con antenas repetidoras de radio.

En Puerto Libertad no se cuenta oficina de Telecom que brinda el servicio de telefax.

En Puerto Libertad cuenta con servicio telefónico de Telmex y telefonía celular; así como el servicio de internet.

Vías de comunicación

Aeropuerto

Existe una pista de aterrizaje para uso de la Central Termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, el cual se localiza a 5 km del poblado de Puerto Libertad.

Carreteras

Puerto Libertad se enlaza por la carretera federal derivada de la carretera 37 que va de Puerto Peñasco a la ciudad de Caborca a una distancia de 67 km.. Asimismo el Puerto cuenta con un nuevo acceso vial para agilizar el tránsito y el manejo de carga a la ciudad de Hermosillo, conocida actualmente como la Costera, y que es parte de la anteriormente conocida como "Escalera Náutica".

Vía de ferrocarril

No existe sistema ferroviario en la jurisdicción de Puerto Libertad; sin embargo, la más cercana está en la cabecera municipal de Caborca.

DESARROLLO ECONÓMICO

Población Económicamente Activa por Sector

Cuenta con una población económicamente activa de 3,616 habitantes, de los cuales el 74.42% corresponde a hombres. La población inactiva es de 3,749 habitantes.

Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010					
Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	% Hombres	% Mujeres
Población económicamente activa (PEA) ⁽¹⁾	3,616	2,691	925	74.42	25.58
Ocupada	3,493	2,591	902	74.18	25.82
Desocupada	123	100	23	81.30	18.70
Población no económicamente activa ⁽²⁾	3,749	1,141	2,608	30.43	69.57

Agricultura

En el ramo agrario no hay producción de ningún tipo, en la cabecera municipal de Pitiquito y Caborca hay áreas de producción de de olivo, aceitunas, dátiles, espárrago, miel, naranja.

Ganadería

No hay potencial de producción ganadera, debido a la falta de producción de forraje, lo cual encarece la producción de este sector.

Minería

En el puerto de Libertad no existe actividad minera en distintas etapas del proceso de explotación. Existen una compañía con minas abiertas y funcionando llamada "La Herradura", sin embargo, en este puerto no hay actividad de carga y descarga.

Pesca

Puerto Libertad cuenta con potencial pesquero, en aguas de mar, aportada por la plataforma marítima continental. Sin embargo, la importancia de esta actividad económica en el ámbito nacional ha sido poco significativa o nula. Las principales especies de captura son Lisa, tiburón, jaiba, pulpo, almejas, y varias especies de escama. No hay cultivo de especies en granjas de cultivo costero ni maricultura (ranchos atuneros, cestas de almejas y ostras perleras). No pesca deportiva ni embarcaciones dedicadas a esta actividad debido a que no hay muelles de atraque. La principal forma de pesca es por simbra o red agallera. Las dimensiones varían entre 100 y 200 metros.

Industria

La industria que está establecida es la central termoeléctrica de CFE.

Turismo

No hay actividad turística nacional e internacional, empero hay presencia mínima de personas que aprovechan los días feriados para asistir a esa playa, más por los pequeños restaurantes que preparan mariscos frescos y sin presencia de agentes contaminantes

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

Los impactos que se tendrán por la ejecución de las obras y actividades en todas las etapas del Proyecto solamente serán impactos locales y fácilmente controlables debido a la naturaleza de éstas y por los controles a aplicar.

Con base en todo lo antes expuesto (i.e., descripción de las características bióticas, abióticas y socioeconómicas), a continuación, se integra una síntesis del estado actual del Sistema Ambiental del proyecto. Se indicará el grado de conservación o deterioro (calidad del ambiente) de acuerdo con la descripción y análisis efectuada en los apartados previos.

IV.2.5.a.- Integración e interpretación del inventario ambiental

Se pretende llevar a cabo la operación de un banco de materiales pétreos para la extracción de gruesos, localizado al sureste de Puerto Libertad, municipio de Pitiquito, Sonora, en una superficie de 35.4756 ha, requiriéndose la remoción del total de la vegetación del tipo matorral sarcocaulé.

La operación del banco de materiales y la planta de asfalto que motiva el presente Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) del Proyecto, tiene como

objeto producir insumos para la construcción de proyectos detonantes en Puerto Libertad, Sonora (“Terminal GNL de Sonora”, “Relocalización de Carretera SON 03 en Puerto Libertad”, entre otros), tales como Asfalto y Base hidráulica.

El proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área de conservación con decreto, por tal motivo no limitan ni condicionan las políticas de regulación y control.

Clima

De acuerdo a la clasificación de INEGI 2020 para la Cuenca Hidrológica Forestal (en lo sucesivo CHF) se identifica el sitio del proyecto ubicado en el municipio de Pitiquito con un clima Muy seco semicálido con Lluvias en Verano BWh(x'), temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C. Su régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.

Por otro lado, para el municipio de Pitiquito, y por consiguiente para el sitio del proyecto, no presenta riesgos por fenómenos climatológicos adversos, tales como inundaciones, huracanes, tormentas de granizos, nevadas y heladas.

Geología y geomorfología

En Puerto Libertad afloran principalmente rocas ígneas intrusivas y volcánicas pertenecientes al mesozoico y terciario, localizadas en los cerros y sierras que bordean la región. En las planicies que llegan a la costa se presenta una potente cobertura de materiales de origen sedimentario, constituido en la parte inferior por rocas sedimentarias terciarias, y superficialmente por sedimentos continentales y litorales cuaternarios y recientes.

El proyecto se encuentra dentro de la Provincia fisiográfica denominada “Llanura Sonorense”, Subprovincia fisiográfica “Sierras y Llanuras Sonorenses” y topoforma de Bajada con lomerío.

El sitio del proyecto no es susceptible a actividad sísmica, desprendimientos o deslizamientos de masas rocosas y hundimientos de suelos.

Suelos

El tipo de suelo presente en el área, zonas aledañas y CHF es el Litosol. Estos suelos son de textura gruesa (arenosa) en las zonas cercanas a la costa.

Al cambiarse la estructura del suelo se estará sujeta a la erosión hídrica y eólica, por lo que se contempla la operación de estructuras para la captura de suelo.

Hidrología superficial y subterránea

El predio del proyecto en estudio se localiza en un área ubicada en la región hidrológica RH 8 Sonora Norte, cuenca del río San Ignacio y subcuenca Puerto Libertad.

La operación del proyecto al originar suelos sin vegetación tendrá influencia sobre la infiltración del agua, por lo que se considera la operación de actividades de cosecha de agua.

El proyecto se ubica dentro del acuífero Puerto Libertad. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2023, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 2. La disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA) en dicho año fue de 22,531 m3 anuales.

Vegetación terrestre

En el sitio del proyecto se hizo un recorrido en la totalidad del terreno con la intención de determinar visualmente la presencia de diferentes tipos de vegetación y/o ciertas asociaciones de especies dentro de un mismo tipo de vegetación. Durante ese recorrido se hizo un inventario general de las especies vegetales presentes en el predio, resultando:

Especies vegetales presentes en el sitio del proyecto

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-059	CITES
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Ambrosia	Asteraceae	-	-
2	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	Burseraceae	-	-
3	<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	Cactaceae	A	-
4	<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	Fabaceae	-	-
5	<i>Encelia farinosa</i>	Rama Blanca	Asteraceae	-	-
6	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Fouquieriaceae	-	-
7	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malva del desierto	Malvaceae	-	-
8	<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	Euphorbiaceae	-	-
9	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Zygophyllaceae	-	-
10	<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	Cactaceae	-	-
11	<i>Opuntia bigelovii</i>	Choya güera	Cactaceae	-	-

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-059	CITES
12	<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	Simmondsiaceae	-	
13	<i>Solanum hidsianum</i>	Mala mujer	Solanaceae	-	-

Respecto a la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las especies mostradas en el Cuadro anterior, el sahuaro se encuentra listado como amenazado (A). De acuerdo a la CITES ninguna de las especies antes citadas se encuentra listada en sus anexos de protección.

Los resultados de los muestreos indican que todas las especies del sitio propuesto para CUSTF se encuentran incluidas en la CHF y, además, que la riqueza de especies de la CHF es superior a la del área del proyecto (19 especies contra 13, respectivamente).

Se hace mención que de las 19 especies encontradas en la CHF, 6 no se presentan en el polígono CUSTF. Es decir, en la superficie propuesta para cambio de uso de suelo se presenta el 68% del total de las especies encontradas en la CHF, lo cual nos indica que no existen especies distintas que vayan a ser afectadas y no se encuentren en la CHF.

Número de especies de flora en el ecosistema matorral sarcocaula

ESTRATO	CHF	CUSTF	REPRESENTACIÓN (%)
Arbóreo	-	-	-
Arbustivo	11	8	72.72%
Herbáceas	2	2	100.00%
Cactáceas	6	3	50.00%
Totales	19	13	68.42%

Del cuadro anterior, podemos identificar que las especies del estrato herbáceas, son las que se encuentran más representadas en las superficies CUSTF y que se ubican en la CHF (con un 100.00% de representación), también podemos identificar que las especies de los estratos arbustivo y cactáceas no se encuentran bien representadas en las superficies CUSTF respecto a las que se ubican en la CHF.

Fauna silvestre

Con respecto a los reptiles, se registraron 4 especies. Para determinar el estatus de protección de las especies muestreadas se consultaron la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES, no encontrándose especies categorizadas en esas listas oficiales.

Especies de reptiles observadas en el sitio del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
SQUAMATA	Teiidae	<i>Aspidozelis tigris</i>	Huico tigre del NW	-	-
	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	-	-
	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora arenera	-	-
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija escamosa	-	-

Como resultado de los recorridos en campo, se registraron 5 especies de mamíferos. Por observación directa se registraron liebres cola torda (*Lepus alleni*) y ratas de campo (*Peromyscus merriami*); también se observaron depredadores como el coyote (*Canis latrans*).

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES encontrándose únicamente la liebre cola negra (*Lepus alleni*) como especie protegida (Pr) por la Norma Mexicana de la SEMARNAT.

Especies de mamíferos encontrados en el sitio del proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
CARNIVORA	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	Pr	-
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-	-
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	-	-
RODENTIA	Cricetidae	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	-	-

En cuanto a aves, como resultado de los recorridos en campo, se registraron 7 especies pertenecientes a 5 órdenes y 6 familias. La mayoría de los individuos fueron registrados por observación directa.

Se consultaron las listas de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES no encontrándose especies en estatus de protección en esas listas oficiales.

Especies de aves encontradas en el sitio del proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059	CITES
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	-	-
CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-	-
PASSERIFORMES	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-	-
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	-	-

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059	CITES
			norteño		
PASSERIFORMES	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	-	-
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	-	-
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	-	-

Como resultado de los recorridos en campo se tiene que de las 20 especies encontradas en la CHF, 4 no se presentan en el polígono CUSTF. Es decir, en la superficie propuesta para cambio de uso de suelo se presenta el 80% del total de las especies encontradas en la CHF, lo cual nos indica que no existen especies distintas que vayan a ser afectadas y no se encuentren en la CHF.

Riqueza de especies por grupo faunístico

GRUPO	CHF	CUSTF	REPRESENTACIÓN (%)
Reptiles	5	4	80.00%
Mamíferos	7	5	71.42%
Aves	8	7	87.50%
Totales	20	16	80.00%

Del cuadro anterior, podemos identificar que todos los grupo faunísticos se encuentran representadas en las superficies CUSTF y que se ubican en la CHF (con valores por encima del 70.00% de representación).

Paisaje

En lo que se refiere a la fragilidad del paisaje, el hecho que se pretenda desmontar la vegetación existente en el terreno, implica la modificación paisajística del sitio de manera poco significativa, ya que no es un sitio que sea sujeto de visitar.

La distribución en cuanto al tipo de vegetación matorral sarcocaula no se verá afectada dado que las especies se encuentran ampliamente distribuidas en la CHF, por lo que en términos cualitativos el paisaje no se verá afectado en su totalidad.

Medio socioeconómico

De acuerdo a los resultados que presenta el instrumento *Indicadores demográficos y socioeconómicos 2020*, el municipio de Pitiquito cuenta con un total de 9,122 habitantes, siendo 48.5% mujeres y 51.5% hombres.

El municipio de Pitiquito tiene una tasa media anual de crecimiento de 0.1 por ciento y posee un grado muy bajo de marginación.

IV.2.5.b.- Síntesis del inventario ambiental

Considerando la integración los resultados finales del proyecto “Banco de gruesos” son de incidencia media sobre los componentes ambientales del sitio, tal como se asienta en la siguiente tabla, haciéndose mención que las afectaciones se dan principalmente en afectación de visibilidad emisiones de polvo, cambios topográficos, paisaje, pérdida de sustrato, pérdida de capacidad de infiltración – erosión y pérdida de densidades poblacionales de la vegetación.

Síntesis del Inventario Ambiental

FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES	ESTADO AMBIENTAL	GRADO DE AFECTACIÓN
CLIMA	MICROCLIMA	CAMBIO	BAJO
	CARACTERÍSTICAS ATMOSFÉRICAS	AFECTACIÓN DE VISIBILIDAD EMISIONES DE POLVO	MEDIO
GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA	ESTRUCTURA	AFECTACIÓN DE CONTINUIDAD LITOLÓGICA	BAJO
	RELIEVE	CAMBIOS TOPOGRÁFICOS	MEDIO
		PAISAJE	MEDIO
SUELOS	PROPIEDADES	PERDIDA DE SUSTRATO	MEDIO
	INFILTRACIÓN	PERDIDA DE CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN – EROSIÓN	MEDIO
HIDROLOGÍA	AGUA SUBTERRÁNEA	AFECTACIÓN DE MANTOS	NULO
	CORRIENTES SUPERFICIALES	LEVE AFECTACIÓN	BAJO
VEGETACIÓN	DIVERSIDAD	AFECTACIÓN	BAJO
	COBERTURA	PERDIDA DE DENSIDADES POBLACIONALES	MEDIO
FAUNA	HÁBITAT	AFECTACIÓN DE NICHOS	BAJO
	POBLACIÓN	REDUCCIÓN POR DESPLAZAMIENTO	BAJO
POBLACIÓN	CALIDAD DE VIDA	APOYO AL DESARROLLO DE LA ZONA	MEDIO
	ALTERNATIVAS	OFERTA DE EMPLEOS	MEDIO

FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES	ESTADO AMBIENTAL	GRADO DE AFECTACIÓN
	ECONÓMICAS		

Los resultados de integración e interpretación de los componentes del inventario ambiental, se fundamentaron en el análisis de los factores ambientales de mayor relevancia.

De esta forma, se analizaron siete factores ambientales, 14 componentes y 15 posibles elementos impactables, identificándose 8 con grado de afectación media (2 de ellos positivos), 6 afectaciones bajas (negativas) y 1 nulo o sin afectación

De esta interpretación se derivan o se reconocen los impactos críticos, que obtuvieron la calificación más alta y que merecen la mayor atención en el sitio del proyecto, a efecto de evitar la sinergia de los mismos.

Componentes físicos aplicables al Proyecto

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
Sistema Ambiental	Llanura Sonorense
Subsistema Ambiental	Sierras y Llanuras Sonorenses
Cuenca	Río San Ignacio
Subcuencas	Puerto Libertad
Tipo de clima	Muy seco semicálido BW _h (x')
Temperatura media anual	Entre los 20 y los 22°C
Precipitación media anual	Inferior a 100 mm
Unidades de Escurrimiento	Menor a 10%
Inundación	Bajo riesgo
Agua subterránea	Acuífero Puerto Libertad
Acuífero principal	Acuífero Puerto Libertad
Condición de explotación	Con disponibilidad
Grado de interacción del proyecto con las aguas subterráneas	Bajo
Flora	Vegetación Matorral sarcocaula Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: sahuaro (<i>Carnegiea gigantea</i>)

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
Fauna	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: liebre cola negra (<i>Lepus alleni</i>)
Medio socioeconómico	La población beneficiada directamente serán los trabajadores que serán contratados en las diferentes etapas del proyecto. El asentamiento humano cercano es el poblado Puerto Libertad
Tenencia de la Tierra	Contratos de arrendamiento
Aspectos culturales	El sitio del proyecto no es un punto de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo El sitio del proyecto no representa un patrimonio histórico
Étnicos y religiosos	En el área del proyecto no existen grupos étnicos y religiosos.

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CAPITULO V

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..	V - 1
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	V - 1
V.1 Identificación de impactos	V - 1
V.1.1 Preparación del sitio	V - 1
V.1.2 Construcción.....	V - 4
V.1.3 Operación y mantenimiento	V - 4
V.2 Caracterización de los impactos	V - 6
V.3 Valoración de los impactos	V - 13
V.4 Efectos negativos del cambio de uso de suelo sobre los factores ambientales, en relación a la línea base	V - 14
V.4.1. Efectos negativos sobre el factor agua.....	V - 14
V.4.2. Efectos negativos sobre el factor suelo	V - 15
V.4.3. Efectos negativos sobre el factor flora.....	V - 16
V.4.4. Efectos negativos sobre el factor fauna.....	V - 17

FIGURAS

Figura V - 1. Clasificación de impactos por etapa	12
Figura V - 2. Clasificación de impactos por factor ambiental	13

CUADROS

Cuadro V - 1. Indicadores ambiente físico	V - 6
Cuadro V - 2. Indicadores ambiente biológico.....	V - 7
Cuadro V - 3. Indicadores del paisaje	V - 7
Cuadro V - 4. Indicadores ambiente socioeconómico	V - 7
Cuadro V - 5. Inventario de actividades	V - 8
Cuadro V - 6. Componentes del sistema ambiental del proyecto	V - 9
Cuadro V - 7. Resumen de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales según los componentes del sistema ambiental.	V - 11
Cuadro V - 8. Resumen matriz identificación de impactos según la etapa del proyecto.	V - 12
Cuadro V - 9. Resumen de la matriz de identificación de impactos según el factor ambiental. .	V - 12
Cuadro V - 10. Balance hídrico actual en el área sujeta al CUSTF (escenario 1)	V - 15
Cuadro V - 11. Balance hídrico con el proyecto (escenario 2).....	V - 15
Cuadro V - 12. Erosión hídrica y eólica en el proyecto.....	V - 16
Cuadro V - 13. Arreglo comparativo de la flora presente en el predio CUSTF y la CHF.....	V - 17
Cuadro V - 14. Arreglo comparativo de la fauna presente en el predio CUSTF y la CHF.....	V - 18
Cuadro V - 15. Resumen de impactos ambientales adversos y su valoración con la metodología utilizada	V - 19

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, presentada amplia y detalladamente en los Capítulos II (Descripción del proyecto), III (Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables) y IV (Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región), se estima que las técnicas idóneas para la identificación de impactos es mediante la Matriz de Leopold, la evaluación de impactos ambientales adaptada a las condiciones particulares del Proyecto “Banco de gruesos”.

V.1 Identificación de impactos

Al escenario ambiental de la zona se insertó el proyecto, permitiendo identificar las acciones que pudieran generar desequilibrios ecológicos que por su magnitud e importancia provocarían daños al ambiente y/o contribuirían en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

El sistema ambiental se ha separado para fines de análisis en tres conjuntos de factores ambientales: abióticos, bióticos y socioeconómicos. A continuación se hace una relatoría de la interacción e impacto esperado entre las acciones del proyecto y los factores ambientales para cada etapa de ejecución.

V.1.1 Preparación del sitio

Agua superficial

El elemento agua superficial no tiene un grado de interacción con las acciones del proyecto, en lo referente a sus características de calidad del agua, red natural de drenaje y cauces ya que, como se indicó anteriormente, la zona del proyecto presenta baja precipitación pluvial.

En la etapa de preparación del sitio las afectaciones a la calidad del agua se dan, de manera potencial o indirecta en época de lluvias, por efectos de actividades relacionadas con los suelos desnudos.

Específicamente las características físico – químicas del agua superficial se verán ligeramente afectadas por las actividades de desmonte, con efectos indirectos,

reversibles, temporales, no acumulativos y de carácter puntual, además de ser remota la coincidencia de presencia de agua por lluvias durante la operación de desmonte.

Los servicios al personal no tendrán efecto en el drenaje superficial, ya que se utilizarán sanitarios portátiles, con limpieza periódica y disposición del producto en sitio autorizado.

El desmonte que se requiera no afectará ningún cauce de corrientes superficiales por estar el terreno sin corrientes superficiales, solamente existen arroyos que fluyen solamente en época de lluvia.

Suelo

Las actividades de desmonte de las superficies a ocupar interactúan principalmente con las características físicas químicas del suelo, al alterar sus condiciones naturales, afectando las capas superficiales.

Específicamente, las características físico - químicas de los suelos se verán ligeramente afectadas por las operaciones de desmonte, con efectos directos, no acumulativos y de carácter puntual.

El impacto de los residuos a generar será puntual, reversible a corto plazo, sin efectos acumulativos. Se deberán implementar medidas de mitigación para esta actividad como el manejo de todo tipo de basura en bolsas de plástico, contenedores de basura, etc.

Aire

En términos generales las afectaciones a la atmósfera se darán como consecuencia de la generación de partículas de polvo, la emisión de humos y gases de combustión interna y la generación de ruido. Las acciones generadores de estos impactos a la atmósfera se refieren principalmente a las actividades de desmonte, principalmente por el movimiento de materiales y el empleo de vehículos y equipo motorizado.

La generación de polvos es extensiva, reversible a corto plazo, no tiene efectos acumulativos; la generación de polvos durante el desmonte y movimiento de materiales es de impacto bajo dada la naturaleza de la actividad.

Como medida preventiva o de mitigación a cualquier tipo de residuo se le dará tratamiento o manejo adecuado, y no se expondrán a cielo abierto en un tiempo considerable por lo que no habrá arrastre de los mismos por efectos del viento, ni por ningún otro factor, por lo que su impacto será de baja magnitud, es extensivo pero reversible a corto plazo, no presenta efectos acumulativos siempre y cuando se apliquen medidas de control, ya que puede causar efectos directos sobre algunos de los factores evaluados.

Los gases de combustión generados serán los provenientes de la maquinaria que se emplee en esta actividad. Ese impacto es puntual ya que los motores de los vehículos no permanecerán encendidos todo el tiempo ni extensivo si tomamos en cuenta que las actividades de preparación del sitio son paulatinas y como consecuencia, es reversible y sin efectos acumulativos.

Asimismo la operación de vehículos y maquinaria en general genera contaminantes atmosféricos, que aunque la capacidad de dispersión en la zona es muy amplia, sobre todo si consideramos que el proyecto se lleva a cabo a campo abierto, deben operar bajo condiciones de mínima contaminación, por lo que deben ser regulados y sujetos a programas de vigilancia y control de operación.

Los olores en los baños portátiles se dispersarán a pocos metros de donde se generen, aunque un buen manejo de los residuos fisiológicos no genera malos olores, es reversible a corto plazo.

El ruido es puntual porque se genera sólo en el lugar de los hechos, el ruido será perceptible a solo a cierta distancia del punto de generación. El impacto es puntual, reversible a corto plazo, sin efectos acumulativos.

Flora

En el área existe la presencia de vegetación Matorral Sarcocaula.

La vegetación del sitio del proyecto es abierta, y dominada en cobertura y densidad por hierbas y arbustos y con presencia de sahuaro en bajas densidades.

Se consideran actividades de rescate a través del programa propuesto, el impacto se considera adverso significativo, reversible para los individuos rescatados.

Fauna

Se efectuó recorrido en las áreas del proyecto y sitios aledaños a fin de detectar especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que requirieran labores de rescate, encontrándose únicamente una especie en status: liebre cola negra (*Lepus alleni*).

En la preparación del sitio se tendrá presencia de maquinaria, equipo y personal, por lo que se tendrá ahuyentamiento de la fauna.

Las especies presentes en el sitio son de una mayor presencia también en el resto de la cuenca donde disponen de mejor hábitat y condiciones para su sobrevivencia y desarrollo de sus procesos biológicos.

Población

El empleo de recolección es requerido por las acciones de generación de residuos que implican la recolección y disposición de los mismos en sitios autorizados, como son basuras y residuos sanitarios o domésticos.

Se tendrá también la generación de empleos temporales para la población de la región.

Actividad productiva

Se generará de manera indirecta, la contratación de servicios e incrementará las transacciones comerciales. Esto ocurrirá de manera local, temporal y sin efectos acumulativos.

V.1.2 Construcción

Para la operación del banco de materiales no se requiere la construcción de obras o infraestructura, ya que los equipos a instalar son móviles y solo requieren de su ubicación en las áreas de trabajo.

V.1.3 Operación y mantenimiento

Agua superficial

De manera general y puntual se darían afectaciones a la calidad del agua en caso de presentarse precipitaciones pluviales por efecto de arrastres causados por la generación de residuos y de materiales pétreos.

La actividad tendrá una afectación de carácter ocasional y temporal en las características físico-químicas del agua superficial, de tipo directa, reversible en muy corto tiempo y sin efectos acumulativos. Su magnitud relativa puede considerarse baja por no existir agua superficial permanente.

La generación de residuos afectará de manera puntual en los sitios de incidencia con efectos reversibles, temporales y no acumulativos. Por otra parte serán efectos mitigables al preverse la recolección y disposición.

Los servicios al personal no tendrán efecto en el drenaje superficial, ya que se utilizarán sanitarios portátiles, con limpieza periódica y disposición del producto en sitio autorizado.

La operación en el sitio no afectará ningún cauce de corrientes superficiales por estar el terreno sin corrientes superficiales, solamente existen arroyos que fluyen solamente en época de lluvia.

Suelo

En términos generales, durante la operación del proyecto se da la afectación al suelo al modificarse las características físico - químicas del suelo superficial, conforme se vaya explotando el banco de materiales.

En la generación de residuos es un factor importante las medidas de mitigación que se tendrán, ya que estas reducirán en gran parte el impacto. En la generación de residuos no se darán acumulaciones permanentes de residuos que pudiesen afectar seriamente la estructura del suelo.

Aire

Durante la operación la generación de polvos por los diversos movimientos de materiales y maquinaria, se dispersará a pocos metros de donde se esté realizando la operación.

Se generan polvos, humos gases de combustión y ruido en las actividades que requieren del empleo de vehículos y maquinaria. Como factor favorable a la disipación de los efectos a la atmósfera se encuentra el hecho de que las actividades se realizan en zonas despobladas.

Los gases de combustión generados provendrán de la maquinaria y equipo que se emplee en el proyecto. El impacto será extensivo debido a la geometría del banco de explotación, es reversible y sin efectos acumulativos.

Debido a que aquí prevalecerán medidas de mitigación para la generación de residuos de cualquier tipo, no se permitirá que permanezcan largo tiempo. Sino que en breve se les dará manejo o disposición adecuados. El impacto es de baja magnitud relativa, es puntual, reversible, y sin efectos acumulativos.

Se generará ruido en la operación de los motores de la maquinaria y vehículos, no causa efectos acumulativos.

Población

Tomando en cuenta que en la actualidad el desempleo es uno de los problemas más relevantes del país, en todos los casos en que dicha acción (o impacto) ocurre. La cantidad de personas contratadas será de baja intensidad. Por la duración de la actividad es de temporalidad media.

Actividades económicas

La operación de la maquinaria y equipo generará de manera indirecta la contratación de servicios e incrementará las transacciones comerciales. Esto ocurrirá de durante toda la operación y con efectos acumulativos.

Con la oferta de materiales pétreos se coadyudará en la consolidación de los proyectos de infraestructura y desarrollo de la región de Puerto Libertad, entre ellos los proyectos "Terminal GNL de Sonora" y "Relocalización de Carretera SON 03 en Puerto Libertad", entre otros.

V.2 Caracterización de los impactos

Los indicadores de impacto considerados son los elementos del medio ambiente afectados o potencialmente afectados por las acciones y actividades del proyecto. Para esto es necesaria la identificación de cada uno de los posibles indicadores de impacto de las interacciones más relevantes que se puedan generar y éstos fueron seleccionados con referencia a lo expuesto en el marco ambiental de los capítulos anteriores. Bajo esta perspectiva se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrían producirse como consecuencia del establecimiento del proyecto.

Los indicadores identificados y seleccionados fueron listados tomando como base la clasificación recomendada por Conesa-Fernandez (1997) y por las características de construcción y su localización geográfica del proyecto.

La siguiente tabla muestra la lista indicativa de indicadores seleccionados.

Ambiente físico

Cuadro V - 1. Indicadores ambiente físico

Atmosfera	Generación de polvos
	Ruido y vibraciones
	Gases y olores
	Calidad del aire

Geología	Relieve
	Geoformas
Suelo	Propiedades del suelo
	Erosión
	Uso actual
	Calidad del suelo
	Estabilidad del suelo
Agua superficial y subterránea	Calidad
	Disponibilidad
	Patrón de drenaje
	Nivel freático

Ambiente biológico

Cuadro V - 2. Indicadores ambiente biológico

Vegetación y flora	Cubierta vegetal
	Especies protegidas o de interés especial
	Hábitat especial
	Atributos florísticos
	Condición actual
Fauna	Distribución y abundancia
	Especies protegidas o de interés especial
	Condiciones del Hábitat
	Corredores biológicos

Paisaje

Cuadro V - 3. Indicadores del paisaje

Cualidades estéticas
Fragilidad del ecosistema
Arreglo visual

Ambiente socioeconómico

Cuadro V - 4. Indicadores ambiente socioeconómico

Población	Demografía y migración
	Actividades recreativas y culturales
	Calidad de vida
Servicio	Servicios e infraestructura
	Vialidades y acceso
	Interacción de las comunidades

Economía	Economía regional
	Empleo y mano de obra
	Actividades productivas
	Tenencia de la tierra

La técnica comúnmente más utilizada que ha sido considerada en algunos casos como método de evaluación de impactos es la Matriz de Leopold (Canter, 1998) con sus múltiples modificaciones y adaptaciones; en este caso no es la excepción, dada la naturaleza del proyecto y el constante uso de esta técnica en la evaluación de impactos ambientales de proyectos de esta índole, se utilizó esta matriz de causa efecto, para poder tener puntos de comparación en el ámbito regional.

Los criterios utilizados en el proyecto se basan en la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales considerando las características del proyecto, cubriendo sus diferentes etapas.

Mediante una revisión exhaustiva del proyecto, se elaboró el inventario de las actividades que intervienen, que involucran un total de 9 actividades. La etapa de preparación del sitio presenta 5 actividades, la operación presentó 3 actividades diferentes, mismas que se señalan en el cuadro siguiente.

Cuadro V - 5. Inventario de actividades

Preparación del sitio	Delimitación del área
	Rescate de flora
	Rescate de fauna
	Desmonte o deshierre
	Despalmes
Operación y mantenimiento	Apilamiento
	Carga de material a camión
	Acarreo a planta de asfalto
Todas las etapas	Servicios y otros

Los componentes del sitio fueron seleccionados tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del Sistema Ambiental del proyecto. Los componentes están agrupados en medio físico, biológico, paisaje y socioeconómico, un total de 37 atributos ambientales, estos atributos son considerados los indicadores ambientales del proyecto, de acuerdo a lo señalado en el siguiente cuadro:

Cuadro V - 6. Componentes del sistema ambiental del proyecto

Ambiente físico	
Atmósfera	Generación de polvos
	Ruido y vibraciones
	Humos y olores
	Calidad del aire
Geología	Relieve
	Geoformas
Suelo	Propiedades del suelo
	Erosión
	Uso actual
	Calidad del suelo
	Estabilidad del suelo
Agua superficial y subterránea	Calidad
	Disponibilidad
	Patrón de drenaje
	Nivel freático
Ambiente biológico	
Vegetación y flora	Cubierta vegetal
	Especies protegidas o de interés especial
	Hábitat especial
	Atributos florísticos
	Condición actual
Fauna	Distribución y abundancia
	Especies protegidas o de interés especial
	Condiciones del Hábitat
	Corredores biológicos
Ambiente socioeconómico	
Población	Demografía y migración
	Actividades recreativas y culturales
	Calidad de vida
Servicio	Servicios e infraestructura
	Vialidades y acceso
	Interacción de las comunidades
Economía	Economía regional
	Empleo y mano de obra
	Actividades productivas
	Tenencia de la tierra

Paisaje	Cualidades estéticas
	Fragilidad del ecosistema
	Arreglo visual

Tal como se señaló anteriormente, para la identificación de impactos, se diseñó una matriz de interacción basada en la Matriz de Leopold y adaptada a las condiciones particulares del proyecto, en la cual se correlacionan las actividades que se realizarán durante las diferentes etapas del proyecto, con los atributos ambientales, en la que cada intersección de columna y renglón determina el impacto que tiene posibilidad de ocurrir en las diferentes etapas del proyecto. Para el llenado de la matriz de identificación de impactos, se empleó la siguiente simbología:

A = Adverso significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar durante un lapso de tiempo prolongado.

a = Adverso poco significativo, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.

B = Benéfico significativo, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.

b = Benéfico poco significativo, cuando la actividad dentro de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Las celdas vacías representan las etapas del proyecto que no presentan impacto sobre los recursos.

En consecuencia, el proyecto involucra un total de 333 interacciones potenciales (9 actividades x 37 atributos ambientales), donde la matriz de cribado mediante Leopold (1990) destacó 61 interacciones reales. Para ello, primeramente se marcaron todos los impactos identificados, cruzando los componentes y factores ambientales con las diversas actividades del proyecto, mismas que se muestran en el cuadro de identificación de impactos ambientales. (Ver Anexo 11).

Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos, se encontraron un total de 61 interacciones entre los atributos del ambiente y las actividades, divididas en 35 del medio natural abiótico, 11 del medio natural biótico y 15 del medio socioeconómico. De forma cualitativa, los impactos adversos significativos (11.47% del total) superaron a los impactos benéficos significativos (8.20% del total), los impactos adversos poco significativos (59.01% del total) superaron a los impactos benéficos poco significativos 21.32% del total).

Cuadro V - 7. Resumen de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales según los componentes del sistema ambiental.

AREA AMBIENTAL	CLASIFICACION DEL IMPACTO				TOTAL	%
	a	A	b	B		
AMBIENTE BIOLOGICO						
FLORA:	3	2	0	1	6	9.83
FAUNA:	3	1	0	1	5	8.20
SUBTOTAL:	6	3	0	2	11	18.03
AMBIENTE FISICO						
AIRE:	14	2	0	0	16	26.23
GEOLOGIA:	0	1	0	0	1	1.64
SUELO:	5	0	0	1	6	9.83
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA	5	0	0	0	5	8.20
PAISAJE:	6	1	0	0	7	11.47
SUBTOTAL:	30	4	0	1	35	57.37
AMBIENTE SOCIOECONOMICO						
POBLACION:	0	0	0	0	0	0.00
SERVICIO:	0	0	4	2	6	9.83
ECONOMIA:	0	0	9	0	9	14.76
SUBTOTAL:	0	0	13	2	15	24.59
TOTAL:	36	7	13	5	61	100.00
	59.01	11.47	21.32	8.20	100.00	
PORCENTAJE:	70.48		29.52		100.00	

En cuanto a las etapas del proyecto se tiene que en la etapa de preparación del sitio se esperan el 47.54% de los impactos, mientras que en la operación se espera el 52.46%.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de los impactos cualitativos por etapas del proyecto.

Cuadro V - 8. Resumen matriz identificación de impactos según la etapa del proyecto.

ETAPAS	CLASIFICACION DEL IMPACTO			
	a	A	b	B
I. PREPARACION DEL SITIO	16	5	5	3
II. CONSTRUCCION	0	0	0	0
III. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	20	2	8	2
TOTAL:	36	7	13	5

Clasificación del Impacto por Etapas

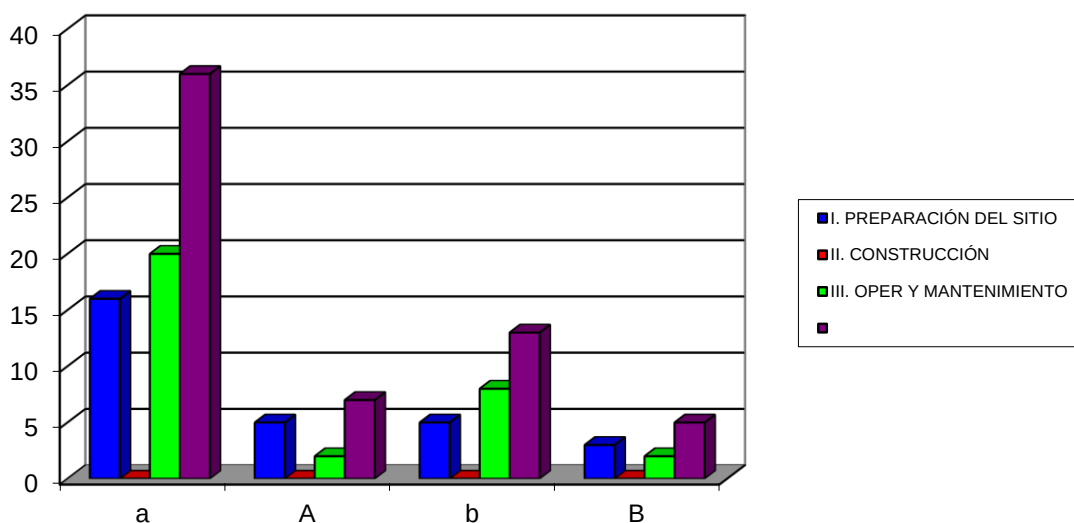


Figura V - 1. Clasificación de impactos por etapa

En cuanto a los factores ambientales se tiene que sobre el ambiente físico (medio abiótico) se espera el 57.38% de los impactos, en el factor socioeconómico se espera el 24.59% y para el medio biótico se estima la ocurrencia del 18.03% de los impactos. En el siguiente cuadro se presenta el resumen de los impactos cualitativos por factor ambiental del proyecto.

Cuadro V - 9. Resumen de la matriz de identificación de impactos según el factor ambiental.

FACTORES	CLASIFICACION DEL IMPACTO			
	a	A	b	B
AMBIENTE BIOLOGICO	6	3	0	2
AMBIENTE FISICO	30	4	0	1
AMBIENTE SOCIOECONOMICO	0	0	13	2
TOTAL:	36	7	13	5

Clasificación del Impacto por Etapas

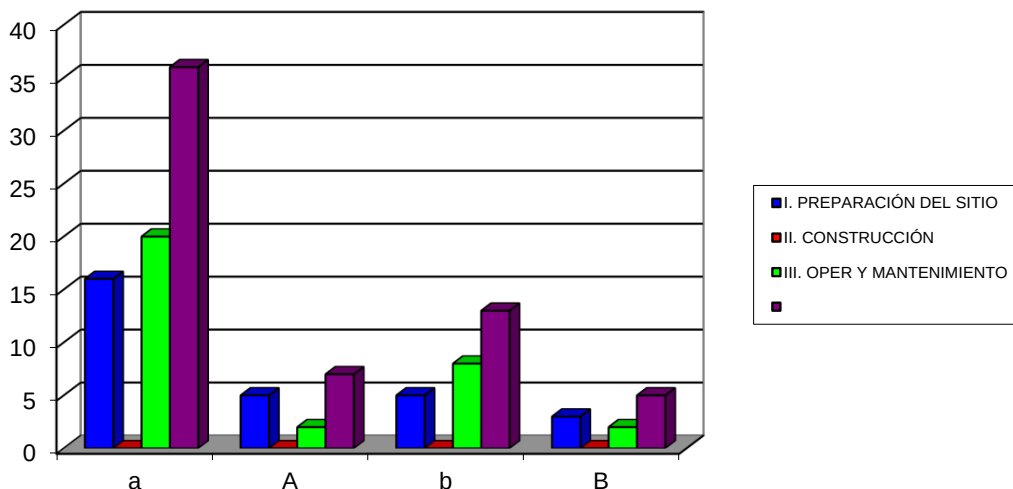


Figura V - 2. Clasificación de impactos por factor ambiental

V.3 Valoración de los impactos

El proyecto en sus diferentes etapas tendrá 7 impactos adversos significativos, en mayor medida por el desarrollo de las actividades de preparación del sitio (5), descritas en el capítulo I del presente estudio.

De estos 7 impactos adversos significativos 3 ocurren sobre el medio físico (aire y relieve), 3 sobre el medio biológico (por el desmonte) y 1 sobre el medio socioeconómico (calidad estética).

A continuación se describen los factores ambientales y su impacto que presentan como resultados de la matriz de identificación e importancia de impactos, para una identificación más puntual de los impactos adversos significativos, sin dejar de considerar los impactos adversos no significativos cuya descripción se presenta en el Cuadro V - 15.

Flora

En la etapa de preparación del sitio por la actividad de desmonte se tendrán 2 impactos adversos significativos por la remoción de la cubierta vegetal en 354,756 m² y remoción de especies en riesgo como el sahuaro.

Fauna

Se tendrá un impacto adverso significativo para la fauna por la modificación del hábitat de la superficie antes mencionada como consecuencia de su desmonte en la etapa de preparación del sitio.

Aire

Se tendrán 2 impactos adversos significativos sobre el elemento aire por la alteración de su calidad originada por la generación de polvos de las actividades de desmonte en la etapa de preparación del sitio y apilamiento de materiales en la etapa de operación.

Suelo

Se tendrá un impacto adverso significativo sobre el elemento suelo al alterarse de materiales el relieve en la actividad de extracción de los materiales pétreos.

Paisaje

Se tendrá un impacto adverso significativo sobre el paisaje al alterarse las cualidades estéticas del sitio ocasionada por las actividades de desmonte en la preparación del sitio.

Impactos residuales

No se contempla la destrucción directa de sitios de percha, de anidamiento y/o de madrigueras ya que el proyecto se llevará a cabo en una superficie con baja intensidad de vegetación y se preverá la no afectación, entonces se tratará de mantener en las inmediaciones zonas de refugio y anidación de fauna, para las cuales se promoverá el escape a las áreas aledañas.

La extracción de materiales del banco ocasionará un impacto residual en el relieve del sitio, al quedar una cavidad al finalizar su vida útil.

V.4 Efectos negativos del cambio de uso de suelo sobre los factores ambientales, en relación a la línea base

A fin de contar con un marco de referencia completo de los efectos negativos a mitigar se presenta una breve descripción de los efectos negativos que el cambio de uso de suelo promoverá sobre los diferentes factores ambientales, considerando las condiciones actuales de éstos en el área solicitada para el CUSTF.

V.4.1. Efectos negativos sobre el factor agua

La eliminación de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo suscitará la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo, dificultando la recarga del manto freático; asimismo, al desfavorecerse la infiltración, aumentará la escorrentía por la falta de una capa de vegetación protectora (eliminada por el desmonte), así como la falta de la capa superficial del suelo (ocasionada por la extracción de materiales pétreos superficiales).

Así, en el balance hídrico del área, destaca que en las 35.4756 ha sujetas a CUSTF, existe un volumen anual total precipitado de 75,208.270 m³, de los cuales 70,779.14 m³ se evapotranspiran, teniendo un escurrimiento de 2,218.644 m³ y un total de 2,210.486 m³ de infiltración (que representa el 2.94% del volumen precipitado), tal como se manifiesta en el Cuadro V - 10.

Cuadro V - 10. Balance hídrico actual en el área sujeta al CUSTF (escenario 1)

BALANCE HÍDRICO	m ³ /AÑO	%
Volumen precipitado	75,208.270	100
Volumen ETR	70,779.14	94.11
Escurrecimiento	2,218.644	2.95
Infiltración	2,210.486	2.94

Ahora bien, para el escenario 2 se prevé que con la ejecución del proyecto y el consecuente desmonte de las 35.4756 hectáreas, el escurrimiento de agua se incremente a 4,166.54 m³ y por lo tanto se reduce la infiltración a 262.59 m³.

Cuadro V - 11. Balance hídrico con el proyecto (escenario 2)

BALANCE HÍDRICO	m ³ /AÑO	%
Volumen precipitado	75,208.270	100
Volumen ETR	70,779.14	94.11
Escurrecimiento	4,166.54	5.54
Infiltración	262.59	0.35

Se trata de una reducción del 99.9% de la infiltración natural en esta superficie sujeta a CUSTF (en las 35.4756 ha), haciendo necesario revertir estas condiciones del déficit de 1,947.89 m³/año, potencialmente debido al proyecto.

V.4.2. Efectos negativos sobre el factor suelo

El retiro de la cobertura vegetal, así como las actividades de corte y arrime de residuos vegetales que se remueven del suelo superficial, rompe la cohesión de los agregados del suelo, dejándolos expuestos a ser arrastrados por el agua o por el viento y por ende a erosionarse. Asimismo, tanto el retiro de la cobertura vegetal como del horizonte A del suelo, alterarán la fertilidad del mismo como consecuencia de la pérdida de materia orgánica. Por otro lado, en el área de maniobras de la maquinaria y los camiones, el suelo se verá sujeto a la compactación debido al peso de éstos y al compactarse el suelo se reducirá la permeabilidad del mismo y con ello la infiltración del agua de lluvia. Aunado al uso de maquinaria, existe la posibilidad de que ocurran derrames de hidrocarburos procedentes de su mantenimiento o recarga de combustible provocando contaminación del suelo.

Se estimó la erosión hídrica y eólica, resultando en ambos casos, como más relevante la erosión eólica. La erosión potencial aportada por el proyecto, está combatida con las medidas de mitigación que revierten dicha condición (Ver Capítulo IV de este documento). En detalle, estos valores pueden ser verificables en el Capítulo IV (relativo a las estimaciones del predio sujeto a CUSTF).

Previo al proyecto, el potencial de erosión del suelo es de 6.6502 ton/ha en el predio sujeto a CUSTF (aportado en 0.1844 ton/ha por erosión hídrica y 6.4658 ton/ha por erosión eólica). Esto se verá potencialmente incrementado por el desmonte y la ocupación de las 35.4756 hectáreas para dar paso al CUSTF, lo que representa una erosión total a mitigar.

En el Cuadro V - 12 se presenta el resumen de la erosión hídrica y eólica estimada antes de la ejecución del presente proyecto y cuando se tiene la realización del proyecto.

Cuadro V - 12. Erosión hídrica y eólica en el proyecto

		Escenario 1	Escenario 2		
Erosión		Sin proyecto	Con proyecto	Erosión a mitigar por tipo	Total a mitigar
Hídrica	Erosión/ha	0.1844	0.295	3.924	2,068.327
	Erosión CUSTF	6.541	10.465		
Eólica	Erosión/ha	6.4658	64.658	2,064.403	
	Erosión CUSTF	229.378	2,293.781		
		6.6502	64.948		

Con la ejecución del proyecto, la erosión potencialmente se incrementa por el desmonte y la ocupación de las 35.4756 ha para dar paso al CUSTF, hasta en 59.298 ton/ha, lo que representa una erosión total a mitigar de 2,068.327 ton totales

V.4.3. Efectos negativos sobre el factor flora

La vegetación es uno de los factores más afectados por el cambio de uso de suelo, en tanto que se eliminará por completo del área sujeta a CUSTF. Por lo anterior, la magnitud del daño sobre este factor debe ser analizado en virtud de sus atributos y condiciones en el área.

En este orden de ideas, los parámetros poblacionales medidos, tanto en la CHF como en el predio sujeta a CUSTF (en ambos casos justificados en la representatividad del muestreo, señalado en el capítulos IV, están mejor representados en la CHF que en el predio sujeta a CUSTF, por lo que la distribución y abundancia de las especies que serán desmontadas para dar paso a las actividades previstas, no comprometen la diversidad de especies en el sitio.

Cuadro V - 13. Arreglo comparativo de la flora presente en el predio CUSTF y la CHF

Estrato	Tipo de vegetación	Riqueza de especies (S)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner (H')		Equidad de Pielou (J)	
		Predio CUSTF	CHF	Predio CUSTF	CHF	Predio CUSTF	CHF	Predio CUSTF	CHF
Arbóreo	Matorral sarcocaula	-	-	-	-	0	0	0	0
Arbustivo		8	11	738	540	1.5071	1.7493	0.7248	0.7295
Herbáceo		2	2	18	83	0.6829	0.6890	0.9852	0.9940
Cactáceas		3	6	125	375	0.3342	0.5529	0.3042	0.3086
		13	19	881	998				

V.4.4. Efectos negativos sobre el factor fauna

El efecto sobre la fauna está vinculado en un inicio a su ahuyentamiento debido a las actividades de cambio de uso de suelo, por el ruido generado por parte de la maquinaria y por la simple presencia humana, que potencialmente provocará la huida de la fauna no solo del área del proyecto sino de los sitios adyacentes cercanos hacia los lugares más apartados de la región, provocando alteración en la abundancia y diversidad local.

El muestreo permitió identificar, a nivel del predio sujeta a CUSTF, 16 especies (7 aves, 5 mamíferos y 4 reptiles) señalando que los resultados son menores a los obtenidos en la CHF, donde la mayor representatividad del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner es en aves, al igual que la equidad entre las especies. Lo anterior se presenta de manera concentrada por grupos faunísticos en el siguiente cuadro.

Cuadro V - 14. Arreglo comparativo de la fauna presente en el predio CUSTF y la CHF

Grupo Faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Especies (No.)		Densidad/ha		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	CHF	Predio CUSTF	CHF	Predio CUSTF	CHF	Predio CUSTF	CHF	Predio CUSTF	CHF
Mamífero	1	1	5	7	47	66	1.4385	1.7717	0.8938	0.9105
Aves	-	-	7	8	26	40	1.7249	2.3955	0.8864	0.9339
Reptiles	-	1	4	5	34	40	1.1733	1.3960	0.8463	0.7174
	1	2	16	20	107	146				

Dichas especies serán desplazadas del sitio, hacia áreas inmediatas con mejores condiciones de hábitat para su supervivencia.

V.1.4.1 Resumen de descripción de los impactos

A continuación se describen los impactos adversos y benéficos previstos en la matriz de interacción de impactos, para ser atendidos en el Capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental – Modalidad Particular (MIA-P), en las medidas de mitigación.

Cuadro V - 15. Resumen de impactos ambientales adversos y su valoración con la metodología utilizada

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
Preparación del sitio	Aire	Desmonte	Alteración de la calidad del aire por la emisión de partículas de polvos por la circulación de maquinaria y manejo de materiales durante el desmonte del terreno	Adverso, significativo.
			Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión por la operación de maquinaria y equipo, durante el desmonte del terreno	Adverso, poco significativo.
		Rescate de flora y fauna, desmonte	Alteración de la calidad del aire por la emisión de ruido por la operación de maquinaria y equipo, durante el rescate de flora y fauna, desmonte	Adverso, poco significativo.
Operación		Apilamiento	Alteración de la calidad del aire por la emisión de partículas de polvos en el apilamiento del material pétreo.	Adverso, significativo
		Cargas, Acarreos	Alteración de la calidad del aire por la emisión de partículas de polvos en las actividades de Cargas y Acarreos.	Adverso, poco significativo.
		Cargas, Acarreos	Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión interna (NOx, CO, SOx) de maquinaria y equipo.	Adverso, poco significativo.
		Apilamiento,	Alteración de la calidad del aire por la emisión de ruido por la operación de maquinaria y equipo,	Adverso, poco significativo.

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	
		Cargas, Acarreos	durante las actividades de Apilamiento, Cargas, Acarreos		
Preparación del sitio	Relieve	Despalme	Alteración del relieve del sitio por el despalme	Adverso, poco significativo	
Operación		Apilamiento	Alteración del relieve del sitio por la extracción de materiales	Adverso, significativo	
Preparación del sitio	Suelo	Rescate de flora	Alteración de la Calidad del suelo por la remoción de vegetación en el Rescate de flora	Adverso, poco significativo	
		Desmonte	Alteración del uso del suelo por el Desmonte	Adverso, poco significativo	
Operación		Apilamiento	Aumento de la erosión del sitio por los suelos desnudos resultantes de la extracción de materiales	Adverso, poco significativo	
			Alteración de la Calidad del suelo por la extracción de materiales	Adverso, poco significativo	
Todas las etapas		Servicios del personal	Alteración de la Calidad del suelo por el inadecuado manejo de residuos generados por los servicios al personal	Adverso, poco significativo	
Preparación del sitio		Agua	Desmonte	Posible alteración de la calidad del agua en época de lluvia por el arrastre de partículas en el Desmonte	Adverso, poco significativo
				Alteración del patrón natural del drenaje ocasionado	Adverso, poco significativo

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
			por el Desmante	
Operación		Apilamiento	Alteración de la calidad del agua en época de lluvia por el arrastre de partículas en la extracción de materiales	Adverso, poco significativo
		Apilamiento	Alteración del patrón natural del drenaje ocasionado por la extracción de materiales	Adverso, poco significativo
Todas las etapas		Servicios del personal	Alteración de la Calidad del agua por el inadecuado manejo de aguas del servicio al personal	Adverso, poco significativo
Preparación del sitio	Flora	Rescate de flora	Eliminación parcial de Cubierta vegetal por la remoción de vegetación en el Rescate de flora	Adverso, poco significativo
		Desmante	Eliminación de la Cubierta vegetal por la remoción de vegetación en el Desmante	Adverso significativo
			Remoción de Especies protegidas o de interés especial en el Desmante, saguaro	Adverso significativo
			Disminución de los Atributos florísticos del sitio por la remoción de la vegetación en el desmante	Adverso, poco significativo
			Alteración de las condición florísticas del sitio por la remoción de la vegetación en el desmante	Adverso, poco significativo
Todas las etapas		Comportamiento del personal	Alteración de la Cubierta vegetal de sitios no autorizados por comportamientos inadecuados del	Adverso, poco significativo

ETAPA DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL MODIFICADO	OBRA O ACTIVIDAD QUE OCASIONARÁ EL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO O RIESGO	VALORACION DEL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
			personal	
Preparación del sitio	Fauna	Desmonte	Alteración de la Distribución y abundancia de la fauna del sitio por el Desmonte	Adverso, poco significativo
		Desmonte	Alteración de las condiciones del Hábitat por la eliminación de la vegetación en el desmonte	Adverso significativo
Todas las etapas		Comportamiento del personal	Daño a la fauna por comportamientos inadecuados del personal	Adverso, poco significativo
Preparación del sitio	Paisaje	Rescate de flora y fauna	Alteración de las cualidades estéticas del sitio por el Rescate de flora y fauna	Adverso, poco significativo
		Desmonte	Alteración de las cualidades estéticas del sitio por el Desmonte	Adverso significativo
		Rescate de flora, Desmonte	Alteración del arreglo visual del sitio por el Rescate de flora y Desmonte	Adverso, poco significativo
Operación		Apilamiento	Alteración del arreglo visual del sitio por la extracción de materiales	Adverso, poco significativo
Todas las etapas		Todas las actividades	Alteración del arreglo visual del sitio por las diversas actividades que se realizan	Adverso, poco significativo

CAPITULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CAPITULO VI

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	VI - 1
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....	VI - 1
VI.1.1 Descripción de los tipos de medidas a implementar	VI - 1
VI.1.2 Descripción de las medidas a implementar para el Proyecto	VI - 1
VI.1.3 Descripción detallada de las medidas a implementar	VI - 12
Medidas para el factor atmósfera.....	VI - 12
Medidas para el factor suelo	VI - 13
Medidas para el factor agua (superficial y subterránea).....	VI - 14
Medidas para el factor flora.....	VI - 16
Medidas para el factor fauna.....	VI - 17
VI.2 Impactos residuales.....	VI - 17

CUADROS

Cuadro VI - 1. Tipos de medidas a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por el Proyecto.....	VI - 1
Cuadro VI - 2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos identificados para la ejecución del Proyecto.....	VI - 3

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

VI.1.1 Descripción de los tipos de medidas a implementar

De acuerdo con lo mencionado en el Capítulo V, en la valorización y evaluación de los impactos ambientales, y con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), a continuación se definen los tipos de medidas (prevención, mitigación y compensación) a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por las obras y actividades de cada una de las etapas (preparación del sitio y operación del Proyecto "Banco de gruesos").

Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia (ver Cuadro VI - 1).

Cuadro VI - 1. Tipos de medidas a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por el Proyecto

TIPO DE MEDIDA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Prevención	P	Conjunto de disposiciones y actividades anticipadas para evitar o prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente a un recurso o atributo ambiental
Mitigación	M	Conjunto de acciones para reducir, corregir o minimizar la extensión o magnitud de los impactos que se llegara a causar con la realización de un proyecto.
Compensación	C	Acciones que no aluden la aparición del efecto, ni lo anulan, pero contrapesan la alteración, ya sea reemplazando, restaurando o sustituyendo los recursos afectados.

VI.1.2 Descripción de las medidas a implementar para el Proyecto

Una vez identificados los impactos ambientales que puede provocar el Proyecto, se proponen las medidas necesarias para que sean aplicables en cada etapa. Es importante mencionar, que todo proyecto provoca impactos en mayor o menor grado, por lo que el propósito del presente apartado es de identificar y señalar las medidas necesarias para corregir, mitigar, controlar y compensar los impactos que serían generados por el Proyecto.

Para llevar a cabo la identificación objetiva y viable de las medidas que se ejecutarán durante el Proyecto, se toma primero en cuenta a las actividades por desarrollar en el Proyecto. En el Cuadro VI - 2, se presenta el listado de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para el Proyecto con base a los impactos ambientales identificados que serían producidos por las actividades del Proyecto. En dicha Tabla se indica el impacto que se pretenden mitigar, la etapa a ejecutar, el tipo de medida, objetivo de la aplicación de la medida y los resultados esperados.

Las medidas de mitigación de impactos negativos como de optimización de impactos positivos, deberán construir un conjunto integrado de medidas y acciones que se complementen entre sí, para alcanzar metas de beneficio superior de la obra durante su preparación, construcción y operación, con especial énfasis en beneficios locales.

Las medidas de mitigación para el proyecto objeto de este informe, fueron establecidas por etapa, es decir:

- Etapa de preparación del sitio.
- Etapa de operación y mantenimiento.

Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia, las de "Mitigación" pueden disminuir impactos ambientales negativos ocasionados por la implementación del Proyecto.

Para llevar a cabo la identificación objetiva y viable de las medidas ambientales que se ejecutarán durante el Proyecto, se toman en cuenta las actividades a desarrollar. Los impactos residuales identificados son escasos y afectan únicamente al paisaje. Por lo tanto, estos impactos aunque se les aplicarán medidas preventivas y de mitigación, son los que realmente permanecen al final de la implementación del Proyecto, ya que no serán totalmente eliminados.

Cuadro VI - 2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos identificados para la ejecución del Proyecto

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
1	Realizar y ejecutar un programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para delimitar físicamente el área a intervenir a fin de garantizar que el área circundante no se verá afectada con la ejecución del proyecto.	Prevención	Flora Paisaje	Ejecutar en el perímetro del sitio del proyecto. Se realizará antes de iniciar actividades de rescate, requiriendo un aproximado de 4 personas para su ejecución, en un tiempo aproximado de un mes.	La delimitación de las áreas de trabajo permitirá evitar daños a la vegetación circundante en un 100%.
2	Las áreas de reubicación de las especies de flora rescatadas deberán ubicarse a una distancia que evite que el paso de la maquinaria las afecte; se deberá garantizar que no se eliminará la vegetación natural para no ocasionar otro impacto en áreas no autorizadas. Para la reubicación también se va a propiciar la infiltración de agua.	Mitigación	Flora Agua Paisaje Calidad de vida	Se ejecutará en 6 meses (durante la preparación del sitio) Construcción de 2,684 cepas individuales (con captación de agua de 0.25 m ³ c/u), así como la construcción de 58 zanjas bordo (18.00 m ³ c/u), misma actividad que será ejecutada mediante medios mecánicos y maquinaria, por un total de 7 personas.	La construcción de 2,684 cepas individuales (con captación de agua de 0.25 m ³ c/u), así como la construcción de 58 zanjas bordo (18.00 m ³ c/u), es necesaria para la colocación de los ejemplares florísticos que se rescatarán y reubicarán en estos sitios, así como los que se puedan reforestar, redundando también en tener estructuras para la captación de agua
3	Elaborar un programa de rescate de la flora silvestre que sea susceptible a ser rescatada, y su reubicación en áreas seleccionadas.	Mitigación	Flora	El Programa de rescate será ejecutado por personal especializado.	Se tendrá un manejo adecuado y especializado de la vegetación que será seleccionada para su rescate y reubicación. Se espera que la supervivencia de la flora reubicada sea mayor al 80% de los individuos.
4	Rescatar los individuos de especies florísticas presentes en el área del proyecto, considerando a las especies listadas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y/o aquellas de difícil regeneración y lento crecimiento, aunado, a aquellas de interés biológico en el ámbito local o regional tendientes a la	Mitigación	Flora Calidad de vida	En las 35.4756 hectáreas de cambio de uso de suelo se estima rescatar un total de 2,684 ejemplares, dependiendo de la cantidad real que se encuentre en la superficie, misma que podrá ser susceptible o no	El rescate de 2,684 ejemplares estimados permitirá mantener la abundancia y diversidad de la vegetación en el área de influencia del proyecto.

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
	conservación, desarrollo y evolución de las especies, promoviendo la sustentabilidad de los recursos naturales, la biodiversidad y el equilibrio ecológico.			a esta acción Se ejecutará el rescate en 6 meses. La cuadrilla de rescate será conformada por aproximadamente 5 personas y 1 retroexcavadora.	
5	Reubicar los ejemplares que puedan ser rescatados en áreas habilitadas especialmente para la reubicación	Mitigación	Flora Calidad de vida	Se propone un área propuesta para la reubicación de la flora, se requiere de 3-4 ha Se ejecutará en 6 meses (durante la etapa de preparación del sitio) por una cuadrilla de 5 personas y 1 retroexcavadora.	La reubicación de los 2,684 ejemplares rescatados en las áreas habilitadas para tal fin permitirá mantener la abundancia y diversidad de la vegetación en el área de influencia del proyecto. Se considera un porcentaje de sobrevivencia mínima del 80%.
6	Se realizará una supervisión periódica a los sitios donde se realizará la reubicación, para así observar la sobrevivencia, con reposición de los ejemplares muertos para mantener una sobrevivencia mínima del 80%.	Mitigación	Flora Calidad de vida	Esta medida se realizará cada 3 meses. El mantenimiento se ejecutará con una cuadrilla de 4 personas	Al realizar la supervisión de estos sitios permitirá mantener una sobrevivencia mínima del 80%.
7	La remoción de la vegetación será ejecutada por medios mecánicos y por maquinaria.	Mitigación	Flora y suelo	Se ejecutará en las 35.4756 hectáreas de CUS. Se ejecutarán en 6 meses (durante la etapa de preparación del sitio) por una cuadrilla de 5 personas y 1 retroexcavadora.	Realizar el rescate y reubicación de la flora silvestre susceptible mediante medios mecánicos y maquinaria para evitar el uso de herbicidas y fuego (actividades prohibidas).
8	Realizar y ejecutar un programa de trabajo para la extracción, almacenamiento y utilización del suelo fértil y especies	Mitigación	Flora Paisaje Calidad de vida	Extraer las especies maderables que no hayan sido rescatadas.	Extraer las especies susceptibles (maderables) y el suelo fértil (rico en materia orgánica, siempre y cuando sea

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
	maderables recuperadas en los polígonos autorizados para cambio de uso de suelo.			Se ejecutarán en 6 meses (Preparación del sitio) por una cuadrilla de 4 personas, 1 retroexcavadora y 1 camión de volteo.	susceptible a rescate) con la finalidad de transportarlos a los bancos de suelo y material vegetal; sitios donde se almacenarán para su correcto aprovechamiento, empleando técnicas viables.
9	Colocar señalización donde se indique que está prohibido coleccionar, dañar o comercializar flora silvestre dentro y fuera de las áreas de proyecto.	Mitigación	Flora	Se colocarán en sitios de más circulación dentro de las 35.4756 hectáreas del proyecto total. El tiempo será durante todas las etapas.	Señalizar en sitios específicos para prevenir la colecta, daño o comercialización de flora silvestre.
10	Conformar una brigada especializada en el manejo de fauna silvestre que tendrá como responsabilidad la captura, reubicación y ahuyentamiento de los ejemplares avistados.	Mitigación	Fauna	Se tendrán cuadrillas especializadas en fauna silvestre conformado por 4 personas. Se ejecutarán en 6 meses.	Se tendrá un manejo adecuado y especializado de la fauna que habrá ser sujeta de rescate y reubicación.
11	Ahuyentar y/o reubicar mediante técnicas prácticas bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre) de las especies de fauna silvestre que se presenten en el área del proyecto, consideradas o no bajo algún estatus de protección con base a los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.	Prevención	Fauna	Estas técnicas se ejecutarán en las 35.4756 hectáreas del proyecto total durante todas las etapas del proyecto, conformado por cuadrilla de 4 personas.	Garantizar que no se dañará a la fauna que pueda desplazarse libremente a través del ahuyentamiento.
12	Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben	Prevención	Fauna Flora	Capacitaciones periódicas y al inicio de cada una de las etapas del proyecto. El personal será especializado.	El programa servirá para lograr una concientización a todo el personal que laborará en el proyecto, ya sea directa o indirectamente, sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y la biodiversidad. Se tendrá la siguiente evidencia de

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
	de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas				cumplimiento: • Calendario de programación de pláticas ambientales • Pláticas de 5 minutos de ecología, seguridad e higiene • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación • Evidencia fotográfica de la implementación del programa de concientización ambiental.
13	Colocar señalización para prohibir la cacería, captura, colecta, consumo, comercialización, tráfico y la extracción de especies de flora y fauna silvestres, tanto en el área del Proyecto, como en sus caminos de acceso y colindancias, por el personal que labore en el mismo.	Prevención	Fauna	La señalización será colocada en sitios estratégicos dentro de las 35.4756 hectáreas del proyecto total. Durante todas las etapas del proyecto y será ejecutado por 2 personas	Se espera la conservación de las especies de fauna silvestres nativas de la región. Se tendrá la evidencia fotográfica de colocación de señalización.
14	Colocar señalamientos de disminución de velocidad conforme al área del proyecto.	Prevención	Fauna	La señalización será colocada en sitios estratégicos en los caminos dentro de las 35.4756 hectáreas del proyecto total	Se evitará el atropello y se tendrá la conservación de las especies de flora y faunas silvestres nativas de la región. También se prevé disminuir la emisión de partículas suspendidas a la atmósfera.
15	Realizar los trabajos de desmonte en forma gradual como lo vayan requiriendo las mismas obras y actividades del proyecto, con el objeto de permitir la salida de la fauna silvestre, permitiendo su reacomodo gradual en otras zonas	Prevención	Fauna Paisaje	Estas técnicas se ejecutarán en las 35.4756 hectáreas de CUS durante 6 meses.	Servirá como técnica de ahuyentamiento de la fauna silvestre.
16	Realizar y ejecutar un programa de trabajo para la extracción, almacenamiento y utilización del suelo fértil en los polígonos autorizados para cambio de uso de suelo.	Compensación	Suelo	Estas técnicas se ejecutarán en las 35.4756 hectáreas de CUS, en los sitios susceptibles. Los trabajos se ejecutarán	Se espera extraer el suelo fértil (rico en materia orgánica, siempre y cuando sea susceptible a rescate) con la finalidad de transportarlos a los bancos de suelo y material vegetal; sitios donde se almacenaran para su correcto

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
				en 6 meses por una cuadrilla de 4 personas, 1 retroexcavadora y 1 camión de volteo.	aprovechamiento, empleando técnicas viables.
17	Construcción y mantenimiento de obras de control para la recuperación de los niveles de erosión que naturalmente se presenta en el área de CUSTF y para coadyuvar en la compensación de la disminución en la infiltración de agua al subsuelo	Compensación	Suelo Agua Calidad de vida	Se prevé la Construcción de 2,684 cepas individuales (con captación de agua de 0.25 m3 c/u), así como la construcción de 58 zanjas bordo (18.00 m3 c/u), mismas que serán ejecutadas mediante medios mecánicos y maquinaria, por un total de 4 personas.	Con la construcción de 2,684 cepas individuales (con captación de agua de 0.25 m3 c/u), así como la construcción de 58 zanjas bordo (18.00 m3 c/u), con el objeto de garantizando que lo que pueda perderse por la ejecución del Cambio de Uso de Suelo sea compensado.
18	Colocar contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, distribuidos en áreas donde se realicen actividades relacionadas con el cambio de uso del suelo.	Prevención	Suelo Calidad de vida	Los contenedores serán colocados en sitios donde se generen estos tipos de residuos dentro de las 35.4756 hectáreas del proyecto total, esto durante todas las etapas del proyecto.	Con la operación de recipientes cerrados, rotulados y seguros se prevendrá la contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos y de manejo especial. El cumplimiento se garantizará con los siguientes puntos: • Bitácoras de generación y recepción en los centros de acopio de cada residuo. • Evidencias documentales del manejo de registros por los generadores en sus tres modalidades. • Informe Bimestrales sobre el manejo de los residuos una vez que salen del complejo, soportado con la evidencia necesaria (Manifiestos, Facturas, etc) • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
					• Lista de verificación de áreas de segregación de residuos
19	No acumular residuos de origen vegetal, o cualquier otro, fuera de los límites de las áreas de almacenamiento temporal, salvo en casos de emergencia y por períodos muy breves	Prevención	Suelo Calidad de vida	Durante todas las etapas del proyecto.	Los residuos serán acopiados temporalmente en designadas a efecto de no tener dispersión de los mismos y evitar contaminación del suelo.
20	Manejar los materiales peligrosos o residuos peligrosos de acuerdo a la Normas Oficiales Mexicanas aplicables tanto en su almacenamiento, identificación, transporte y manipulación.	Prevención	Suelo Calidad de vida	Durante todas las etapas del proyecto. El personal será el involucrado en la actividad, no teniendo un número exacto.	Se manejarán adecuadamente los materiales o residuos peligrosos (combustibles), y en caso de presentarse un derrame, la limpieza inmediata del sitio se considera primordial para evitar la contaminación del suelo, el producto de la limpieza se ingresará al almacén temporal de residuos peligrosos que opera la empresa (será catalogado como residuo peligroso), para su posterior recolección y disposición final en sitio autorizado por la SEMARNAT. Las evidencias de cumplimiento serán las siguientes, según sea el caso: • Lista de verificación de transporte de residuos • Inspección de canaletas y registros de conducción de materiales peligrosos • Inventario de materiales peligrosos • Evidencia documental y fotográfica de señalética instalada. • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación. • Formato de aviso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
					peligrosos • Formato de aviso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos.
21	Colocación de sanitarios portátiles para uso fisiológico de los trabajadores.	Prevención	Suelo Calidad de vida	Contar con al menos 2 sanitarios portátiles en los frentes de trabajo donde se esté laborando, dentro de las 35.4756 hectáreas de CUS, esto será durante todas las etapas del proyecto.	Con la operación de los sanitarios portátiles se prevendrá el fecalismo al aire libre y por consiguiente la prevención de la contaminación del suelo por material fecal. Los baños portátiles serán sujetos de limpieza periódica por el proveedor de servicios, con disposición final del producto en el sistema de tratamiento de aguas residuales que opera la empresa o su disposición final en sitios autorizados. La evidencia de cumplimiento será la siguiente: • Contrato con empresa recolectora de residuos sanitarios y su permiso sanitario emitido por el municipio.
22	Aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos para el control de las emisiones a la atmósfera de gases de combustión.	Prevención	Atmósfera Calidad de vida	Se contará con un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos El Plan de mantenimiento preventivo deberá de actualizarse cada año. Se deberá aplicar durante la vida útil del proyecto, considerando todas sus etapas.	Al contar con un Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria, Equipo y Vehículos se espera reducir la generación de emisiones que se producen en la combustión interna. La evidencia de cumplimiento será la siguiente: • Evidencia documental de la ejecución del programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos empleados en el proyecto.

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
					• Programa de mantenimiento preventivo a equipo y maquinaria • Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación, para garantizar que la maquinaria, equipos y vehículos estén en cumplimiento con el Plan.
23	Efectuar la humectación de las áreas de circulación de maquinaria, de manera periódica, para evitar el levantamiento de polvos (partículas suspendidas) a la atmósfera, específicamente durante las diferentes etapas por el tránsito de vehículos del personal y maquinaria pesada en las diversas áreas del presente proyecto	Prevención	Atmósfera Paisaje Calidad de vida	Se efectuará en los sitios de tránsito de maquinaria en la distancia donde más se tenga movimiento, esto dentro de las 35.4756 hectáreas de CUS y en el camino de acceso de los camiones de carga. Limitación de velocidades de maquinaria y equipo de carga	Con el riego de caminos se pretende evitar el 80% de la generación de polvos que se origina por la circulación de maquinaria y vehículos. La evidencia de cumplimiento será la siguiente: • Memoria fotográfica de riego de caminos, cada vez que se efectúe el riego. • Planos en los que se señalan los caminos regados, dependiendo de las obras del presente proyecto. • Al realizarse los monitoreos, se contará con informes de resultados donde se incluirán bitácoras, evidencia videográfica, fotográfica, etc. • En caso de no presentarse el riego de caminos y sea evidente la emisión de partículas, se plasmará en la Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación. • Se deberá contar con una bitácora de registro de riego de caminos. • Se adecuará un programa de riego de caminos.
24	Colocar lonas a las unidades de acarreo de materiales	Prevención	Atmósfera Paisaje Calidad de vida		Con la colocación de lonas en las unidades de acarreo de materiales se pretende evitar el 90% de la generación de polvos que se originan por los

NO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AMBIENTAL	TIEMPO Y/O CANTIDAD	RESULTADOS ESPERADOS
					materiales al circular las unidades. La evidencia de cumplimiento será la siguiente: • Memoria fotográfica de colocación de lonas. • Al realizarse los monitoreos de su uso en el camino de acceso, se contará con informes de resultados donde se incluirán bitácoras, evidencia videográfica, fotográfica, etc. • En caso de detectarse la ausencia de lonas, se plasmará en la Matriz de identificación de no conformidades en recorridos de verificación. • Se deberá contar con una bitácora de monitoreos realizados y sus resultados

VI.1.3 Descripción detallada de las medidas a implementar

Una vez identificadas las actividades susceptibles de generar impactos sobre el área del proyecto y establecidas las medidas de mitigación, es importante mencionar que el desarrollo de este proyecto no generará impactos acumulativos, ya que estos, comprenden un amplio espectro de impactos a diferentes escalas espaciales y temporales. Es decir, los impactos acumulativos, resultan de los efectos combinados de diferentes tipos de proyectos sobre un mismo recurso.

En este contexto, con la construcción del proyecto no se considera generar impactos acumulativos, ya que, en la zona no se realizan actividades económicas.

Es importante que todas las medidas de mitigación se realicen para garantizar que la ejecución del Proyecto impacte lo menos posible al ecosistema.

Medidas para el factor atmósfera

Etapas de preparación del sitio

Partículas suspendidas

En las actividades de desmonte del terreno se humectarán con agua las áreas a trabajar para evitar la dispersión de partículas suspendidas a la atmósfera. De igual forma se humectarán los caminos donde circularán la maquinaria y vehículos del personal.

Gases/humos

Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria a utilizar durante las diversas obras y actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera por los gases de combustión interna de los vehículos. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para transporte a los sitios.

Operación

Partículas suspendidas

En las actividades de operación se humectarán con agua las áreas a trabajar para evitar la dispersión de partículas suspendidas a la atmósfera. De igual forma se humectarán los caminos donde circulará la maquinaria y los vehículos del personal.

Gases/humos

Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria a utilizar durante las diversas obras y actividades de esta etapa, con la finalidad de reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera por los gases de combustión interna de los vehículos. De igual forma se dará mantenimiento a los vehículos que utilice el personal para su transporte.

Medidas para el factor suelo

Etapa de preparación del sitio

Erosión del suelo

Con la ejecución del proyecto, la erosión potencialmente se incrementa por el desmonte y la ocupación de las 35.4756 ha que se solicitarán para el CUSTF, hasta en 58,3028 ton/ha (aportado en 0.1106 ton/ha por erosión hídrica y 58.1922 ton/ha por erosión eólica), lo que representa una erosión total a mitigar de 2,068.327 ton totales, en apego a las metodologías correspondientes.

Resumen Erosión hídrica y eólica en el proyecto

		Escenario 1	Escenario 2		
Erosión		Sin proyecto	Con proyecto	Erosión a mitigar por tipo	Total a mitigar
Hídrica	Erosión/ha	0.1844	0.295	3.924	2,068.327
	Erosión CUSTF	6.541	10.465		
Eólica	Erosión/ha	6.4658	64.658	2,064.403	
	Erosión CUSTF	229.378	2,293.781		
		6.6502	64.948		

Para disminuir la erosión se realizarán las siguientes obras de control consistentes en terrazas individuales y zanjas bordo. En particular, el dimensionamiento de las terrazas individuales, representan en lo individual, una cepa de 0.7 m de diámetro a 40 cm de profundidad, con un volumen de 0.15 m³, mismas que retiene cada una 0.216 ton de suelo. Por su parte, las zanjas bordo, poseerán una profundidad de 0.80 m, con un ancho de 1.5 m y 15 m de largo, para retener individualmente 25.830 ton de suelo.

Se prevé la construcción y operación de 2,684 cepas individuales, así como la construcción de 58 zanjas bordo (18.00 m³ c/u), siempre garantizando la captación de suelo estimada para el proyecto, buscando que la retención esté por encima de la pérdida de suelo para generar un residual positivo (9.57 ton).

Resumen Erosión hídrica y eólica en el proyecto con medidas de mitigación

Obras de conservación de suelo	Volumen del cuerpo prismático (m3)	Peso volumétrico del suelo (ton/m3)	Suelo retenido (ton)	No. de obras	Retención por obras (ton)
Zanja bordo	18.00	1.435	25.83	58	1,498.15
Terraza individual	0.15		0.216	2,684	579.75
Total					2.077.90

Generación de residuos sólidos

Se prevé la generación de residuos sólidos urbanos consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, mismos a los que se le dará manejo adecuado y disposición final en sitio autorizado.

Generación de residuos peligrosos

En caso de requerir actividades de reparación o mantenimiento de maquinaria, se tendrá la generación de residuos peligrosos (aceites y filtros), mismos que serán manejados adecuadamente para prevenir la contaminación ambiental mediante su gestión integral.

Operación

Generación de residuos sólidos

Se prevé la generación de residuos sólidos urbanos consistentes en restos de comida de los trabajadores, bolsas plásticas de papel y plástico, envases de PET, aluminio y vidrio, mismos a los que se le dará manejo adecuado y disposición final en sitio autorizado.

Generación de residuos peligrosos

Se generarán residuos peligrosos provenientes de las actividades de reparación o mantenimiento de maquinaria y equipo (aceites y filtros), mismos que deberán ser enviados a sitios autorizados por la SEMARNAT.

Medidas para el factor agua (superficial y subterránea)

Preparación del sitio

Captación de agua

Se prevé la construcción de terrazas individuales (con captación de agua de 0.25 m3 c/u), así como la construcción de zanjas bordo (18 m3 c/u) para garantizar la captación de

agua estimada para el proyecto, mismo que será ejecutado mediante medios mecánicos y maquinaria, teniendo un volumen de infiltración estimado de 1,984.60 m³/año en conjunto con las obras de control de la erosión.

Balance hídrico con la aplicación de medidas de mitigación

VARIABLE	TIEMPO DE EJECUCIÓN	SIN CUSTF (m ³)	CON CUSTF (m ³)	VOLUMEN A MITIGAR (m ³)	Control de erosión (m ³)	CAPTACIÓN OBRAS DE RESTAURACIÓN (m ³)	TOTAL MITIGADO (m ³)	RESIDUAL POSITIVO (m ³)
Infiltración	12 meses	2,210.486	262.59	1,947.89	1,444.60	540	1,984.60	36.71

Por las obras de control de la erosión se espera un total de 1,444.60 m³ de agua a infiltrar, sumando 540 m³ de infiltración por las obras de mitigación, por lo que se espera que por año se retenga un total de 1,984.60 m³ infiltrados en superficies cerca del proyecto.

Suministro de agua no potable

Se utilizará agua (no potable) para la humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos, con la finalidad de evitar las emisiones a la atmósfera. Se deberá de contar con una bitácora de consumo de agua y buscar la optimización de este recurso en las actividades mencionadas mediante capacitación al personal. Serán adquiridas de sitios autorizados,

Generación de aguas residuales

Las aguas residuales a generar durante la etapa de preparación del sitio serán del servicio a empleados y deberán ser manejados a través de sanitarios portátiles con disposición final en sitios autorizados para su tratamiento/disposición final.

Operación

Suministro de agua no potable

Se utilizará agua (no potable) para las actividades operativas, humectación de áreas de tránsito y manejo de suelos con la finalidad de evitar las emisiones a la atmósfera, así como también para servicio del personal (sanitarios). Se deberá de contar con una bitácora de consumo de agua y buscar la optimización de este recurso en las actividades mencionadas mediante capacitación al personal.

Generación de aguas residuales

Las aguas residuales a generar durante la etapa de construcción serán del servicio a empleados y deberán ser manejados a través de sanitarios portátiles con disposición final en sitios autorizados para su tratamiento/disposición final.

Medidas para el factor flora

Preparación del sitio

Se prevé como medida de mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles de ello.

Es claro que no todas las especies pueden ser susceptibles de ser rescatadas y reubicadas en virtud de sus características biológicas o físicas, de ahí que para seleccionar las especies objetivo se aplicarán los siguientes criterios:

- a) Que se trate de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010;
- b) Que sean de difícil regeneración;
- c) Que tengan posibilidad de sobrevivir a la extracción y reubicación;
- d) Que tengan mayor abundancia e IVI en el área del Proyecto que en el SA (MHF);
- e) Que se encuentren en el área del proyecto y no hubieran sido detectadas en todo el SA (MHF);
- f) Que dado su tamaño, sea técnicamente posible su extracción sin afectar al ejemplar; y
- g) Que dado su tamaño, sea económicamente factible su extracción.

Al reubicarse los especímenes identificados en este proyecto, se tratará de no afectar la dinámica de los ecosistemas, es decir, el flujo de energía, hidrológico y de nutrientes, así como las relaciones entre las comunidades. Debido a que el sitio donde se llevará a cabo el replante estará ubicado en zonas circundantes, donde se promoverá que los organismos se adapten al área y que no sean perturbados por agentes externos.

Es de mencionar que en los muestreos realizados se encontró una especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: sahuaro.

Las medidas planteadas buscan garantizar que no se comprometa la biodiversidad. Por lo que para la Mitigación de los impactos derivados de la remoción de vegetación se realizará mediante las siguientes acciones:

Programa de rescate y reubicación

El número de individuos y especies a restablecer en relación al predio del cual se solicita el cambio de uso del suelo se indican en el Cuadro siguiente.

Número de individuos por especie, de flora a rescatar en el predio

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS EN ÁREA DEL PROYECTO	% DE RESCATE	TOTAL PLANTAS A RESCATAR
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	993	70	695
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	177	80	142
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	106	100	106
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	3370	20	674
<i>Jatropha cuneata</i>	Matacora	7202	10	720
<i>Mammillaria grahamii</i>	Viejito	177	100	177
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	284	60	170
TOTAL DE PLANTAS A RESCATAR:				2,684

Las especies que no se incluyen para ser rescatadas se consideran plantas que, debido a su agresividad natural para propagarse, se encuentran ampliamente distribuidas dentro del Sistema Ambiental del proyecto y en general en todos los ecosistemas de la región, de tal forma que no se consideran especies de prioridad para ser consideradas en el programa de rescate.

Medidas para el factor fauna

Preparación del sitio

Previo a las actividades de desmonte se va a realizar y ejecutar un programa de trabajo en el que se especifican las acciones a realizar para el ahuyentamiento, rescate y protección de especies de fauna silvestre, teniéndose como objetivo la protección de flora y fauna silvestre que habita o circunda las áreas aledañas al proyecto.

VI.2 Impactos residuales

La extracción de materiales del banco ocasionará un impacto residual en el relieve del sitio, al quedar una cavidad al finalizar su vida útil.

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CAPITULO VII

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	1
VII.1 Pronósticos del escenario	VII - 1
VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental	VII - 5
VII.3 Conclusiones	VII - 10

FIGURAS

Figura VII - 1. Diagrama de flujo de las actividades principales.....	VII - 1
Figura VII - 2. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Preparación del sitio	VII - 3
Figura VII - 3. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la operación del Proyecto	VII - 4

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronósticos del escenario

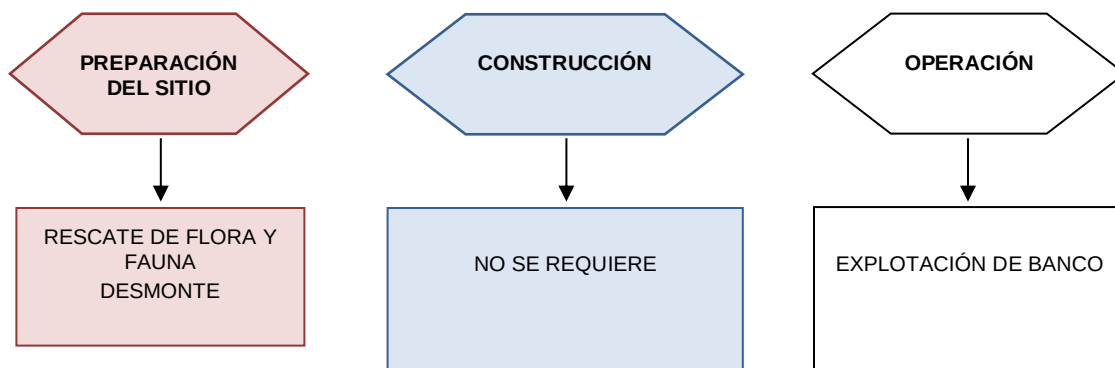
Se presenta el análisis del escenario resultante al introducir el proyecto en el sitio y se identifican las acciones que pueden provocar impactos a cada uno de los componentes ambientales o consolidación de los procesos de cambio existentes. Para construir el escenario resultante, se hace una descripción de cómo la combinación de los impactos del proyecto modificará el entorno. En caso de que algunos impactos pudieran provocar daños permanentes al ambiente o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existente, se señalará durante esta descripción.

La función de pronóstico define la intensidad de los impactos en el medio ambiente, resultante de la gama de alternativas que se considere en el estudio (de localización, de opciones de las características de las obras, etc. y facilita el análisis de los proyectos alternativos en términos de la magnitud y la localización de los lugares en donde pueden ocurrir los impactos.

Una de las maneras de analizar sus componentes es a través de un análisis de sistemas para comprender los aspectos de tecnología, socioeconómicos, ambientales y de gestión ambiental que existen a su alrededor no necesariamente en forma lineal o secuencial. Por ello generar el diagrama de flujo del proyecto permite comprender la estructura del sistema e inferir sobre los aspectos negativos para poder mitigar sus efectos en el proyecto.

El Diagrama de Flujo, es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Básicamente consiste en la clasificación de los elementos del sistema (Figura VII - 1).

Figura VII - 1. Diagrama de flujo de las actividades principales



En primer lugar hay que identificar el problema con claridad, y describir los impactos adversos del estudio con precisión, que son los que deseamos revertir. Aunque sea obvio, es muy importante una definición correcta del problema real ya que todas las etapas siguientes gravitarán sobre ello.

Una vez definido el núcleo del problema, se ha de completar su descripción en base a la aportación de conocimientos del tema por parte de los expertos, documentación básica sobre el tema, etc. El resultado de esta fase ha de ser una primera percepción de los "elementos" que tienen relación con el problema planteado, las hipotéticas relaciones existentes entre ellos, y su comportamiento histórico.

A continuación se describe un enfoque para interpretar la realidad. Muy posiblemente no existe la que podríamos llamar "forma correcta" o "la mejor manera" de observar la realidad, puesto que es imposible señalar a una sola dirección como la mejor o la más correcta.

El conjunto de los elementos que tienen relación con nuestro problema y permiten en principio explicar el comportamiento observado, junto con las relaciones entre ellos, en muchos casos de retroalimentación, forman el Sistema. El Diagrama Causal es un diagrama que recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existentes entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

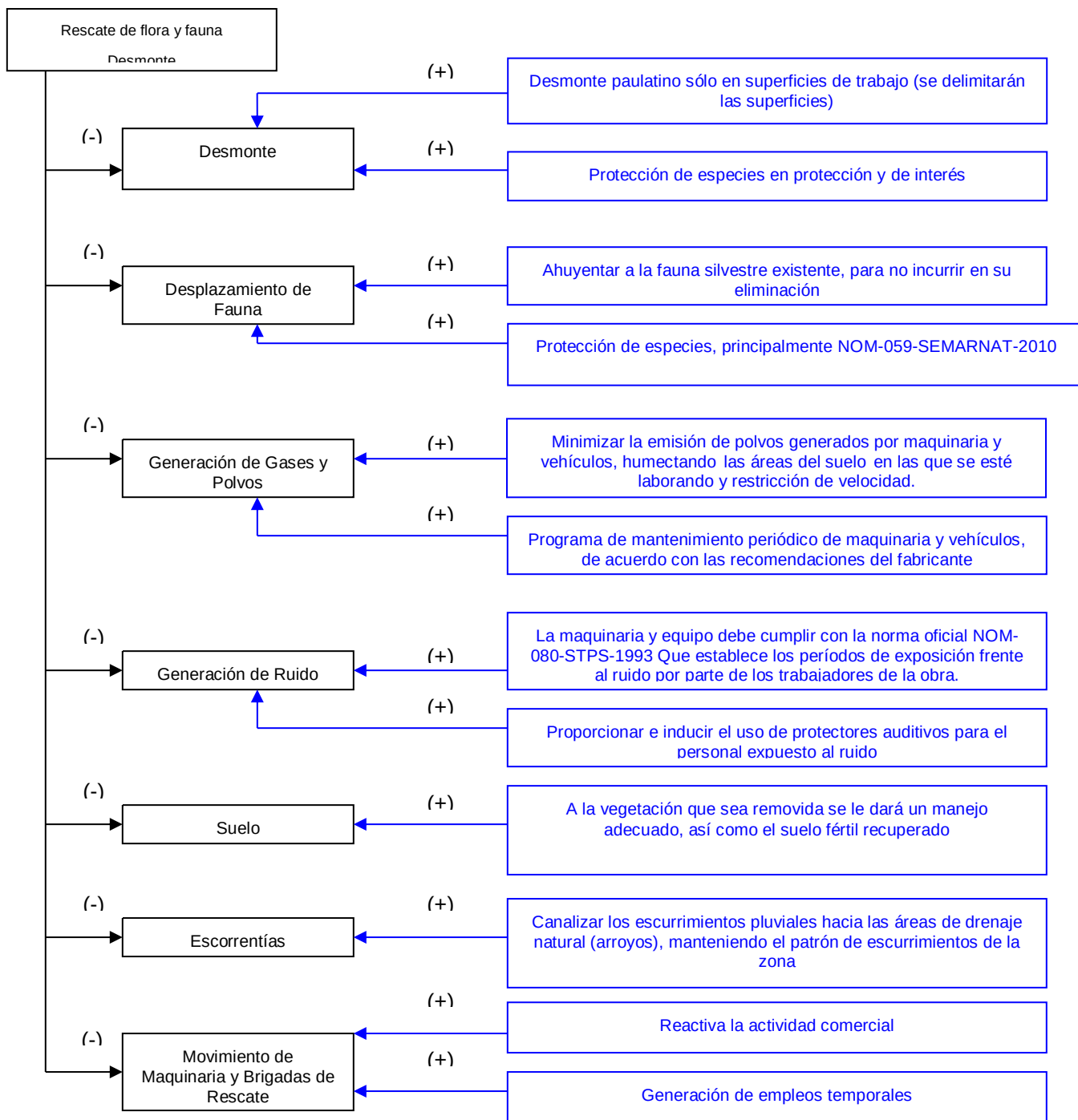
Aun cuando la relación proyecto-recurso es positiva, el proyecto "Banco de gruesos" presenta impactos adversos concentrados en las etapas del proyecto de preparación del sitio y operación.

Las relaciones causales negativas del proyecto que intervienen son varias, que se destacan más adelante con las medidas de corrección en su caso aplicables.

Así, en la preparación del sitio lo más relevante resulta la necesidad del desmonte del área del proyecto, con la consecuente eliminación de suelo fértil y vegetación, la generación de polvos durante la operación. Estas actividades son necesarias pero se verán atenuadas y revertidas una vez que se apliquen medidas de rescate y mitigación.

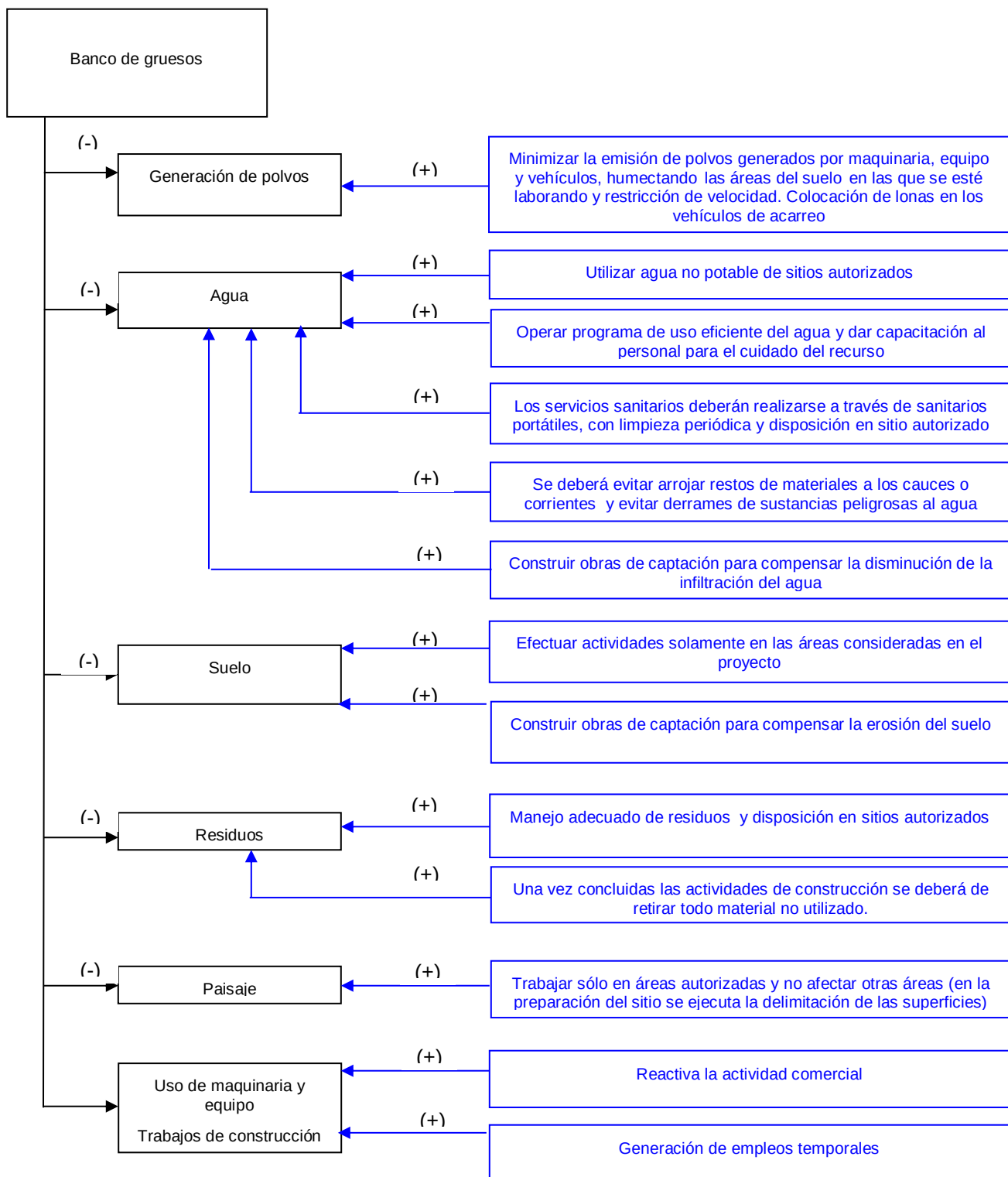
PREPARACIÓN DEL SITIO

Figura VII - 2. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la Preparación del sitio



OPERACIÓN

Figura VII - 3. Diagrama causal de los impactos ambientales y sus medidas a aplicarse para cada actividad en la operación del Proyecto



Se identifican como impactos adversos principales la remoción de vegetación por desmonte para la instalación del proyecto a realizar en los 354,756 metros cuadrados de terreno con vegetación forestal entre las que se cuenta con especies en protección y de interés por sus características, asimismo la alteración de la calidad del aire por el manejo y beneficio de materiales pétreos.

En cuanto a los impactos benéficos, se identifica que en los factores socioeconómicos se tendrán impactos positivos debido a que la implementación del proyecto permitirá la generación de empleos, así como relaciones comerciales con proveedores de insumos, aunado a lo anterior a que los materiales que se obtengan como productos coadyuvará en el desarrollo de la zona.

Lo anterior indica que aunque a un costo ambiental adverso significativo por el derribo de vegetación y generación de emisiones de polvos, los cuales pueden ser compensados y minimizados, es posible tener un impacto benéfico significativo al permitir la operación del proyecto durante los próximos 10 años.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

Programa de Seguimiento y Vigilancia Ambiental

Se contará con diversas políticas y criterios para el cuidado del medio ambiente y con un programa de monitoreo en el cual se integrarán las diversas medidas de mitigación resultantes de la evaluación de la presente manifestación por parte de la autoridad.

Se operará la figura de supervisión técnica que tendrá como función dar seguimiento y vigilancia de las medidas de prevención y control de la contaminación, así como las diversas condicionantes que la autoridad establezca.

La supervisión técnica son las actividades que se deberán implementar, con el objeto de verificar que las acciones a desarrollar se realicen conforme a lo establecido en la presente manifestación. Para lograr ese objetivo se consideran las siguientes actividades:

Actividades de supervisión técnica en el desarrollo del proyecto

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DE SUPERVISION TECNICA
Preparación del sitio	Aplicar Inspección en las labores de delimitación de áreas del CUSTF
	Seguimiento y supervisión de las actividades de rescate y reubicación de especies de vegetación
	Seguimiento y supervisión de las actividades de ahuyentamiento de

	fauna y en su caso rescate y reubicación de especies, llevando un control y evidencia de la misma
	Verificación de una adecuada gestión y disposición de residuos
	Supervisión de actividades de desmonte
	Aplicación de las obras de conservación de suelos
	Aplicación de las obras para garantizar la captación de agua
Operación	Seguimiento y supervisión de las actividades de mantenimiento y conservación de las especies de vegetación rescatadas
	Seguimiento y supervisión de las actividades de control de polvos
	Verificación de una adecuada gestión de residuos
	Seguimiento y supervisión de las actividades de mantenimiento y conservación de las obras de captura de suelo y agua

Además de lo mencionado en el cuadro anterior, se considera el cumplimiento de la legislación ambiental vigente aplicable, las medidas de mitigación establecidas en el presente documento y los términos y/o condicionantes que resulten de su evaluación y autorización.

Para este seguimiento se contará con personal capacitado que se encargará de verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, la ejecución de los programas de flora, fauna, conservación de suelos y reforestación, desde el inicio y hasta el término de las actividades del proyecto.

A continuación se presenta la siguiente figura indicando las principales actividades de la supervisión ambiental.



La estrategia de seguimiento ambiental implicará el establecimiento de un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación propuestas en esta manifestación. De igual forma, y de ser el caso, esta etapa del proyecto deberá ser actualizada una vez que se autorice la misma llegue a establecer nuevas condicionantes que, de igual forma, tengan que ser cumplidas por la empresa Promovente.

La estrategia propone establecer controles que verifiquen la realidad de las incidencias del proyecto en el entorno de su CHF y de la propia área donde se realizará el proyecto y que permita ir realizando evaluaciones correctivas sobre la marcha del proyecto, lo que permitirá al Promovente realizar un seguimiento sistemático, tanto de los compromisos propuestos en este documento, como de las condiciones que la autoridad llegará a imponer en su autorización y de aquellas otras situaciones que fuese necesario atender derivadas de alteraciones que no fueron previstas.

Por último, la estrategia asegura:

- i. Indicarle a la administración responsable de la ejecución del proyecto cuáles son los aspectos objeto de la vigilancia, y
- ii. Ofrecer a dicha administración un método, sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia integral de todos los programas de una forma eficaz.
- iii. Aportar a la autoridad, elementos de soporte al seguimiento del cumplimiento de las obligaciones ambientales que el promovente habrá de adquirir, de ser autorizada su solicitud de autorización, así como los niveles de éxito alcanzados en cada programa planteado en este capítulo.

Por todo lo antes expuesto, en este apartado se plantean las bases de la estrategia antes descrita, toda vez que su versión final quedará condicionada a los términos de la aprobación que emita la autoridad.

Objetivo general

Establecer, organizar y sistematizar las acciones de prevención y mitigación a los efectos del desarrollo del proyecto que garanticen el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras propuestas en este documento, con el propósito de llevar a cabo un uso sustentable de los recursos naturales que hagan éste un proyecto responsable con el medio ambiente.

Objetivos particulares

- Realizar un seguimiento adecuado de los impactos identificados en el capítulo V de la presente manifestación determinando si se adecuan a las previsiones del mismo.
- Detectar los impactos no previstos articulando las medidas necesarias de prevención y corrección.
- Supervisar la puesta en práctica de las medidas preventivas y de mitigación diseñadas en cada una de las actividades de control ambiental, determinando su efectividad y éxito.
- Realizar un seguimiento para determinar con especial detalle los efectos de las fases de preparación del sitio y de operación sobre los recursos, así como para conocer la evolución y eficacia de las medidas preventivas y correctivas.

Lineamientos para el desarrollo de las principales actividades

Elementos objeto de la vigilancia

- ✓ Ejecución de las medidas de protección, corrección y compensación, para asegurar su aplicación efectiva y obtener los resultados esperados mediante los programas planteados.
- ✓ Impactos residuales, con el objeto de corregir, en la medida de lo posible, el incremento de sus efectos en perjuicio del ambiente se deberán realizar los monitoreo pertinentes planteados como medidas particulares o seguir los lineamientos propios de cada programa.
- ✓ Impactos detectados en el capítulo V de la presente manifestación, para corroborar su surgimiento en las condiciones de valor, tiempo y lugar previsto.
- ✓ Impactos no previstos o de difícil predicción (supervinientes) en las diferentes fases del proyecto, incluyendo los que pudieran derivar de posibles y eventuales desviaciones involuntarias.
- ✓ Comportamiento global del impacto del proyecto en el entorno.

Responsabilidades

La ejecución de las acciones que conformen la estrategia y el registro de los indicadores de éxito estarán a cargo de un Responsable Técnico Ambiental (RTA) por la empresa Promovente.

Además, el RTA formulará los informes de seguimiento del cumplimiento y aplicación efectiva de las medidas de protección, corrección y compensación que la autoridad requiera a la empresa.

Acciones

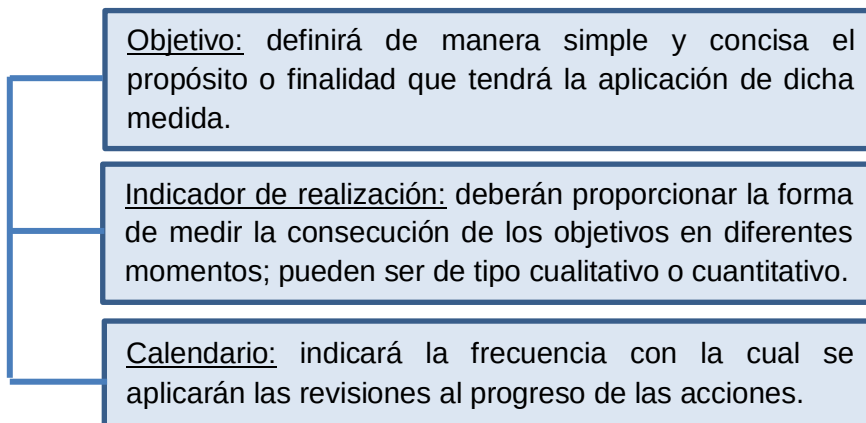
Las acciones estarán conformadas por cada uno de los trabajos previstos en los programas planteados para ejecutar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación (generales y particulares) tendientes a atender los impactos ambientales previstos en este documento. La aplicación de estas medidas estará sujeta a los siguientes criterios:

- ✓ Ser técnicamente viables: se refiere a que la ejecución de las medidas no deberán enfrentar problemas de realización como consecuencia de impedimentos de tipo tecnológico o por carecer de experiencias sobre el particular.
- ✓ Ser económicamente viables: el costo de la ejecución de las medidas debe ubicarse en escalas que aseguren su realización, consecuentemente, el programa deberá incluir el desglose del presupuesto base para su realización a precios constantes.
- ✓ Ser eficaces y eficientes: esto es, las medidas deberán asegurar atender el impacto ambiental en el sentido previsto, en el menor tiempo posible y al menor costo.
- ✓ Disponer de viabilidad normativa: es decir, las medidas no deben enfrentar impedimentos de índole administrativa o jurídica.

A lo largo de este documento se citaron medidas generales y particulares de mitigación; fundamentalmente se pretende llevar a cabo el seguimiento de las mismas, evaluando los principales aspectos para su progreso, como la fecha de aplicación de la medida o acción, o la periodicidad con que se lleva a cabo.

Cada una de las medidas o acciones a emplear, deberá definir los siguientes aspectos previos a la realización de las actividades propias de la etapa de preparación del sitio y a la de operación del proyecto:

Aspectos previos para las medidas y acciones a emplear



Ejecución y alcance

Una vez aprobada la solicitud correspondiente a esta manifestación, la estrategia será traducida en un Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental bajo los lineamientos antes señalados. Será elaborado bajo la coordinación del RTA y la empresa Promovente donde se establecerán explícitamente los procedimientos de los programas, actividades, fechas de reporte y tiempos de implementación. Este documento será presentado a la autoridad ambiental en el primer informe de avances de la autorización que recaiga de esta manifestación.

VII.3 Conclusiones

Los impactos que se tendrán por la ejecución de las obras y actividades en todas las etapas del Proyecto solamente serán impactos locales y fácilmente controlables debido a la naturaleza de éstas y por los controles a aplicar.

CAPITULO VIII

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

CAPITULO VIII

TABLA DE CONTENIDO

VIII.- IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	VIII - 1
VIII.1.- Formatos de presentación.....	VIII - 1
VIII.1.1.- Cartografía.....	VIII - 1
VIII.1.2.- Fotografías.....	VIII - 1
VIII.1.3.- Videos.....	VIII - 1
VIII.4.- Lista de flora y fauna.....	VIII - 1
VIII.2. Otros anexos	VIII - 1
VIII.2.1 Memorias	VIII - 2

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

VIII.1.- Formatos de presentación

En cuanto a los instrumentos metodológicos que sustentan la identificación y evaluación de impacto ambiental, son referidos en metodología descrita en el Capítulo V mostrando los resultados obtenidos en la matriz de impacto de Leopold.

Asimismo, y en referencia a los elementos técnicos estos se sustentan en los siguientes:

- Hidrología superficial. Se muestra según información de INEGI.
- Hidrología subterránea. Se muestra según información de INEGI.
- Geología. Se muestra según información de INEGI.
- Geomorfología. Se muestra según información de INEGI.
- Usos de suelo. Se muestra el uso de suelo según información de INEGI.
- Residuos generados por el proyecto. Se mencionan los diferentes tipos de residuos que se generan en el proyecto y se presentan memorias de cálculo.
- Dimensiones del proyecto. Se mencionan las superficies para cada uno de los componentes del proyecto.
- Características del proyecto. Se mencionan las características generales de los componentes del proyecto.

VIII.1.1.- Cartografía.

Son indicadas en los apartados correspondientes

VIII.1.2.- Fotografías

Son incluidas dentro de los capítulos

VIII.1.3.- Videos

No se incluyen

VIII.4.- Lista de flora y fauna

Son incluidas dentro de los apartados correspondientes del Capítulo IV

VIII.2. Otros anexos

1. Croquis con características de ubicación del proyecto.
2. Constancia Propiedad del Predio
3. Acta constitutiva de la empresa

4. Acreditación e identificación del Representante Legal
5. Poligonal del proyecto y colindancias
6. Diagramas de flujo
7. Licencia de Uso de Suelo

VIII.2.1 Memorias

Se presentan en medios electrónicos los resultados del muestreo y fauna, así como del procesamiento de los datos obtenidos

Bibliografía:

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). 'Aguas Continentales y diversidad biológica de México'. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1: 4000 000. México.

Atlas de Riesgo de Sonora

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/Estados/VisorSonora/>

Canter, L. W. 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Madrid: McGraw-Hill.

Casas Andreu, G., Reyna Trujillo, T. (1990). Provincias herpetofaunísticas. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Clasificación de Provincias en el Estado de Sonora. Fuente INEGI

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2004). 'Regiones Terrestres Prioritarias'. Escala 1:1000000. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1999.

Uso de Suelo y Vegetación modificado por CONABIO, Escala 1:100000.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

Degradación del suelo en la República Mexicana- CONABIO.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1997). "Provincias biogeográficas de México". Escala 1:4000000. México.

Diversidad biológica de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Gómez O., D. 2003. Evaluación del impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la

gestión ambiental. Madrid: Mundi-Prensa..

Helena Cotler Ávalos Comp. 2010b. Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. SEMARNAT. México. ISBN978-607-765-507-7

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, (1999). 'Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves'. Escala 1:250000. México. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, México). 2009. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000: Serie III.

INEGI, 2020. Censo de Población y Vivienda.

INEGI. Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología (2006)

INEGI-CONABIO-INE, 2008. Ecorregiones terrestres de México. Catálogo de datos geográficos.

INEGI. Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología (2006)

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo. DOF. 30 diciembre 2010.

Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024

Plan Estatal de Desarrollo 2021 – 2027

Plan de Desarrollo Municipal de Pitiquito 2021 - 2024

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora

Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos – Cumpas Sonora, INEGI

Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE 2015)

Sismos históricos, Instituto de Geofísica de la UNAM, <http://www.sismoshistoricos.org/>