CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 1
I.1 Datos generales del proyecto 1
I.1.1 Nombre del Proyecto 1
I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto 1
I.1.3 Duración del proyecto 1
I.2 Datos generales del promovente 2
I.2.1 Nombre o razón social 2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 2
I.2.3 Datos del representante legal 2
I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones 2
I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado 2
I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 2
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 2
I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento 2
I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo 2

FIGURAS

Figura I. 1. Ubicación del proyecto. 1

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

"Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño".

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El polígono bajo estudio se ubica en la Fracción A1, Facción VII y Fracción Q del predio Migriño, ubicado geopolíticamente en el municipio de Los Cabos, Estado de Baja California Sur.

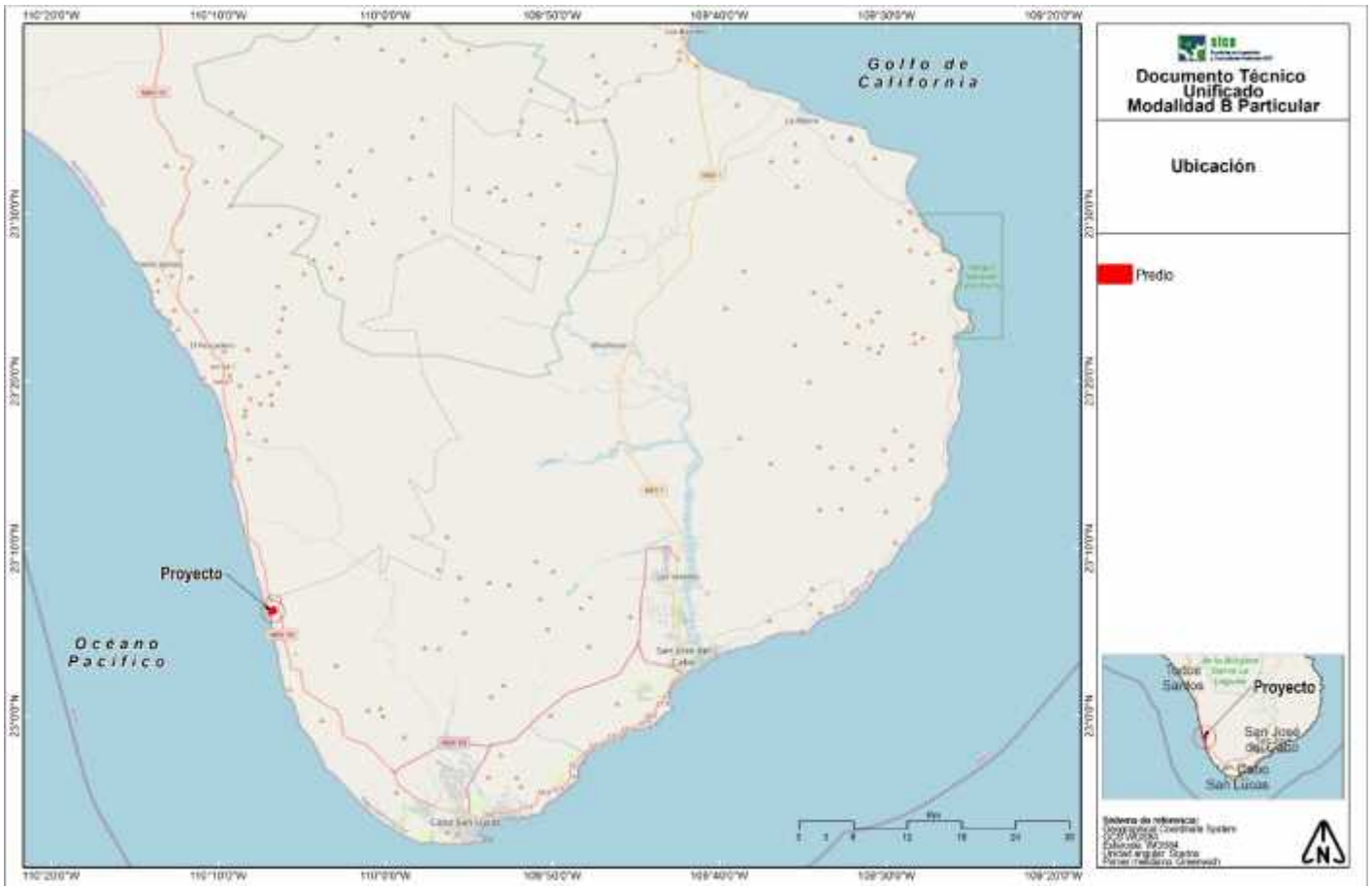


Figura I. 1. Ubicación del proyecto.

I.1.3 Duración del proyecto

La obra en general del proyecto está contemplada a realizarse en 10 años (ver Capitulo II de este estudio técnico). Durante el cual se realizará el cambio de uso de suelo de manera gradual, mientras que la operación será de manera indefinida.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

La promovente del proyecto es Playa Punta Lobos S. de R. L. de C. V. (ver Anexo 10 de este estudio).

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

PPL0507141N0

I.2.3 Datos del representante legal

El representante legal es el C. Kassandra Córdova Salcido.

I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

[redacted]

I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental SCP (SICA, SCP [redacted] su Registro Nacional Forestal y cedula profesional en el Anexo 3 de este estudio.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

SIC0706066UA

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento

[redacted]

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

Los datos de la persona que formuló, realizó y es responsable del Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo es Servicios de Ingeniería y Consultoría

[redacted]

- Se presenta su registro en el Anexo 3.
- También se presenta la identificación de IFE del representante legal de la empresa.

[redacted]

El apoyo en los trabajos de campo estuvieron a cargo del personal capacitado de la empresa Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental, SCP con:



EN RESUMEN, El RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES (CUSTF) Y DE LA EJECUCIÓN DEL CUSTF ES LA EMPRESA; SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, SCP REPRESENTADA POR EL BIOL. JULIO CÉSAR CANTO MARTIN, QUIEN TAMBIÉN EMITE LA FIRMA.

Nota: Para dar cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental quienes elaboren las manifestaciones de impacto ambiental deberán observar lo establecido en la Ley, dicho reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Se declaró, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1
II.1 Información general del proyecto 1
II.1.1 Naturaleza del Proyecto 1
II.1.2 Objeto del proyecto 1
II.1.3 Ubicación física 2
II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 3
II.1.5 Inversión requerida 4
II.2 Características particulares del proyecto 4
II.2.1 Dimensiones del proyecto 5
II.2.2 Representación gráfica regional 5
II.2.3 Representación gráfica local 7
II.2.4 Preparación del sitio y construcción 9
II.2.5 Construcción de obras asociadas o provisionales 13
II.2.6 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo, 13
II.2.7 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo. 27
II.2.8 Operación y mantenimiento 34
II.2.9 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 34
II.2.10 Programa de trabajo 34
II.2.11 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmosfera 37
II.2.12 Residuos 37

TABLAS

Tabla II. 1 Coordenadas del predio (UTM, datum WGS 84, zona 12Q). 2
Tabla II. 2 Áreas del proyecto. 5
Tabla II. 3 Coordenadas del polígono de cambio de uso de suelo (UTM, datum WGS 84, zona 12Q). 8
Tabla II. 4 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 12Q) en el predio. 14
Tabla II. 5 Ecuaciones alométricas utilizadas en el cálculo de las existencias volumétricas de los ejemplares arbóreos del predio. 18
Tabla II. 6 Especies densidad, dominancia y volumen de las especies por hectárea (ha). 22
Tabla II. 7 Especies densidad, dominancia y volumen de las especies por área de CUSTF. 23
Tabla II. 8 Especies, densidad y cobertura por muestra, hectárea y área de CUSTF en el estrato herbáceo. 24
Tabla II. 9 Especies, densidad y cobertura por muestra, hectárea y área de CUSTF en el estrato epífitas y cactáceas. 24
Tabla II. 10 Especies, densidad y cobertura por muestra, hectárea y área de CUSTF en el estrato arbustivo. 25
Tabla II. 11 Especies, densidad y cobertura por muestra, hectárea y área de CUSTF en el estrato arbóreo. 25
Tabla II. 12 Existencias de recursos forestales maderables por muestra, ha y área de CUSTF. 26
Tabla II. 13 Estimación del suelo orgánico o tierra de monte que se encuentra en la superficie que se solicita para CUSTF. 26
Tabla II. 18 Estimación de los productos no maderables registrados en el área de cambio de uso de suelo. 29
Tabla II. 19 Resumen de productos maderables posibles de obtener y valores estimados. 29
Tabla II. 20 Estimación económica de la fauna silvestre observada en el predio del proyecto. 30
Tabla II. 21 Resumen de productos posibles de obtener y valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF. 34
Tabla II. 22 Programa general de trabajo del proyecto expresado en semestres. 35
Tabla II. 23 Clasificación de los residuos que se generaran durante el desarrollo del proyecto. 37
Tabla II. 24 Residuos generados por la obra en preparación. 39
Tabla II. 25 Residuos generados por la obra en la etapa de Operación. 41

FIGURAS

Figura II. 1 Ubicación del predio. 2
Figura II. 2 Ubicación del predio en la Cuenca Hidrológica RH3 Baja California Sur Oeste (Magdalena). 6
Figura II. 3 Ubicación del predio en la Subcuenca RH03Aa Arroyo Canderlaria. 6
Figura II. 4 Delimitación del polígono sujeto a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). 8
Figura II. 5 Distribución de los sitios de muestreo forestal dentro del área que se solicita para el CUSTF. 15

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

El presente Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B Particular para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) se deriva de la pretensión de la construcción de un desarrollo inmobiliario en una zona costera, consistente en lotes residenciales y obras asociadas (vialidades, áreas verdes, etc). La superficie con que cuenta el proyecto es de 458,685.43 m^2 (45.8685 ha), de los cuales una superficie de 127,024.08 m^2 corresponden al CUSTF.

El principal criterio de selección del sitio fue que, pese a que la carta de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI indica que el predio presenta vegetación de tipo matorral sarcocaule, mediante los recorridos prospectivos en campo se observó la presencia de actividades antropogénicas.

El predio se ubica en un área que se caracteriza por tener una vegetación heterogénea, ya que se encuentra en distintos grados de perturbación, a causa de actividades antropogénicas.

II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" es un proyecto que corresponde al establecimiento de un desarrollo inmobiliario en zona costera, el cual consiste en Lotes residenciales y Vialidad, la superficie total del proyecto es de 458,685.43 m^2 (45.8685 ha), asimismo, este estudio también se presenta por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en una superficie de 127,024.08 m^2 (12.7024 ha) representando el 27.69 % del total.

Con la ejecución del proyecto se pretende incrementar la oferta de oportunidades de vivienda existentes en la región, por medio de la propuesta de obras y/o actividades de mayor calidad, que dentro de sus finalidades se encuentra la propuesta de un esquema viable ambientalmente, en donde el uso de los recursos naturales sea sustentable; además de atraer nuevos mercados, capitales e inversiones; generando un aumento en la derrama económica de la región a través de la potencialización de empleos y con ello la generación de ingresos. Se contribuirá al desarrollo integral de la zona en función de su potencia, aprovechando al máximo los recursos existentes en armonía con el medio ambiente.

La ubicación del predio para el proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida (ANP), Región Terrestre Prioritaria (RTP) y Áreas de Interés para la Conservación de las Aves (AICAS). Este se encuentra ubicado dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) Barra de Malva – Cabo Falso; asimismo, se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) Sierra de la Laguna y Oasis Aledaños, sin embargo, el proyecto propone medidas de mitigación para disminuir los impactos negativos que pudieran ocasionarse por la ejecución de este.

II.1.2 Objeto del proyecto

El presente Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, modalidad "B" se ha realizado para cumplir con las disposiciones en materia forestal y de impacto ambiental, para la solicitud de autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y de impacto ambiental de una superficie de 458,685.43 m^2 (45.8685 ha).

Los principales objetivos son:

- Cumplir con los requisitos legales que establecen la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentables y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente, para

obtención de la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal y en materia ambiental, derivado por del proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño".

- Realizar el Cambio de Uso de Suelo forestal (remover la vegetación con vocación forestal) en el predio ubicado en el municipio de Los Cabos.
- Identificar y evaluar los Impactos Ambientales que deriven del Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales y por el establecimiento de las obras adicionales y actividades constructivas y operativas del proyecto.
- Generar nuevos empleos para la población de las localidades cercanas al área del proyecto en el municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

II.1.3 Ubicación física

El polígono bajo estudio se ubica en la Fracción A1, Facción VII y Fracción Q del predio Migriño, ubicado geopolíticamente en el municipio de Los Cabos, en el Estado de Baja California Sur. A continuación, se presenta la ubicación del predio en la siguiente Figura:

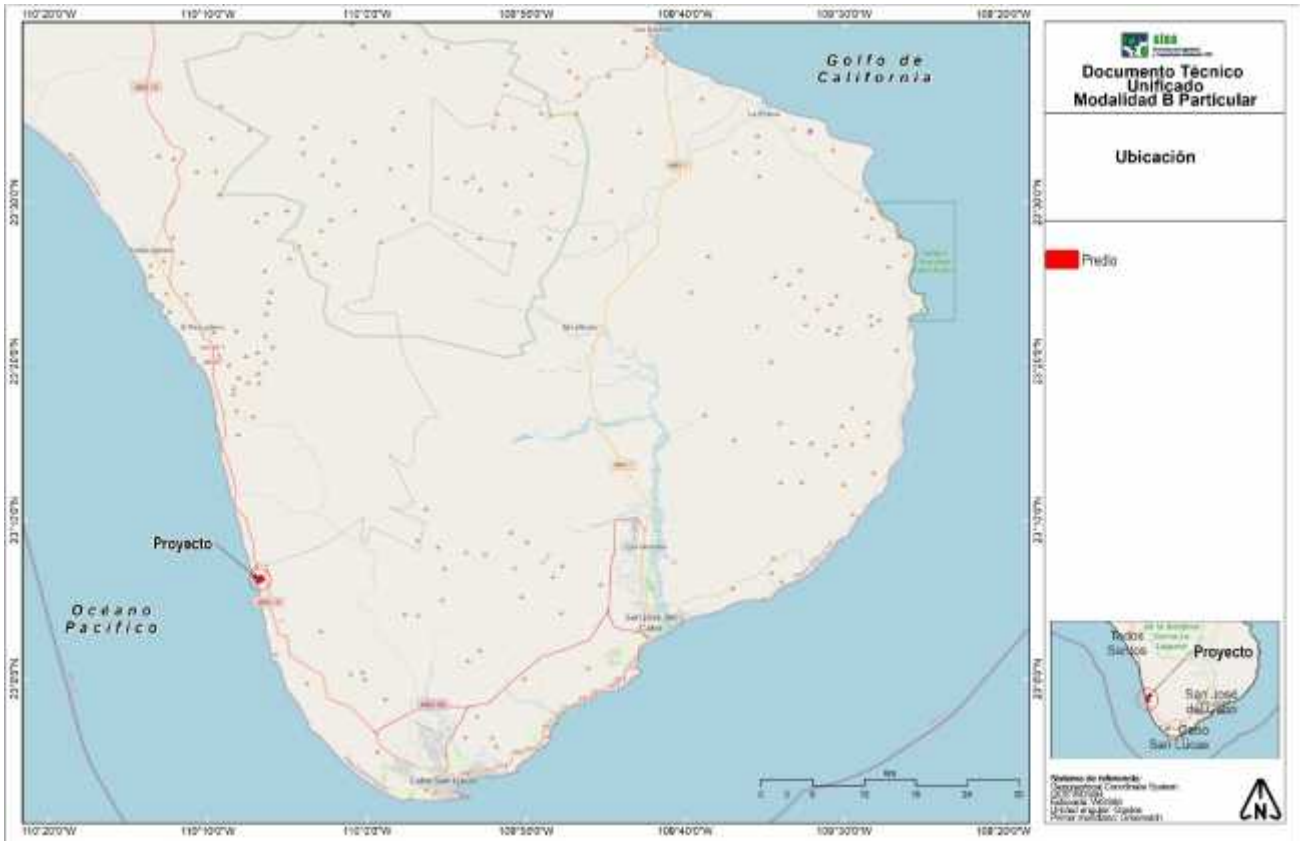


Figura II. 1 Ubicación del predio.

El plano del polígono del predio se presenta en el Anexo 2 (todas las coordenadas de este estudio se pueden consultar de manera digital en el Anexo 7).

Tabla II. 1 Coordenadas del predio (UTM, datum WGS 84, zona 12Q).

VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	591103.1912	2555280.3376	34	590815.8038	2555482.8197
2	591069.5563	2555254.6778	35	590826.5150	2555508.5182

VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
3	591066.5664	2555251.8682	36	590832.5223	2555523.8289
4	591052.5882	2555238.5760	37	590838.0474	2555534.5505
5	591038.4274	2555239.9577	38	590845.7933	2555546.7713
6	591017.6712	2555242.6136	39	590853.5393	2555558.9920
7	590997.2790	2555244.4294	40	590861.7001	2555568.6430
8	590983.2506	2555245.8264	41	590871.3489	2555579.4610
9	590973.2591	2555247.3127	42	590879.2750	2555585.9904
10	590964.2691	2555249.5644	43	590904.1130	2555606.6144
11	590955.9510	2555251.9954	44	590925.6244	2555616.9645
12	590947.4022	2555255.3217	45	590947.1358	2555627.3146
13	590937.5079	2555245.8020	46	590976.4804	2555642.1586
14	590925.5300	2555235.0399	47	590993.5652	2555650.3751
15	590913.0106	2555226.2111	48	591004.1714	2555638.5211
16	590901.9800	2555218.7313	49	591014.2654	2555627.6457
17	590887.3785	2555210.3639	50	591025.9450	2555615.0619
18	590873.6416	2555203.5406	51	591031.9785	2555609.2080
19	590857.9712	2555195.3939	52	591037.6457	2555603.7095
20	590832.9881	2555185.3191	53	591048.3786	2555589.9243
21	590811.4713	2555176.6124	54	591052.4792	2555584.6576
22	590800.9154	2555159.9648	55	591062.1369	2555568.3738
23	590750.8971	2555133.1967	56	591074.9457	2555546.7768
24	590723.8864	2555086.9686	57	591083.5623	2555514.5711
25	590717.2500	2555115.2580	58	591090.0494	2555481.4060
26	590715.9740	2555115.9937	59	591107.8781	2555454.9042
27	590691.3771	2555130.3671	60	591125.2711	2555426.0351
28	590666.7858	2555144.7366	61	591136.6115	2555383.0364
29	590695.5754	2555194.0215	62	591132.2192	2555339.5877
30	590707.5520	2555213.9637	63	591150.1930	2555335.8970
31	590832.0543	2555427.5966	64	591115.8734	2555294.6865
32	590798.4197	2555450.8074	1	591103.1912	2555280.3376
33	590806.3621	2555463.8558			

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La mejor forma de llegar al predio es la siguiente: partiendo del centro de Cabo San Lucas, se toma la vialidad con dirección hacia Cabo San Lucas – Todos Santos, donde, una vez saliendo de la ciudad de Cabo San Lucas, se recorren aproximadamente 28.70 km al noroeste, donde, posteriormente se girará a la izquierda, tomando un camino de terracería, tomando el primero (izquierdo), el cual, conduce al Área del Proyecto (AP) a 600 m.

El sitio del proyecto se encuentra a aproximadamente 28.70 km de la población urbanizada más cercana y corresponde a la cabecera municipal del municipio de Los Cabos, es decir, a la ciudad de Cabo San Lucas, donde se encuentran todos los servicios básicos como agua potable, energía eléctrica y estaciones de servicio, entre muchos otros.

De manera general, los servicios que serán requeridos para la habilitación y operación del banco del material yeso, se describen a continuación:

A. Renta de maquinaria y equipo pesado y ligero. Para retiro de la vegetación, nivelación, rellenos, etc. Entre los principales se encuentran trascabo, retroexcavadora, camiones de volteo, compresores de aire, etc. Será necesario contar con operadores para la maquinaria pesada y el equipo respectivo.
B. Arrendamiento de equipo topográfico. Sera necesario arrendar este equipo para llevar a cabo el trazo y nivelación del terreno donde se realizara la explanada de llegada, por lo tanto se requerirá la contratación de topógrafos y ayudantes.
C. Combustible. Los vehículos y los diferentes tipos de maquinaria utilizados requerirán de combustible para realizar sus funciones en el aprovechamiento de material. El combustible será adquirido en los centros de servicio PEMEX más cercanos al área de trabajo, los dos más cercanos se localizan a aproximadamente 2.3 y 4 km del área del proyecto.
D. Contratación de personal. Será necesario contratar personal para la correcta operación y manejo del equipo y maquinaria, así como para las demás actividades involucradas con la explotación del banco de yeso.
E. Vehículos de carga. Para el transporte de residuos vegetales, de relleno, de excavaciones, etc., hacia distintas áreas dentro del mismo predio.
F. Contratación de los servicios de una empresa recolectora de residuos sólidos urbanos. En las actividades de preparación de sitio y construcción se generarán residuos sólidos urbanos, estos serán almacenados temporalmente dentro del predio para posteriormente ser entregados a empresas autorizadas. La periodicidad con la que se lleve a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados.
G. Contratación de los servicios de una empresa recolectora de residuos peligrosos. Los residuos peligrosos que se generen serán almacenados en un almacén temporal de residuos peligrosos habilitado en el área del proyecto, el cual estará destinado para ello como máximo por seis meses, para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su correcto manejo y disposición final.
H. Centro de acopio de residuos valorizables. Este tipo de residuos serán entregados a centros de acopio para su posterior reciclaje.

El servicio de energía eléctrica será suministrado a través de paneles solares que serán instalados dentro del AP. Por otra parte, el servicio de agua será abastecido por medio de proveedores debidamente autorizados por el OOMSAPAS y finalmente para el drenaje sanitario será por medio de una PTAR colindante al área del proyecto.

En la parte Este del predio se encuentran las líneas de transmisión de baja tensión, por lo que se solicitará el abastecimiento por parte de la Comisión Federal de Electricidad.

II.1.5 Inversión requerida

La inversión para el proyecto será de $250,435,000.00 de pesos. La inversión para la prevención de la contaminación seguimiento ambiental es de $648,000.00.

II.2 Características particulares del proyecto

El proceso principal del proyecto será de la siguiente manera:

Después de llevar a cabo los acercamientos con las autoridades ejidales y participar en las asambleas en donde después de votaciones, se llevaron a cabo la aceptación de llevar a cabo el proceso de extracción del material de yeso como parte fundamental para conformar los agregados del cemento.

II.2.1 Dimensiones del proyecto

El predio cuenta con una superficie total de 458,685.43 m² (45.8685 ha), de las cuales se realizará el cambio de uso de suelo en una superficie de 127,024.08 m² (12.7024 ha), aprovechando un máximo del 27.69% de la superficie total. Esta superficie albergará también la infraestructura como

Tabla II. 2 Áreas del proyecto.

CONCEPTO	m²
SUPERFICIE TOTAL PROYECTO	127,024.084
VIALIDADES	26,224.733
LOTES	100,799.351

RESTO DEL PREDIO	331,661.350
PREDIO	458,685.430

II.2.2 Representación gráfica regional

De acuerdo al Art. 7. Fracción XI de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, la Cuenca hidrológico-forestal es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

A continuación, se presenta la ubicación del predio bajo estudio dentro de la Cuenca hidrológica forestal denominada RH3 Baja California Sur Oeste (Magdalena):

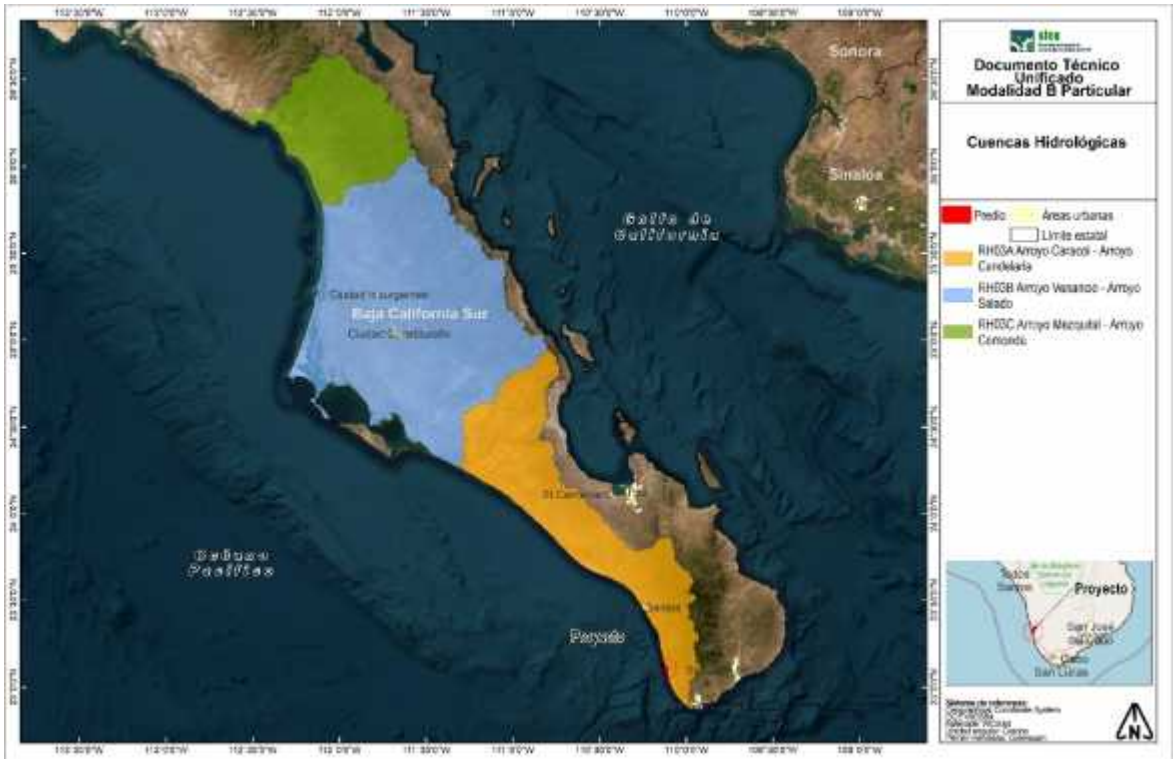


Figura II. 2 Ubicación del predio en la Cuenca Hidrológica RH3 Baja California Sur Oeste (Magdalena).

La cuenca hidrológica que engloba completamente a la zona de estudio es la Cuenca A; denominada Arroyo Caracol – Arroyo Candelaria. Esta cuenca posee una superficie de 7,942.30 km^2, se encuentra en la porción suroeste del Estado y suroeste de la región hidrológica.



Figura II. 3 Ubicación del predio en la Subcuenca RH03Aa Arroyo Canderlaria.

Esta cuenca, a su vez se divide en las siguientes subcuencas: Arroyo Candelaria, Río San Jacinto, Santa Inés, Arroyo El Carrizal, Arroyo El Datilar, Arroyo Guadalupe y Arroyo Caracol, de las cuales, la subcuenca donde se ubica el proyecto corresponde a: Arroyo Candelaria, misma que tiene una superficie de 797,314.699 ha, la cual queda inmersa en la localidad de Cabo San Lucas, desembocando los arroyos en el Océano Pacífico

II.2.3 Representación gráfica local

El área del proyecto se localiza en el municipio de Los Cabos, aproximadamente a 24.99 km de la ciudad de Cabo San Lucas, el proyecto tiene una superficie de 458,685.43 m^2 (45.8685 ha) en que se realizará el CUSTF en una superficie de vegetación de tipo matorral sarcocaule correspondiente a 127,024.08 m^2 (12.7024 ha).

DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, A TRAVÉS DE PLANOS GEOREFERENCIADOS.

En síntesis, de la superficie total del predio, 458,685.43 m^2 (45.8685 ha), la superficie de 127,024.08 m^2 (12.7024 ha) correspondiente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) con base a las verificaciones en campo a través de recorridos e inventario forestal, se procedió a delimitar y cuantificar la superficie de las áreas consideradas como forestales, cuyas áreas se pueden observar a continuación:

Dado que el polígono a ocupar por el proyecto presentan terrenos forestales (Pol. CUSTF) con una superficie 127,024.08 m^2 (12.7024 ha), las superficies de las áreas verdes también presentan terreno con vocación forestal, es importante remarcar que la vegetación de estas áreas no será removida; por dicha razón se realiza el presente Documento Técnico Unificado para solicitar el Cambio de Uso del Suelo de dichos polígonos, en la siguiente figura se observa la distribución de los polígonos de CUSTF.

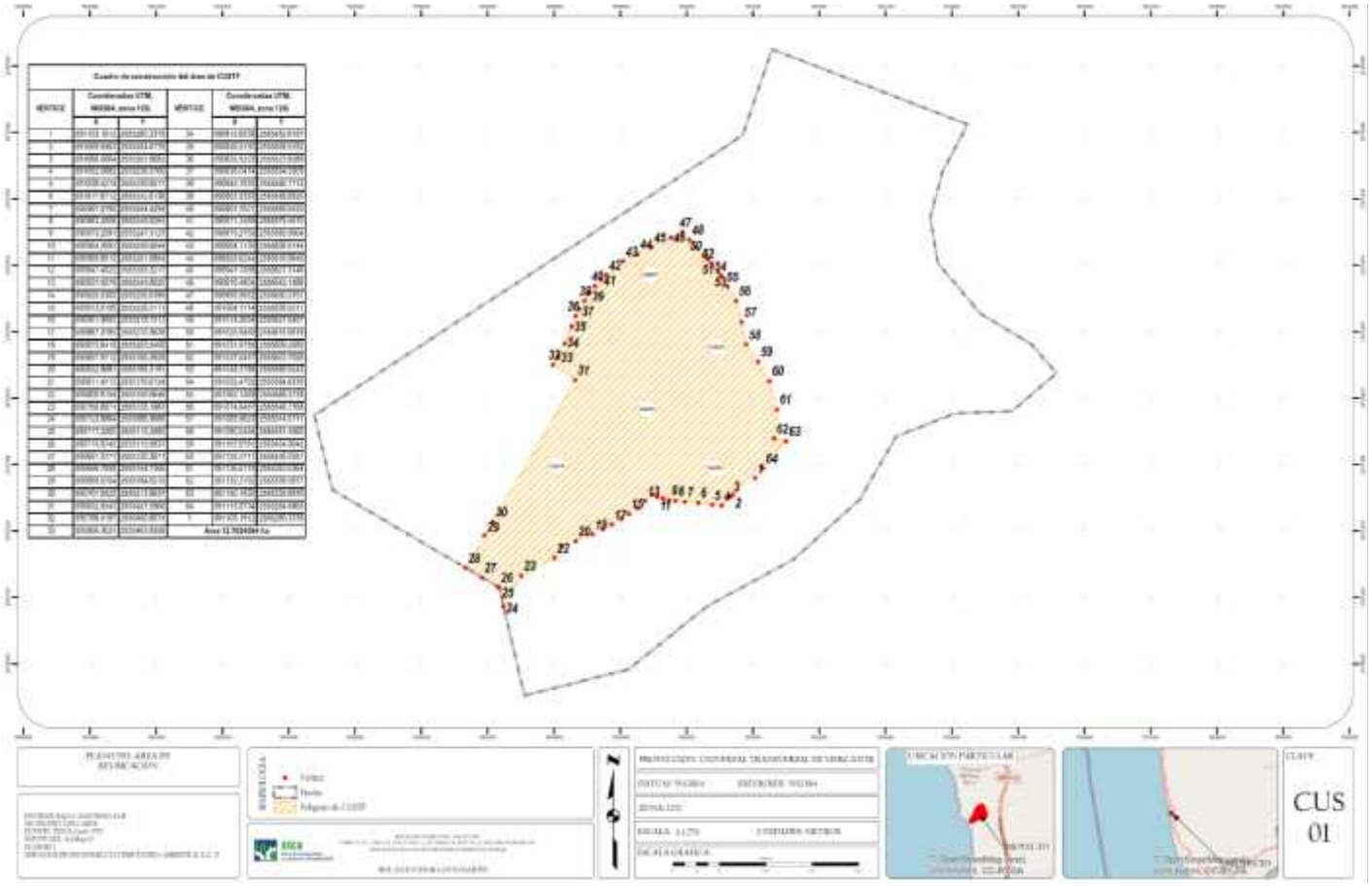


Figura II. 4 Delimitación del polígono sujeto a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

A continuación, se presenta las coordenadas delimitantes del polígono en donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

Tabla II. 3 Coordenadas del polígono de cambio de uso de suelo (UTM, datum WGS 84, zona 12Q).

Cuadro de construcción del área de CUSTF					
VÉRTICE	Coordenadas UTM, WGS84, zona 12Q		VÉRTICE	Coordenadas UTM, WGS84, zona 12Q	
	X	Y		X	Y
1	591103.1912	2555280.3376	34	590815.8038	2555482.8197
2	591069.5563	2555254.6778	35	590826.5150	2555508.5182
3	591066.5664	2555251.8682	36	590832.5223	2555523.8289
4	591052.5882	2555238.5760	37	590838.0474	2555534.5505
5	591038.4274	2555239.9577	38	590845.7933	2555546.7713
6	591017.6712	2555242.6136	39	590853.5393	2555558.9920
7	590997.2790	2555244.4294	40	590861.7001	2555568.6430
8	590983.2506	2555245.8264	41	590871.3489	2555579.4610
9	590973.2591	2555247.3127	42	590879.2750	2555585.9904
10	590964.2691	2555249.5644	43	590904.1130	2555606.6144

Cuadro de construcción del área de CUSTF					
VÉRTICE	Coordenadas UTM, WGS84, zona 12Q		VÉRTICE	Coordenadas UTM, WGS84, zona 12Q	
	X	Y		X	Y
11	590955.9510	2555251.9954	44	590925.6244	2555616.9645
12	590947.4022	2555255.3217	45	590947.1358	2555627.3146
13	590937.5079	2555245.8020	46	590976.4804	2555642.1586
14	590925.5300	2555235.0399	47	590993.5652	2555650.3751
15	590913.0106	2555226.2111	48	591004.1714	2555638.5211
16	590901.9800	2555218.7313	49	591014.2654	2555627.6457
17	590887.3785	2555210.3639	50	591025.9450	2555615.0619
18	590873.6416	2555203.5406	51	591031.9785	2555609.2080
19	590857.9712	2555195.3939	52	591037.6457	2555603.7095
20	590832.9881	2555185.3191	53	591048.3786	2555589.9243
21	590811.4713	2555176.6124	54	591052.4792	2555584.6576
22	590800.9154	2555159.9648	55	591062.1369	2555568.3738
23	590750.8971	2555133.1967	56	591074.9457	2555546.7768
24	590723.8864	2555086.9686	57	591083.5623	2555514.5711
25	590717.2500	2555115.2580	58	591090.0494	2555481.4060
26	590715.9740	2555115.9937	59	591107.8781	2555454.9042
27	590691.3771	2555130.3671	60	591125.2711	2555426.0351
28	590666.7858	2555144.7366	61	591136.6115	2555383.0364
29	590695.5754	2555194.0215	62	591132.2192	2555339.5877
30	590707.5520	2555213.9637	63	591150.1930	2555335.8970
31	590832.0543	2555427.5966	64	591115.8734	2555294.6865
32	590798.4197	2555450.8074	1	591103.1912	2555280.3376
33	590806.3621	2555463.8558	Área 12.7024084 ha		

II.2.4 Preparación del sitio y construcción

A continuación, se describe la forma en que se ejecutará el cambio de uso de suelo, incluyendo las acciones previas a la remoción de la vegetación, así como las obras que se pretenden llevar a cabo.

PREPARACIÓN DEL SITIO

Esta etapa del proyecto consistirá principalmente en delimitación y marcaje de áreas sujetas a cambio de uso de suelo, desmonte, despalme y el rescate y reubicación de flora y fauna.

Previo al desmonte y despalme se realizarán las siguientes actividades:

a) Delimitación y marcaje del área.

Como primera etapa de la preparación del sitio, se procederá a la medición del área que será afectada por la habilitación del banco. Una vez reconocidas las dimensiones, se delimitará el área habilitando una vereda o guardarraya rústica a cada lado del área. Se instalarán estacas u otras marcas a cada 15 m marcando la dirección que se deberá seguir durante la habilitación del sendero o guardarraya.

El área total a desmontar será de 127,024.084 m^2 (12.7024 ha), mismos que corresponden a la porción del terreno que será explotada. La medición del área a desmontar será utilizando equipo topográfico. La delimitación del área a través de guardarraya se realizará con maquinaria pesada.

Delimitación física de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo

De manera previa a la remoción de la cobertura vegetal se hará la delimitación física de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo mediante las siguientes acciones (Anexo 5):

- Una cuadrilla de topógrafos, con base en la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se obtenga, levantará en el terreno el perímetro de las áreas de desmonte, abriendo una brecha perimetral de 1.0 m de ancho.
- La brecha perimetral será marcada con balizas a cada 20 m y en cada vértice.
- A lo largo de la brecha perimetral será colocará una cinta plástica de color amarillo o anaranjado, entre 1.2 y 1.5 m de altura, de tal suerte que sea fácilmente observable por los operadores de la maquinaria.

b) Rescate selectivo de flora nativa

Una vez identificadas y delimitadas éstas áreas el supervisor ambiental realizará un recorrido en toda la superficie de afectación por el desmonte (CUSTF) para marcar a los ejemplares que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, rescatarlas y reubicarlas en las áreas verdes y áreas comunes propuestos por el proyecto, éstos individuos se colocarán en bolsas negras (usadas en jardinería) y se colocarán en una de las áreas identificadas como de afectación, misma que funcionará como un pequeño vivero temporal (el desmonte del vivero temporal será manual).

De manera previa a la remoción de la cobertura vegetal se llevará a cabo un rescate selectivo de flora nativa cuyas estrategias, métodos y técnicas de rescate deberán determinarse y precisarse en un Programa de Rescate de Flora Silvestre (Anexo 6).

Realizado el rescate de vegetación, se proseguirá al desmonte de las demás áreas destinadas al CUSTF y el retiro de la materia orgánica resultante, la cual se trasladará al sitio de disposición final, siendo la empresa contratista la encargada de este traslado.

c) Acciones para ahuyentar o rescatar la fauna silvestre

De manera previa a la remoción de la cobertura vegetal se llevarán a cabo acciones para ahuyentar la fauna silvestre presente en las áreas a afectar, así como para rescatar aquella de lento desplazamiento incapaz de salir por sus propios medios de las áreas de intervención. Las actividades de rescate de la fauna silvestre se desarrollarán dentro del área de afectación por el CUSTF. Teniendo el conocimiento de las especies de fauna presentes en el sitio y su caracterización (Capítulo IV del presente estudio) se procederá a aplicar medidas que minimicen los riesgos de accidentes y muertes de la fauna a causa de las actividades propias del proyecto. Entre estas se aplicará la de amedrentamiento la cual consiste en ahuyentar a la fauna a través de ruido y persecución. Esta medida se realizará durante seis días seguidos, la cual aplicará principalmente en fauna terrestre.

Es importante recalcar que no se realizará ningún tipo de aprovechamiento, daño o captura de fauna silvestre. Para lo anterior se organizarán brigadas para ahuyentar a la fauna y liberar zonas donde ingrese la maquinaria, siguiendo los procedimientos establecidos en el Programa de Acción para la Protección de la Fauna Silvestre, que se encuentra en el Anexo 6.

Retiro de la vegetación.

La remoción de la vegetación que cubre el área programada a desmontar, se realizará por etapas con maquinaria pesada, complementándose con herramienta manual (hachas y machetes o motosierra). Así mismo, el material producto del retiro de vegetación se acopiará en un área destinada para este fin.

Posterior al retiro de la vegetación, se eliminará la primera capa de suelo, hojarasca y otros elementos del sustrato superficial blando. Esto se realizará con maquinaria pesada y con apoyo de herramienta manual (palas y picos), hasta que la roca quede aparente. Debe señalarse que en el predio, y particularmente en el área proyectada para la habilitación del banco, parte del sustrato es rocoso con inclusiones arcillosas que atraviesan el cuerpo a lo largo de la profundidad estudiada.

El material terrígeno estéril podrá colocarse en los bordes del área afectada dispersándolos hasta donde sea posible, para relleno o cubierta de áreas adyacentes. El suelo fértil puede ser aprovechado para otros usos dentro del predio, como es la rehabilitación del área afectada.

Los restos vegetales serán trozados con herramienta manual para facilitar su manejo y serán colocados en los bordes del área a afectar o dispersados en los fragmentos de vegetación adyacentes con el fin de favorecer la reincorporación de los nutrimentos al suelo; y/o se retirarán del área mediante volquetes y se dispondrán en un área destinada para el almacenamiento de este material.

En ningún caso se utilizará el fuego o productos químicos para eliminar la capa vegetal; todas estas actividades se realizarán con maquinaria pesada y/o herramienta manual.

Es importante señalar que la primera capa de suelo que será retirada será confinada temporalmente en los límites del área del proyecto, ya que es factible su utilización en la restauración del sitio una vez concluido el proyecto.

Deberá realizarse siguiendo las siguientes recomendaciones:

- La remoción de la vegetación se hará únicamente hacia el interior de las áreas autorizadas para su aprovechamiento.
- El material vegetal resultante del desmonte se apilará exclusivamente al interior de las áreas autorizadas para su aprovechamiento.
- El material vegetal resultante del desmonte deberá picarse para aprovecharlo para enriquecer el área de amortiguamiento que se conformarán al interior del predio.
- Los combustibles, lubricantes y demás hidrocarburos requeridos para la operación del equipo y maquinaria deberán resguardarse sin tener contacto directo con el suelo y en sitios que garanticen la contención de posibles escurrimientos (preferentemente se colocarán charolas).
- La carga de combustible del equipo y maquinaria que se emplee en el proceso deberá ejecutarse evitando derrames.
- El equipo y maquinaria que se emplee deberá estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la contaminación a la atmósfera.
- En caso de tener que llevar a cabo reparaciones del equipo o maquinaria se utilizarán cubiertas plásticas que aseguren la contención de posibles escurrimientos de sustancias contaminantes al suelo.
- En todo momento los trabajadores deberán contar con acceso a sanitarios a no más de 200 m del frente de trabajo, por lo que habrán de colocarse baños portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores como máximo.
- Deberá garantizarse la no afectación al suelo con residuos sanitarios.

- Se colocarán al menos dos contenedores de residuos sólidos diferenciados con los rótulos “orgánico” e “inorgánico” para propiciar la separación y posible recuperación de subproductos reciclables.

Una vez ejecutadas las acciones preparatorias se dará inicio a las actividades de explotación.

Se contará con servicios de baños portátiles para el servicio del personal que laborará en esta etapa del proyecto.

CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción dará inicio una vez que se terminen las actividades de desmonte y despalme. Es importante recalcar que la construcción corresponde a todas las obras enlistadas en la Tabla II.2, las cuales, en caso de alguna modificación, se realizará conforme al fundamento legal correspondiente. A continuación, se hará una descripción de las actividades que se realizarán:

Excavaciones, Compactaciones y/o Nivelaciones

En términos generales, las excavaciones se realizarán con ayuda de retroexcavadora sobre el suelo tipo B o C; en el caso del suelo tipo A se utilizarán picos y palas para desalojar el material. El proceso para realizar los rellenos es a base de acamellonamiento del material traído de fuera o de la propia obra en camiones de volteo; luego es tendido por una moto conformadora, con la cual el material toma un nivel y una textura preliminar que finalmente es compacta con una vibro compactadora tándem con rodillo metálico. Para la ejecución de estos trabajos se requerirá de diferentes retroexcavadoras con martillo y los rellenos y terraplenes se realizarán con camiones de volteo, moto conformadoras y vibro compactadora.

Se realizarán excavaciones en la construcción de las vialidades. El material sobrante de esta actividad será utilizado posteriormente para el propio relleno de las excavaciones, o será utilizado en el acondicionamiento de las áreas verdes o de donación del proyecto. La terracería para nivelación de vialidades se realizará con material de banco de la región, extendido y compactado con maquinaria pesada. La generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy escasa, ya que se trasladarán al sitio solo los volúmenes requeridos.

El material para efectuar el relleno será adquirido de bancos de materiales existentes autorizados, por lo que no se requerirá de la apertura de nuevos bancos. La técnica constructiva utilizada será la de vaciado, compactación y nivelación. No se realizarán rellenos significativos, únicamente se complementarán con material de excavación las oquedades necesarias para obtener el nivel deseado.

Vialidades

Dentro del proyecto se considera el establecimiento de una vialidad que permitirá el desplazamiento por cada una de las áreas contempladas, la cual será de dos carriles. Este concepto se pretende desarrollar en una superficie de 26,224.73 m² (2.6224 ha) que representa el 5.72% de la superficie total del proyecto.

Lotes residenciales

Este concepto incluye la división del predio en 37 lotes residenciales de diferentes dimensiones para la construcción de casas residenciales en una superficie de 100,799.35 m² (10.0799 ha) que representa el 21.98% de la superficie total del proyecto, dichas construcciones variarán dependiendo de las características del terreno, así como las preferencias del dueño, por lo que la construcción de los lotes se realizara de manera paulatina y para lo que se solicita un plazo de CUSTF de 10 años.

Obras de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

El proyecto se conectará a una PTAR de un desarrollo inmobiliario colindante.

II.2.5 Construcción de obras asociadas o provisionales

Durante la etapa de preparación del sitio y en la etapa de construcción, se emplearán materiales de construcción y se contará con equipos para uso de los trabajadores que necesitarán ser resguardados en el sitio. A continuación, se describen las obras y actividades provisionales:

- Almacenes o bodegas. Se requiere la construcción de una bodega de madera y láminas de cartón, la cual cumplirá con la función de almacén temporal para el resguardo de materiales, herramientas y equipos que requieran de protección ante las inclemencias del tiempo. La ubicación de la bodega estará estratégicamente diseñada para ocupar superficies autorizadas del predio. Esta únicamente será requerida durante las etapas de preparación y construcción del sitio; una vez concluida la obra esta será desmantelada y se reutilizarán los materiales.

- Instalaciones sanitarias provisionales. Se habilitarán sanitarios portátiles en los sitios de trabajo con el fin de no comprometer la calidad sanitaria del sitio. Se rentará 1 sanitario por cada 15 trabajadores (de acuerdo a distintos proveedores de sanitarios portátiles[1], está por debajo del número de trabajadores para el uso de estos sanitarios, haciendo más cómodo el uso de éstos con 15 trabajadores). La empresa arrendadora será la responsable de la limpieza de las letrinas y la disposición final de los residuos sanitarios generados. Esto se realiza con la finalidad de evitar el fecalismo al aire libre, contaminación del suelo y manto acuífero.

La temporalidad de estas obras provisionales será de acuerdo con las etapas del proyecto y de los avances de este. No se requiere de otras obras asociadas para el desarrollo del proyecto.

II.2.6 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo,

Para la estimación del volumen de las materias primas forestales derivadas del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) fue necesario realizar un inventario forestal en la vegetación de Matorrral Sarcocaule a intervenir por motivo de CUSTF, de la revisión bibliográfica y cartográfica de información especializada referente a los recursos forestales tales como el suelo. Lo anterior con la finalidad de conocer las volumetrías de los recursos forestales maderables (principalmente arbórea de porte importante) y no maderables (principalmente herbáceas, epífitas y cactáceas, arbustivas y el suelo orgánico forestal) que serán afectadas de manera directa por el CUSTF antes señalado. Por lo que a continuación se presenta el muestreo a través de un inventario forestal llevado a cabo en el predio de estudio, las metodologías aplicadas y los resultados obtenidos:

- Muestreo.

a) Diseño e intensidad de muestreo utilizado.

Para visualizar la fisionomía de la vegetación y su historial de cambio de uso de suelo por las diferentes actividades de la región el predio bajo estudio fue sobrevolado por un Dron para tomas aéreas y consultadas mediante fotografías satelitales los cambios a través del tiempo. Por último, se realizaron recorridos en todo el predio para verificar las condiciones del terreno. Con base a lo anterior, se pudo observar que el predio en donde se pretende llevar a cabo el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales

[1] https://sanirent.com.mx/sanitario-estandar/

(CUSTF) es muy homogéneo. No obstante, la vegetación predominantemente presente en el predio de estudio es de vegetación secundaria de Matorral Sarcocaule (MSC), con grado bajo de recuperación, con algunos elementos arbóreos de talla importante y con atributos biológicos que la convierten en un terreno forestal.

Por tal razón se llevó a cabo un diseño de muestreo sistemático con una intensidad de muestreo del 2.13% consistentes en un total de 10 puntos de muestreo con parcelas circulares de 3.14 m^2 (r= 1 m) para el estrato herbáceo, de 28.7 m^2 (r= 3 m) para el estrato arbustivo, y de 400 m^2 (radio= 11.28 m) para el estrato arbóreo y el estrato epífitas y cactáceas. (Ver resultado de este muestreo en los apartados siguientes de este Capítulo).

La intensidad de muestreo anterior es muy representativa y por encima de las que normalmente son utilizadas. Las intensidades de muestreo que normalmente se han utilizado en inventarios forestales son del orden de 1%, 0.5% y 0.1% (Romahn de la Vega y Ramírez-Maldonado, 2010). Por lo tanto, la intensidad de muestreo del presente proyecto permitirá datos estadísticamente aceptables y altamente objetivos de interpretación.

La intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, y se calculó por medio de la siguiente expresión matemática:

$$IM = \frac{n}{N} * 100$$

Donde:
IM= Intensidad de muestreo
n= Número de unidades de la muestra
N= Número de unidades de toda la población.

b) Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en el predio. Se llevó a cabo un inventario basado en el levantamiento de datos en 10 puntos de muestreo con parcelas circulares de 3.14 m^2 (r= 1 m) para el estrato herbáceo, de 28.7 m^2 (r= 3 m) para el estrato arbustivo y cuadrantes de 400 m^2 (radio= 11.28 m) para el estrato arbóreo y el de epífitas y cactáceas.

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se llevará a cabo la obra. Cada sitio de muestreo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 12 Q. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo:

Tabla II. 4 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 12Q) en el predio.

PARCELA	COORDENADAS PUNTO CENTRAL	
	X	Y
1	590772.9837	2555246.8172
2	590824.8528	2555205.3928
3	590880.3314	2555227.3192
4	590861.9920	2555279.0222
5	590800.0000	2555297.0000
6	590868.2355	2555330.2102

PARCELA	COORDENADAS PUNTO CENTRAL	
	X	Y
7	590956.9932	2555403.4894
8	591073.0000	2555354.0000
9	590874.2476	2555537.3936
10	590996.8680	2555481.7858

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación de los sitios de muestreo.



Figura II. 5 Distribución de los sitios de muestreo forestal dentro del área que se solicita para el CUSTF.

c) Variables dasométricas (Diámetro mayor de la copa, Diámetro normal y Altura total) registradas.

Durante el muestreo forestal se registraron datos de Diametro mayor y transversal de la copa de cada ejemplar herbáceo, epífita y cactácea, y arbustivo.

Asimismo, fueron registrados el Diámetro normal o DAP (1.30 m) de cada ejemplar arbóreo (a partir de un valor de ≥ 7.5 cm de DAP) presente dentro del predio bajo estudio (área de CUSTF). Asimismo, se registraron sus respectivas alturas totales en metros y las especies a las que corresponden dichas medidas. Estos datos fueron registrados en hojas de campo para posteriormente ser capturados en una base de datos en Excel. Para el registro del DAP y la altura total se tomaron en cuenta las siguientes pautas:

En árboles en pie la altura de medición es a 1.3 m sobre el nivel del suelo, siempre paralelo al árbol, denominándose a este diámetro, “diámetro altura de pecho” (DAP). La medición del DAP debe realizarse a la altura correcta y en forma perpendicular al eje del fuste. La medición a una altura mayor o menor producirá, respectivamente, una subestimación y sobreestimación del DAP del árbol. La medición en un plano diferente al perpendicular al eje entrega un valor mayor al real.

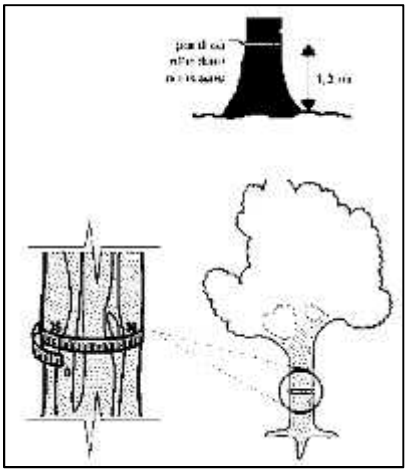


Figura VII. 1. Ejemplificación de los puntos de medición del DAP en el arbolado.

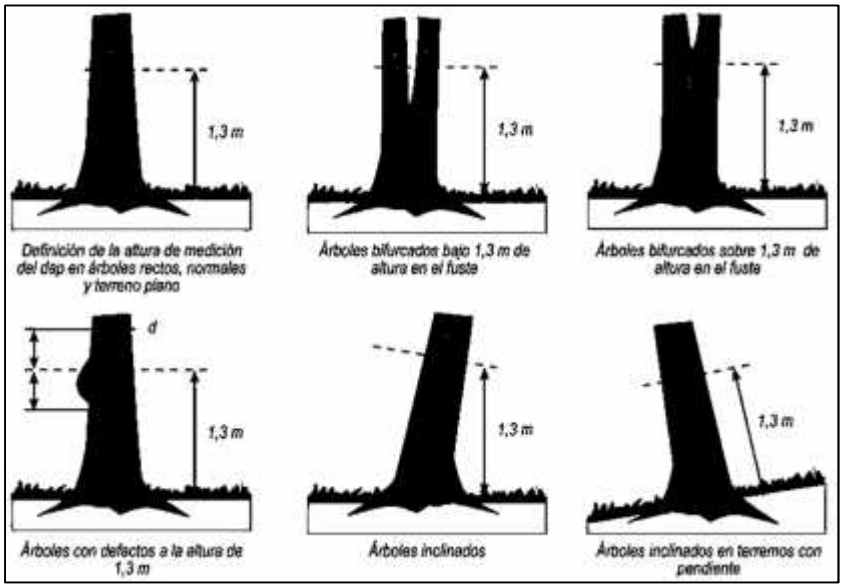


Figura VII. 2. Pautas por tomar en cuenta para el registro del diámetro normal del arbolado en diferentes condiciones.

La regla general, es hacer lecturas con igual signo se restan y lecturas con distinto signo se suman. Así, en la figura precedente la altura del árbol es 12 m para los casos a), b) y c). En el caso d) se ilustra la medición correcta de la altura de un árbol inclinado, en donde la distancia horizontal de 20 m no debe ser medida hasta el fuste, sino que hasta la proyección perpendicular del ápice al suelo; un procedimiento alternativo en este caso es medir la altura desde una distancia de 20 m del fuste medida en sentido perpendicular al eje de la inclinación.

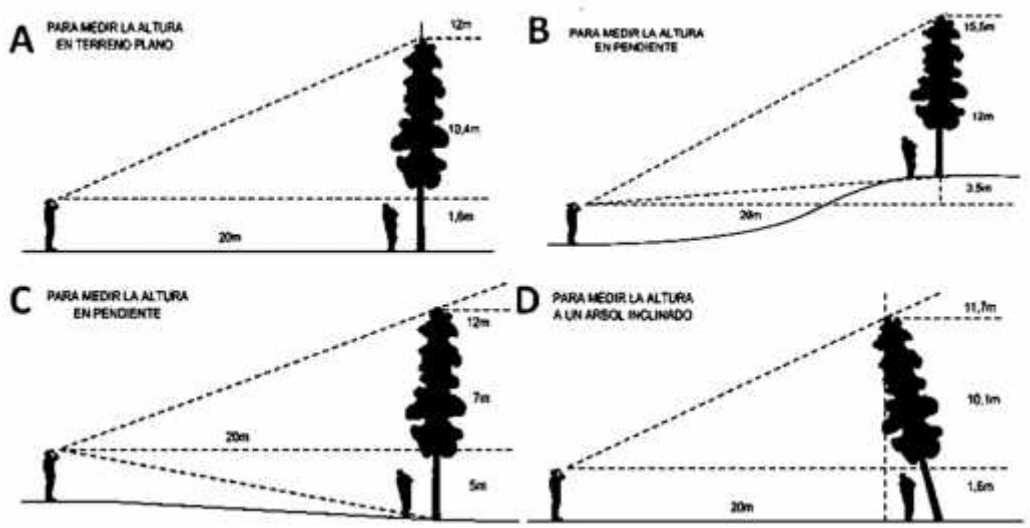


Figura VII. 3. Pautas para tomar en cuenta para el registro de la altura total del arbolado en diferentes condiciones.

Estos datos fueron registrados en hojas de campo para posteriormente ser capturados en una base de datos en Excel. En la base de datos fueron procesados datos como el origen del muestreo, tipo de ecosistema muestreado, superficie de la parcela, numero de arbolado, número de parcela, familia, nombre científico, nombre común.

Para la valoración de las existencias volumétricas se requirieron calcular la dominancia (cobertura y área basal absoluta) en m^2 y el Volumen Total Árbol en m^3 de los recursos forestales maderables y no maderables derivadas de la remoción de la vegetación: Lo anterior fueron calculados mediante las siguientes formulas y ecuaciones alométricas:

d) Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo fue suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es el adecuado para un análisis objetivo de los datos, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H et al., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003).

e) Cálculo de dominancia (cobertura y área basal absoluta).

Para calcular la COBERTURA ABSOLUTA (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m^2) se tomó en cuenta las mediciones de diámetro mayor y diámetro menor en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m^2 que después es extrapolado a hectáreas y al valor relativo al área de CUSTF. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la cobertura absoluta se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left(\frac{D_1 + D_2}{4}\right)^2 \text{x } \pi$$

Dónde:

D1= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).
D2= Diámetro perpendicular a D1 (m).
π= Constante con valor de 3.141592

Para calcular el ÁREA BASAL ABSOLUTA (AB_A) de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizó la siguiente formula:

$$A_A = \left[\sum_{a=1}^{n} \frac{\pi (d)^2}{4}\right] / T$$

Dónde:
d = Diámetro normal en cm
a = Árbol vivo, desde 1 hasta n
π= Constante con valor de 3.141592
T= Superficie en ha

f) Cálculo de Volumen Total Árbol.

Para el cálculo del volumen principalmente de los ejemplares arbóreos registrados durante el inventario forestal fueron utilizados formulas alométricas generadas con base al Inventario Estatal Forestal y de Suelos- Baja California Sur 2014 (CONAFOR, 2015). Con base a las especies de árboles registradas en el predio de estudio las ecuaciones alométricas utilizadas fueron las siguientes:

Tabla II. 5 Ecuaciones alométricas utilizadas en el cálculo de las existencias volumétricas de los ejemplares arbóreos del predio.

NOMBRE CIENTÍFICO	TABLA VOLUMÉTRICA	ENTIDAD	ECUACIÓN ALOMÉTRICA DE VOLUMEN
Bursera fagaroides	1	B.C.S.	EXP(-10.01137401+1.97688779LN(DN)+1.02860759LN(H))
Bursera hindsiana	1	B.C.S.	EXP(-10.01137401+1.97688779LN(DN)+1.02860759LN(H))
Bursera microphylla	1	B.C.S.	EXP(-10.01137401+1.97688779LN(DN)+1.02860759LN(H))
Fouquieria diguetii	1	B.C.S.	EXP(-10.01137401+1.97688779LN(DN)+1.02860759LN(H))
Jatropha cinerea	1	B.C.S.	EXP(-10.01137401+1.97688779LN(DN)+1.02860759LN(H))
Pachycereus pringlei	1	B.C.S.	EXP(-10.01137401+1.97688779LN(DN)+1.02860759LN(H))
B.C.S= Baja California Sur; EXP=Antilogaritmo natural; LN= Logaritmo natural; DN= Diametro normal en cm; H= Altura total del árbol en m			
Fuente: CONAFOR (2015) Inventario Estatal Forestal y de Suelos- Baja California Sur 2014			

Resultados

Antes de presentar los resultados del inventario forestal llevado a cabo dentro del predio de estudio, a continuación, se presentan los resultados del análisis de fiabilidad y completitud de la muestra obtenida:

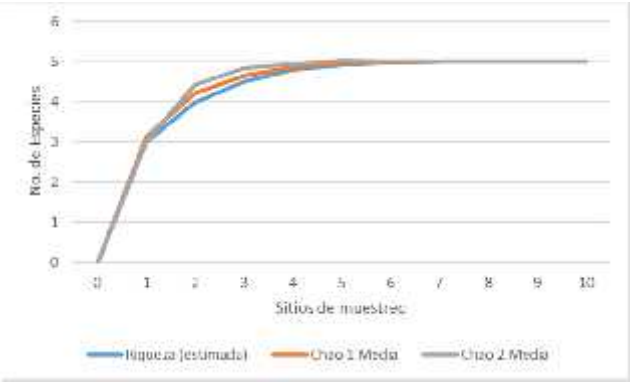
Con base a los 10 sitios de muestreo trazados en el predio se obtuvieron las siguientes curvas de acumulación para el área de CUSTF.

Estrato herbáceo

Para este estrato no fue posible la obtención de la curva de acumulación y el cálculo de la completitud, lo anterior por no registrar más que una sola especie con un único individuo dentro del predio.

Estrato epífitas y cactáceas

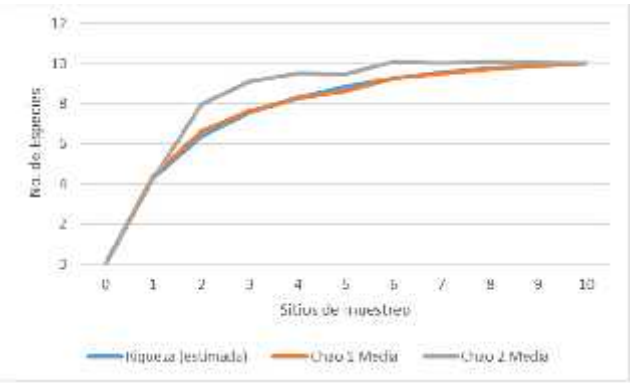
Con un 95% de confiabilidad de las muestras, se obtuvo que para este estrato la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 4, la cual se alcanza totalmente hasta el sitio 7 lo que indica que al realizar más sitios de muestreo la riqueza no sufrirá cambios significativos, en general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica.



Gráfica IV. 1 Curva de acumulación de las especies del estrato epífitas y cactáceas.

Estrato arbustivo

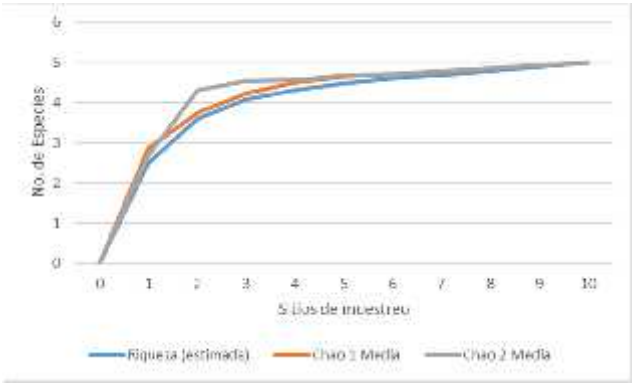
Por su parte, para este estrato la asíntota empieza a ser clara a partir del sitio 5, y a partir del sitio 9 se hace más notorio, los estimadores muestran la tendencia asíntota, demostrando que realizar más muestreos, es posible que no se registren más especies.



Gráfica IV. 2 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo.

Estrato arbóreo

Por último, para el caso del estrato arbóreo la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 5 en la cual los estimadores se van ajustado a la asíntota, la cual se alcanza totalmente en el sitio 9.



Gráfica IV. 3 Curva de acumulación de las especies del estrato arbóreo.

Con base en los estimadores no paramétricos (Chao 1 y Chao 2) estimados se procedió a calcular el índice de completitud y fiabilidad del muestreo. La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

De acuerdo con diversos artículos[2] el uso del software EstimateS (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/) cada vez es más frecuente.

Con los datos obtenidos en campo se tiene los siguientes resultados:

Estrato epífitas y cactáceas

Tabla IV. 1 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato epífitas y cactáceas.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	3.12	3.02
2	4.21	4.42
3	4.65	4.84
4	4.86	4.95
5	4.96	5.04
6	4.99	5.01
7	5	5
8	5	5
9	5	5
10	5	5
PROMEDIO	**4.68**	**4.73**

[2] Colwell Robert K, Chang Xuan Mao y Jing Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), pp. 2717-2727.
Jiménez-Valverde A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología Vol. 8, 31-XII-Sección: Artículos y Notas. pp. 151 – 161.
Moreno Claudia E, Barragán Felipe, Pineda Eduardo y Numa P. Pavón. 2011. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado. postal 69-Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82. Pp. 1249-1261

Tabla IV. 2 Tabla del índice de Completitud del estrato epífitas y cactáceas.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	5	
Chao 1 Mean	4.68	93.58%
Chao 2 Mean	4.73	94.56%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, en la cual sobresale Chao 2 con el 94.56%.

Estrato arbustivo

Tabla IV. 3 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	4.36	4.23
2	6.62	7.98
3	7.62	9.09
4	8.25	9.52
5	8.66	9.46
6	9.25	10.09
7	9.5	10.03
8	9.72	10.09
9	9.9	10.07
10	10	10
Promedio	**8.39**	**9.06**

Tabla IV. 4 Tabla del índice de Completitud del estrato arbustivo

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	10	
Chao 1 Mean	8.39	83.88%
Chao 2 Mean	9.06	90.56%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

Estrato arbóreo

Tabla IV. 5 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbóreo.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	2.87	2.69
2	3.75	4.31
3	4.24	4.55

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
4	4.5	4.57
5	4.64	4.68
6	4.71	4.72
7	4.78	4.79
8	4.86	4.86
9	4.94	4.94
10	5	5
Promedio	4.43	4.51

Tabla IV. 6 Tabla del índice de Completitud del estrato arbóreo.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	5	
Chao 1 Mean	4.43	88.58%
Chao 2 Mean	4.51	80.22%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente para el estrato arbóreo.

Una vez presentada y validada la fiabilidad y completitud de la muestra, a continuación, se presentan los resultados de las existencias, de las dominancias y de la volumetría de las especies de plantas registradas en el área de CUSTF, tal como se puede observar:

a) Distribución de las existencias totales por especies por muestra, hectárea y CUSTF.

De manera general dentro de la vegetación secundaria de Matorral Sarcocaule (MSC), las existencias en cuanto a la densidad (número de individuos por especies), la dominancia y volumen para las especies registradas en el predio por hectárea es como sigue:

Tabla II. 6 Especies densidad, dominancia y volumen de las especies por hectárea (ha).

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (IND /HA)	DOMINANCIA (m^2 /HA)	VOLUMEN (m^3 /HA)
Burseraceae	Bursera fagaroides	Torote	2,002	4.7328	4.4072
Burseraceae	Bursera hindsiana	Copal colorado	710	1.2095	1.1388
Burseraceae	Bursera microphylla	Torote prieto	874	3.4968	4.5429
Simaroubaceae	Castela peninsularis	Amargoso	1,380	0.2801	0.0000
Rhamnaceae	Colubrina viridis	Costilla de vaca	354	0.0394	0.0000
Cactaceae	Cylindropuntia cholla	Choya pelona	123	67.1739	0.0000
Fabaceae	Ebenopsis confinis	Ébano peninsular	318	0.2241	0.0000
Cactaceae	Ferocactus peninsulae	Biznaga barril	13	0.5734	0.0000
Fouquieriaceae	Fouquieria diguetii	Palo Adán	283	0.3326	0.2490
Fabaceae	Hesperothamnus littoralis	ND	637	0.1674	0.0000
Euphorbiaceae	Jatropha cinerea	Sangrengrado	3,479	13.9406	11.3836
Cactaceae	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	23	0.2108	0.0000

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (IND /HA)	DOMINANCIA (m^2 /HA)	VOLUMEN (m^3 /HA)
Cactaceae	Pachycereus pringlei	Cardón	35	1.1427	2.4315
Solanaceae	Solanum hindsianum	Mariola	106	0.0096	0.0000
Cactaceae	Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California	188	509.8555	0.0000
Cactaceae	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	13	1.3310	0.0000
Vitaceae	Vitis peninsularis	ND	80	7.6601	0.0000
Burseraceae	Bursera fagaroides	Torote	2,002	4.7328	4.4072
Cactaceae	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	710	1.2095	1.1388
TOTAL			10,614	612.3801	24.1530

En el muestreo realizado en el predio para los cálculos de los recursos forestales se identificaron y registraron nueve familias botánicas, 14 géneros y 17 especies. La familia botánica mejor representada es la Cactaceae y Burseraceae con seis y tres especies, respectivamente.

Con base en los parámetros obtenidos en el inventario forestal del predio, se estimaron y obtuvieron los valores de un total de 10,614 ind/ha, 612.3801 m^2/ha de dominancia y 24.1530 m^3/ha de volumen de madera.

En la Tabla II.6 siguiente, se pueden observar los valores antes mencionados para todas las especies, con valores por área de CUSTF.

Tabla II. 7 Especies densidad, dominancia y volumen de las especies por área de CUSTF.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (IND /CUSTF)	DOMINANCIA (m^2 /CUSTF)	VOLUMEN (m^3 /CUSTF)
Burseraceae	Bursera fagaroides	Torote	25,434	60.1178	55.9817
Burseraceae	Bursera hindsiana	Copal colorado	9,018	15.3633	14.4659
Burseraceae	Bursera microphylla	Torote prieto	11,097	44.4183	57.7062
Simaroubaceae	Castela peninsularis	Amargoso	17,524	3.5579	-
Rhamnaceae	Colubrina viridis	Costilla de vaca	4,493	0.5008	-
Cactaceae	Cylindropuntia cholla	Choya pelona	1,556	853.2707	-
Fabaceae	Ebenopsis confinis	Ébano peninsular	4,044	2.8468	-
Cactaceae	Ferocactus peninsulae	Biznaga barril	159	7.2834	-
Fouquieriaceae	Fouquieria diguetii	Palo Adán	3,595	4.2242	3.1630
Fabaceae	Hesperothamnus littoralis	ND	8,088	2.1262	-
Euphorbiaceae	Jatropha cinerea	Sangrengrado	44,188	177.0787	144.5993
Cactaceae	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	286	2.6774	-
Cactaceae	Pachycereus pringlei	Cardón	445	14.5148	30.8857
Solanaceae	Solanum hindsianum	Mariola	1,348	0.1214	-
Cactaceae	Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California	2,382	6,476.3922	-
Cactaceae	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	159	16.9063	-
Vitaceae	Vitis peninsularis	ND	1,011	97.3021	-
Burseraceae	Bursera fagaroides	Torote	25,434	60.1178	55.9817
Cactaceae	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	9,018	15.3633	14.4659
TOTAL			134,825	7,778.7024	306.8018

Como se puede observar en el área pretendido de CUSTF se encuentran las siguientes existencias: 134,825ind, 7,778.7024 m^2 de dominancia y 306.8018 m^3 de volumen de madera. Estos serían las existencias que se removería producto del CUSTF pretendido por el proyecto.

b) Distribución de las existencias por estratos de la Vegetación de Matorral Sarcocaule (MSC).

A continuación, se presenta la distribución de las existencias de los recursos forestales por estratos (herbáceo, epífitas y cactáceas, arbustivas y arbóreos) de la vegetación de MSC presente dentro del predio de estudio.

Para el caso particular del estrato herbáceo del MSC del predio se tiene una existencia de 80 ind/ha y una dominancia dada a través de la cobertura de 7.6601 m^2/ha. Asimismo, para el área de CUSTF se tiene una existencia de 1011 ind y una cobertura de 97.3021 m^2.

Tabla II. 8 Especies, densidad y cobertura por muestra, hectárea y área de CUSTF en el estrato herbáceo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Muestra)	COBERTURA (m^2/Muestra)	DENSIDAD (Ind/ha)	COBERTURA (m^2/ha)	DENSIDAD (Ind/CUSTF)	COBERTURA (m^2/CUSTF)
Vitaceae	Vitis peninsularis	ND	1	0.0962	80	7.6601	1011	97.3021
TOTAL			1	0.0962	80	7.6601	1011	97.3021

NOTA. La dominancia para este caso fue calculada a través de la cobertura de los ejemplares herbáceos.

Por su parte, el estrato de las epífitas y cactáceas registraron una existencia basada de 358 ind/ha y una cobertura de 579.1445 m^2/ha. Asimismo, para el área de CUSTF se obtuvo una existencia de 4541 ind y una cobertura de 7356.5300 m^2, tal como se puede observar a continuación:

Tabla II. 9 Especies, densidad y cobertura por muestra, hectárea y área de CUSTF en el estrato epífitas y cactáceas.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Muestra)	COBERTURA (m^2/Muestra)	DENSIDAD (Ind/ha)	COBERTURA (m^2/ha)	DENSIDAD (Ind/CUSTF)	COBERTURA (m^2/CUSTF)
Cactaceae	Cylindropuntia cholla	Choya pelona	49	26.8696	123	67.1739	1556	853.2707
Cactaceae	Ferocactus peninsulae	Biznaga barril	5	0.2294	13	0.5734	159	7.2834
Cactaceae	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	9	0.0843	23	0.2108	286	2.6774
Cactaceae	Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California	75	203.9422	188	509.8555	2382	6476.3922
Cactaceae	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	5	0.5324	13	1.3310	159	16.9063
TOTAL			143	231.6578	358	579.1445	4541	7356.5300

NOTA. La dominancia para este caso fue calculada a través de la cobertura de los ejemplares epífitas y cactáceas.

Para el caso del estrato arbustivo de la vegetación de MSC dado fueron registrados ejemplares que no alcanzaron un DAP igual o mayor que 7.5 cm y otros que si lo alcanzaron o superaron se procedió a calcular tanto la cobertura como el área basal, por lo que por cuestiones prácticas estas fueron englobadas dentro del parámetro de la dominancia. Asimismo, para aquellos ejemplares que tuvieron un DAP igual o mayor que 7.5 cm fueron sometidos al cálculo de sus existencias volumétricas. Por lo que, con base en lo anterior dentro del estrato arbustivo del MSC del predio de estudio se obtuvo una existencia basada en 9904 ind/ha, una dominancia de 21.6358 m^2/ha y un volumen de madera de 15.9013 m^3/ha. Consecuentemente se obtuvo una existencia para el área de CUSTF de 125811 ind., una dominancia de 274.8270 m^2 y una volumetría maderable de 201.9846 m^3. Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla II. 10 Especies, densidad y cobertura por muestra, hectárea y área de CUSTF en el estrato arbustivo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Muestra)	DOMINANCIA (m^2/Muestra)	VOLUMEN (m^3/Muestra)	DENSIDAD (Ind/ha)	DOMINANCIA (m^2/ha)	VOLUMEN (m^3/ha)	DENSIDAD (Ind/CUSTF)	DOMINANCIA (m^2/CUSTF)	VOLUMEN (m^3/CUSTF)
Burseraceae	Bursera fagaroides	Torote	53	0.0922	0.0531	1875	3.2613	1.8788	23814	41.4264	23.8647
Burseraceae	Bursera hindsiana	Copal colorado	20	0.0338	0.0316	707	1.1950	1.1186	8986	15.1789	14.2085
Burseraceae	Bursera microphylla	Torote prieto	23	0.0711	0.0503	814	2.5146	1.7783	10334	31.9419	22.5882
Simaroubaceae	Castela peninsularis	Amargoso	39	0.0079	0.0000	1380	0.2801	0.0000	17524	3.5579	0.0000
Rhamnaceae	Colubrina viridis	Costilla de vaca	10	0.0011	0.0000	354	0.0394	0.0000	4493	0.5008	0.0000
Fabaceae	Ebenopsis confinis	Ébano peninsular	9	0.0063	0.0000	318	0.2241	0.0000	4044	2.8468	0.0000
Fouquieriaceae	Fouquieria diguetii	Palo Adán	8	0.0094	0.0070	283	0.3326	0.2490	3595	4.2242	3.1630
Fabaceae	Hesperothamnus littoralis	ND	18	0.0047	0.0000	637	0.1674	0.0000	8088	2.1262	0.0000
Euphorbiaceae	Jatropha cinerea	Sangrengrado	97	0.3848	0.3075	3431	13.6118	10.8767	43584	172.9024	138.1602
Solanaceae	Solanum hindsianum	Mariola	3	0.0003	0.0000	106	0.0096	0.0000	1348	0.1214	0.0000
TOTAL			280	0.6116	0.4495	9904	21.6358	15.9013	125811	274.8270	201.9846

NOTA. La dominancia para este caso fue calculada a través de la cobertura (para aquellos ejemplares que no alcanzaron un DAP igual o mayor que 7.5 cm) y área basal (para aquellos ejemplares que tuvieron DAP igual o mayor que 7.5 cm) de los ejemplares arbustivos.

Por último, en cuanto al estrato arbóreo del MSC del predio se obtuvo una existencia basada en 273 ind/ha, una dominancia (dada por el área basal de los ejemplares arbóreos) de 3.9397 m^2/ha y una volumetría de la madera de 8.2518 m^3/ha. Asimismo, para el área de CUSTF se obtuvo un valor de densidad de 3461 ind., una dominancia de 50.0432 m^2 y un volumen maderable de 104.8171 m^3, tal como se puede observar a continuación:

Tabla II. 11 Especies, densidad y cobertura por muestra, hectárea y área de CUSTF en el estrato arbóreo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Muestra)	DOMINANCIA (m^2/Muestra)	VOLUMEN (m^3/Muestra)	DENSIDAD (Ind/ha)	DOMINANCIA (m^2/ha)	VOLUMEN (m^3/ha)	DENSIDAD (Ind/CUSTF)	DOMINANCIA (m^2/CUSTF)	VOLUMEN (m^3/CUSTF)
Burseraceae	Bursera fagaroides	Torote	51	0.5886	1.0114	128	1.4715	2.5284	1620	18.6913	32.1170
Burseraceae	Bursera hindsiana	Copal colorado	1	0.0058	0.0081	3	0.0145	0.0203	32	0.1845	0.2574
Burseraceae	Bursera microphylla	Torote prieto	24	0.3929	1.1059	60	0.9822	2.7647	762	12.4764	35.1180
Euphorbiaceae	Jatropha cinerea	Sangrengrado	19	0.1315	0.2028	48	0.3288	0.5069	603	4.1763	6.4391
Cactaceae	Pachycereus pringlei	Cardón	14	0.4571	0.9726	35	1.1427	2.4315	445	14.5148	30.8857
TOTAL			109	1.5759	3.3007	273	3.9397	8.2518	3461	50.0432	104.8171

NOTA. La dominancia para este caso fue calculada a través del área basal (todos los ejemplares tuvieron DAP igual o mayor que 7.5 cm) de los ejemplares arbóreos.

c) Distribución de las existencias de productos maderables y no maderables de la Vegetación de Matorral Sarcocaule (MSC).

Con base a todo lo antes planteado, se procedió a realizar un análisis de los ejemplares de plantas que por su forma de vida, su porte e importancia en la región puedan ser consideradas como recursos forestales maderables y no maderables de la vegetación de estudio. De este modo, se obtuvo como resultado que seis especies (Bursera fagaroides, Bursera hindsiana, Bursera microphylla, Fouquieria diguetii, Jatropha cinérea y Pachycereus pringlei) de plantas pueden ser consideradas como recursos forestales maderables, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla II. 12 Existencias de recursos forestales maderables por muestra, ha y área de CUSTF.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD (Ind/Muestra)	ÁREA BASAL (m^2/Muestra)	VOLUMEN (m^3/Muestra)	DENSIDAD (Ind/ha)	ÁREA BASAL (m^2/ha)	VOLUMEN (m^3/ha)	DENSIDAD (Ind/CUSTf)	ÁREA BASAL (m^2/CUSTF)	VOLUMEN (m3/CUSTF)
Burseraceae	*Bursera fagaroides*	Torote	104	0.6808	1.0645	2002	4.7328	4.4072	25434	60.1178	55.9817
Burseraceae	*Bursera hindsiana*	Copal colorado	21	0.0396	0.0397	710	1.2095	1.1388	9018	15.3633	14.4659
Burseraceae	*Bursera microphylla*	Torote prieto	47	0.4640	1.1561	874	3.4968	4.5429	11097	44.4183	57.7062
Fouquieriaceae	*Fouquieria diguetii*	Palo Adán	8	0.0094	0.0070	283	0.3326	0.2490	3595	4.2242	3.1630
Euphorbiaceae	*Jatropha cinerea*	Sangrengrado	116	0.5163	0.5103	3479	13.9406	11.3836	44188	177.0787	144.5993
Cactaceae	*Pachycereus pringlei*	Cardón	14	0.4571	0.9726	35	1.1427	2.4315	445	14.5148	30.8857
TOTAL			**310**	**2.1671**	**3.7502**	**7383**	**24.8549**	**24.1530**	**93776**	**315.7171**	**306.8018**

Estos recursos forestales maderables tienen las siguientes existencias: densidad de 7383 ind/ha, área basal de 24.8549 m^2/ha y volumen de 24.1530 m^3/ha. Asimismo, para el área de CUSTF se tienen 93776 ind., área basal de 315.7171 m^2 y un volumen de la madera de 306.8018 m^3.

Es importante resaltar que el resto de las especies de plantas registradas en el área del proyecto son consideradas como RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES DE LA VEGETACIÓN por su forma de vida, por los usos que se le da en la región, por el estrato en el que se encuentra (herbácea, epífitas y cactáceas, arbustivas) o por no tener DAP igual o mayor a 7.5 cm, y por ende una volumetría no importante.

Sin embargo, como parte de los recursos forestales no maderables importantes que serán objeto de afectación directa por CUSTF dentro del predio se encuentra el SUELO. Por esta razón, se procedió a calcular las existencias volumétricas de este recurso forestal, tal como sigue:

En la superficie solicitada para CUSTF se presenta un tipo de suelo correspondiente al Leptosol (LP), el cual se caracteriza por tener poca profundidad y ser escaso en materia orgánica. Tomando en cuenta lo anterior y para no sobreestimar o subestimar la cantidad de suelo a afectar se optó por utilizar una profundidad de 10 cm (que es la profundidad mayormente reportada en la literatura especializada en el tema), que es lo que se puede considerar en realidad suelo orgánico o tierra de monte; por lo tanto, con esta profundidad se tiene una estimación de 1,000 m^3 por ha.

Considerando que la superficie que se solicita para CUSTF es de 127,024.08 m^2, se estimó un volumen de suelo de 12,702.41 m^3, tal y como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla II. 13 Estimación del suelo orgánico o tierra de monte que se encuentra en la superficie que se solicita para CUSTF.

Recurso Forestal no Maderable	Profundidad del suelo (m)	Superficie a afectar (m^2)	Cantidad estimada en la superficie que se solicita para CUSTF (m^3)
Suelo	0.1	127,024.08	12,702.41

d) Distribución de las existencias por predios y por tipo de vegetación

Para el caso particular, dado que el área donde se pretende llevar a cabo el CUSTF está conformado por UN SOLO PREDIO, UN SOLO TIPO DE VEGETACIÓN (MSC) y UN SOLO TIPO DE SUELO, no hace necesario más cálculos ni distribución de existencias que las antes presentadas.

II.2.7 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

La valoración económica significa poder contar con un indicador de la importancia del medio ambiente en el bienestar social, y este indicador debe permitir compararlo con otros componentes del mismo (Azqueta, 1994[3]).

El stock de capital natural y los bienes y servicios ecológicos que éste ofrece son fundamentales para el funcionamiento del sistema de soporte de la vida en la tierra; ellos contribuyen al bienestar humano, directa o indirectamente y, por lo tanto, representan parte de la valoración económica del planeta.

De cierta forma, el valor de los servicios de los sistemas ecológicos es infinito, dado que las economías de la tierra se derrumbarían sin una tierra fértil, agua dulce, aire respirable, y un clima dócil. Sin embargo, esta alta valoración se traduce, la mayoría de las veces, a valores muy bajos, situación ocasionada por los problemas de información que el capital natural y los servicios ecosistémicos ofrecen. Lo anterior, ilustra una de las dificultades que existen para interpretar los bienes ambientales en términos monetarios (Osorio-Múnera y Correa-Restrepo, 2004[4]).

Es importante tener en cuenta, que no todos los enfoques metodológicos para la valoración económica sirven para abordar los mismos problemas, y esto varía de situación a situación, de país a país, de región a región. Aquí es importante conocer las experiencias internacionales en situaciones similares, y en ese contexto se debe abordar de manera consciente y sistemática el problema de la disposición de información para adoptarlas. Por otro lado, no se debe olvidar que hay diferentes puntos de vista respecto de la monetarización del medio ambiente, y que hay contradicciones importantes entre sectores e intereses, públicos y privados. Sin olvidar, por supuesto a los grupos ecologistas, ambientalistas o naturalistas, que tienen sus propios planteamientos respecto de la conveniencia, o la legitimidad, de la expresión económica del medio ambiente.

Para realizar una valoración económica es importante comenzar enumerando y describiendo las motivaciones que subyacen a las preferencias sociales por los recursos naturales y los servicios que estos proporcionan. Es importante reconocer qué tipo de valor se analiza, debido a que cada valor tiene una relación directa con la forma de aprovechamiento del recurso en la medida que estos dan un servicio de diferentes maneras. Según la teoría de la economía ambiental, los servicios o valores pueden dividirse en dos grupos. El primero, relacionado con los servicios derivados del uso actual y futuro del recurso, (denominados valores de uso); el segundo grupo incluye aquellos beneficios que no requieren uso alguno del ambiente (denominados valores de no uso) (CESEL Ingenieros, 2013[5]).

A. Valores de uso

Entre los valores de uso, se pueden mencionar:

[3] Azqueta-Oyarzun, D. (1994). Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, Editorial Mc. Graw Hill.

[4] Osorio-Múnera J.D. y F. Correa Restrepo (2004). Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación. Semestre Económico. 7(13): 159-193.

[5] CESEL Ingenieros (2013). Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto "Línea Transmisiónen 220 kV S.E. Carabayllo - S.E. Nueva Jicamarca". INFORME FINAL CSL-121600-2-LT-11-IT-101. Disponible en: http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/9_0%20Valorizacion%20econ%C3%83%C2%B3mica.pdf.

- Valores de uso directo. Presentes si los individuos realizan un uso actual del recurso, de forma consuntiva (por ejemplo, la tala de un bosque para obtener madera o la extracción de agua para consumo doméstico o industrial) o de forma no consuntiva (paseos, disfrute del paisaje, etcétera).
- Valores de opción. Existen cuando los individuos están dispuestos a pagar por asegurar la opción de que el recurso esté disponible para ser utilizado en el futuro. Por ejemplo: visitas futuras a un área natural o posible utilización con objetivos médicos y farmacéuticos de determinados recursos biológicos.

B. Valores de no uso

En el caso de los valores de no uso, estos se pueden subdividir en tres categorías: valores de existencia, valores altruistas y valores de legado.

- Valores de existencia. Reflejan la disposición al pago por mantener la existencia de un recurso, aunque no se realice ningún uso actual ni futuro.
- Valores altruistas. Están presentes cuando el individuo muestra cierta preocupación porque el recurso esté disponible para el disfrute de otros individuos actuales.
- Valores de legado. Reflejan preocupación porque las generaciones futuras tengan la opción de poder disfrutar del recurso ambiental considerado.

Todas estas categorías configuran el valor económico total de un recurso natural, definido como la suma de los valores de uso y no uso (Pearce et al., 1989[6]).

Una vez visto todo lo anterior, es importante indicar recursos biológicos que serán afectados por el CUSTF serán principalmente del tipo valores de uso y que pueden estar categorizados de la siguiente manera:

Los métodos empleados para la presente valorización económica son seleccionados de acuerdo al uso que se le da en la actualidad a los servicios ambientales o basándose en la naturaleza de los mismos, entre los que se pueden mencionar:

Métodos de mercado. Aplicable cuando la variable ambiental esta correlacionada con la oferta y demanda de un mercado de bienes y servicios existente. Las técnicas más populares son las de productividad marginal e imputación de precios sombra (insumo producto, gasto en bienes conexos, gasto en bienes sustitutos y valor residual).

Métodos de no mercado. Aplicables cuando no existen mercados para valorar los bienes (valor uso indirecto, valor opción y valor de no uso) Entre estos últimos están:

Métodos indirectos (preferencias reveladas), se obtienen estimaciones sobre el valor a partir de otros bienes o servicios que sí poseen mercados y están relacionados con el recurso objetivo;

Métodos directos (preferencias declaradas), en ausencia de mercados directos o relacionados, recurren a la simulación o creación de un mercado hipotético.

A continuación se presenta la valoración económica de los recursos biológicos que serán afectados por el CUSTF, usando principalmente el método de mercado y método de no mercado:

[6] Pearce, D.W., Markandya A. and Barbier, E.B. (1989). Blueprint for a Green Economy. Earthscan, London

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE PLANTAS

Si bien existen valores de volumen de algunas especies, el mayor valor de las especies registradas es por uso ornamental, es por ello que se expresan los valores como elementos ornamentales y no maderables.

PLANTAS NO MADERABLES. Muchas de las especies registradas, aunque tiene un uso local, al menos en la zona, se está perdiendo el uso tradicional.

A continuación se presenta una tabla con usos de las plantas que sirvieron de base para la valoración, algunos de estos fueron de uso local, recopilada de pobladores cercanos o de áreas rurales.

Tabla II. 14 Estimación de los productos no maderables registrados en el área de cambio de uso de suelo.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USOS	POR LA SUPERFICIE DE CUSTF (26.005066 ha)	COSTO (UNIDAD) $ PESOS	ESTIMACIÓN EN $ PESOS
Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California	Ornamental	2382	$ 150.00	$ 357,300.00
Cylindropuntia cholla	Choya pelona	Ornamental	1556	$ 100.00	$ 155,600.00
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	Ornamental	159	$ 150.00	$ 23,850.00
Pachycereus pringlei	Cardón	Ornamental	445	$ 150.00	$ 66,750.00
Ferocactus peninsulae	Biznaga barril	Ornamental	159	$ 150.00	$ 23,850.00
Bursera fagaroides	Torote	Ornamental	25434	$ 80.00	$ 2,034,720.00
Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	Ornamental	286	$ 100.00	$ 28,600.00
Bursera hindsiana	Copal colorado	Ornamental	9018	$ 100.00	$ 901,800.00
Bursera microphylla	Torote prieto	Ornamental	11097	$ 150.00	$ 1,664,550.00
Fouquieria diguetii	Palo Adán	Ornamental	3595	$ 50.00	$ 179,750.00
Ebenopsis confinis	Ébano peninsular	Ornamental	4044	$ 50.00	$ 202,200.00
Castela peninsularis	Amargoso	Ornamental	17524	$ 60.00	$ 1,051,440.00
Jatropha cinerea	Sangrengrado	Ornamental	44188	$ 50.00	$ 2,209,400.00
Vitis peninsularis	ND	Ornamental	1011	$ 10.00	$ 10,110.00
Solanum hindsianum	Mariola	Ornamental	1348	$ 10.00	$ 13,480.00
Colubrina viridis	Costilla de vaca	Ornamental	4493	$ 20.00	$ 89,860.00
Hesperothamnus littoralis	ND	Ornamental	8088	$ 30.00	$ 242,640.00
Total					$9,255,900.00

Los costos unitarios se consideraron en algunas ocasiones como estimación por individuo, como se ha mencionado, el valor estimado fue principalmente por uso ornamneta.

El valor final de las especies no maderables registradas en el área de cambio de uso de suelo es de $9,255,900.00 pesos.

Tabla II. 15 Resumen de productos maderables posibles de obtener y valores estimados.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO ($)
Plantas no maderables como ornamentales	$9,255,900.00
SUMA	$9,255,900.00

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE ANIMALES. En el proyecto que se presenta no se tiene programado el aprovechamiento de la fauna silvestre, debido a que esta será ahuyentada temporalmente o reubicada del sitio donde se desarrollará el proyecto, por lo cual se hará una estimación de su valor en función a una densidad estimada de individuos en la superficie considerada como forestal.

Se parte de los ejemplares de fauna silvestre reportados como avistados en los sitios de muestreo, estimando un número posible en función de la superficie considerada como forestal (12.702408 ha), información que puede observarse en la tabla siguiente.

Los valores otorgados a los ejemplares son estimativos y obedecen a precios que se otorgan a especies dentro de comunidades rurales.

Tabla II. 16 Estimación económica de la fauna silvestre observada en el predio del proyecto.

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. DE INDIVIDUOS	VALOR UNITARIO ($)	TOTAL ($)
Reptilia	Urosaurus nigricauda	10	$ 50.00	$ 500.00
Reptilia	Aspidoscelis hyperythrus	6	$ 10.00	$ 60.00
Aves	Basilinna xantusii	4	$ 50.00	$ 200.00
Aves	Chordeiles acutipennis	9	$ 50.00	$ 450.00
Aves	Cathartes aura	8	$ 5.00	$ 40.00
Aves	Columbina talpacoti	8	$ 5.00	$ 40.00
Aves	Columbina passerina	18	$ 5.00	$ 90.00
Aves	Zenaida asiatica	29	$ 5.00	$ 145.00
Aves	Geococcyx californianus	2	$ 150.00	$ 300.00
Aves	Falco sparverius	1	$ 400.00	$ 400.00
Aves	Callipepla californica	4	$ 500.00	$ 2,000.00
Aves	Cardinalis cardinalis	12	$ 150.00	$ 1,800.00
Aves	Cardinalis sinuatus	2	$ 150.00	$ 300.00
Aves	Passerina versicolor	8	$ 50.00	$ 400.00
Aves	Pheucticus melanocephalus	10	$ 50.00	$ 500.00
Aves	Piranga ludoviciana	2	$ 50.00	$ 100.00
Aves	Aphelocoma californica	30	$ 150.00	$ 4,500.00
Aves	Corvus corax	4	$ 50.00	$ 200.00
Aves	Haemorhous mexicanus	12	$ 50.00	$ 600.00
Aves	Spinus psaltria	7	$ 20.00	$ 140.00
Aves	Lanius ludovicianus	9	$ 20.00	$ 180.00
Aves	Mimus polyglottos	31	$ 30.00	$ 930.00
Aves	Toxostoma cinereum	14	$ 40.00	$ 560.00
Aves	Melozone crissalis	7	$ 50.00	$ 350.00
Aves	Pipilo chlorurus	3	$ 40.00	$ 120.00
Aves	Spizella atrogularis	3	$ 20.00	$ 60.00
Aves	Passer domesticus	19	$ 30.00	$ 570.00
Aves	Polioptila caerulea	13	$ 50.00	$ 650.00
Aves	Polioptila californica	7	$ 40.00	$ 280.00
Aves	Auriparus flaviceps	9	$ 40.00	$ 360.00

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. DE INDIVIDUOS	VALOR UNITARIO ($)	TOTAL ($)
Aves	Campylorhynchus brunneicapillus	6	$ 50.00	$ 300.00
Aves	Salpinctes obsoletus	2	$ 50.00	$ 100.00
Aves	Catharus guttatus	2	$ 40.00	$ 80.00
Aves	Empidonax wrightii	2	$ 50.00	$ 100.00
Aves	Myiarchus cinerascens	23	$ 50.00	$ 1,150.00
Aves	Vireo solitarius	2	$ 50.00	$ 100.00
Aves	Colaptes chrysoides	12	$ 50.00	$ 600.00
Aves	Dryobates scalaris	2	$ 40.00	$ 80.00
Aves	Melanerpes uropygialis	28	$ 100.00	$ 2,800.00
Mammalia	Lepus californicus	7	$ 150.00	$ 1,050.00
Mammalia	Ammospermophilus leucurus	4	$ 250.00	$ 1,000.00
Mammalia	Urocyon cinereoargenteus	2	$ 500.00	$ 1,000.00
TOTAL				$25,185.00

Si se vendieran los ejemplares considerados en la tabla anterior, se obtendrían aproximadamente $261,995.04 por concepto de fauna silvestre.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE MICROORGANISMOS.

DE INTERÉS GENERAL. México es un país megadiverso, se considera que es uno de los 5 países con mayor diversidad biológica en el mundo. A pesar de la enorme importancia biológica y ecológica que tiene el caracterizar la diversidad biológica nativa en nuestro país, y a pesar de que los microorganismos son los organismos más abundantes en la tierra, y a pesar de la enorme relevancia de su participación en el funcionamiento de cualquier ecosistema.

Por su posición clave en los niveles tróficos de los ecosistemas, su participación central dentro de los ciclos biogeoquímicos, y sus interacciones con el resto de los seres vivos, el papel de los microorganismos para mantener el equilibrio de los ecosistemas es fundamental. Así, para la comprensión del funcionamiento de un ecosistema, es obvia la necesidad de integrar a los microorganismos como un componente esencial.

En el caso del suelo, el papel de los microorganismos es central ya que suministran los compuestos inorgánicos para que las plantas superiores puedan utilizarlos (ciclos del nitrógeno, carbono, fósforo y azufre), y contribuyen a la continua descomposición y mineralización de la materia orgánica en putrefacción. Esta actividad de los microorganismos descomponedores es fundamental para permitir el reciclaje de materia orgánica fijada en las plantas superiores, además ellos mismos se incorporan al detritus. Además, son indispensables para la descomposición de materia orgánica en ausencia de aire y para la fijación de CO2 en condiciones de metanogénesis, lo que determina cambios globales importantes en los niveles de oxidación del material orgánico en ambientes anóxicos.

No obstante a lo anterior, la caracterización de la biodiversidad en México se ha realizado principal y casi exclusivamente en cuanto a su flora y fauna, mientras que la riqueza biológica y genética microbiana nativa de nuestros ecosistemas ha sido poco descrita (Herrera-Castellanos, 2007[7]).

[7] Herrera-Estrella A. y F. Castellanos (2007). Análisis metagenómico de la microbiota edáfica de la reserva de la biósfera de Calakmul. Ide@s CONCYTEG. 29:802-823.

De hecho, la fracción de los microorganismos conocidos y estudiados, respecto a los existentes en los muy diversos hábitats de nuestro planeta, es extremadamente pequeña. Esto se debe a que la mayoría de los microorganismos más ampliamente estudiados lo han sido principalmente por razones antropocéntricas (microorganismos patógenos o microorganismos de aplicación industrial, farmacéutica o agronómica); ya que los microorganismos estudiados solo son aquéllos que pertenecen al grupo de microorganismos aislables y cultivables por los métodos microbiológicos de laboratorio tradicionalmente utilizados. Sin embargo, la gran mayoría de los microorganismos no son cultivables, por lo que los análisis de diversidad microbiana basados en el aislamiento y cultivo de las especies nativas han descrito de forma muy limitada las comunidades microbianas nativas.

Como se puede observar en México existe un conocimiento mínimo de la microbiota existente en ecosistemas, tales como las dunas costeras, selvas y manglares, y por consiguiente, es de suma importancia estudiarlas para conocer la riqueza biológica, genética y económica de estos componentes preponderantes en la vida de estos ecosistemas.

DE INTERÉS CIENTÍFICO. Justamente por la carencia de información de la microbiota de los diferentes habitas de México ha llevado a la comunidad científica del país a la aplicación de metodologías de biología molecular e ingeniería genética, con fines de minimizar el rezago en conocimiento de este tipo de microorganismos.

El estudio de la diversidad microbiana nativa de diferentes hábitats, mediante abordajes moleculares como la secuenciación de RNAs ribosomales (rRNAS), han permitido la detección de especies microbianas no cultivables, y han conducido a la conclusión de que menos del 1% del total de los microorganismos presentes en el ambiente son cultivables (del 0.3% en el caso del suelo (Torsvik, 1990)).
Por otro lado, Los análisis metagenómicos han conducido desde la identificación de novedosos biocatalizadores con potencial biotecnológico (e.g. Rondon et al., Uchiyama et al, 2005), hasta la identificación de numerosas especies (filotipos) nuevos y más de un millón de nuevos genes (Acinas et al., 2004, Venter et al., 2004), el ensamble de genomas enteros incluso de microorganismos no cultivables, la caracterización de la estructura de las comunidades microbianas en ambientes extremos y la caracterización de perfiles metabólicos de la microbiota de ambientes complejos (Tyson et al., 2004; Green et al., 2005).

Un amplio y no previamente imaginado horizonte para estudios de ecología microbiana y la caracterización de su riqueza genética, se extiende a raíz de la aplicación de este nuevo tipo de abordaje metagenómico.

Como se puede ver al utilizar herramientas de este tipo es obvio el interés científico acerca de este grupo de microorganismos, cuya última finalidad de su hallazgo es la utilización para muy diversos fines tales como de conocimiento y aplicaciones biotecnológico, en las áreas de la medicina, agricultura, industria, etc.

DE INTERÉS BIOTECNOLÓGICO. De acuerdo a la literatura basada en aislamientos microbiológicos tradicionales, la mayor parte de las bacterias del suelo son heterotróficas, siendo los más comunes los bacilos esporulados, actinomicetos, y en la rizósfera especies de los géneros Rhizobium y Pseudomonas. En más recientes estudios moleculares y metagenómicos, se han logrado detectar la presencia de Acidobacterias, bacterias Gram-positivas de bajo contenido en GC, Cytophagales, o géneros como Janthinobacterium, Xhantomonas y Microbulbifer (Rondon et al., 2000; Voget et al., 2003; Green et al, 2005).

Desde el punto de vista biotecnológico se han estado realizando estudios a nivel laboratorio con fines de conocer las verdaderas potencialidades de ciertos microorganismos para usos futuros a gran escala y de forma comercial. Entre algunos de los organismos que se están estudiando se pueden mencionar a los siguientes:

Glomus spp que se utilizó para inocular especies para reforestación en la Reserva de El Edén en Quintana Roo (Allen et al., 2003[8]).

[8] Allen B., Allen M., Egerton-Warburton L., Corkidi L. y A. Gomez-Pompa (2003). Impacts of early- and late-seral mycorrhizae during restoration in seasonal tropical forest, Mexico. Ecological Applications, 13(6):1701–1717.

Glomus intraradices y Azospirillum brasilense, que se utilizaron para inocular plantas de Maíz en Yucatán (Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria, 2006[9]).

Estos dos ejemplos de estudios solamente han quedado en estudios de ciencia básica y aplicada a pequeña escala, sin una trascendencia importante que termine en un producto o paquete tecnológico con un valor productivo y económico.

DE INTERÉS COMERCIAL. Universidades y centros de investigación en todo el mundo han realizado estudios con microorganismos para usos de la ciencia y los aspectos biotecnológicos. Como ejemplos de estos son lo que se mencionan a continuación:

- ✓ Soley Biotechnology Institute ha producido y pone al alcance de la sociedad agronómica productos, tales como:

Bioactive Soil Neutralizer: (Soil Acidity/Alkalinity Regulator): Regula y estabiliza el nivel de pH del suelo entre 6.5-7.5, puede activarse cerca de 2 años, incrementa la fijación de nitrógeno del suelo, se requiere pequeñas cantidades para grandes extensiones (1 gr para 1 m^2), contiene una mezcla y consorcio bacteriano, es nocivo para el ambiente, reduce la absorción de metales pesados.

La mezcla o consorcio bacteriano contiene en forma de esporas a: Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus, Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, Bacillus amyloliquefaciens, Bacillus megaterium, Bacillus pumilus.

El precio de este producto en el mercado es de 76 USD/kg ($ 927 /Kg).

Disponible: http://www.soley.cn/products/bioactive-soil-neutralizer.html.

- ✓ Natural Resource Group Inc ha producido diversos productos para diferentes fines, tales como los siguientes:

Biotecnologia Agricola. Liquid Endo (consorcio bacteriano compuesto por 4 especies de hongos endomicorrizicos, Glomus intraradices, G. aggregatum, G. mosseae y G. etunicatum. Este producto es efectivo para incrementar la habilidad de las raíces para la absorción de agua, nutrientes y mayor producción de las plantas).

Biorremediación de residuos de petróleos Activate ™ HCT (consorcio bacteriano para la degradación de petróleo y desechos orgánicos en aguas negras).

Disponible: http://www.callnrg.com/agriculture.html.

Los 2 ejemplos anteriores dejan visualizar los conocimientos que se tiene sobre ciertos organismos tanto a nivel de laboratorio (ciencia básica), como a nivel de aplicación de campo y a escala mayor (ciencia aplicada). Solamente teniendo estos conocimientos se puede pensar en un aprovechamiento comercial de estos organismos envasados en diferentes presentaciones y para muy diferentes fines con la agricultura, biorremediación, industria alimentaria, etc. y por ende un valor intrínseco de estos productos biotecnológicos.

Como se puede observar estos conocimientos han sido generados por industrias extranjeras. México actualmente se encuentra en estudios de laboratorio y a escala menor (ciencia básica) para con fines de que en un futuro se pueda generar productos biotecnológicos aplicables al campo mexicano., pero por de pronto no existen estos datos para el país.

[9] Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria (2006). Micorriza arbuscular (Glomus intraradices), Azospirillum brasilense y Brassinoesteroide en la producción de Maíz en suelo Luvisol. Agricultura Técnica de México. 32(1): 67-76.

En cuanto a los microorganismos, como se mencionó anteriormente, el México es muy limitada la información acerca del uso de microrganismo en un sistema natural, y apenas está en ciencia base por lo que aún no hay manera de valorar los microrganismos de la zona.

Tomando en cuenta todo lo anteriormente expuesto se puede mencionar que el valor de los recursos biológicos-forestales que serán removidos en los polígonos forestales del predio del proyecto que nos ocupa es el que a continuación se menciona.

Tabla II. 17 Resumen de productos posibles de obtener y valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO ($)
Plantas no maderables como ornamentales	$9,255,900.00
Fauna silvestre y otros organismos biológicos	$25,185.00
SUMA	$9,281,085.00

El valor de los recursos bióticos que contienen el polígono forestal para cambio de uso de suelo (12.702408 ha) asciende a la cantidad de $9,281,085.00.

II.2.8 Operación y mantenimiento

Durante esta etapa se contempla la operación de los Lotes residenciales. En cuanto a las actividades de mantenimiento se encuentran la impermeabilización y pintura de instalaciones, mantenimiento a las redes de agua y de cisternas, mantenimiento del sistema de drenaje que conecte a una PTAR, así como el acopio y recolección de basura en cada una de las residencias, etc.

II.2.9 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

No se presenta un programa de abandono del sitio debido a que, por su naturaleza, la vida útil del proyecto es indefinida. De hecho, el proyecto con un mantenimiento adecuado podrá mantenerse por tiempo indefinido.

Debido a que los predios son particulares, serán usados conforme a los intereses del propietario. Sin embargo, todas las actividades a realizar tendrán a mantener o mejorar la calidad sanitaria del ambiente en el sitio. Su operación irá condicionada del mantenimiento preventivo y correctivo que reciba con el paso de los años. No se tiene contemplado un abandono del sitio, pero en el caso de que alguna vez llegue a suceder, las instalaciones podrán ser utilizadas para usos similares a los que prestaban. Además, con el cuidado y mantenimiento requeridos, las instalaciones se pueden utilizar indefinidamente.

II.2.10 Programa de trabajo

El programa general de trabajo será desarrollado conforme a las obras y actividades que contempla el proyecto. De acuerdo con esto, la ejecución de las actividades del proyecto se plantea en dos etapas, en la primera se llevara a cabo la preparación del sitio considerando la delimitación y ubicación del polígono a desmontar, posteriormente se llevara a cabo la identificación de las especies de flora y fauna presentes en la zona, así como el proceso de rescate y reubicación, con la finalidad de minimizar los riesgos de afectación de la condición actual, mientras que en la segunda etapa se consideran todas las actividades que tienen que ver con la construcción y acondicionamiento del proyecto, las cuales se llevaran a cabo de manera simultánea, considerando un periodo de 10 años para la conclusión de dichas actividades de cambio de uso de suelo, mismos que serán contados a partir de la obtención de las autorizaciones correspondientes y conforme al calendario se presenta la operación del proyecto tendrá una vida útil indefinida, ya que, con el adecuado mantenimiento y reparaciones, este se puede mantener en buenas condiciones.

A continuación, se presenta una tabla general con la calendarización de todo el presente proyecto, desglosado por etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) señalando el tiempo que llevará su ejecución.

Tabla II. 18 Programa general de trabajo del proyecto expresado en semestres.

Etapas	Actividad		Años																					
			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10			
	Trimestre		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Preparación del sitio	Preliminares	Ubicación y delimitación de los polígonos a desmontar																						
	Rescate de especies de fauna nativa	Ahuyentamiento de fauna																						
		Captura y manejo de fauna																						
		Translocación de fauna																						
		Monitoreo de especies liberadas																						
	Rescate de especies de flora nativa	Delimitación de las áreas a desmontar																						
		Deshierbe manual selectivo																						
		Identificación y señalización de los individuos a rescatar																						
		Selección y ubicación del sitio de reubicación																						
		Preparación del sitio (limpieza, deshierbe y apertura de cepas)																						
		Extracción de individuos																						
		Transporte																						
		Reubicación																						
		Monitoreo de sobrevivencia de las especies reubicadas																						
	Desmonte	Desmonte, apilamiento y retiro del material producto del desmonte																						
		Despalme de capa vegetal sobre el trazo del proyecto																						
		Carga y acarreo de material producto del desmonte y despalme a donde la autoridad municipal lo determine o en los sitios de reubicación temporal como mejorador de suelos																						
	Obras para conservación de suelo y agua	Construcción de obras para conservación de suelo y captura de agua																						
	Reforestación	Adquisición de materiales e insumos																						
		Producción de planta																						
		Transporte de plantas del vivero al área de reforestación																						
		Apertura de cepas y reforestación																						

Etapas	Actividad		Años																			
			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Trimestre		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		Construcción de Terrazas Individuales					■	■	■													
		Mantenimiento (riegos y deshierbe)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
		Reposición de plantas muertas											■		■		■					
		Monitoreo de la sobrevivencia												■		■		■				
Construcción	Áreas de donación																					
	Lotes residenciales		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Vialidades		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
	Áreas comunes															■	■	■	■	■	■	■
	Áreas verdes			■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■				

Los trabajos serán progresivos conforme al avance de las actividades. No se considera la etapa de abandono puesto que se trata de un proyecto permanente. Respecto a la etapa de operación y mantenimiento, las actividades consideradas se realizarán durante un período de tiempo indefinido.

II.2.11 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmosfera

Emisiones a la atmósfera. Debido a las actividades de preparación del sitio, particularmente el desmonte y despalme, se emitirán partículas de polvo a la atmósfera. Por otra parte, la maquinaria utilizada generará gases contaminantes producto de la combustión interna. No se prevé la generación excesiva de estas partículas, además que se espera una rápida dispersión de las mismas ya que se trata de un área abierta y extensa.

Durante la etapa de operación del proyecto se espera el levantamiento de polvos y partículas por efecto de la detonación, mismos que se irán asentando de manera natural, las cantidades dependerán de las condiciones ambientales a la hora de realizar tal actividad.

Ruido. Durante la preparación del sitio y la construcción, el funcionamiento de la maquinaria y de los vehículos será fuente de emisiones de ruido. Dada la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta y extensa, se prevé que los niveles emitidos no rebasarán los límites máximos permisibles: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg, 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. Aunado a lo anterior, la maquinaria utilizada estará en buenas condiciones de mantenimiento por lo que no serán excesivas sus emisiones de ruido. Toda la maquinaria que ingrese al predio deberá contar con mantenimiento preventivo y estar en condiciones adecuadas, con el fin de evitar mayor emisión de gases contaminantes.

Los residuos peligrosos que podrían generarse durante las etapas del proyecto serán depositados en un almacén temporal, posteriormente estas empresas contratarán a una empresa autorizada por la SEMARNAT.

II.2.12 Residuos

a) Clasificación de los residuos

Toda actividad humana genera residuos, por lo tanto, es de esperarse que durante la elaboración del proyecto y su operación se generen residuos, mismos que pueden clasificarse en:

Tabla II. 19 Clasificación de los residuos que se generaran durante el desarrollo del proyecto.

SÓLIDOS	LÍQUIDOS	GASEOSOS
⎫ Orgánicos ⎭ Inorgánicos	⎫ Orgánicos ⎪ Inorgánicos ⎭ Peligrosos	⎫ Polvos ⎭ Emisiones

b) Tipos de residuos

Los residuos a generarse por la ejecución del proyecto son de diversos tipos y cantidades, tal como se describen a continuación:

Etapa de preparación del sitio y construcción

Sólidos

Producto del desmonte: Para la realización del proyecto se introducirá maquinaria pesada para el derribo de material vegetal, generando residuos sólidos consistentes en hojas y ramas, así como piedras y otros materiales removidos del suelo. Mediante el proceso constructivo seleccionado, se tratará de aprovechar los troncos y varillas que se puedan recuperar y el resto del material

será picado y utilizado como mejorador de suelo, luego de su composteo, durante esta etapa los árboles de mayor tamaño serán rescatados y reubicados en las áreas de conservación.

Material vegetal de despalme: Al igual que en el caso anterior, se removerán hojas y ramas, así como tierra y piedras. Estas últimas serán utilizadas en el proceso constructivo del desarrollo inmobiliario como material de relleno o para jardinería y la vegetación para la elaboración de composta o como sustrato orgánico en las áreas de conservación.

Materiales derivados de la construcción (residuos pétreos y de obra civil): Durante las primeras etapas de construcción del proyecto (desmonte, despalme y limpieza) se generarán residuos pétreos y se removerán cantidades de tierra que se emplearán posteriormente para las cimentaciones. La capa de tierra y piedras removida por estas actividades se mantendrá en el área de trabajo, acumulada temporalmente en puntos específicos, y utilizados posteriormente para la elaboración de los cimientos (mamposterías) y el relleno de estos en el perímetro de la construcción de oficina u otros edificios, o como base para mejorar suelos. Los restos de material de banco (polvo y grava, piedras del sitio) serán utilizados para relleno en las áreas del terreno que lo ameriten. Estos residuos se mantendrán temporalmente en un área confinada y específica que no afecte los trabajos de construcción.

Residuos inorgánicos derivados de los insumos de la construcción: Envases diversos provenientes de los empaques de los materiales de construcción utilizados. Algunos de estos residuos generalmente son separados ya que tienen valor de reciclaje como materia prima para la elaboración de láminas de cartón, entre otras cosas.

Residuos orgánicos producto de la alimentación de empleados: Debido a la actividad diaria de los trabajadores, en los comedores se generarán residuos orgánicos producto de los alimentos consumidos, e inorgánicos como envases de plástico, bolsas, y otros productos. Estos materiales deberán ser ubicados en contenedores establecidos especialmente para alojar este tipo de desechos, los cuales deberán ser trasladados al sitio que autorice la autoridad local y/o municipal. La disposición final de estos residuos será el relleno sanitario del municipio, su traslado y disposición final será realizado por el servicio de recolección de basura municipal. Durante las tres fases del proyecto se implementará internamente un Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, con el fin de asegurar el tratamiento adecuado de estos.

Residuos sanitarios: Considerando el tiempo de estancia de los trabajadores de la obra en el sitio, se instalarán sanitarios móviles que se destinarán al uso obligatorio y permanente del personal y será colocados en una proporción de uno por cada veinte trabajadores. La instalación de estos sanitarios portátiles, así como el manejo de dichas aguas residuales estará a cargo de la empresa constructora, la cual contratará un servicio especializado para brindar el servicio diariamente. Para la operación, se contempla la conexión a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de un desarrollo vecino.

Gases y emisiones

Emisiones de maquinaria de construcción: Durante el proceso de operación de la maquinaria se generarán emisiones a la atmósfera de diversa composición por la combustión de hidrocarburos, sin embargo, gracias a las corrientes de aire de la zona, los respectivos contaminantes se diseminarán rápidamente en la atmósfera. Es importante mencionar que se le proporcionará afinación y mantenimientos periódicos a todos los vehículos y maquinaria se requieran para el desarrollo del proyecto.

Polvos producto de movimiento de tierras: El despalme y transporte de este material son actividades susceptibles a la generación y dispersión de polvo en el ambiente, aunque estas operaciones no representan un impacto significativo sino más bien un impacto de baja magnitud por su limitada temporalidad y la pequeña cantidad del mismo que se espera generar durante las labores de preparación del sitio. A pesar de que este impacto no es especialmente relevante, para mitigar los posibles impactos negativos al ambiente que pudieran generarse, los camiones en los cuales se moverán los residuos fuente de estos polvos irán cubiertos con una lona para prevenir su dispersión durante el trayecto.

Polvos producto del transporte de materiales: Durante las actividades de construcción se trasladarán materiales al predio, esto puede generar polvos, para evitar la generación de polvos, los volquetes que transporten materiales dispondrán una lona encima del material, o este se humedecerá con el fin de minimizar el desprendimiento de partículas de polvo.

Ruidos: La operación de maquinaria y vehículos durante la preparación del sitio y la construcción será fuente de ruido en el área. Considerando la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta, se prevé que los niveles emitidos no serán excesivos, considerando el tipo de maquinaria a utilizar. Como se observa los límites máximos permisibles son: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 kg, 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 kg y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 kg. La maquinaria que se utilice presentará buenas condiciones de mantenimiento por lo que no se rebasará la normatividad aplicable.

Líquidos

Aguas residuales generadas en los frentes de construcción: Producto de la evacuación de fluidos corporales. Este tipo de residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio, serán tratados por los servicios de la empresa contratada para el mantenimiento de los sanitarios portátiles. Durante la operación del proyecto el manejo de aguas residuales de cada lote será canalizado a la planta de tratamiento de aguas residuales. Se planea conectarse a una planta de tratamientos residuales (PTAR) colindante.

Peligrosos

Este tipo de residuos podrían ser generados en las etapas de preparación de sitio y operación del proyecto. Se solicitará que sus maquinarias y vehículos hayan recibido mantenimiento previo a su incorporación al proyecto, no se espera la generación de residuos con características de peligrosidad al medio ambiente en sus dos primeras etapas. Sin embargo, si llegaran a generarse este tipo de residuos se procederá conforme al Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Anexo 5).

A continuación, se presentan los posibles residuos peligrosos que pueden generarse durante el desarrollo del proyecto:

Aceites lubricantes gastados y materiales impregnados: Estos materiales derivados de cambios de aceite, están catalogados como residuos peligrosos, requieren ser manejados en forma cuidadosa y almacenados de forma temporal en tanto son recolectados por empresas prestadoras de deservicios especializados. En caso de ocurrir derrames o accidentes que involucren este tipo de residuos, su manejo se realizará conforme al Procedimiento de Manejo de Residuos Peligrosos.

Envases de pinturas y solventes: Durante el proceso de pintura u otros acabados es posible que se utilicen solventes y otros productos que requieren ser manejados con cuidado para evitar la contaminación del ecosistema, tal es el caso de estos envases.

Tabla II. 20 Residuos generados por la obra en preparación.

RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO				
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
TIPO	ORIGEN	UNIDAD	CANTIDAD	EFECTOS
Sólidos	Producto de desmontes	m^3/ha	12.8	Estéticos, riesgo de incendios
	Rechazo de la construcción urbana	m^3	No determinado	Estéticos y riesgos de accidentes
	Orgánicos producto de la alimentación de empleados	gr/obrero	100	Insectos, malos olores, estéticos, lixiviados

RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO				
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
TIPO	ORIGEN	UNIDAD	CANTIDAD	EFECTOS
	Basura inorgánica derivada del insumos a la operación como son bolsas de alimentos	m^3	3	Estéticos
Gases y emisiones	Emisiones de maquinaria de construcción	Kg/día	N.D.	Molestias en los ojos, olor y estéticos
	Polvos producto de movimiento de tierras	Kg/Ha	N.D.	Molestias en los ojos y estéticos
Peligrosos	Envases de aceites	lt/vehículo/mes	4	Estéticos y lixiviados
	Aceites quemados	lt/vehículo/mes	4	Lixiviados, contaminación, estéticos
	Envases de pinturas y solventes	Piezas	3	Lixiviados, contaminación, estéticos

Etapa de Operación

Una vez terminadas las primeras etapas de preparación del sitio, se espera que comience a operar el proyecto, principalmente las obras motivo de la presente manifestación, las cuales en su momento generaran sustancias contaminantes cuyo volumen irá en aumento conforme vayan en aumento las construcciones en los predios.

Los principales elementos que se generarán son:

Sólidos

Residuos sólidos. Son aquellos compuestos por orgánicos e inorgánicos derivados del consumo de alimentos y del uso de materiales propios de las actividades humanas y operativas del proyecto en funcionamiento.

Para la recolección de dichos residuos, se instalarán en las inmediaciones del proyecto botes clasificados para el depósito de la basura, de tal forma que se tenga la facilidad de la separación de los residuos en orgánicos, inorgánicos y sanitarios, facilitando su adecuada recolección y disposición final.

La recolección final de estos residuos será realizada por una empresa concesionaria del servicio que el municipio disponga para el área. La recolección deberá realizarse en los días y horas designadas a fin de evitar el almacenamiento de los residuos por períodos largos y evitar la acumulación de los mismos.

Líquidos

Aguas residuales municipales. En esta etapa no se espera la generación de aguas residuales ya que se contará con baños portátiles a los que se les brindará mantenimiento periódico por la empresa arrendadora. En esta etapa se espera la generación de aguas residuales derivado del uso de los lotes residenciales

Peligrosos

Aceites lubricantes gastados. El uso de vehículos provocará la generación de éstos, sin embargo, no necesariamente se tendrán que disponer dentro del predio ya que su mantenimiento, como aceites lubricantes gastados, estopas impregnadas de grasas y aceites lubricantes usados, y papel impregnado de grasas y aceites lubricantes. Todos los residuos peligrosos serán retirados por un proveedor debidamente autorizado por SEMARNAT. En el caso particular de los tres residuos peligrosos anteriormente mencionados, se buscará en su momento la posibilidad de que una empresa debidamente autorizada por SEMARNAT para destruir residuos peligrosos, retire nuestros residuos y nos otorgue un certificado de destrucción.

Tabla II. 21 Residuos generados por la obra en la etapa de Operación.

RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO				
ETAPA DE OPERACIÓN				
TIPO	ORIGEN	UNIDAD	CANTIDAD	EFECTOS
Sólidos	Residuos sólidos	kg/usuario/día	1.0	Estéticos, vectores, moscas e insectos, roedores, contaminación, lixiviados
Peligrosos	Aceites quemados	l/vehíc./mes	4	Lixiviados, contaminación, estéticos

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 1
III.1 Ordenamientos jurídicos federales 1
III.2 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 9
III.3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 32
III.4 Normas oficiales mexicanas 33
III.5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU) 36
III.6 Otros instrumentos 37

TABLAS

Tabla III. 1 Características de la Región Ecológica. 10
Tabla III. 2 Política y estrategias sectoriales de la UAB 5. Sierras y Piedemontes El Cabo. 12
Tabla III. 3 Estrategias sectoriales de la UAB 5. Sierras y Piedemontes El Cabo. 12
Tabla III. 4 Estrategias y criterios ecológicos aplicables a la UGA T06-CSL. 17
Tabla III. 5 Vinculación del proyecto con las estrategias ecológicas de la UGA T06-CSL. 17
Tabla III. 6 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de la UGA T06-CSL. 19
Tabla III. 7 Criterios ecológicos generales y específicos aplicables a la UGA T-17 que aplican al proyecto. 25
Tabla III. 8 Vinculación del proyecto con el PMD 2024 – 2027 para el municipio de Los Cabos, Baja California Sur. 36
Tabla III. 9 Usos establecidos para el Plan Director de Desarrollo Urbano San José del Cabo – Cabo San Lucas 2040. 37
Tabla III. 10 Vinculación con el RHP 10. Sierra de La Laguna y oasis aledaños. 40
Tabla III. 11 Vinculación con el RMP 5. Barra de Malva – Cabo Falso. 43
Tabla III. 12 Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP y RHP. 43

FIGURAS

Figura III. 1 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 10
Figura III. 2 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte 17
Figura III. 3 Ubicación del proyecto con respecto al POEDUyT para el municipio de Los Cabos, Baja California Sur. 24
Figura III. 4 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas. 33
Figura III. 5 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias. 38
Figura III. 6 Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves. 39
Figura III. 7 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias. 40
Figura III. 8 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias. 42

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

III.1 Ordenamientos jurídicos federales

LEYES Y REGLAMENTOS EN MATERIA AMBIENTAL Y FORESTAL (CAMBIO DE USO DE SUELO)

LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

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

Fracción VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
Fracción IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

Vinculación con el proyecto

Debido a que el proyecto realizará un cambio de uso de suelo en terreno forestal, se presentará el documento técnico unificado en su modalidad B: Particular por el cambio de uso de suelo.

La construcción de desarrollos inmobiliarios (lotes residenciales) ubicados en ecosistemas costeros se vincula con la presente Ley, al ser competencia de la federación, y en materia ambiental está regulada por la presente política ambiental, y tiene como finalidad establecer las herramientas para la conservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del medio ambiente, y promover un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Otro de los propósitos de la Ley, está la evaluación del impacto ambiental, el cual se ajusta al proyecto por ser el instrumento que permite identificar los impactos ambientales que serán ocasionados por la ejecución de la obra o actividad, la condiciones a que se sujetará el proyecto por ser competencia de la federación.

En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), La Evaluación del Impacto Ambiental es un instrumento preventivo con el marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas de su realización. Destaca así mismo, las obras o actividades que se deben someter al procedimiento de evaluación para obtener la autorización en materia de impacto ambiental mediante la presentación de un estudio de impacto ambiental.

Por lo tanto, cualquier persona física o moral que quiera o pretenda llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda causar un desequilibrio ecológico de acuerdo con lo anterior deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para determinar el posible daño que pudiera generarse al ambiente. En base a lo anterior, el presente proyecto SE ARTICULA con la LGEEPA, ya que se establece la necesidad de la presentación de un estudio de impacto ambiental debido a que las obras y actividades que requieren someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental por tratarse de la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales) en ecosistemas costeros.

Artículo 98. Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación con el proyecto:

Los niveles de emisión de los equipos que se emplean para realizar el proyecto deberán verificarse conforme a la disposición estatal, deberá promoverse el mantenimiento de los equipos periódicamente.

Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Vinculación con el proyecto

Se pretende minimizar las emisiones a la atmósfera a partir de la realización de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos que se emplearan en las actividades de transporte del material, desmonte y despalme. Las emisiones de gases contaminantes serán reguladas conforme a los niveles máximos establecidos por la NOM-041-SEMARNAT-2006 y la NOM-045-SEMARNAT-2006.

Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

- III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
- IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

Vinculación con el proyecto

Durante las actividades y cerca de los frentes de trabajo establecidos se debe contar con sanitarios portátiles donde se efectúen las actividades necesarias para controlar y disponer las aguas residuales que se generaran por el personal que laborará en las etapas de preparación del sitio y construcción. Posteriormente, durante la etapa de operación se conectará la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del proyecto inmobiliario colindante.

Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

Vinculación con el proyecto

Los residuos sólidos no peligrosos que serán generados por personal de trabajo serán depositados en contenedores para posteriormente ser trasladados a un sitio de disposición final autorizado. El manejo de los residuos sólidos urbanos se detalla en el procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos (Anexo 5), el cual está planteado conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Dicho procedimiento establece los procesos y procedimientos para el manejo de cada tipo de residuos sólidos, así como la infraestructura necesaria para su almacenamiento temporal y disposición.

Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Vinculación con el proyecto

Los residuos peligrosos que se generarán durante las actividades del proyecto son aceites gastados a partir de motores y materiales impregnados con grasas y aceites, durante todas las etapas en que se utilice maquinaria, equipo y vehículos en el sitio. A estos residuos se les darán un manejo adecuado, contando con un almacén temporal de residuos peligrosos y serán dispuestos para la recolección y transporte por parte de empresas autorizadas. Para el control de dichos residuos se contará con bitácoras de registro de todas sus etapas de manejo. En el procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Anexo 5) se establecen todas las pautas a seguir para el adecuado manejo de este tipo de residuos.

Tramite Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B con fecha 22 de diciembre de 2010.

Con fundamento en los artículo 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 76 de la LGDFS y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Por su parte, la Evaluación del Impacto Ambiental conforme al artículo 28 de la LGEEPA es el procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT), establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras, 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;
Fracción IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

Dichas obras o actividades, así como sus características, dimensiones, ubicaciones, alcances y las excepciones para cada una, se establecen en el Artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el Artículo 12 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental se indican los casos en que la obra o actividad implica la presentación de una manifestación de impacto ambiental modalidad particular.

En cuanto al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los artículos 117 y 118 de la LGDFS prevén que: La Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en

los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo…; y que "los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento".

El ACUERDO por el que se unifica la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la evaluación de impacto ambiental, en trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, prevé 2 modalidades, la Modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS): Mediante esta modalidad se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

La Modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la LGEEPA, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especie de difícil regeneración.

El ACUERDO prevé que al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo Séptimo del mismo instrumento jurídico. Por lo que el DTU Modalidad B- Particular integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y de cualquier otra obra o actividad del proyecto, que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

Así mismo, el artículo Segundo Transitorio del ACUERDO, establece que la SEMARNAT pondrá a disposición de los interesados los instructivos para orientar la integración del documento técnico unificado, por lo que con base en el contenido del ACUERDO, así como por lo dispuesto por los artículos 12 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y el artículo 121 fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV del Reglamento de la LGDFS (no obstante, el actual Reglamento de la LGDFS presenta reformas al artuiculo realcionado y las fracciones involucradas, mismas que no cioncuerdan actualmnet con la Guía del DTU modadliad B), se presenta el instructivo del Documento Técnico Unificado (DTU), para el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, Modalidad B-Particular, el cual tiene un carácter informativo y de orientación.

Vinculación con el proyecto

Se presenta el Documento Técnico Unificado Modalidad B para su evaluación.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

Artículo 117. La Secretaria solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales previa opinión técnica de los miembros del consejo estatal forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará, la erosión del suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su

captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considera en conjunto y no de manera aislada.

Artículo 118. Los interesados en el cambio de uso del suelo de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.

Vinculación con el proyecto

El proyecto no considera realizar el aprovechamiento de recursos forestales maderables; los residuos vegetales que se generen se trozaran y esparcirán en las áreas de protección del proyecto, para facilitar su reintegración natural al suelo y favorecer las condiciones edáficas que permitan una posterior colonización vegetal. Es por eso que se presentará este documento técnico unificado modalidad B por el cambio de uso de uso en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo. Aunado a esto, como medida de mitigación y compensación, se implementará un programa de rescate y reubicación de flora silvestre que vaya a ser afectada por el CUSTF.

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

Vinculación con el proyecto

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se generarán de las actividades propias de los trabajadores, y consistirán básicamente de material orgánico (restos de alimentos) y material inorgánico (bolsas de comida, envases de refrescos, etc.). Se instalarán contenedores separados para residuos orgánicos e inorgánicos en lugares estratégicos para el acopio de los residuos. Dichos contenedores serían recolectados por una empresa autorizada para su manejo y enviados a sitios autorizados para su disposición final.

Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos de aceite y filtros de aceite, residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos. Asimismo, se contempla la implementación de un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y manejo de residuos peligrosos, en los que se establecen los lineamientos necesarios para la identificación y manejo integral de los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto, para minimizar el riesgo ambiental que estos representan.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Artículo 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionada en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.

Artículo 63. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial.

Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración. La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, cuando se trate de:

a) Áreas específicas dentro de la superficie en la cual se distribuya una especie o población en riesgo al momento de ser listada, en las cuales se desarrollen procesos biológicos esenciales para su conservación.
b) Áreas específicas que debido a los procesos de deterioro han disminuido drásticamente su superficie, pero que aún albergan una significativa concentración de biodiversidad.
c) Áreas específicas en las que existe un ecosistema en riesgo de desaparecer, si siguen actuando los factores que lo han llevado a reducir su superficie histórica.
d) Áreas específicas en las que se desarrollen procesos biológicos esenciales, y existan especies sensibles a riesgos específicos, como cierto tipo de contaminación, ya sea física, química o acústica, o riesgo de colisiones con vehículos terrestres o acuáticos, que puedan llevar a afectar las poblaciones.

Vinculación con el proyecto

El proyecto fragmentará la flora y la fauna de la zona por la implementación del proyecto por lo que deberán ser minimizadas o compensadas las afectaciones, para ello se contemplan diversas medidas. La ejecución del proyecto conlleva el desmonte de áreas cubiertas de vegetación, sin embargo, conforme a la dosificación de áreas planteadas en el Capítulo II del presente estudio, dicho desmonte se realizará solamente en las áreas donde se realicen las construcciones, vialidades y las áreas en las que se encontrarán los lotes residenciales.

Como medida de mitigación por los impactos que se generen a la vegetación se propone un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre al interior del área del proyecto.

Cabe señalar que el proyecto tiene contemplado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio) con la finalidad de preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestres de la región.

REGLAMENTO LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

-En materia de Impacto ambiental

Capítulo II: De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental.

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

O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas.
I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;
II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y
III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.
Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros. Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional, o
II. Particular.

Vinculación con el proyecto

Por lo que se presenta el presente Documento Técnico Unificado Modalidad B, para obtener el permiso en materia de impacto ambiental para la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales) en ecosistemas costeros; por lo tanto, para dar

cumplimiento al Artículo 5º, Inciso O Fracción I e Inciso Q; del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental, a la par del presente estudio se presentará ante la SEMARNAT el correspondiente Estudio Técnico Justificativo por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

REGLAMENTO DE LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría.

Artículo 123. La Secretaría, a través de sus unidades administrativas competentes, expedirá la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado e depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley, por el monto económico de la compensación ambiental determinado de conformidad con lo establecido en el artículo 124 del presente Reglamento.

Vinculación con el proyecto

Para la realización de este proyecto se presentará un documento técnico unificado por el cambio de uso de uso en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Artículo 46. Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.
II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles ni con residuos peligrosos reciclables.
III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico.
IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos.
V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación los Residuos Peligrosos.
VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice.
VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos.
VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones.

Vinculación con el proyecto

Para cumplir con lo anteriormente señalado, los residuos peligrosos generados en el área del proyecto durante todas las etapas, deben ser manejados de manera adecuada. En primer lugar, los residuos deben ser dispuestos en contenedores metálicos identificados y de manera separada entre ellos, según su tipo, así como de los residuos no peligrosos. Dichos residuos serán enviados a almacén temporal de residuos peligroso dentro de las instalaciones de la obra para posteriormente ser enviados a disposición final a través de empresas prestadoras de servicios de recolección y transporte autorizadas. Para la realización de este proyecto se presentará el procedimiento para el manejo de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial los cuales se encuentran en el Anexo 5 del presente documento.

REGLAMENTO DE LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN A LA ATMÓSFERA

Artículo 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Artículo 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Vinculación con el proyecto

Por el uso de equipo y maquinaria especializada, se prevé la contaminación atmosférica de manera ligera, no obstante, se considerarán medidas preventivas, y los efectos se presentarán de manera temporal y con una extensión local, siguiendo con la categoría de impactos adversos ocasionados por esta actividad.

Las unidades, equipos y maquinaria deberán tener un mantenimiento preventivo para minimizar la emisión partículas a la atmósfera.

REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDO

Artículo 32. Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

Vinculación con el proyecto

Al emplearse maquinaria pesada los niveles de ruido en ciertas áreas podrían rebasarse conforme a la norma; por ello se llevará a cabo el mantenimiento constante de maquinaria, además, todo el personal de la empresa que efectué los trabajos de campo deberá contar con equipo de protección auditiva y observar las disposiciones de seguridad.

III.2 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. El proyecto “Lotes Residenciales Tercera Etapa Migriño” se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) específicamente en la Región Ecológica 4.32, UAB 5. Sierras y piedemontes El Cabo, que comprende parte

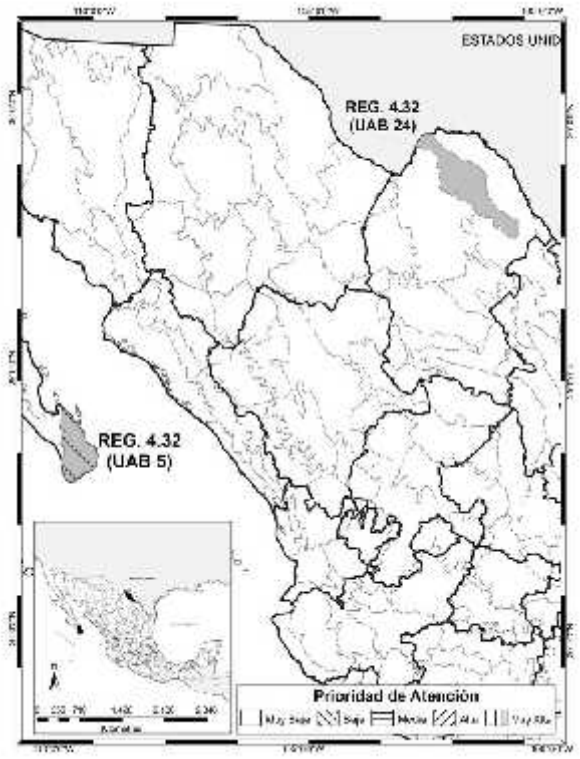
del municipio de La Paz y la totalidad del Municipio de Los Cabos y ocupa una superficie total de 7,428.10 km^2, tal como se puede observar en la siguiente Figura.



Figura III. 1 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla III. 1 Características de la Región Ecológica.

	REGIÓN ECOLÓGICA: 4.32 Unidades Ambientales Biofísicas que la componen: 5. Sierras y Piedemontes El Cabo 24. Serranía del Burro (de Coahuila)
	Localización: 5. Sur de Baja California Sur 24. Norte de Coahuila

	Superficie en Km^2: 5. 7,428.10 24. 13,462.34 Superficie total: 20,890.44 km^2	Población por UAB: 5. 247,974 24. 796 Población total: 248,770 hab.	Población indígena: 5. Sin presencia 24. Sin presencia

Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.

5. Estable a Medianamente estable. Conflicto Sectorial Alto. Muy baja superficie de ANP's. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Sin degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 45.5. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de tipo comercial. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.

24. Estable. Conflicto Sectorial Nulo. Niveles medios superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja y no hay superficies urbanas. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Sin información. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación, Forestal y Pecuario. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 8.8. Muy baja marginación social. Alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy alto indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033:
5. Inestable.
24. Medianamente estable

Política ambiental:
5, 24 - Preservación y Aprovechamiento sustentable

Prioridad de atención: 5. Baja 24. Muy baja

Tabla III. 2 Política y estrategias sectoriales de la UAB 5. Sierras y Piedemontes El Cabo.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
5	Preservación de Flora y Fauna	Turismo	Forestal - Minería	CFE - Ganadería - SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15BIS, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 30, 33, 37, 43, 44

Tabla III. 3 Estrategias sectoriales de la UAB 5. Sierras y Piedemontes El Cabo.

ESTRATEGIA UAB 5	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	

1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.

Vinculación: El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de un desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), ubicado en el municipio de Los Cabos, en el estado de Baja California Sur. Con el objetivo de dar cumplimiento a la presente estrategia, el proyecto propone una división de áreas donde solamente se realizará el desmonte y despalme únicamente en las áreas donde se realizarán las construcciones.

De igual manera con la intención de conservar parte del ecosistema y su biodiversidad que se verá afectado con el CUSTF propuesto, se ejecutará un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, así como también se ejecutará un Programa de ahuyentamiento, captura y/o translocación de fauna silvestre, los cuales se encuentran en el Anexo 6.

2. Recuperación de especies en riesgo.

Vinculación: De acuerdo con el levantamiento de datos florísticos, dentro del área de estudio no se encontró alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, en el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis. En cuanto a la fauna para el polígono del proyecto, como se mencionó anteriormente únicamente se registró una especie catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cachora de árbol cola negra (Urosaurus nigricauda)

Con el objetivo de cumplir la presente estrategia, el proyecto propone la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio) con la finalidad de preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestres de la región, procurando la recuperación de las especies en riesgo.

3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

Vinculación: No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no contempla actividades de conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su diversidad.

No obstante, como parte de la elaboración del presente estudio, se realizó una valoración del estado actual del medio biótico y abiótico, en el Capítulo IV se caracterizan la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida para el CUSTF. Asimismo, se contempla el rescate y reubicación de las especies de flora y fauna,

ESTRATEGIA UAB 5
principalmente aquellas dentro de alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas, o de mayor importancia ecológica.
B) Aprovechamiento sustentable
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. Vinculación: El proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto, en sí, consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual, conforme a su división de áreas, no contempla actividades de aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales; por lo tanto, el desarrollo del proyecto no contraviene con lo establecido en la presente estrategia. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. Vinculación: No aplica al proyecto; ya que no se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios, derivado de las actividades del proyecto. El proyecto consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual, conforme a su división de áreas, no contempla actividades de aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas y pecuarios; por lo tanto, el desarrollo del proyecto no contraviene con lo establecido en la presente estrategia. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. Vinculación: No aplica; ya que el proyecto no consiste en el establecimiento de obras hidroagrícolas, así como tampoco pretende emplear superficies para riego, ya que el proyecto consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias) el cual no contempla la modernización de la infraestructura hidroagrícola. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. Vinculación: No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de los recursos forestales. Únicamente se realizará el CUSTF para la construcción de un desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias). Se destaca que se ejecutará un programa de rescate y reubicación de las especies forestales sujetas a afectación por el CUSTF. 8. Valoración de los servicios ambientales. Vinculación: Dentro del presente estudio se hace un análisis de los servicios ambientales que serán afectados por motivo del CUSTF para el establecimiento del proyecto. Como producto del análisis anterior se puede afirmar que las afectaciones de los servicios ambientales por el proyecto serán mínimos con respecto a lo prestado en el Sistema Ambiental.
C) Protección de los recursos naturales
12. Protección de los ecosistemas. Vinculación: Con el objetivo de dar cumplimiento a la presente estrategia, el proyecto propone una división de áreas donde solamente se realizará el desmonte y despalme en las áreas donde se realizarán las construcciones, vialidades y lotes residenciales, además, se hará el rescate y se reubicarán especies de flora que sean producto de las actividades de desmonte de las superficies del proyecto. Asimismo, se contempla el rescate y reubicación de las especies de flora y fauna, principalmente aquellas dentro de alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y otras de importancia ecológica.

ESTRATEGIA UAB 5	
D) Restauración	

14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
Vinculación: No aplica de manera estricta, el proyecto aplicará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales de la vegetación a afectar por el proyecto usando técnicas de reforestación (Ver Anexo 6 de este estudio técnico). Sin duda alguna, la aplicación de este programa y las actividades descritas en la misma contribuirán a la restauración del ecosistema y del suelo de la región. Anterior a esta actividad se llevará a cabo la labranza de conservación que consistirá en dispersar residuos vegetales picados y triturados en las áreas expuestas y en donde se llevará a cabo la reubicación con plantas rescatadas con la finalidad de proteger y conservar el suelo y agua de la región.

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

15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.
Vinculación: No aplica, ya que el proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no contempla el uso de los productos del Servicio Geológico Mexicano, por lo tanto, con la ejecución del proyecto, no se contraviene con lo señalado en la presente estrategia.

15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
Vinculación: No aplica. Ya que, conforme a la dosificación de áreas que se presenta con el desarrollo del proyecto, no se contemplan actividades de minería, por lo tanto, el proyecto no contraviene lo señalado en la presente estrategia.

16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil, vestido, cuero, calzado, juguetes, entre otros) a fin de que se posiciones en los mercados doméstico e internacional.
Vinculación: No aplica, el proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" se encuentra dentro del ámbito inmobiliario y en ninguna de sus etapas considera actividades del sector industrial, por lo tanto, el desarrollo del mismo, no contraviene lo señalado en la presente estrategia.

17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).
Vinculación: No aplica, El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no forma parte del sector industrial, eléctrico o de autopartes, por lo tanto, el desarrollo del mismo, no contraviene lo señalado en la presente estrategia.

19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de tecnologías y fuentes primarias de generación e impulsar especialmente, a través de mecanismos específicos, el uso de fuentes de energía que no aumenten la emisión de gases de efecto invernadero.
Vinculación: No aplica, ya que el proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no considera la generación de electricidad para suministrarla en el territorio, por lo tanto, con la ejecución de las actividades del proyecto no se contraviene lo señalado en la presente estrategia.

ESTRATEGIA UAB 5
20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, fomentando el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables. Vinculación: No aplica, ya que el proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no contempla el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles, por lo tanto, con el desarrollo del mismo, no se contraviene lo señalado en la presente estrategia. No obstante, el proyecto contempla el mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos que entren al área durante las etapas de preparación del sitio y construcción, como medida preventiva ante la generación de gases contaminantes a la atmósfera. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no contempla el rediseño de instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio es de competencia tanto municipal y/o estatal, a través del Plan de Desarrollo Municipal y el Plan de Desarrollo Estatal, por lo tanto, con el desarrollo del proyecto no se contraviene lo señalado en la presente 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). Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio, sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional, corresponde a las autoridades.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana
C) Agua y saneamiento
27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio es de competencia tanto municipal y/o estatal, por lo tanto, con el desarrollo del proyecto no se contraviene con el presente criterio. No obstante, se remarca que este tomará las siguientes medidas: Durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción se utilizarán sanitarios portátiles, el manejo de las aguas residuales generadas por los sanitarios portátiles y la limpieza de estos estará a cargo de la empresa que se proporcione ese servicio. Durante la etapa de Operación y mantenimiento del proyecto las aguas residuales que se generen serán enviadas y tratadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del desarrollo inmobiliario colindante. Respecto al abastecimiento de agua para los empleados durante las obras, será mediante la contratación de una empresa proveedora en pipas de agua, la cual, preste dicho servicio al proyecto. Partiendo de lo anterior, se da cumplimiento al citado criterio.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional
30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no contempla la construcción y modernización de la red de carreteras.
E) Desarrollo social

ESTRATEGIA UAB 5
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. Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no contempla el apoyo al 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; dicho objetivo corresponde a las autoridades. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no contempla acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos; dicho objetivo corresponde a las autoridades.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional
B) Planeación del Ordenamiento Territorial
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades. El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual no contempla acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos; dicho objetivo corresponde a las autoridades. 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. Vinculación: No aplica, el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL PACÍFICO NORTE

la extensión cubierta por el POEMRPN resulta de 965,550 km^2, aproximadamente, la zona oceánica equivale al 84%, la plataforma continental equivale al 6%, la porción terrestre 10% y la porción insular el 0.001% de la superficie total del área sujeta a ordenamiento (ASO).



Figura III. 2 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte

El proyecto se ubica en la UGA Terrestre 6, Cabo San Lucas (T06-CSL), a la cual le aplican las siguientes estrategias y criterios ecológicos:

Tabla III. 4 Estrategias y criterios ecológicos aplicables a la UGA T06-CSL.

Clave de UGA	Nombre de UGA	Tipo	Estrategias Ecológicas	Criterios Ecológicos
T-06-CSL	Terrestre 6, Cabo San Lucas	Terrestre	EA01, EA02, EC05, ES01, ES06	CA04, CA05, CA08, CA09, CA10, CA11, CA13, CB01, CB02, CB03, CB04, CB05, CB06, CB07, CB08, CB13, CB14, CC04, CS05, CS06, CS07, CANP

Tabla III. 5 Vinculación del proyecto con las estrategias ecológicas de la UGA T06-CSL.

CLAVE	ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS	VINCULACIÓN
	AGUA	
EA01	Aumentar el volumen y la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales municipales considerando las estimaciones de crecimiento poblacional.	El manejo de aguas residuales generadas en durante las etapas de preparación del sitio y construcción consistirá en la contratación de sanitarios portátiles a través de una empresa que será la encargada de la limpieza de los sanitarios, y el transporte y disposición final de las aguas residuales. Ya durante la etapa de operación del proyecto, las aguas residuales

CLAVE	ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS	VINCULACIÓN
		generadas serán tratadas por una Planta de tratamiento de aguas residuales, la cual se ubica en el desarrollo inmobiliario colindante.
EA02	Instrumentar el monitoreo integral de la calidad del agua de la zona costera. Tiene el objeto de prevenir fenómenos de eutrofización en el cuerpo de agua receptor, por efectos acumulativos de descargas, aunque, en lo individual, cumplan con la NOM-001-SEMARNAT-1996. Se deberá considerar las Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales pertinentes y, en caso de que estas declaratorias no hayan sido expedidas, se deberá identificar como mínimo: (1) la capacidad del cuerpo de agua costero para diluir y asimilar contaminantes y (2) los límites máximos de descargas base para fijar las condiciones particulares de cada descarga que eviten la eutrofización del cuerpo de agua costero.	No aplica, ya que la instrumentación del monitoreo de la calidad del agua de la zona costera corresponde a las autoridades.
	CONFLICTOS SECTORIALES	
EC05	Instrumentar el programa de ordenamiento de la pesca deportivo-recreativa. La información necesaria incluye: (1) la evaluación de las cuotas de captura actual, con base en los puntos de referencia de la Carta Nacional Pesquera (D.O.F., 2012); (2) los límites de captura total para cada pesquería; (3) la identificación y agregación; y (4) la talla mínima de captura para cada una de las especies objetivo.	No aplica, ya que la instrumentación de un programa de ordenamiento de la pesca deportivo-recreativa corresponde a las autoridades.
	SUELO	
ES01	Promover la gestión integral de residuos sólidos urbanos.	Para prevenir la contaminación del suelo y agua, el Proyecto aplicará un Procedimiento de Manejo Integral de Residuos Sólidos, donde se indicarán los procedimientos a seguir para la recolección, separación, traslado y disposición final de todos los residuos generados durante las diferentes fases del Proyecto. Este se encuentra en el Anexo 5.
ES06	Diseñar e implementar en coordinación con los estados y los municipios, medidas de adaptación al cambio climático que consideren el Análisis de vulnerabilidad costera ante los efectos del cambio climático del Pacífico Norte. Las medidas de adaptación deberán considerar al menos: A. La protección de elementos críticos, tales como el manglar y las dunas costeras. B. Las áreas; 1) con una elevación menor a 5 msnm, debido a su exposición al aumento del nivel del mar; 2) con una elevación menor a 20 msnm y con una pendiente menor a 2°, debido a su exposición a inundaciones; y 3) bajas arenosas en proceso de erosión y sin vegetación debido a su susceptibilidad al	No aplica, ya que corresponde a las autoridades pertinentes el diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático.

CLAVE	ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS	VINCULACIÓN
	aumento del nivel del mar, al oleaje generado por ciclones tropicales y a inundaciones. C. Las zonas críticas identificadas en el Análisis de vulnerabilidad costera ante los efectos del cambio climático del Pacífico Norte.	

Tabla III. 6 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de la UGA T06-CSL.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN
	AGUA	
CA04	La extracción de agregados pétreos no deberá reducir la recarga ni la calidad de agua de acuíferos.	No aplica, ya que el proyecto no contempla la extracción de agregados pétreos, por lo que no se afectará la recarga ni calidad de agua de acuíferos.
CA05	La construcción de estructuras de protección (muros, espigones, rompeolas) sólo se permite en los casos en que se encuentre en riesgo la seguridad de la población o de infraestructura de interés público. En caso de que su construcción sea autorizada, el tipo, diseño y orientación de la estructura deberá considerar los procesos hidrodinámicos costeros, a fin de mantener el balance sedimentario y el transporte litoral y evitar impactos negativos en la línea de costa. Se deberán utilizar, preferentemente, estructuras paralelas a la playa, separadas de la costa y sumergidas, que permitan la sedimentación de arena, sin interrumpir su flujo. Asimismo, se deberá contar con un programa de mantenimiento que incluya el trasvase periódico de sedimentos.	No aplica, ya que no se requerirá de la construcción de estructuras de protección. El proyecto, aunque se encuentra en ecosistema costero, no se encuentra cerca de la línea de costa.
CA08	La instalación y operación de plantas desalinizadoras deberá prevenir la generación de desequilibrios ecológicos sobre acuíferos y ecosistemas costeros y marinos, especialmente, cuando:) La descarga de salmueras y la disposición de las sustancias tóxicas utilizadas en el mantenimiento de la desalinizadora altere las características fisicoquímicas del agua, y afecte irreversiblemente la integridad de ecosistemas marinos y costeros;) La operación de la planta genere emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos superiores a lo establecido en la normatividad en la materia;) La toma de agua salada del mar afecte a las comunidades de ecosistemas sensibles;) La toma de agua salobre de fuentes subterráneas y la descarga de agua de rechazo provoque o incremente la salinización de los acuíferos costeros. La toma de agua deberá ubicarse en zonas alejadas de la costa y profundas, en las cuales se encuentre una menor cantidad de organismos, así como mejores condiciones de calidad del agua, que permitan minimizar el tratamiento químico requerido en el proceso de desalinización, purificación y potabilización del agua. Asimismo, para	No aplica, ya que el proyecto no planea la instalación y operación de plantas desalinizadoras. Este consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales y sus obras complementarias).

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN
	reducir la colisión y el arrastre de organismos se debe considerar el diámetro de la tubería, el uso de mallas de diferente tamaño y la reducción de la velocidad de la toma.	
CA09	Los proyectos de instalación de plantas desalinizadoras deberán realizar los siguientes estudios, con base en los cuales se analicen las alternativas para la ubicación e infraestructura más adecuada y se establezcan las medidas de mitigación para evitar o reducir los efectos adversos sobre los ecosistemas costeros y marinos: • Análisis de conflictos con otros sectores por: (1) la emisión de ruido y de contaminantes atmosféricos; (2) la alteración de la calidad paisajística de la zona costera; y (3) la posible alteración de ecosistemas frágiles. • La identificación de zonas de riesgo. • Por inundaciones, derrumbes, deslizamientos, sismos y otros fenómenos naturales, así como por los efectos del cambio climático. • Caracterización de las condiciones oceanográficas del sitio de toma y de descarga: corrientes (incluyendo las posibles formaciones de termoclinas), mareas, oleaje, fisiografía, batimetría, morfología costera y profunda, circulación de agua y tasa de recambio. • Caracterización fisicoquímica del agua del sitio de toma y de descarga: conductividad, pH, alcalinidad, temperatura, salinidad, oxígeno, transparencia, perfiles de densidad, tensión superficial y solubilidad de nitrógeno. • Caracterización de la columna de agua y sedimentos del sitio de toma y de descarga, considerando la productividad primaria y la materia orgánica. • Caracterización de la flora y fauna bentónica del sitio de descarga, incluyendo la identificación de especies sensibles al cambio de salinidad y de temperatura, así como la presencia de especies endémicas y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Simulación dinámica de la dispersión y mezcla de las descargas, bajo las diversas condiciones hidrodinámicas. • Análisis del impacto potencial acumulativo en caso de que se encuentren otras plantas desalinizadoras ya establecidas en el área de influencia. Los estudios deberán contemplar las posibles variaciones estacionales, por lo que se deberán analizar las condiciones a lo largo del año.	No aplica, ya que el proyecto no planea la instalación y operación de plantas desalinizadoras. Este consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales y sus obras complementarias).
CA10	Las plantas desalinizadoras deberán instalarse fuera de zonas de riesgo. No se recomienda realizar el vertimiento de sus residuos en: • Zonas de aguas marinas poco profundas y con poco recambio de agua, como lagunas costeras, planicies (de arena o fangosas), playas rocosas de baja energía, bahías	No aplica, ya que el proyecto no planea la instalación y operación de plantas desalinizadoras. Este consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales y sus obras complementarias).

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN
	superficiales de baja energía, pequeñas caletas y bahías, esteros y deltas de ríos, bocas y barras. J Sitios donde se encuentren comunidades de pastos marinos, mantos de cianobacterias, algas marinas, manglares y corales de ambientes rocosos.	
CA11	En la etapa de operación de las plantas desalinizadoras se deberá llevar a cabo el monitoreo tanto de la calidad de la descarga, como de sus efectos en ambientes costeros y marinos. El programa deberá incluir la medición de: J Las condiciones fisicoquímicas del agua en el medio receptor y la caracterización de la pluma hipersalina. J Las condiciones fisicoquímicas del sedimento. J El estado de salud de los ecosistemas costeros y marinos, analizando posibles cambios a nivel estructural y funcional, tanto en individuos como en poblaciones. Se recomienda el uso de bioindicadores. Con base en los resultados, se definirá si se requieren ajustes en el proceso de desalinización o en las instalaciones o, en su caso, la interrupción temporal o permanente de la operación.	No aplica, ya que el proyecto no planea la instalación y operación de plantas desalinizadoras. Este consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales y sus obras complementarias).
CA13	La extracción de minerales metálicos no deberá reducir la disponibilidad ni la calidad del agua en los ecosistemas terrestres, costeros y marinos.	No aplica, ya que el proyecto no consiste en la extracción de minerales metálicos, sino que consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales y sus obras complementarias).
	BIODIVERSIDAD	
CB01	La construcción de infraestructura temporal o permanente no deberá afectar la integridad funcional del sistema playa-dunas costeras asociados a la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), en particular se deberá evitar en: (1) dunas incipientes o embrionarias, (2) dunas en deltas de ríos, estuarios, islas de barrera y cabos; y (3) dunas con alto valor ecológico.	El área del proyecto se ubica en un ecosistema costero, no obstante, este se encuentra fuera de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), y tampoco se desarrollan dunas costeras dentro del predio, por lo que el proyecto no contraviene con lo establecido en el presente criterio.
CB02	En la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y en el territorio colindante, donde existan dunas primarias y secundarias de material no consolidado, sólo deberá construirse infraestructura piloteada y de material degradable (p.e. casas tipo palafito o andadores). Toda infraestructura de este tipo se deberá ubicar detrás de la cara posterior del primer cordón, evitando la invasión de la corona o cresta. El piloteado deberá ser superficial y no cimentado. Se recomienda que el desplante de la infraestructura tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna, con el fin de permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna.	No aplica, ya que el área del proyecto se encuentra fuera de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), y tampoco se desarrollan dunas costeras dentro del predio, por lo que el proyecto no contraviene con lo establecido en el presente criterio.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN
CB03	Las obras y actividades en el sistema playa-dunas costeras no deberán alterar, directa o indirectamente, la integridad funcional del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	No aplica, ya que el área del proyecto no se encuentra ubicado en el sistema playa-dunas costeras, por lo que no se verá afectada la integridad funcional del hábitat de especies del sistema playa-dunas costeras enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
CB04	Las tuberías de obras de toma y descarga que atraviesen un sistema de dunas costeras deberán enterrarse y ubicar la toma o descarga hasta la profundidad de cierre (2) en la parte marina. Las zonas adyacentes a las tuberías enterradas deberán restaurarse con vegetación nativa para estabilizar las dunas.	No aplica, ya que no habrá tuberías de obras de toma y descarga que atraviesen sistemas de dunas costeras.
CB05	Las obras y/o actividades deberán mantener el transporte de sedimento en el sistema playa-dunas costeras, así como la cobertura de vegetación nativa que forme dunas, que las colonice y que mantenga la dinámica natural de todo el sistema.	El área del proyecto se ubica en un ecosistema costero, no obstante, este se encuentra fuera del sistema de playa-dunas costeras, por lo que el proyecto no contraviene con lo establecido en el presente criterio.
CB06	La extracción de arena del sistema playa-dunas costeras sólo se deberá permitir en aquellos casos donde el balance sedimentario neto anual sea positivo y fuera de playas con valor ecológico o recreativo.	El proyecto no requiere de la extracción de arena del sistema de playa-dunas costeras para el desarrollo de actividades de sus actividades, por lo que se le da cumplimiento al presente criterio.
CB07	El tránsito vehicular y peatonal no deberá modificar la dinámica del sistema playa-dunas costeras de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), considerándose también los posibles efectos a distancia.	El área del proyecto se ubica en un ecosistema costero, no obstante, este se encuentra fuera del sistema de playa-dunas costera, y fuera de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), por lo que el proyecto no contraviene con lo establecido en el presente criterio.
CB08	La disposición de materiales de desecho de dragados no deberá afectar, física o químicamente, la integridad funcional del sistema playa – dunas costeras en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT).	No aplica, debido a que no se requiere hacer dragado, por lo que no se generarán materiales de desecho de dragado que afecten la integridad funcional del sistema de playa – dunas costeras en la Zona Federal Marítimo Terrestre.
CB13	Los proyectos de obras y/o actividades a realizarse en humedales, deberán prever los impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos sobre las funciones y los servicios vitales que estos ecosistemas proporcionan, para que sean reconocidos, mantenidos, restaurados y utilizados de forma racional, mediante la presentación de evidencias científicas pertinentes en su proceso de evaluación de impacto ambiental correspondiente. En particular, las obras y/o actividades en Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y en sitios Ramsar, no deberán afectar: (1) la calidad de hábitat para las especies de flora y fauna silvestre, especialmente las aves; (2) la continuidad de la vegetación	No aplica, ya que el área del proyecto no se ubica en un humedal ni cerca de algún cuerpo de agua. Además, se remarca que el proyecto tampoco se encuentra en un Área de Importancia para la Conservación de las Aves o en un sitio Ramsar. El AICA más cercano al área del proyecto, denominado ‘’Sierra de la Laguna’’, se ubica aproximadamente a 5.58 km al noroeste del proyecto; y el sitio Ramsar más cercano al proyecto es el denominado ‘’Sistema Ripario de la Cuenca y Estero de

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN
	nativa; (3) el hábitat interior de los parches de vegetación natural (4); y (4) los procesos ecosistémicos que sustentan la biodiversidad.	San José del Cabo", que se encuentra aproximadamente a 17.7 km al noreste del proyecto. No obstante, se remarca que se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación para minimizar los impactos negativos que pudieran ser ocasionados.
CB14	Los proyectos de obras y/o actividades a realizarse en el Área de Importancia para la Conservación de las Aves "Oasis Punta San Pedro-Todos Santos", deberán prever los impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos sobre las funciones y los servicios vitales que estos ecosistemas proporcionan, para que sean reconocidos, mantenidos, restaurados y utilizados de forma racional, mediante la presentación de evidencias científicas pertinentes en su proceso de evaluación de impacto ambiental correspondiente.	No aplica, debido a que el proyecto está ubicado fuera del Área de Importancia para la Conservación de las Aves ''Oasis Punta San Pedro-Todos Santos''. El AICA más cercano al área del proyecto, denominado ''Sierra de la Laguna'', se ubica aproximadamente a 5.58 km al noroeste del proyecto.
	CONFLICTOS	
CC04	Las obras y/o actividades que requieran el abastecimiento de agua subterránea deberán demostrar que no afectan la disponibilidad y calidad de los acuíferos que mantienen la integridad funcional de los ecosistemas costeros y marinos.	El presente proyecto no requiere del abastecimiento de agua subterránea, por lo que este no contraviene el presente criterio.
	SUELO	
CS05	Las obras y/o actividades deberán demostrar que no afectan la integridad funcional del matorral costero, en especial del matorral rosetófilo costero y/o del matorral sarco-crasicaule.	Dentro de la superficie forestal del proyecto se desarrolla vegetación de matorral sarcocaule, por lo que, previo al inicio de actividades del proyecto, se ejecutará un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre al interior del área del proyecto. Es importante mencionar que dentro del área del proyecto no se encontró alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; se registraron las siguientes especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis; estas especies serán prioritarias para su rescate y reubicación.
CS06	Se deberá prevenir la contaminación de los ecosistemas costeros y marinos por residuos sólidos urbanos.	Se contempla la implementación de un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, en los que se establecen los lineamientos necesarios para la identificación y manejo integral de los residuos que se generen durante las

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN
		diferentes etapas del proyecto, para minimizar el riesgo ambiental que estos representen para el ecosistema costero.
CS07	Se deberá prevenir la contaminación de los ecosistemas costeros y marinos por residuos sólidos y líquidos de actividades portuarias.	El proyecto, aunque se encuentra en una zona costera, no pretende desarrollar actividades portuarias.
CANP	Dentro de las áreas naturales protegidas de interés de la Federación, toda obra y/o actividad está sujeta a lo dispuesto en su Decreto de creación y en su Programa de Conservación y Manejo respectivos.	No aplica, ya que el área del proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida. La ANP más cercana corresponde a la ANP RB Sierra La Laguna, que se ubica a 29.86 km del proyecto.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA EL DESARROLLO TURÍSTICO Y URBANO DEL MUNICIPIO DE LOS CABOS

El municipio de Los Cabos es el único de la entidad que cuenta con un instrumento de planeación en el ámbito ecológico, este es el Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Turístico y Urbano del Municipio de Los Cabos, decretado el 31 de octubre de 1995. El proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental clasificada como UGA T-17 (Figura III.3) cuya política ambiental es de Conservación, con una vocación de uso del suelo apta para Turismo, secundariamente el uso Conservacionista



Figura III. 3 Ubicación del proyecto con respecto al POEDUyT para el municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

Los criterios ecológicos generales que intervienen en la Unidad de Gestión Ambiental T-17 así como su vinculación con el proyecto se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla III. 7 Criterios ecológicos generales y específicos aplicables a la UGA T-17 que aplican al proyecto.

No.	Descripción	Vinculación
	Abasto De Agua	
A1	Los desarrollos turísticos deberán asegurar su propio abasto de agua y el de los núcleos de población que generen, sin menoscabo del recurso para las localidades aledañas, utilizando preferentemente para ello el establecimiento de plantas desalinadoras u otras tecnologías de aprovechamiento de agua.	El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, el abastecimiento de agua será mediante la contratación de una empresa proveedora de pipas de agua la cual preste dicho servicio al proyecto y esté debidamente autorizada por la SEMARNAT para proveer ese servicio. Por lo que el proyecto dará cumplimiento al presente criterio.
	Consumo De Agua	
B1	Incluir dentro de las normas para los permisos de construcción del municipio, el requisito de utilizar técnicas de generación y ahorro de agua potable.	Dentro del proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" en sus etapas de Preparación del sitio y Construcción, el abastecimiento de agua será mediante la contratación de una empresa proveedora en pipas de agua, la cual, preste dicho servicio al proyecto. Asimismo, el personal que labore en estas etapas utilizará las técnicas de ahorro de agua disponibles, por lo que el proyecto cumple con lo establecido en el criterio B1.
B2	Aplicar un sistema tarifario preferencial por categoría de usuario y volumen de consumo, que fomente el ahorro y el uso eficiente del recurso con base en la normatividad municipal.	El proyecto, en todo momento acatará lo que la autoridad en la materia determine, dando atención a lo establecido en el presente criterio.
B3	Arroyos, oasis y manantiales: El microclima que se desarrolla a lo largo de los arroyos, oasis y manantiales, es de importancia para especies animales y vegetales endémicas de estas microrregiones, estos cuerpos de agua superficial son la única fuente de abasto de agua que dura a veces hasta varios años por lo que se deberá: Justificar la construcción de represos en arroyos. Conservar los cauces de los arroyos sin asentamientos humanos, que puedan representar una amenaza de contaminación para los mantos de agua subterráneas. La explotación de los recursos hídricos superficiales deberá ser controlada en base a estudios que evalúen la extracción, bombeo o encauzamiento del flujo natural de manantiales u ojos de agua.	Al interior del área del proyecto no se encuentran arroyos, oasis o manantiales; por otra parte, los escurrimientos superficiales más cercanos se ubican a 184.906 m al noreste y a 297.46 m al sureste, por lo que no se afectarán estos con el desarrollo del proyecto. Derivado de lo anterior, la ejecución del proyecto no contraviene el presente criterio.
	Producción Agrícola	
C4	Se procurará la permanencia de las zonas de producción agrícola y su aprovechamiento agroindustrial, desalentando el cambio de uso del suelo y procurando el abasto de agua.	El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, el cual no se encuentra en una zona catalogada como de producción agrícola y está inmerso en una UGA con vocación apta para el turismo, la cual es compatible con el uso residencial que se le pretende dar por lo que el proyecto no contraviene el presente criterio.

No.	Descripción	Vinculación
C5	Se deberá evitar la conducción de agua de las zonas de producción agrícola de alto rendimiento para destinarlos a otros aprovechamientos, entre ellos a los asentamientos humanos y desarrollos turísticos.	La demanda de agua que se requiera para el desarrollo del proyecto, durante las etapas Preparación del sitio y Construcción del proyecto el agua será abastecida a través de un concesionario que cuente con los permisos para la extracción y venta de agua, dicho abastecimiento se realizará por medio de pipas. Por lo antes expuesto se concluye que el proyecto no realizará la conducción de agua de las zonas de producción agrícola para abastecer al proyecto, por lo tanto, no se contraviene lo señalado en el presente criterio.
C6	En todos los paisajes terrestres se deberán considerar las áreas actuales de uso agrícola.	El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, el cual no se encuentra en una zona catalogada como de producción agrícola y está inmerso en una UGA con vocación apta para el turismo, la cual es compatible con el uso residencial que se le pretende dar por lo que el proyecto no contraviene el presente criterio.
C10	Se deberá fomentar entre los sectores turístico, agrícola, pecuario y forestal, el establecimiento de convenios para estimular la producción y el consumo local de productos del campo.	El proyecto llamado "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, siendo específicamente la construcción de Lotes residenciales con sus obras complementarias, el cual, no contempla la producción de productos del campo, por lo tanto, no contraviene lo señalado en el presente criterio.
C12	Los paisajes aptos para la actividad agrícola y áreas ya establecidas de este aprovechamiento, deberán fomentar el uso de infraestructura que haga eficiente el uso del agua.	El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, el cual no se encuentra en una zona catalogada como de producción agrícola y está inmerso en una UGA con vocación apta para el turismo, la cual es compatible con el uso residencial que se le pretende dar por lo que el proyecto no contraviene el presente criterio.
Producción Ganadera		
D1	En zonas de desarrollo turístico y urbano, los predios ganaderos deberán estar cercados y los accesos deberán contar con "guardaganados".	El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, el cual no se encuentra en una zona catalogada como de producción agrícola y está inmerso en una UGA con vocación apta para el turismo, la cual es compatible con el uso residencial que se le pretende dar. Partiendo de lo anterior, podemos decir que el predio donde se plantea el desarrollo del proyecto no es considerado como ganadero, por lo tanto, el desarrollo del proyecto, no contraviene lo señalado en el presente criterio.
D4	En todos los paisajes terrestres se deberán considerar las áreas actuales de uso pecuario.	El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, el cual no se encuentra en una zona catalogada como de producción pecuaria y está inmerso en una UGA con vocación apta para el turismo, la cual es compatible con el uso residencial que se le pretende dar. Partiendo de lo anterior, podemos decir que el predio donde se plantea el desarrollo del proyecto no es considerado como ganadero, por lo tanto, el desarrollo del proyecto, no contraviene lo señalado en el presente criterio.

No.	Descripción	Vinculación
D8	Se fomentará el establecimiento de convenios entre el sector pecuario y los sectores agrícola y turístico, para estimular la producción y el consumo local de los productos del campo.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” se trata de la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual, no contempla la producción de productos del campo, por lo tanto, no contraviene lo señalado en el presente criterio.
D9	En los paisajes aptos para la actividad pecuaria y en las áreas ya establecidas de este aprovechamiento, deberán fomentar el uso de infraestructura que haga eficiente el uso del agua.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, el cual no se encuentra en una zona catalogada como de producción agrícola y está inmerso en una UGA con vocación apta para el turismo, la cual es compatible con el uso residencial que se le pretende dar. Derivado de lo anterior, podemos decir que al interior del proyecto no se encuentran paisajes aptos para la actividad pecuaria, por lo tanto, con el desarrollo del proyecto no se contraviene lo señalado en el presente criterio.
Asentamientos Humanos		
F1	Las construcciones y obras de urbanización, deberán respetar los cauces de los arroyos y escurrimientos.	Al interior del predio donde se pretende desarrollar el proyecto no se identificaron escurrimientos superficiales de carácter temporal, por lo que, la construcción y desarrollo del proyecto no contraviene con lo señalado en el presente criterio.
F2	La vegetación nativa deberá conservarse selectivamente y usarse preferentemente en las áreas verdes de las construcciones.	Como medida principal de mitigación sobre la vegetación nativa, por los impactos que se pueden generar con el desarrollo del proyecto, se propone la ejecución de un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, el cual se presenta en el ANEXO 6. Con la implementación de esta medida de mitigación se dará cumplimiento a lo señalado en el presente criterio.
F3	Se deberá complementar la regularización de uso de la Zona Federal (principalmente en zonas de playa). Esta regularización deberá especificar tipo y ubicación de accesos bajo los siguientes criterios: Se deberán prohibir las construcciones y divisiones físicas en los arroyos que se desemboquen al mar. Se deberá respetar el derecho de vía de los caminos actuales hacia la Zona Federal de playa bajo la normatividad vigente. Salvo justificación contraria, el ancho de vía de los accesos a la playa será de 7.0 mts. Mínimo. Se deberán establecer áreas de estacionamiento adyacentes al derecho de vía y cercanas al acceso peatonal a la Zona Federal marítimo-terrestre y terrenos ganados al mar. Se prohibirá todo tránsito vehicular.	Es importante resaltar que el área del proyecto no forma parte de la ZOFEMAT y que la regulación de esta zona es responsabilidad de las autoridades competentes, sin embargo, en todo momento se tendrá en cuenta lo establecido en el criterio F3 como se muestra a continuación. Al interior del área del proyecto no se encuentran escurrimientos de carácter temporal o arroyos que desemboquen al mar. Si bien el área del proyecto se encuentra en una zona costera, este no colinda con la ZOFEMAT. En lo que respecta a caminos de acceso a la zona federal, al interior del proyecto NO se identificó ninguno de estos debido a que no se colinda con Zona Federal de playa. Partiendo de lo anterior, podemos concluir que el proyecto cumple con lo señalado en el presente criterio.
F5	El establecimiento de nuevos centros de población en la zona costera quedará supeditado a que las zonas urbanas actuales, así como las reservas para su crecimiento alcancen su nivel de saturación.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” se trata de la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales), el cual permitirá abastecer la demanda de viviendas que ocurre con el desarrollo del municipio de Los Cabos, por lo que, el presente proyecto y su ejecución no contraviene el presente criterio.

No.	Descripción	Vinculación
F6	Se deberá regular y controlar la ubicación y calidad de los campamentos de los trabajadores de la construcción bajo los siguientes criterios: a) Se deberá consignar ante las autoridades municipales la siguiente información: Responsable de la inversión y del proyecto. Declaración de la localización del campamento. Condiciones de habitabilidad. Número de trabajadores. Tiempo de uso de las instalaciones. Programa de desmantelamiento del campamento. b) Para la instalación de los campamentos se deberá observar el siguiente criterio de ubicación: No podrán establecerse en zonas cercanas a cañadas, rinconadas o similares. c) Las instalaciones deberán incorporar la siguiente infraestructura y servicios: Energía eléctrica Agua potable. Sistema de tratamiento de aguas residuales en caso de no existir una red cercana para su conexión. Disposición diaria de desechos sólidos en las instalaciones municipales autorizadas. V. Sistema de seguridad contra incendios y aquellos que señalen los reglamentos respectivos. Sistema de vigilancia. Sistema de señalización de usos y restricciones. Vialidad. Transporte colectivo. d) Características de los dormitorios: La densidad de camas por cuarto será máxima de siete. Las dimensiones de los cuartos deberán ser de acuerdo a la normatividad respectiva e incluir zona de guardado. Se deberá contar con áreas ventiladas e higiénicas, así como iluminación en cuartos, pasillos y andadores. e) Servicios Generales: Se deberá contar con áreas para el lavado de ropa. Se deberá contar con servicios sanitario en el número y calidad requeridos por las legislaciones correspondientes. Los servicios de comedor y cocina deberán respetar las condiciones de seguridad e higiene de las legislaciones correspondientes. Se deberá dotar de un espacio para actividades recreativas.	Por su cercanía con la población de Cabo San Lucas, el proyecto no pretende la instalación de campamentos, únicamente la construcción de pequeñas bodegas para el resguardo de materiales y herramientas; sin embargo, en caso de ser necesaria la construcción de algún campamento se construirá en apego a lo que marca este criterio.
Conservación		

No.	Descripción	Vinculación
H1	Se deberá mantener el valor recreativo, cultural y biológico de las zonas de conservación y preservación, regulando los usos extractivos y de transformación como los forestales y mineros.	El proyecto no se encuentra en una zona de conservación y preservación, así como tampoco se realizan actividades recreativas o culturales. La vocación del predio es forestal, este se desarrolla en vegetación de Matorral sarcocaule, por lo tanto, previo a la ejecución de las actividades preparativas del proyecto, que contemplan desmonte de vegetación y despalme, se ejecutará un Programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre, las cuales serán reubicadas al interior de la superficie del proyecto, por lo tanto, se dará cumplimiento al presente criterio. Además, se aplicará un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.
H2	En las zonas de conservación y preservación se deberá mantener o mejorar el funcionamiento de los procesos naturales que permitan la captación de agua.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario ubicado en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias) el cual no se ubica en una zona de conservación y/o preservación. Sin embargo, con la intención de mitigar los impactos que se puedan generar sobre la captación de agua por el desarrollo del proyecto, se propone la ejecución de un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, así como la ejecución de un Programa de obras de conservación de suelo y captura de agua. Con la aplicación de estas medidas se dará cumplimiento al presente criterio.
H3	En las zonas de conservación y preservación se deberá mantener o mejorar el funcionamiento de los procesos naturales que permitan mantener la calidad del agua marina.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias) el cual no se ubica en una zona de conservación y/o preservación. Sin embargo, con la intención de mitigar los impactos que se puedan generar sobre el recurso agua por el desarrollo del proyecto, se propone la ejecución de un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, así como la ejecución de un Programa de obras de conservación de suelo y captura de agua, con la aplicación de estas medidas el proyecto no contraviene al presente criterio.
H4	Se deberán tomar las medidas pertinentes para preservar la biodiversidad de las zonas de conservación y protección.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias) el cual no se ubica en una zona de conservación y/o preservación. Sin embargo, con la intención de mitigar los impactos que se puedan generar sobre los recursos naturales por el desarrollo del proyecto, se propone la ejecución de un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, así como la ejecución de un Programa de obras de conservación de suelo y captura de agua, con la aplicación de estas medidas el proyecto no contraviene al presente criterio.
H5	En las zonas de conservación y preservación se deberán realizar evaluaciones de impacto ambiental y evaluaciones de riesgo en las modalidades que establezcan las autoridades para todo proyecto de	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” consiste en la construcción de Lotes residenciales con sus obras complementarias, el cual no se ubica en una zona de conservación y/o preservación, sin embargo, se elabora el

No.	Descripción	Vinculación
	desarrollo.	presente Documento Técnico Unificado Modalidad B Particular para obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental, y en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, y así estar en condiciones de poder desarrollar el presente proyecto y dar cumplimiento al presente criterio.
H6	Se deberán restringir nuevos aprovechamientos de agua subterránea en áreas de recarga.	El presente proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de agua subterránea. En este mismo contexto, la restricción de nuevos aprovechamientos de agua subterránea es materia de la autoridad responsable, por lo que el proyecto no contraviene el presente criterio.
H7	No deberán permitirse actividades en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	El presente proyecto no se ubica sobre corredores biológicos, por lo que el desarrollo de este no contraviene el presente criterio.
Desarrollo Turístico Hotelero		
I4	En las áreas no construidas se deberá mantener la cubierta vegetal original y en los espacios abiertos construidos, la correspondiente a los estratos arbóreo y arbustivo.	El proyecto no contempla el desarrollo turístico – hotelero, ya que presente construir lotes residenciales, y conforme a la dosificación de áreas que se presenta, el CUSTF se realizará únicamente en las áreas donde se pretende realizar la construcción, así que los espacios abiertos se mantendrán con la vegetación y suelos originales, por lo tanto, el desarrollo del proyecto no contraviene el presente criterio.
I5	Deberán evitarse construcciones que pongan en peligro el equilibrio ecológico de pantanos y esteros. Los cuerpos de agua no deberán ser desecados, debiéndose integrar al paisaje del área.	Al interior del predio donde se propone la ejecución del proyecto, no se identificaron pantanos ni esteros, por lo tanto, el desarrollo del proyecto no contraviene lo señalado en el presente criterio.
I6	No deberá permitirse el desarrollo de áreas inundables o parcialmente inundables si causan un impacto negativo y si no cuentan con las obras de protección necesarias.	Al interior del predio donde se plantea la construcción del Desarrollo inmobiliario “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” no se identificaron escurrimientos superficiales de carácter temporal, por lo que, el proyecto no se áreas inundables o parcialmente inundables, y, por ende, no contraviene el criterio I6.
I8	Deberán mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	Conforme a la dosificación de áreas que se presenta, el CUSTF se realizará únicamente en las áreas donde se pretende realizar la construcción. Sin embargo, como medida de mitigación por los impactos que se pudieran generar a la vegetación, se propone la ejecución de un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre y como una medida de compensación que permita la captura de agua se propone la ejecución de un Programa de obras de conservación de suelo y captura de agua, con lo que se dará cumplimiento al presente criterio.
I9	Se procurará que en el diseño de la pavimentación se permita la filtración del agua al subsuelo.	Durante la construcción del proyecto se manejará un diseño de drenaje que permita dirigir los escurrimientos pluviales hacia las áreas con vegetación dentro del proyecto, de tal manera, que se continúe con la infiltración al subsuelo, dando cumplimiento al presente criterio.
I10	No deberá permitirse ningún tipo de construcción en la zona de dunas costeras a lo largo del litoral.	Si bien el proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño”, se ubica cercano a la zona costera, este no se ubica en zona de playa ni dunas; Conforme al conjunto de datos vectoriales de Uso de suelo y/o vegetación, Escala 1:250,000, Serie VII de INEGI, al

No.	Descripción	Vinculación
		interior del predio donde se pretende desarrollar el proyecto en cuestión, no se desarrollan dunas costeras, por lo que, el proyecto no contraviene lo señalado en el presente criterio.
I11	Todos los proyectos de desarrollo localizados en la zona costera deberán incluir accesos públicos a la Zona Federal marítimo-terrestre.	Si bien el proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", se ubica cercano a la zona costera, sin embargo, este no se ubica en zona de playa ni dunas, por lo que, el desarrollo del proyecto no contraviene el presente criterio.
I12	Solo podrán desmontarse las áreas necesarias para las construcciones y caminos de acceso, de conformidad al avance del proyecto.	Conforme a la dosificación de áreas que se presenta, el CUSTF se realizará únicamente en las áreas donde se pretende realizar la construcción y los caminos de acceso, esta remoción se realizará de manera paulatina conforme al cronograma de actividades del presente estudio, con la finalidad de no tener áreas desprovistas de vegetación por tiempo prolongado sin que se realice la construcción en las mismas; considerando lo anterior, podemos decir que el proyecto cumple con lo señalado en el presente criterio.
I13	No se permitirá la desecación de cuerpos de agua.	Al interior del predio donde se pretende desarrollar el proyecto y dentro de la superficie que se solicita para CUSTF, no se identificaron cuerpos de agua, por lo tanto, el desarrollo del proyecto no contraviene lo señalado en el presente criterio.
I14	No se permitirá sin justificación técnica la obstrucción de escurrimientos pluviales, para la construcción de puentes, bordos, carreteras, terracerías, veredas. Puertos, muelles, canales y obras que puedan interrumpir el flujo del agua, deberán diseñarse alcantarillas (pasos de agua).	Al interior del predio donde se pretende desarrollar el presente proyecto, no se ubican escurrimientos superficiales de carácter temporal, por lo tanto, con el desarrollo del proyecto no se obstruirán estos escurrimientos y, por ende, no se contraviene con lo señalado en el presente criterio.
I16	Deberá procurarse que el drenaje pluvial y sanitario sea separado.	El manejo de las aguas residuales que se generen en el proyecto será de la siguiente manera: Durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción se utilizarán sanitarios portátiles, el manejo de las aguas residuales generadas por los sanitarios portátiles estará a cargo de la empresa que se proporcione ese servicio. Durante la etapa de Operación y mantenimiento del proyecto las aguas residuales que se generen serán enviadas y tratadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Partiendo de lo anterior, se concluye que el drenaje pluvial y el drenaje sanitario, se encontrarán separados en todas las etapas del proyecto, por lo tanto, se da cumplimiento al citado criterio.
I18	Se deberán establecer las medidas necesarias para evitar el arrastre de sedimentos por escurrimiento.	En el Capítulo VII del presente documento se presenta una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos que se pudieran generar por el desarrollo del proyecto sobre el recurso suelo, dentro de las que se pueden mencionar las siguientes: El desmonte se realizará de manera paulatina, se puede consultar en el procedimiento de desmonte direccionado en el Anexo 5. El desmonte se realizará solo en áreas donde se vaya a construir inmediatamente. No se dejarán áreas desmontadas por un tiempo prolongado.

No.	Descripción	Vinculación
		Con lo antes mencionado se da cumplimiento al presente criterio.
I19	En las actividades de desmonte no deberá hacerse uso del fuego.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, el cual dentro de sus actividades no contempla el uso del fuego.
I20	Deberá prohibirse el uso de explosivos en zonas de anidación, refugio y reproducción de fauna silvestre.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” consiste en un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, para el cual, dentro de sus actividades no se contempla el uso de explosivos, por lo tanto, no contraviene lo señalado en el presente criterio.
Criterios Ecológicos Específicos		
K11	La franja costera se considera adecuada para aprovechamientos turísticos de baja densidad (10 a 15 ctos/ha).	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” se trata del cambio de uso de suelo para el establecimiento de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros en una superficie total de 127,024.08 m^2 (12.7024 ha), las cuales, de acuerdo al presente criterio se le permite una densidad de 10 a 15 ctos/ha. Tomando en cuenta esto, se hace mención que el proyecto contempla del desarrollo de 37 lotes residenciales, por lo que no se sobrepasa el límite establecido y dando cumplimiento al criterio K11.
K17	No podrán realizarse ningún tipo de desarrollo en las zonas de desove de tortugas marinas y se seguirán los lineamientos de la normatividad respectiva.	El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, el cual se ubica fuera de cualquier tipo zonas de desove de tortugas marinas, por lo que, el proyecto en cuestión no contraviene el presente criterio.

CONCLUSIONES

Las medidas de prevención, mitigación y compensación contempladas en el POEDUyT deberán verificarse durante todas las etapas del proyecto para cumplir con lo establecido por la normatividad. De acuerdo con la vinculación del proyecto con los criterios ecológicos, este no contraviene con los lineamientos ambientales de la UGA T-17, cuya política ambiental de Conservación, con una vocación de uso del suelo apta para Turismo, secundariamente el uso Conservacionista.

III.3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

El proyecto “Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño” queda fuera de cualquier Área Natural Protegida (ANP), ya sea de índole Federal, Estatal o Municipal; la más cercana al proyecto es Sierra La Laguna a 29.86 km al noroeste de la superficie del proyecto, tal y como se aprecia en la siguiente figura.



Figura III. 4 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

III.4 Normas oficiales mexicanas

EN MATERIA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación del proyecto

En caso de que durante las etapas de preparación de sitio y construcción se generen residuos peligrosos derivado del uso de maquinaria, su manejo deberá ser de manera independiente a los residuos sólidos urbanos. Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades preparación del sitio y construcción del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones establecidas por la presente norma. Estos residuos serán separados y retirados del sitio. Para dar cumplimiento a la presente norma, dentro de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto se tienen las siguientes:

1. Se llevarán a cabo pláticas con el personal que labore en el proyecto sobre la identificación, clasificación y manejo de los residuos peligrosos.
2. La maquinaria, vehículos y equipo que para su funcionamiento necesiten de combustible como gasolina o diésel, deberán contar con el mantenimiento correspondiente fuera del área del proyecto.
3. Quedará estrictamente prohibido realizar el mantenimiento de maquinaria, vehículos o equipos al interior del área del proyecto.
4. Se deberá contar con un área para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos que se lleguen a generar durante las diferentes etapas del proyecto.

5. Se deberá contratar a una empresa debidamente autorizada que se haga cargo del trasporte y disposición final de los residuos peligrosos.

EN MATERIA DE AGUAS RESIDUALES

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación del proyecto

Durante la construcción del proyecto se emplearán letrinas móviles para los trabajadores, de acuerdo al trazo y avance del proyecto. Las aguas sanitarias generadas de esta forma serán colectadas y enviadas a un sitio autorizado (servicio provisto por una arrendadora de sanitarios portátiles), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea, en la etapa de operación para las obras que requiera, se contará con una PTAR.

EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Vinculación del proyecto

Las camionetas utilizadas en obra durante las etapas de preparación del sitio y construcción contarán mantenimiento periódico. Esta norma no es aplicable a la maquinaria. Se establecerá que los vehículos que laboren dentro del proyecto, presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmósfera.

NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Vinculación del proyecto

La maquinaria y equipo que se utilizará para las etapas de preparación de sitio y construcción deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.

EN MATERIA DE GENERACIÓN DE RUIDOS

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Vinculación del proyecto

Las camionetas utilizadas en obra durante las etapas de preparación de sitio y construcción serán objeto de mantenimiento preventivo, mantenimiento que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará para el desarrollo del proyecto.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Vinculación del proyecto

El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" consiste en un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, específicamente de la construcción de Lotes residenciales con sus obras complementarias, el cual en ninguna de sus etapas considera el establecimiento de alguna fuente fija que pueda ser considerada en esta norma, por lo tanto, el desarrollo del proyecto no contraviene con lo señalado en la presente Norma.

EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Vinculación del proyecto

Para la elaboración del presente estudio se realizó un análisis de la flora y fauna presentes en el área del proyecto, asimismo, se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio y de la flora registrada, como se describe en la sección de Flora y Fauna del Capítulo IV. Los resultados fueron los siguientes:

Es importante mencionar que dentro del área del proyecto no se encontró alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, en el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis, las cuáles serán prioritarias para su rescate y reubicación.

En cuanto a la fauna, para el polígono del proyecto, como se mencionó anteriormente únicamente se registró una especie catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cachora de árbol cola negra (Urosaurus nigricauda). También es importante mencionar que fueron registradas dos especies endémicas y dos especies semiendémicas.

NOM-162-SEMARNAT-2012. Establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

5. Especificaciones generales de la norma.

5.1. Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:

5.2. El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.

5.3. Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.

5.4. En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:

5.4.1. Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.

5.4.2. Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.

5.4.3. Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.

5.4.4. Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.

5.4.5. Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:

Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.

Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.

Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.

5.4.6. Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.

Vinculación del proyecto

El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" consiste en un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, específicamente de la construcción de Lotes residenciales con sus obras complementarias, ubicado geopolíticamente en el municipio de Los Cabos, en el estado de Baja California Sur. En el área del proyecto no se reporta anidación de tortugas debido a la distancia que este mantiene con la costa, sin embargo, durante todas las etapas del presente proyecto se tendrá en cuenta lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012.

III.5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO (PMD) 2024 – 2027

A continuación, se realiza la vinculación correspondiente con el Plan Municipal de Desarrollo de Los Cabos 2024 – 2027.

Tabla III. 8 Vinculación del proyecto con el PMD 2024 – 2027 para el municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

PMD 2024 – 2027	Vinculación
El Plan Municipal de desarrollo Los Cabos 2024-2027, ha sido elaborado con el objetivo de establecer ejes estratégicos, proyectos, acciones y metas que se deberán emprender para guiar el desarrollo de las políticas públicas del Gobierno municipal. El Plan se compone de 8 Ejes Prioritarios, los cuales se presentan a continuación. ▪ Eje 1. Bienestar e inclusión social Protección integral de niños, niñas y adolescentes. Orden social y participativo. ▪ Eje 2. Desarrollo económico sostenible Desarrollo rural. Apoyo a pequeñas y medianas empresas. ▪ Eje 3. Gestión integral del agua Gestión del agua y saneamiento. Cultura del agua. ▪ Eje 4. Infraestructura y movilidad Gestión y estrategia de movilidad. Regularización urbanística.	El proyecto "Lotes Residenciales Tercera Etapa Migriño" se trata de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros, específicamente en la construcción de Lotes residenciales con sus obras complementarias. De acuerdo a los ejes prioritarios del Plan Municipal de Desarrollo, las actividades del proyecto cumplen con las estrategias propuestas por el PMD. En este sentido, el proyecto contribuirá con el Desarrollo económico en el municipio de Los Cabos al desarrollar los lotes residenciales, ya que para su desarrollo se generarán empleos ya sea de manera temporal durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, y empleos permanentes durante la etapa de operación y mantenimiento del mismo, ya que se requerirán trabajadores para el mantenimiento general de la obra. Además de la generación de empleos durante la etapa de preparación del sitio se requerirá la contratación de profesionistas para llevar a cabo las actividades de rescate de flora y fauna silvestre, así como la renta maquinaria pesada y equipo para las actividades de desmonte y despalme de la

PMD 2024 – 2027	Vinculación
▪ Eje 5. Servicios públicos integrales Atención y mantenimiento a caminos rurales. Mantenimiento de vialidades y accesos. ▪ Eje 6. Construyendo una mejor seguridad pública Seguridad preventiva. Regulación de tránsito. ▪ Eje 7. Gobierno innovador y transparente Planificación municipal. Gestión administrativa. ▪ Eje 8. Protección ecológica y conservación de los recursos naturales. Conservación de ecosistemas naturales. Gestionar áreas protegidas, reservas naturales y zonas de conservación.	superficie de CUSTF. De la misma manera, se generarán empleos Durante la etapa de preparación de sitio y construcción se requerirá de materiales e insumos que se adquirirán en los establecimientos dedicados a la venta de los mismos. Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se requerirán los servicios de recolección de residuos sólidos urbanos, jardinería, mantenimiento de obras, entre otros, por lo tanto, se contratarán empresas que se dedican a realizar estas actividades. Como se puede apreciar, con la ejecución del presente proyecto se coadyuvará en el desarrollo de la economía local, regional y municipal, lo que se traduce en un aumento en la calidad de vida de las personas que laboren en el proyecto, así como un incremento en la derrama económica.

PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO SAN JOSÉ DEL CABO – CABO SAN LUCAS 2040

La dosificación del territorio en base a su uso de suelo y la localización del mismo, responde a las estrategias establecidas en el presente Plan, por lo que esta distribución se ve orientada a generar un crecimiento continuo de las áreas urbanas, además de generar espacios con densidades de vivienda más altas cercanos a los sitios concentradores de actividad establecidos, por lo que los espacios con menor densidad se localizan a distancias más lejanas de estos, basándose en teorías de transectos de integración entre lo rural y lo urbano. Los usos establecidos en esta distribución son los siguientes.

Tabla III. 9 Usos establecidos para el Plan Director de Desarrollo Urbano San José del Cabo – Cabo San Lucas 2040.

Descripción	Superficie (ha)	%
Habitacional	8,637.06	24.71
Comercial	177.24	0.51
Industrial	108.01	0.31
Turístico Hotelero	4,125.34	11.80
Turístico residencial	11,084.20	31.71
Mixto	2,181.35	6.24
Reserva Urbana	2,261.51	6.47
Equipamiento	6,382.42	18.26
Total	34,957.13	100.00

En atención a la zonificación secundaria señalada en el presente PDDU, se determinó que la superficie total que comprende el proyecto NO se encuentra inmerso dentro de dicha zonificación.

III.6 Otros instrumentos

A continuación, se presenta la vinculación con otros instrumentos:

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). Las RTP, corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país; así como por una integridad biológica

significativa y una oportunidad real de conservación. El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. De acuerdo a la zonificación de las regiones prioritarias terrestres, EL PROYECTO SE ENCUENTRA FUERA DE UNA RTP, la más cercana al mismo es la denominada Sierra de La Laguna ubicada a 29.90 km al noroeste del AP, como se muestra en la siguiente figura.



Figura III. 5 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior, EL PROYECTO ESTÁ TOTALMENTE FUERA DE UNA RTP. La RTP más cercana se encuentra a 29 km al noroeste.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Estas áreas son congruentes con la delimitación biogeográfica presente en todo el país, en la que se representan unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que albergan grupos de especies con un origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisonomía de la vegetación. En la siguiente figura se puede observar que el área de estudio con respecto a la distribución de las AICA.



Figura III. 6 Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

Vinculación con el proyecto. Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto no se encuentra dentro de alguna AICA. Con base en lo anterior se puede indicar que el desarrollo del presente proyecto es congruente con el ambiente.

Región Hidrológica Prioritaria (RHP). Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global. Se elaboraron fichas técnicas para cada región hidrológica prioritaria identificada. Éstas contienen información general de tipo limnológico, geológico/edáfico, recursos hídricos y biodiversidad, así como de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso, a continuación se presenta la ubicación del proyecto con respecto a las regiones hidrológicas prioritarias.



Figura III. 7 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Vinculación con el proyecto. Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso dentro de la RHP 10. Sierra de La Laguna y oasis aledaños, entre sus características se destaca que es una isla de vegetación rodeada de desierto; alberga a la mayor biodiversidad del estado. Clima templado subhúmedo con lluvias en verano e invierno, semiseco semicálido, seco semicálido, muy seco muy cálido y seco muy cálido con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-26º C. Precipitación total anual de 100-700 mm.

Principales poblados: San José del Cabo, Todos Santos, Santiago, San Bartolo, Cabo San Lucas

Actividad económica principal: ganadería extensiva, agricultura extensiva e intensiva, turismo

Tabla III. 10 Vinculación con el RHP 10. Sierra de La Laguna y oasis aledaños.

RHP	CONSERVACIÓN	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
RHP 10. Sierra de La Laguna y Oasis Aledaños	Se necesita un ordenamiento de la infraestructura turística y ecológica. Santiago representa la zona agrícola más importante de todos los oasis. Sin embargo, las prácticas de la ganadería extensiva, la	Modificación del entorno: por obras de ingeniería, asentamientos humanos, ganadería extensiva y deforestación.	El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño", consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), el cual se propone llevar a cabo en una superficie total de 12.7024 ha, que se encuentran cubiertas por vegetación del tipo Matorral sarcocaule, mismas que se solicitan para CUSTF.

RHP	CONSERVACIÓN	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	apertura de caminos y el abandono de campos de cultivo en zonas cercanas al oasis han acelerado el proceso de transporte de partículas, contribuyendo al azolve de la antigua laguna. En relación al palmar, la sobreexplotación del agua para actividades productivas ha ocasionado su desmonte y su utilización como áreas de cultivos. Comprende a la Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna desde 1994.		La ejecución del proyecto conlleva el desmonte de áreas cubiertas de vegetación, sin embargo, conforme a la dosificación de áreas planteadas en el Capítulo II del presente estudio, dicho desmonte se realizará solamente en las áreas donde se realicen las construcciones (vialidades y lotes residenciales). Como medida de mitigación por los impactos que se generen a la vegetación se propone un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, así como un Programa de obras de conservación de suelo y captura de agua mediante el cual contribuya a mitigar y/o compensar la pérdida de suelos y la disminución en la captura de agua, considerando que las actividades del proyecto se ejecutarán de manera paulatina. Si bien es cierto que el desarrollo del proyecto provocará una modificación del entorno, este no se considera significativo ya que la superficie del proyecto es muy pequeña comparada con la superficie total de la RHP Sierra de la laguna y Oasis aledaños.
		Contaminación: por turismo y descarga de efluentes domésticos.	Para prevenir generar impacto de contaminación de suelo y agua, el Proyecto aplicará un Programa de obras de conservación de suelo y captura de agua mediante el cual contribuya a mitigar y/o compensar la pérdida de suelos y la disminución en la captura de agua y Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos donde se indicarán los procedimientos a seguir para la recolección, separación, traslado y disposición final de todos los residuos generados durante las diferentes fases del Proyecto. En el caso de las aguas residuales, se utilizarán sanitarios portátiles durante la fase de preparación del sitio y construcción. En la etapa de operación se conectará con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ubicada en el desarrollo inmobiliario colindante. Con el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y aguas residuales, que se generen por el desarrollo del proyecto, se asegurará que la problemática de contaminación no se incremente dentro de la RHP en cuestión.

RHP	CONSERVACIÓN	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Uso de recursos: El oasis Santiago provee de agua a poblaciones aledañas importantes. Tala de carrizo y palma de hoja para fines de paisaje.	En lo que respecta al oasis Santiago, este se ubica aproximadamente a 58 km al noreste del proyecto, por lo tanto, el desarrollo del mismo no afectará en ningún momento el funcionamiento del oasis. El desarrollo del proyecto se plantea en un tipo de vegetación característico de Matorral sarcocaule.

Regiones Marinas Prioritarias (RMP). Estas regiones se crearon considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

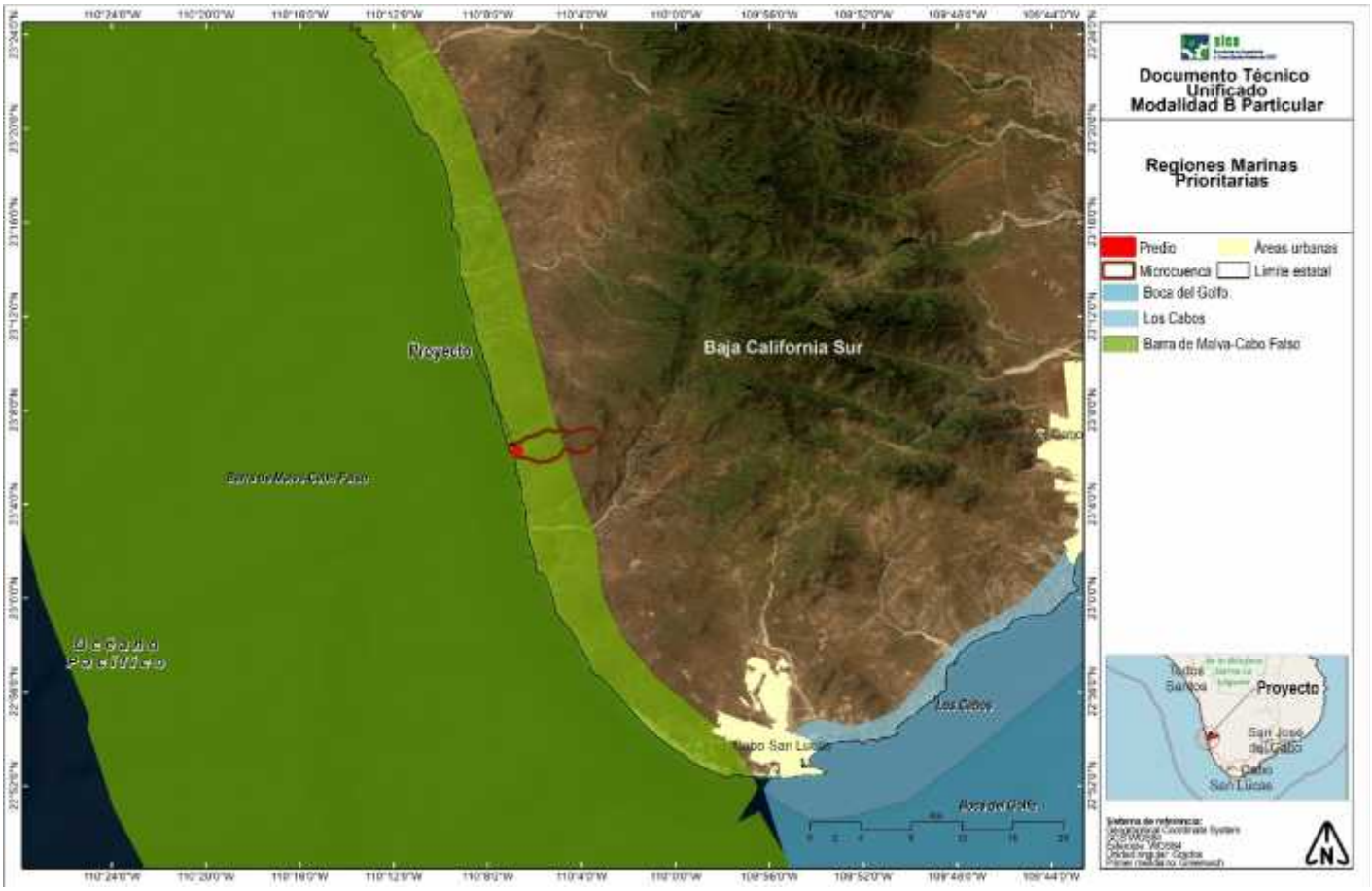


Figura III. 8 Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.

Vinculación con el proyecto. Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra en la RMP 5. Barra de Malva-Cabo Falso, la cual tiene un clima cálido a semicálido, seco extremoso con lluvias en verano. Temperatura media anual de 18-22° C. Ocurren huracanes, tormentas tropicales y frentes fríos. Aspectos económicos: poca pesca de peces, moluscos y crustáceos (artesanal y deportiva). Turismo de alto impacto. Hay actividades mineras, industriales y de transporte.

Tabla III. 11 Vinculación con el RMP 5. Barra de Malva – Cabo Falso.

RMP	PROBLEMÁTICAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
RMP 5. Barra de Malva – Cabo Falso.	Modificación del entorno: el área se mantiene en buen estado con excepción de algunas obras costeras portuarias.	El proyecto, aunque se encuentra en una zona costera, este no pretende desarrollarse en una zona portuaria, por lo que no afectaría la problemática presente.
	Existe presión sobre la tortuga laúd, perros introducidos y manejo inadecuado de la pesca deportiva.	El proyecto "Lotes residenciales Tercera Etapa Migriño" consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras complementarias), por lo que no se consideran actividades de pesca o cualquier otra actividad que represente uso de la fauna.

En resumen, se presenta la siguiente tabla de cumplimiento:

Tabla III. 12 Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP y RHP.

REGIONES	AFECTA O ESTÁ DENTRO	CUMPLIMIENTO
Áreas Naturales Protegidas (ANP's)	No está dentro de algún área protegida	SI CUMPLE
Regiones Terrestres Prioritarias	No está dentro de algún RTP.	SI CUMPLE
Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)	No está dentro de alguna AICAS	SI CUMPLE
Regiones Marinas Prioritarias	Cuenta con actividades para reducir la problemática	SI CUMPLE
Región Hidrológica Prioritaria	Cuenta con actividades para reducir la problemática	SI CUMPLE

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 1
IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto 1
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA) 19
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA 19
IV.2.2 Caracterización 19
IV.2.2.1 Medio abiótico 19
IV.2.2.2 Medio biótico 29
IV.2.2.3 Medio socioeconómico 102
IV.2.2.4 Paisaje 107
IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto 109
IV.4 Diagnóstico ambiental 122

TABLAS

Tabla IV. 1 Coordenadas del Sistema Ambiental (UTM, zona 12Q) 16
Tabla IV. 2 Temperatura y precipitación media anual. 20
Tabla IV. 3 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato epífitas y cactáceas. 37
Tabla IV. 4 Tabla del índice de Completitud del estrato epífitas y cactáceas. 37
Tabla IV. 5 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo. 37
Tabla IV. 6 Tabla del índice de Completitud del estrato arbustivo 38
Tabla IV. 7 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbóreo. 38
Tabla IV. 8 Tabla del índice de Completitud del estrato arbóreo. 38
Tabla IV. 9 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 12Q) 45
Tabla IV. 10 Listado de especies registradas. 46
Tabla IV. 11 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato epífitas y cactáceas. 49
Tabla IV. 12 Tabla del índice de Completitud del estrato epífitas y cactáceas. 49
Tabla IV. 13 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo. 50
Tabla IV. 14 Tabla del índice de Completitud del estrato arbustivo 50
Tabla IV. 15 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbóreo. 50
Tabla IV. 16 Tabla del índice de Completitud del estrato arbóreo. 51
Tabla IV. 17 Estimación del VIR de las especies del estrato epífitas y cactáceas. 51
Tabla IV. 18 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato epífitas y cactáceas del predio bajo estudio. 52
Tabla IV. 19 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato epífitas y cactáceas del predio bajo estudio. 52
Tabla IV. 20 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio. 53
Tabla IV. 21 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio. 54
Tabla IV. 22 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio. 54
Tabla IV. 23 Estimación del VIR de las especies del estrato arbóreo. 54
Tabla IV. 24 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio. 55
Tabla IV. 25 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbóreo del predio bajo estudio. 55
Tabla IV.26. Comparativo de la fauna silvestre regional y local. 62
Tabla IV.27. Coordenadas de los transectos de muestreo para fauna. 66
Tabla IV.28. Coordenadas de los transectos de muestreo para fauna. 69
Tabla IV.29. Coordenadas de las cámaras trampas instaladas dentro del polígono del proyecto. 70
Tabla IV.30. Coordenadas de las cámaras trampas instaladas dentro de la Microcuenca. 70

Tabla IV.31. Descripción de las categorías utilizadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 71
Tabla IV.32. Descripción de las categorías para la designación de tipo de distribución. 72
Tabla IV.33. Descripción de las categorías para la designación de tipo de endemismo 72
Tabla IV.34. Listado de especies reportadas de forma bibliográfica para el área del proyecto. 74
Tabla IV.35. Listado de especies registradas en el muestreo realizado en la MC del proyecto. 75
Tabla IV.36. Número de especies de fauna silvestre reportadas para la MC. Especies endémicas de la península de Baja California Sur, especies bajo algún Estatus de Conservación. 76
Tabla IV.37. Riqueza y abundancia total de las especies de reptiles verificadas. 77
Tabla IV.38. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el sistema ambiental del proyecto. 78
Tabla IV.39. Riqueza y abundancia total de las especies de aves verificadas. 78
Tabla IV.40. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el sistema ambiental del proyecto. 80
Tabla IV.41. Riqueza y abundancia total de las especies de mamíferos verificados. 80
Tabla IV.42. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del polígono del proyecto. 81
Tabla IV.43. Listado de especies registradas con cámaras trampa. 81
Tabla IV.44. de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el sistema ambiental. 85
Tabla IV.45. Estimadores de riqueza y representatividad para el grupo de las aves durante las etapas de muestreo. 85
Tabla IV.46. Estimadores de riqueza y representatividad para los mamíferos durante las etapas de muestreo. 86
Tabla IV.47. Listado de especies registradas en el muestreo realizado dentro del polígono del proyecto. 87
Tabla IV.48. Número de especies de fauna silvestre reportadas para el predio del proyecto. Especies endémicas de la península de Baja California Sur, especies bajo algún Estatus de Conservación. 88
Tabla IV.49. Riqueza y abundancia total de las especies de reptiles verificadas. 89
Tabla IV.50. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el área del proyecto. 89
Tabla IV.51. Riqueza y abundancia total de las especies de aves verificadas. 89
Tabla IV.52. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el sistema ambiental del proyecto. 91
Tabla IV.53. Riqueza y abundancia total de las especies de mamíferos verificados. 91
Tabla IV.54. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del polígono del proyecto. 92
Tabla IV.55. Listado de especies registradas con cámaras trampa. 92
Tabla IV.56. Estimadores de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el predio del proyecto. 96
Tabla IV.57. Estimadores de riqueza y representatividad para el grupo de las aves durante las etapas de muestreo en el predio del proyecto. 96
Tabla IV.58. Estimadores de riqueza y representatividad para los mamíferos durante las etapas de muestreo. 97
Tabla IV.59. Especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas registradas durante los muestreos en la microcuenca y el polígono del proyecto bajo estudio. 98
Tabla IV.60. Riquezas y abundancias de los diferentes grupos registrados durante el trabajo de campo en el polígono del proyecto. 100
Tabla IV. 61 Paisaje en el área del estudio. 108
Tabla IV. 62 Resultados del análisis de pérdida de suelo por erosión hídrica en el área de estudio. 110
Tabla IV. 63 Resultados del análisis de pérdida de suelo por erosión eólica en el área de estudio. 111
Tabla IV. 64 Erosión hídrica y eólica dentro del área de CUSTF. 111

Tabla IV. 65 Resultado del análisis de la calidad del agua en pozos cercanos al Area de estudio. 112
Tabla IV. 66 Estimación de la capacidad de tratamiento del suelo en el área de estudio. 114
Tabla IV. 67 Balance hidrológico en el área de estudio. 115
Tabla IV. 68 Densidades de carbono por uso del suelo/clase de cobertura en México: 116
Tabla IV. 69 Captura de carbono en los escenarios 1 y 2. 117
Tabla IV. 70 Captura de carbono en los escenarios 3. 117
Tabla IV. 71 Toneladas de producción de O_2. 118
Tabla IV. 72 Parámetros para la determinación del índice de conservación. 132
Tabla IV. 73 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas. 132
Tabla IV. 74 Clasificación de la pérdida total del hábitat. 132
Tabla IV. 75 Análisis de bloques de hábitats. 133
Tabla IV. 76 Grado de fragmentación del hábitat. 134
Tabla IV. 77 Conversión anual. 134
Tabla IV. 78 Análisis del grado de Protección. 135
Tabla IV. 79 Estado de conservación instantáneo 136
Tabla IV. 80 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas. 137
Tabla IV. 81 Análisis de amenazas. 138
Tabla IV. 82 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas. 139

FIGURAS

Figura IV. 1 Ubicación del proyecto con respecto a la Cuenca RH3 Baja California Sur Oeste (Magdalena) 2
Figura IV. 2 Ubicación del proyecto con respecto al municipio de Los Cabos en el estado de Baja California Sur. 3
Figura IV. 3 Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias. 4
Figura IV. 4 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs). 5
Figura IV. 5 Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 6
Figura IV. 6 Ubicación del proyecto con respecto a los climas. 7
Figura IV. 7 Ubicación del proyecto con respecto a los suelos. 8
Figura IV. 8 Ubicación del proyecto con respecto a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII. 9
Figura IV. 9 Ubicación del proyecto con respecto a la ANP cercana. 10
Figura IV. 10 Ubicación del proyecto con respecto a la Subcuenca RH03Aa Arroyo Candelaria. 11
Figura IV. 11 Modelo digital de elevaciones (DEM) del cual fue la base para obtener los flujos en la subcuenca en la que se ubica el proyecto. 12
Figura IV. 12 Cruces de una red de cursos de agua derivada de la acumulación de flujos de agua. 13
Figura IV. 13 Acumulación de flujos cercanos al área del proyecto. 14
Figura IV. 14 Ubicación del proyecto con respecto a la Microcuenca generada. 15
Figura IV. 15 Delimitación del sistema ambiental basado en la microcuecna geenrada. 16
Figura IV. 16 Tipo de clima en el SA. 20
Figura IV. 17 Índice de peligro por inundación en la microcuenca y CUSTF. 23
Figura IV. 18 Ubicación del predio con respecto a la subprovincias fisiográficas y sistema de topoformas. 24
Figura IV. 19 Tipos de suelo en el área de CUSTF y microcuenca. 26
Figura IV. 20 Plano del predio y microcuenca respecto a escurrimientos cercanos. 27
Figura IV. 21 Precipitación en área de CUSTF y microcuenca. 28
Figura IV. 22 Ubicación del proyecto en la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII. 29
Figura IV. 23 Fotografía panorámica del área del proyecto. 30
Figura IV. 24 Levantamiento de las parcelas de muestreo. 31
Figura IV. 25 Toma de datos en campo 31
Figura IV. 26 Distribución de los sitios de muestreo dentro del SA. 34

Figura IV. 27 Distribución de los sitios de muestreo en el predio bajo estudio. 45
Figura IV. 28 Sitios de muestreo de la fauna silvestre en la microcuenca. 67
Figura IV. 29 Sitios de muestreo de la fauna silvestre dentro del polígono del proyecto 69
Figura IV. 30 Ubicación de las cámaras trampas instaladas para el muestreo en el área de estudio dentro del predio y la microcuenca. 70
Figura IV. 31 Ejemplar de lince americano (Lynx Rufus) fotografiado en el sitio 4. 82
Figura IV. 32 Ejemplar de asno (Equus asinus) fotografiado en el sitio 4. 82
Figura IV. 33 de zorrita gris (Urocyon cinereoargenteus) fotografiado en el sitio 6. 83
Figura IV. 34 Ejemplar de venado bura (Odocoileus hemionus) fotografiado en el sitio 6. 83
Figura IV. 35 Ejemplar de liebre cola negra (Lepus californicus) fotografiado en el sitio 3 84
Figura IV. 36 Datos Generales del Municipio 103
Figura IV. 37 Servicios en las viviendas del municipio de Los Cabos (2010-2020) 105
Figura IV. 38 Evolución salario promedio mensual en Baja California Sur (diferenciando trabajadores formales e informales). 106
Figura IV. 39 Infraestructura de servicios de salud en Los Cabos (2021). 107
Figura IV. 40 El suelo como reactor. A) Energía, representada como materia orgánica., B) la maquinaria, representada por los microorganismos y los constituyentes del suelo (arcillas principalmente), y C) productos finales, destacando el humus. 113
Figura IV. 41 Ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo. 128

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

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

Para delimitar el Sistema Ambiental (SA) se realizó un análisis de las condiciones abióticas y bióticas (aspecto ecológico) de la zona en la cual se encuentra inmerso el proyecto, tal y como se pueden observar en las figuras siguientes.

En primera instancia, como ya se mencionó, se delimito el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos normativos y de planeación, tomando como base los siguientes atributos, entre los que se encuentran las siguientes:

- Dimensiones del proyecto.
- Ubicación.
- Unidades de gestión ambiental.
- Áreas Naturales Protegidas
- Unidades climáticas.
- Unidades edafológicas.
- Uso de suelo y Vegetación.
- Cuenca

Una vez determinado técnicamente los atributos para la delimitación del SA se sobrepusieron todas las capas temáticas para su mejor acotamiento en el programa ArcMap 10.2 y utilizando la información de las capas o shapes obtenidas del portal del INEGI, CONABIO y del estado de Baja California Sur, esto se realizó con el objetivo de poder determinar en base a los criterios anteriormente enlistados y los recorridos de campo, las áreas y temas que deben de quedar incluidas y excluidas para la delimitación del SA. Una vez analizados todos los atributos se procedió a definir el SA, para ello se observó que todos los atributos físicos y biológicos sobrepasaban el predio, perdiéndose la posibilidad de realizar una evaluación objetiva.

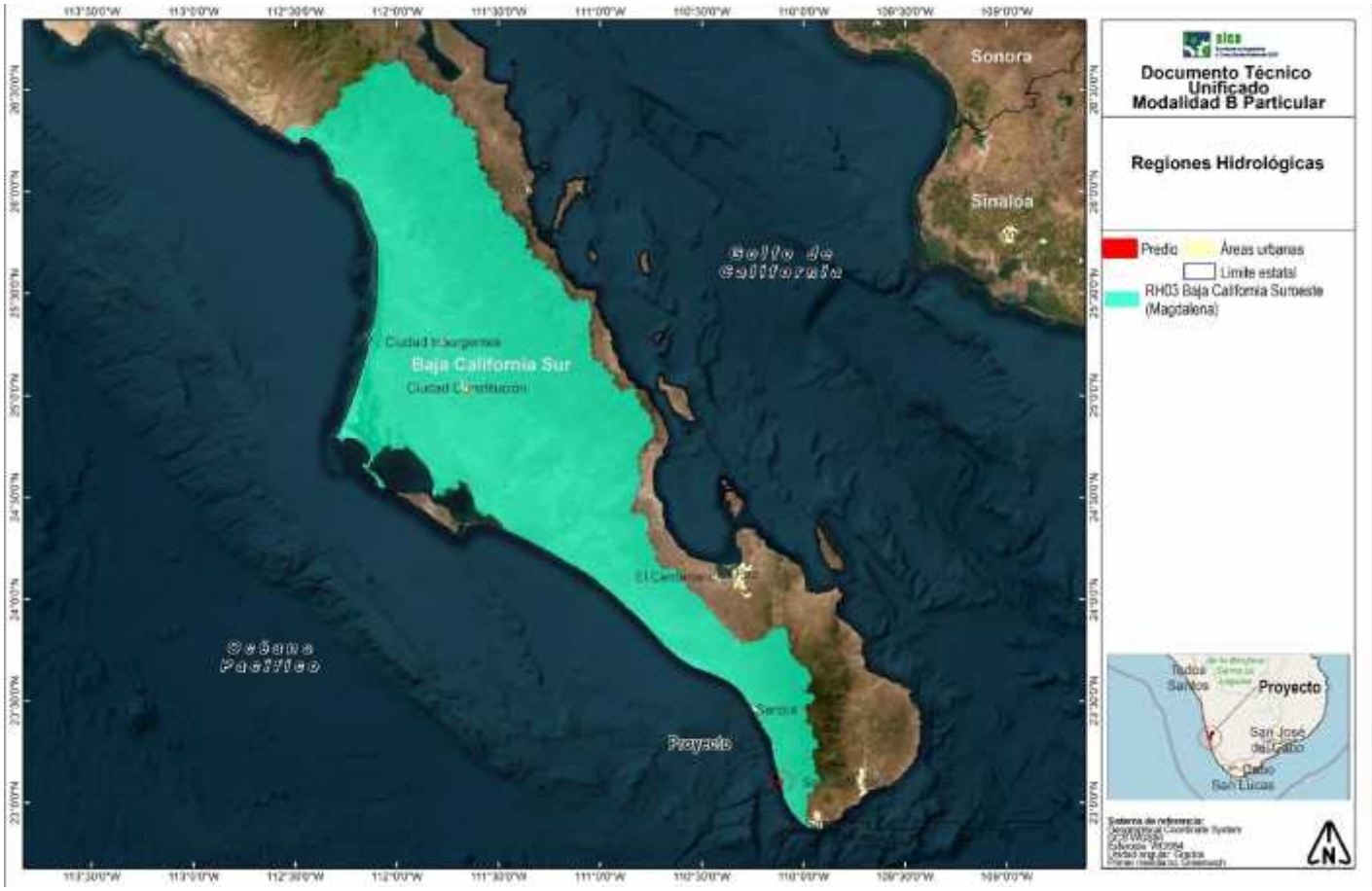


Figura IV. 1 Ubicación del proyecto con respecto a la Cuenca RH3 Baja California Sur Oeste (Magdalena)

En primera instancia, se contempló la regionalización ambiental de la cuenca RH3 Baja California Sur Oeste (Figura anterior), sin embargo, los límites geográficos de esta, no son aptos para considerarlos como la delimitación del sistema ambiental, puesto que su extensión es considerablemente mayor a la superficie que ocupa el desplante del proyecto, por lo que los elementos ambientales con los que interactúan el proyecto, corresponden a un porcentaje mínimo respecto a la totalidad de elementos bióticos y abióticos de la cuenca, lo que provoca una percepción minimizada de los posibles impactos ambientales derivados de la implementación del proyecto.

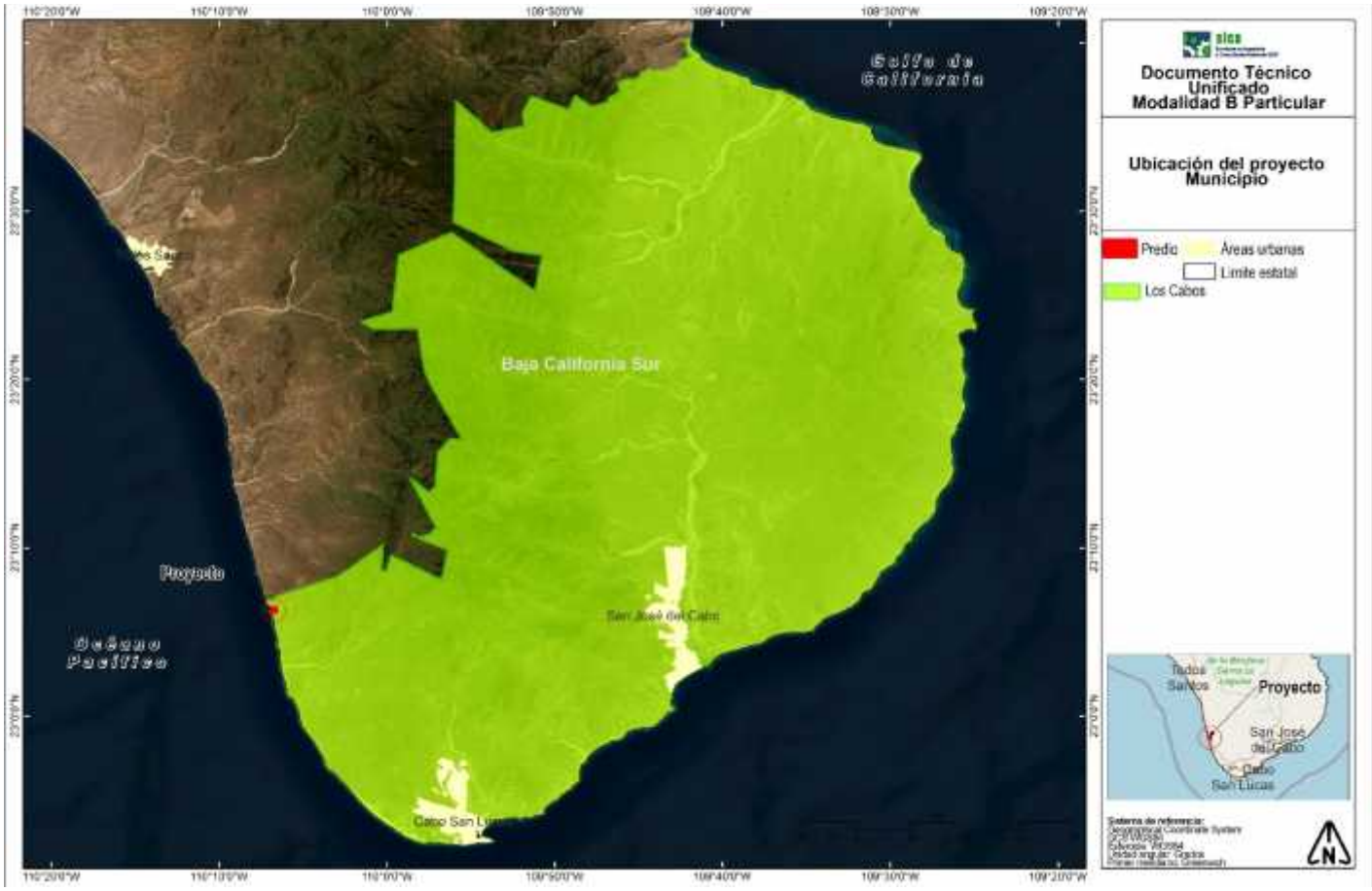


Figura IV. 2 Ubicación del proyecto con respecto al municipio de Los Cabos en el estado de Baja California Sur.

En cuanto al municipio de Los Cabos, este es demasiado amplia y no es delimitada en base a criterios bióticos o abióticos, sino por límites políticos, no obstante, en la delimitación se tomará en cuenta las poblaciones cercanas, ya que ellas se obtendrán insumos y personal necesarios para la obra.



Figura IV. 3 Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.

El proyecto se ubica FUERA DE UNA RTP, la más cercana al mismo es la denominada Sierra de La Laguna ubicada a 29.90 km al noroeste del área del proyecto. Se tomarán medidas de prevención y mitigación para minimizar el daño que se le pudiese causar a la fauna presente.



Figura IV. 4 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs).

Como se observa en la figura anterior el proyecto está fuera de algún AICA, no obstante, se considera un área de donde se reubicarán las especies de flora y fauna rescatas, dicha área contará con vegetación arbustiva y arbórea que puedan ofrecer áreas de percha, refugio y alimentación, por otro lado, se ejecutara un programa de rescate y reubicación de fauna, en la que se implementarán actividades de ahuyenta de especies.



Figura IV. 5 Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso dentro de la RHP 10. Sierra de La Laguna y oasis aledaños, sin embargo, se contemplan medidas para contribuir a la captación de agua y medidas para evitar la contaminación del manto freático.

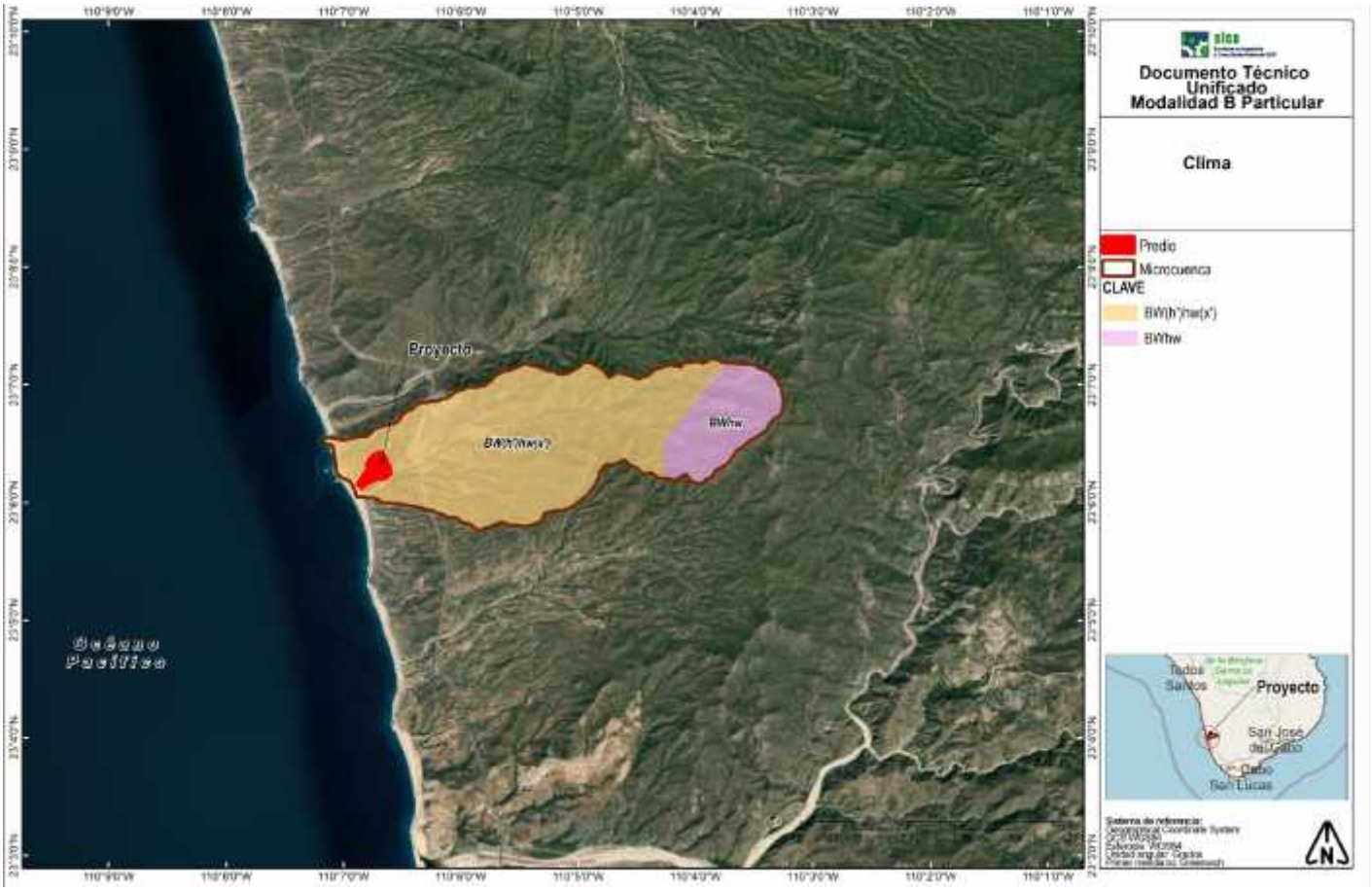


Figura IV. 6 Ubicación del proyecto con respecto a los climas.

El clima es un factor abiótico que no será afectado por la implementación del proyecto, además el tipo de clima registrado en la zona está muy representado en esta zona, que corresponde a un tipo de clima Muy seco cálido (BW(h')hw'(x')), el cual se caracteriza por ser un tipo de clima perteneciente al grupo de los secos seco; que caracteriza a un área donde la manifestación de los elementos meteorológicos (precipitación, temperatura) presentan condiciones tales que la evaporación excede a la precipitación y se presenta una temperatura media anual mayor a 22°C y con una temperatura del mes más frío mayor a 18°C.

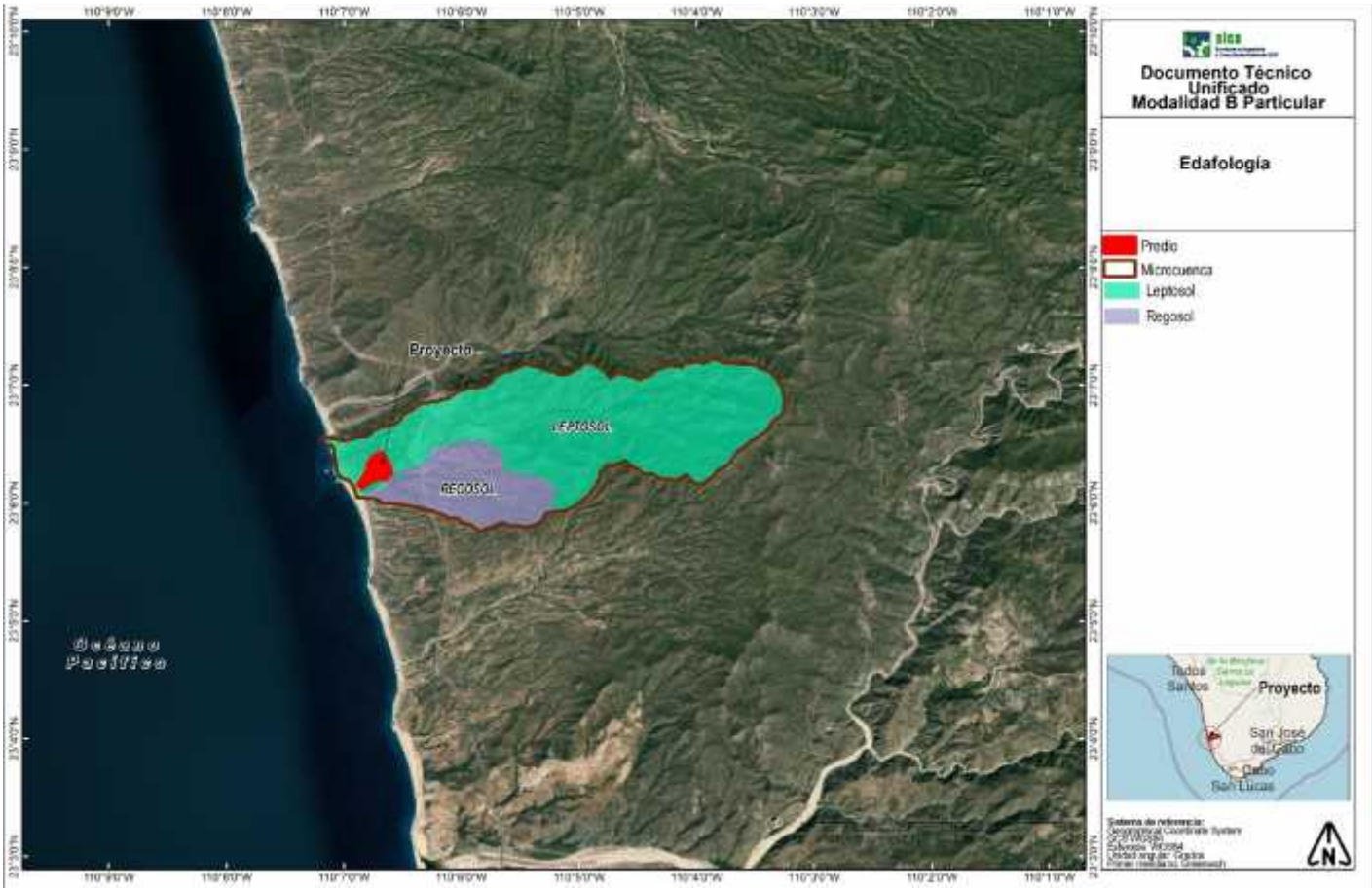


Figura IV. 7 Ubicación del proyecto con respecto a los suelos.

En cuanto suelo y como se puede observar en la figura anterior, los tipos de suelo que se distribuyen en la zona son muy amplios.

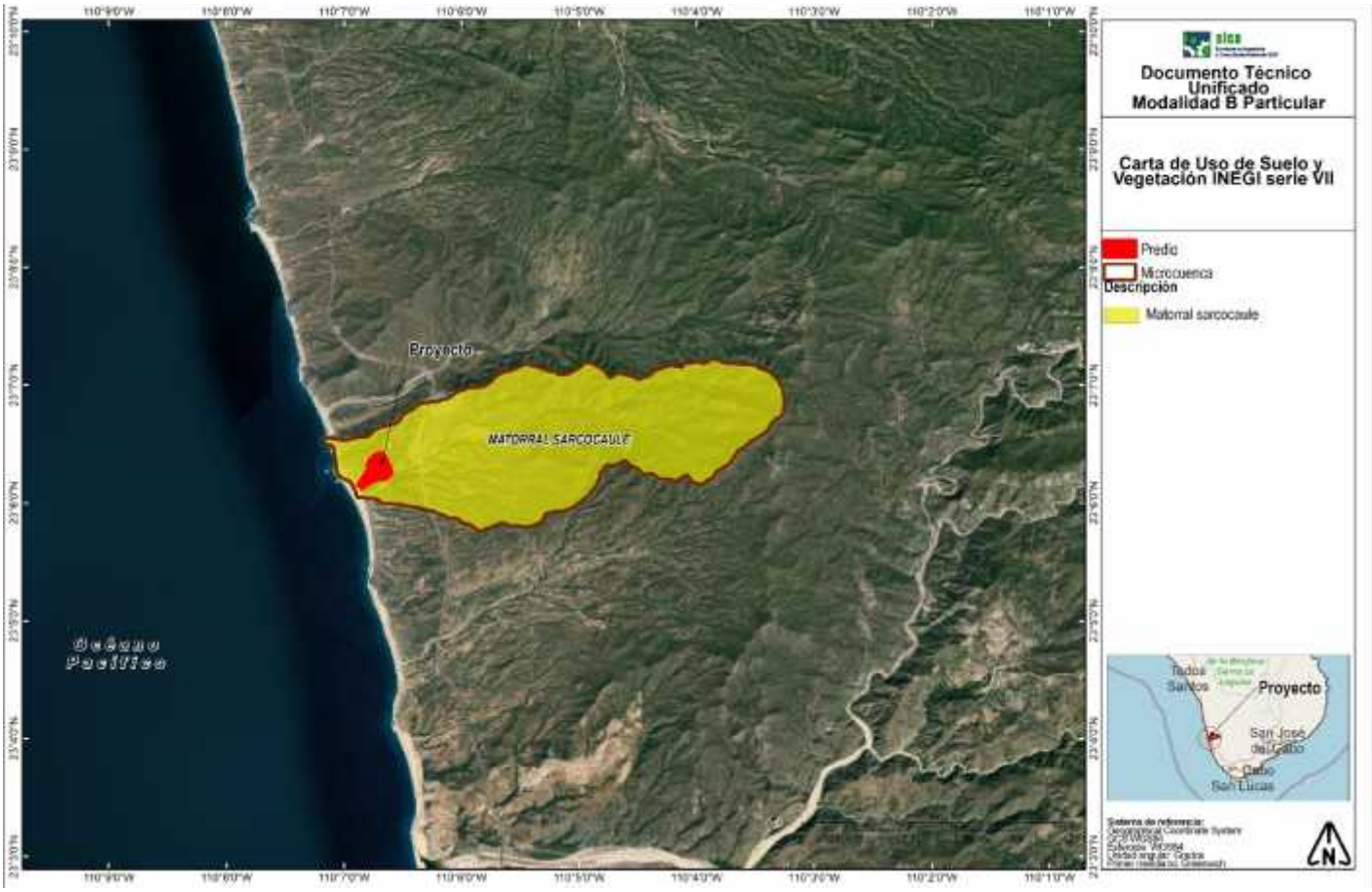


Figura IV. 8 Ubicación del proyecto con respecto a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VII.

Como se observa en la figura anterior, el uso de suelo corresponde a vegetación de matorral sarcocaule, la cual está muy representada en esta zona del estado de Baja California Sur.



Figura IV. 9 Ubicación del proyecto con respecto a la ANP cercana.

En la figura anterior se observa a la ubicación del proyecto queda fuera de cualquier Área Natural Protegida (ANP), ya sea de índole Federal, Estatal o Municipal; la más cercana al proyecto es Sierra La Laguna a 29.96 km al noroeste de la superficie del proyecto.



Figura IV. 10 Ubicación del proyecto con respecto a la Subcuenca RH03Aa Arroyo Candelaria.

Como se observa en esta figura (figura anterior), el proyecto se ubica en la Subcuenca RH03Aa Arroyo Candelaria y como se observa sigue siendo muy extenso, e incluso abarca ecosistemas que no se verán afectados.

Como se observa en las figuras anteriores, las unidades de análisis son muy extensas en comparación con la influencia y tipo de proyecto, por lo tanto se procedió a la delimitación de una cuenca con datos vectoriales y con el software Arcgis.

Las cuencas hidrográficas se pueden definir a partir de un DEM calculando la dirección del flujo y utilizándola en la herramienta Cuenca hidrográfica.

Para determinar el área de la cuenca contribuyente, primero se debe crear un ráster que represente la dirección del flujo con la herramienta Dirección de flujo.

A continuación, se presentan los aspectos relevantes para la delimitación de la cuenca que se utilizará como el sistema ambiental (SA)

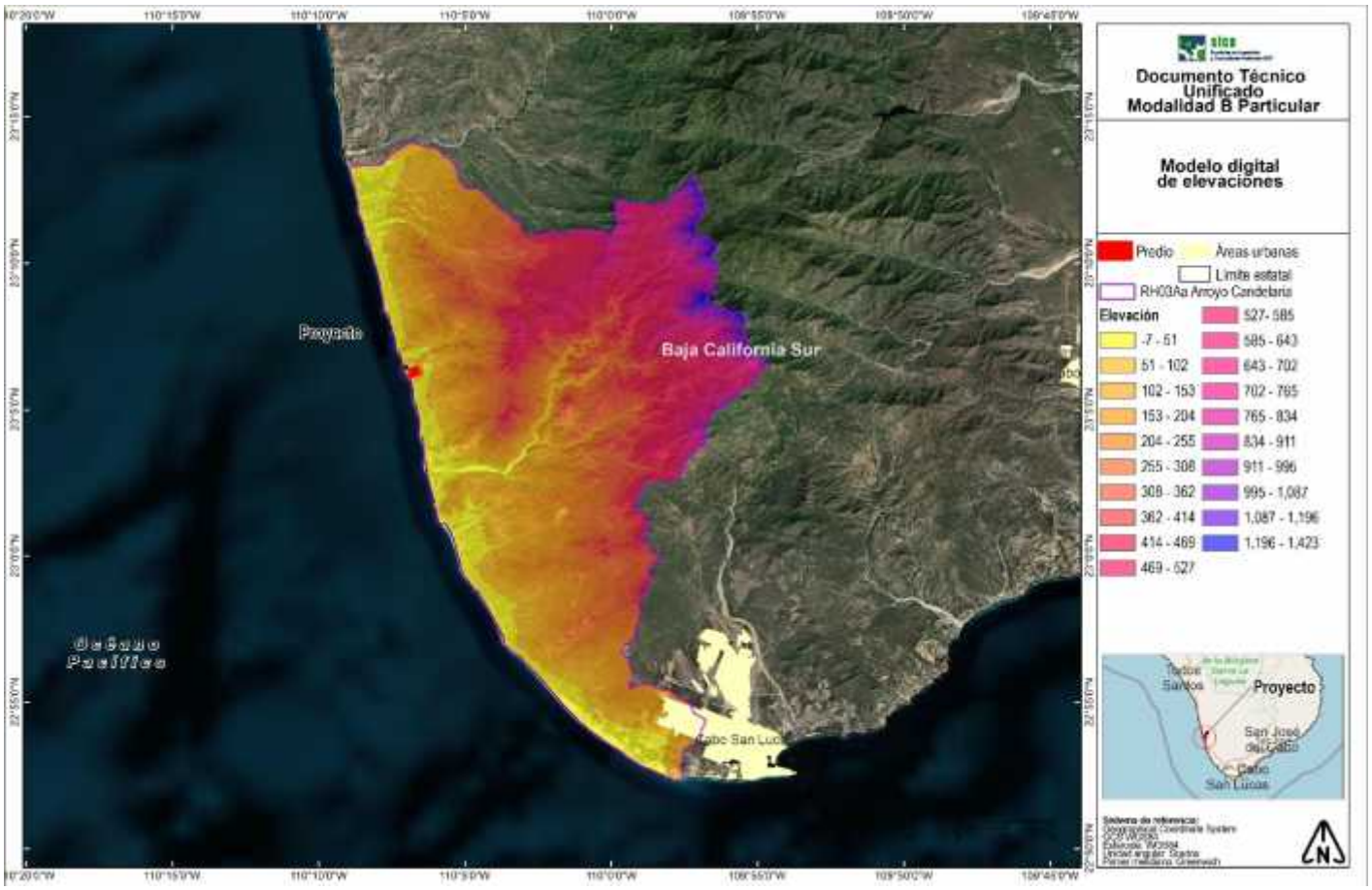


Figura IV. 11 Modelo digital de elevaciones (DEM) del cual fue la base para obtener los flujos en la subcuenca en la que se ubica el proyecto.



Figura IV. 12 Cruces de una red de cursos de agua derivada de la acumulación de flujos de agua.

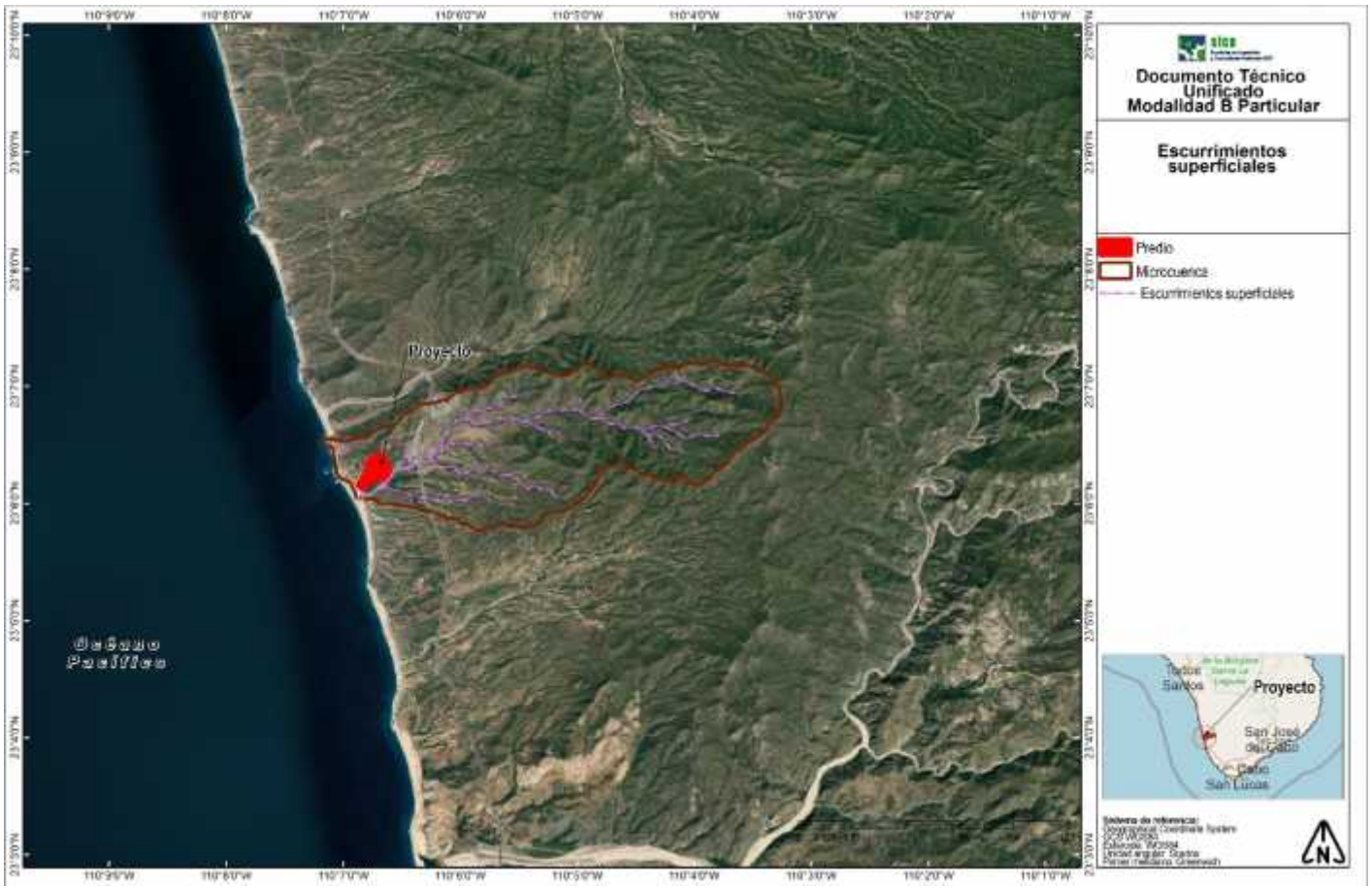


Figura IV. 13 Acumulación de flujos cercanos al área del proyecto.

Con base a lo anterior se ha delimitado el SA con base a la microcuenca, el cual tiene un área es de 10,870,014.10 m², a continuación se presenta la delimitación obtenida.



Figura IV. 14 Ubicación del proyecto con respecto a la Microcuenca generada.

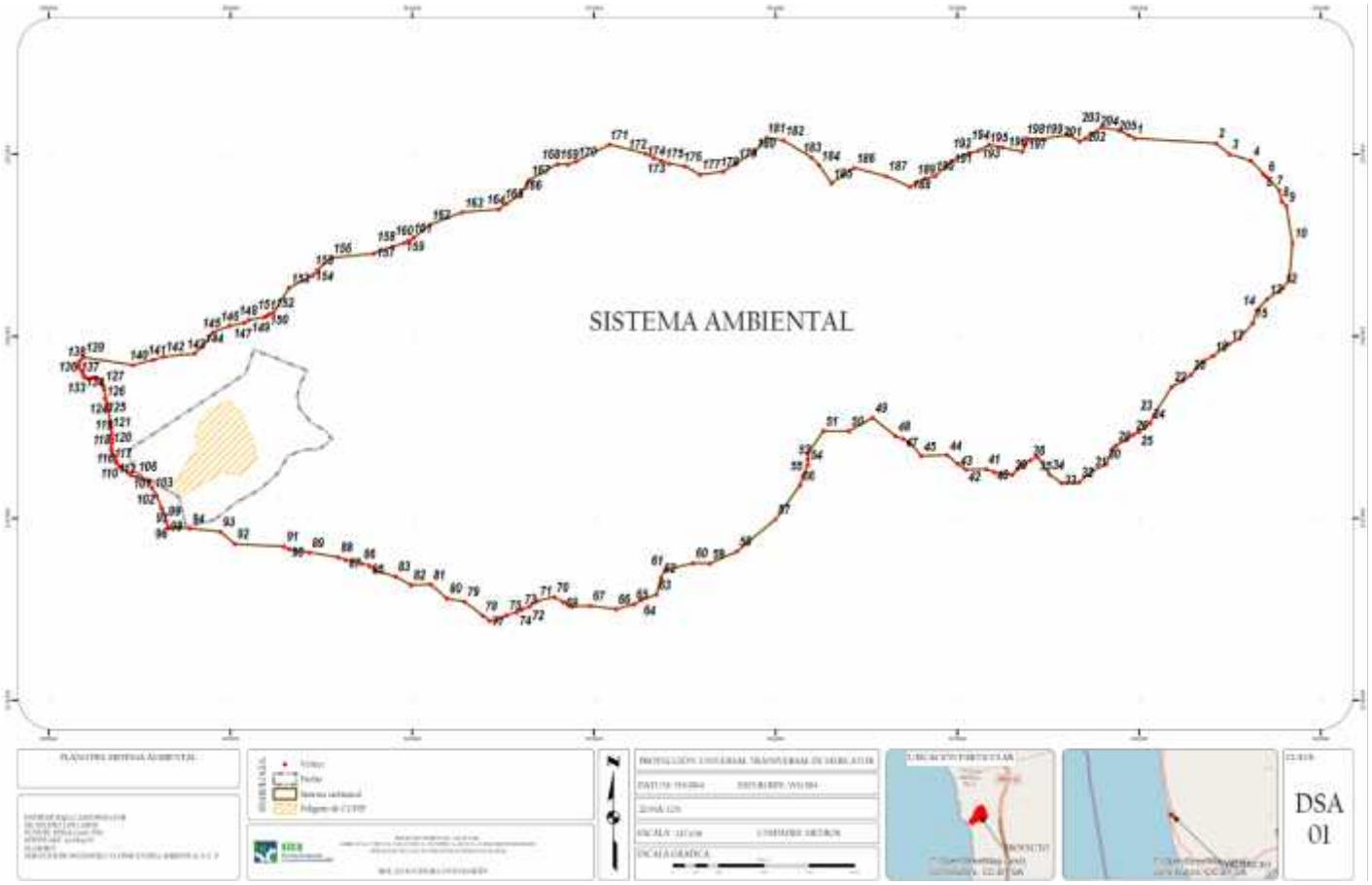


Figura IV. 15 Delimitación del sistema ambiental basado en la microcuecna geenrada.

Tabla IV. 1 Coordenadas del Sistema Ambiental (UTM, zona 12Q).

VÉRTICES	X	Y	VÉRTICES	X	Y
1	595975.2809	2557086.9196	104	590549.0003	2555198.0001
2	596424.4939	2557060.1132	105	590513.0006	2555218.0001
3	596499.3649	2556999.4949	106	590481.9998	2555228.9998
4	596615.4261	2556964.9211	107	590452.9993	2555237.0002
5	596685.1835	2556893.3929	108	590432.0006	2555253.9998
6	596699.2189	2556877.8030	109	590405.0006	2555272.0005
7	596770.3618	2556804.8552	110	590391.9998	2555283.0002
8	596785.4264	2556740.0040	111	590375.0006	2555301.9999
9	596810.9064	2556713.8781	112	590371.0001	2555313.9993
10	596843.7681	2556514.0072	113	590361.0006	2555342.0006
11	596828.5599	2556308.1605	114	590345.0003	2555372.9995
12	596790.2972	2556264.5400	115	590344.7872	2555375.7701
13	596706.9459	2556204.6458	116	590344.0001	2555385.9998
14	596647.8866	2556142.5025	117	590347.0005	2555412.0000
15	596627.2192	2556071.9960	118	590350.0005	2555436.0005
16	596553.0234	2555987.4154	119	590345.0001	2555463.0000
17	596494.0757	2555956.0110	120	590342.0007	2555495.0005

VÉRTICES	X	Y	VÉRTICES	X	Y
18	596407.5472	2555891.7389	121	590339.0001	2555529.0007
19	596349.2536	2555860.6846	122	590328.9999	2555596.0007
20	596286.0578	2555788.6472	123	590321.9998	2555633.0000
21	596237.5175	2555752.5942	124	590311.9998	2555658.0003
22	596181.7297	2555722.8760	125	590311.0007	2555663.0003
23	596082.0008	2555567.4260	126	590306.0006	2555709.0000
24	596062.0775	2555522.2553	127	590301.0002	2555729.0005
25	595997.5610	2555474.3380	128	590289.0002	2555757.0001
26	595968.9333	2555459.0890	129	590271.9998	2555768.9994
27	595926.7576	2555427.7647	130	590256.9999	2555773.0001
28	595871.8391	2555398.5112	131	590240.0006	2555771.0000
29	595855.6671	2555381.4976	132	590218.0004	2555769.0004
30	595819.0362	2555298.4540	133	590196.0005	2555773.9997
31	595742.6950	2555257.7902	134	590191.0006	2555788.9995
32	595669.1939	2555196.7071	135	590182.9999	2555806.9993
33	595574.4479	2555194.0107	136	590166.9999	2555828.9996
34	595508.0229	2555240.4547	137	590163.9995	2555839.0004
35	595439.8225	2555338.5640	138	590171.0001	2555863.9993
36	595401.3080	2555316.7920	139	590190.9993	2555884.0008
37	595346.3881	2555287.5405	140	590463.8201	2555841.8608
38	595330.2154	2555270.5275	141	590577.6020	2555870.5377
39	595303.0866	2555239.6087	142	590633.3211	2555887.3910
40	595202.3349	2555254.0320	143	590803.1871	2555905.3053
41	595157.4377	2555270.3211	144	590848.3662	2555947.9009
42	595048.2468	2555267.2170	145	590906.4391	2556021.6874
43	595002.9613	2555298.8826	146	590994.1794	2556057.1412
44	594944.1919	2555346.4690	147	591074.0604	2556073.4002
45	594803.0554	2555342.4592	148	591101.3401	2556090.0820
46	594734.2180	2555418.9306	149	591187.6259	2556104.8382
47	594703.7478	2555435.6483	150	591204.7042	2556115.2820
48	594660.7082	2555450.4408	151	591214.9054	2556121.5202
49	594534.6848	2555552.4900	152	591236.7196	2556128.7683
50	594403.4755	2555478.3291	153	591322.4985	2556265.0538
51	594263.9286	2555480.5271	154	591453.7242	2556334.9080
52	594178.4130	2555357.0474	155	591479.2956	2556364.0386
53	594178.0049	2555324.5632	156	591554.6694	2556430.6358
54	594178.7677	2555294.2661	157	591789.5676	2556454.6744
55	594150.8654	2555234.7522	158	591891.6742	2556493.1737
56	594135.1974	2555181.3373	159	591952.6098	2556509.6354

VÉRTICES	X	Y	VÉRTICES	X	Y
57	593999.2042	2554993.4440	160	591980.6661	2556525.4886
58	593786.9809	2554817.1251	161	592009.2955	2556540.7299
59	593639.4454	2554751.3295	162	592095.9176	2556612.6884
60	593546.7608	2554752.7939	163	592276.9098	2556680.9372
61	593390.5883	2554714.7031	164	592477.5620	2556697.3488
62	593370.4972	2554671.8567	165	592519.7409	2556728.6633
63	593343.9227	2554581.2826	166	592598.8187	2556780.1095
64	593260.4731	2554551.4247	167	592645.4883	2556858.1553
65	593219.1663	2554528.0835	168	592800.3724	2556945.6826
66	593121.5492	2554500.3844	169	592856.3080	2556944.7963
67	592980.9098	2554518.9253	170	592902.4948	2556961.3232
68	592877.3142	2554515.9960	171	593087.3044	2557054.1102
69	592831.7934	2554539.5091	172	593284.9818	2557003.3256
70	592781.9707	2554566.8502	173	593328.6647	2556979.3521
71	592689.6783	2554546.7758	174	593371.6985	2556964.5559
72	592647.4935	2554515.4610	175	593414.1670	2556949.1407
73	592604.6401	2554500.1306	176	593501.0803	2556934.4035
74	592576.5804	2554484.2763	177	593583.7827	2556889.0184
75	592519.5062	2554468.8581	178	593713.3269	2556904.8955
76	592465.1399	2554438.1414	179	593783.8430	2556951.7644
77	592425.9536	2554437.0341	180	593885.7118	2557015.0893
78	592388.3347	2554465.9095	181	593952.2074	2557090.8705
79	592288.7814	2554542.3244	182	594042.8734	2557075.7547
80	592191.8634	2554558.7640	183	594196.8690	2556982.6905
81	592101.9725	2554636.2328	184	594239.2131	2556939.2568
82	591993.6837	2554633.1765	185	594307.2015	2556841.4273
83	591908.8306	2554679.7480	186	594432.6258	2556924.7973
84	591806.9635	2554710.1240	187	594609.2812	2556880.1039
85	591764.3963	2554740.9161	188	594739.9790	2556819.9733
86	591719.3377	2554751.3166	189	594820.7868	2556865.6532
87	591635.9413	2554770.5662	190	594879.4344	2556881.5092
88	591593.4688	2554785.9865	191	594969.2049	2556964.0307
89	591434.4879	2554811.9134	192	595063.2057	2557005.9686
90	591322.7173	2554830.1412	193	595120.2679	2557021.3970
91	591294.4657	2554845.6492	194	595175.2724	2557052.4932
92	591023.9035	2554859.0649	195	595248.1332	2557037.8924
93	590945.3153	2554926.8052	196	595357.5461	2557014.3946
94	590776.4192	2554944.4277	197	595376.0022	2557053.7733
95	590720.2166	2554950.2919	198	595389.8780	2557085.2327

VÉRTICES	X	Y	VÉRTICES	X	Y
96	590663.2745	2554948.6902	199	595468.3371	2557084.0027
97	590657.5211	2554947.1870	200	595607.8944	2557106.9676
98	590655.0007	2554955.0007	201	595672.8139	2557071.3518
99	590645.2609	2554985.4001	202	595702.8272	2557086.6092
100	590624.8172	2555049.2075	203	595796.2171	2557148.6997
101	590622.0001	2555058.0001	204	595893.0993	2557130.3490
102	590592.9994	2555125.0009	205	595944.4380	2557103.8397
103	590568.9999	2555167.0003	1	595975.2809	2557086.9196
ÁREA 10,870,014.10 m²					

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

En términos generales, el SA en donde se encuentra inmerso el proyecto se encuentra en un nivel bajo-medio en cuanto a calidad ambiental debido entre muchas causas, la afectación directa es a causa del hombre debido al incremento de la zona urbana y actividades agropecuarias. Actualmente el SA se encuentra poblada por vegetación de matorral sarcocaule, siendo este tipo de vegetación uno de los predominantes en el estado de Baja California Sur. El tipo de suelo predomínate dentro del SA es Litosol, aunque también se presenta en menor medida el tipo de suelo Regosol, el terreno presenta algunos lomeríos y sin una hidrología superficial presente. Una vez visto lo anterior, es de indicar que la línea cero del SA tiene una calidad ambiental de categoría baja-mediana. A continuación, se presentan los diferentes componentes del medio abiótico, biótico y socio-económico del SA.

IV.2.2 Caracterización

IV.2.2.1 Medio abiótico

IV.2.2.1.1 Clima

- Tipo de clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981) para las condiciones de la República Mexicana, en la superficie solicitada para CUSTF se reporta solamente un tipo de clima correspondiente a Muy seco cálido (BW(h')hw'(x')), el cual se caracteriza por ser un tipo de clima perteneciente al grupo de los secos seco; que caracteriza a un área donde la manifestación de los elementos meteorológicos (precipitación, temperatura) presentan condiciones tales que la evaporación excede a la precipitación y se presenta una temperatura media anual mayor a 22°C y con una temperatura del mes más frío mayor a 18°C. En el SA se pueden encontrar los tipos de clima Muy seco cálido (BW (h') hw (x')) y Muy seco semicálido (BWhw), cuya distribución se muestra en la Figura IV. 3 y posteriormente se presenta su descripción:

MUY SECO CÁLIDO (BW(h')hw(x')). Este tipo de clima corresponde al grupo de los secos seco; que caracteriza a un área donde la manifestación de los elementos meteorológicos (precipitación, temperatura) presentan condiciones tales que la evaporación excede a la precipitación y se presenta una temperatura media anual mayor a 22°C y con una temperatura del mes más frío mayor a 18°C.

MUY SECO SEMICÁLIDO (BWhw (x´)). Corresponde al tipo muy árido semicálido, que presenta régimen de lluvias en verano o escasas todo el año. La temperatura media anual es de 23.7ºC; la temperatura máxima promedio es de 28.3ºC para el mes de agosto y la mínima promedio es de 19.0ºC para el mes de enero.

Tabla IV. 2 Temperatura y precipitación media anual.

MES	TEMPERATURA PROMEDIO	PRECIPITACIÓN
Enero	21.4	48.0
Febrero	22.2	25.8
Marzo	24.0	20.5
Abril	25.7	40.3
Mayo	26.7	91.8
Junio	26.2	129.1
Julio	25.7	115.2
Agosto	25.6	120.9
Septiembre	25.3	175.5
Octubre	24.2	118.8
Noviembre	22.4	58.0
Diciembre	21.4	46.2
* Servicio Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica 00004037 ZOH LAGUNA PERIODO: 1951-2010		



Figura IV. 16 Tipo de clima en el SA.

Huracanes

Baja California Sur presenta una probabilidad de 0.46 al año de que un ciclón tropical entre a tierra, y una probabilidad de 0.97 al año de que el centro de ese fenómeno natural pase a 200 millas náuticas (370 km) de sus costas. La porción sur de la Península es la más afectada, si tomamos en cuenta que el 26% de los ciclones que recurvan en el territorio nacional afectan a Baja California Sur (CONAGUA, 2006).

El análisis de datos históricos de huracanes en el Pacífico Tropical durante el período 1949-2001 muestra que en promedio se generan 14 ciclones en esta región cada año, siendo 1992 el año en que ocurrió el mayor número (28 ciclones). Alrededor de un 52% de las tormentas tropicales pasan a categoría de huracán, esto es, alcanzan una velocidad de viento por arriba de los 117 km/h (CONAGUA, 2008). Los ciclones generalmente mantienen su trayectoria sobre el mar y sólo cerca del 22% afectan las costas del sur de la península de Baja California. Aproximadamente 7 ciclones alcanzan el rango de huracán cada año, pero únicamente se han registrado 11 huracanes de categoría 5 en los 51 años analizados, de los cuales sólo Linda en 1997 cruzó por la zona comprendida dentro de un círculo con radio de 500 km con centro en Cabo San Lucas. Los meses en los cuales son más frecuentes las perturbaciones tropicales son julio, agosto y septiembre, sin embargo, el mes en el cual Baja California Sur se ve más afectada es septiembre.

Entre los huracanes que en los últimos 30 años han impactado más el sur de la Península de Baja California se encuentran: Doreen (1977) de categoría 1 y Juliette (2001) de categoría 4; Irah (1973) de categoría 2, Paul (1982) de categoría 2, Lidia (1993) de categoría 4 y Fausto (1996) de categoría 3; Liza (1976) de categoría 4, Newton (1986) de categoría 1, Paine (1986) de categoría 2, Ismael (1995) de categoría 1 e Isis (1998) de categoría 1, Kiko (1989) de categoría 3, Henriette (1995) de categoría 2, Marty (2003) de categoría 2, Ignacio (2003) de categoría 3, John (2006) de categoría 3 y Henriette (2007) de categoría 2, Jimena (2009) de categoría 4, Dora (2011) de categoría 4, Paul (2012) categoría 2, Norbert (2014) categoría 2, Odile (2014) categoría 4, Depresión tropical No. 6 (2015) y Blanca (2015) categoría 4, Tormenta tropical Javier (2016), Tormenta Tropical Lidia (2017), Tormenta Tropical Bud (2018), Depresión Tropical Sergio (2018), Lorena de categoría 1 (2019), Depresión Tropical 4-E, Genevieve de categoría 1, Depresión Tropical Hernán (2020), Tormenta Tropical Enrique, Tormenta Tropical Kevin, Olaf de categoría 2 (2021) y Kay de categoría 1 (2022) y Norma de categoría 1 (2023), (CONAGUA, 2023), tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 1 Eventos meteorológicos más importantes que han afectado Baja California Sur de 1990 a 2023.

Año	Nombre	Categoría	Lugar de entrada a tierra	Estados afectados	Período	Vientos km/h
2023	Norma	H1	Todos Santos, municipio de La Paz, B.C.S.	B.C.S., NAY., SIN., COL., JAL., MICH., CHI., DUR., y SON.	19-24 de octubre	140/180
2022	Kay	H1	Bahía Asunción, municipio de Mulegé, B.C.S.	B.C.S., COAH., CHIH., COL., SON., SIN.	4 – 9 de septiembre	130/150
2021	Olaf	H2	35 km del centro de Los Cabos	B. C. S., NAY., SIN., JAL. y COL.	9 de agosto	120
	Kevin	TT	740 kilómetros al sur de Cabo San Lucas	B.C.S., y COL.	8 y 9 de agosto	100
	Enrique	DT	365 km al sureste de Cabo San Lucas, B.C.S.	JAL. Y B.C.S.	6,7 y 8 de julio	100
	Dolores	TT	1.5 a 2 m de desde Cabo San Lucas hasta Cabo Pulmo	OAX., GRO., MICH., JAL., NAY., Y SIN.	22 de junio	85/110
2020	Depresión Tropical Hernán	DT	100 km al noreste de Cabo San Lucas, B. C.S.	B. C. S., JAL., NAY y SIN.	28-ago	60/80
	Genevieve	H1	170 km al sur de Cabo San Lucas, B. C. S.	MICH., COL., JAL., NAY y B. C. S.	20-ago	90/100

Año	Nombre	Categoría	Lugar de entrada a tierra	Estados afectados	Período	Vientos km/h
	Depresión Tropical 4-E	DT	385 km al suroeste de Cabo San Lucas, B. C. S.	OAX., GRO., MICH., JAL. y B. C. S.	29 - 30 junio	11
2019	Lorena	H1	Región de la Bahía de los Muertos, a 10 km al este-sureste de la población de San Juan de Los Planes, B.C.S.	GRO., MICH.COL., JAL., NAY., SIN., B.C.S Y SON.	17 al 22 septiembre	140/165
2018	Sergio	DT	75 km al este de Punta Abreojos, B.C.S.	B.C.S. y SON.	29 septiembre -12 octubre	70/85
	Bud	TT	Cabo San Lucas, B.C.S.	B.C.S.	9-15 de junio	75/95
2017	Lidia	TT	Cabo San Lázaro, B.C.S.	B.C.S.	29 agosto-3 septiembre	100/120
2016	Newton	H1	Cd. Constitución, B.C.S.	B.C.S.	4-7 septiembre	120
	Tormenta tropical Javier	TT	Cabo San Lucas, B.C.S.	B.C.S.	7-9 agosto	85
2015	Depresión tropical No 6	DT	Laguna San Ignacio, B.C.S.	B.C.S., B.C. y SON.	21-sep	75
	Blanca	H4	Isla Santa Margarita, B.C.S.	B.C.S. y B.C.	8 - 9 junio	95
2014	Odile	H4	Cabo San Lucas, B.C.S.	B.C.S. y Sonora	13 - 16 septiembre	250
	Norbert	H3	Punta Baja, B.C.	B.C.S. y B.C.	5 – 9 septiembre	110
2012	Paul	H2	15 Km. al Suroeste de Cabo San Lucas, B.C.S.	B.C.S.	30 octubre – 04 noviembre	150
2011	Dora	H4	No tocó tierra, su mayor acercamiento fue 245 km de Cabo San Lázaro, B.C.S.	B.C.S., Sinaloa, Jalisco, Colima y Nayarit	18 – 24 julio	250
2010	Georgette	TT	2 Impactos Cabo San Lucas, B.C.S. y Guaymas, Son.	B.C.S. y Sonora	21 – 22 septiembre	85
2009	Patricia	TT	San José del Cabo, B.C.S.	B.C.S.	11 – 14 octubre	95
	Olaf	TT	Puerto Cortés, B.C.S.	B.C.S.	1 – 4 octubre	75
	Jimena	H4	Cd. Constitución y Santa Rosalía, B.C.S.	B.C.S. y Sonora	30 agosto- 4 septiembre	140
2008	Norbert	H4	2 Impactos, Puerto Cortés B.C.S. y Yavaros Son.	B.C.S. y Sonora	3 – 12 octubre	215
	Lowell	TT	2 Impactos en Cabo San Lucas, B.C.S.	B.C.S. y Sinaloa	6 – 11 septiembre	95
	Julio	TT	La Aguja, B.C.S.	B.C.S	23 – 26 agosto	85
2007	Henriette	H2	2 Impactos San José del Cabo, B.C.S., Guaymas, Sonora	B.C.S. y Sonora	30 agosto - 6 septiembre	140
2006	John	H4	El Saucito, B.C.S.	B.C.S.	28 agosto – 4 septiembre	215
2003	Marty	H2	San José del Cabo, B.C.S. y Bahía San Jorge, Son.	B.C.S., Sinaloa y Sonora	18 – 24 septiembre	160
	Ignacio	H2	Noroeste de la Bahía de La Paz	B.C.S.	22 - 27 agosto	165

Inundaciones

El municipio en el cual se encuentra inmerso el proyecto tiene un índice de peligro por inundación bajo, como se observa en la siguiente figura.



Figura IV. 17 Índice de peligro por inundación en la microcuenca y CUSTF.

Sequia intraestival o canícula

La sequía de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo lluvioso, esta merma puede ser de uno, dos o tres meses, este fenómeno varia en su intensidad cada año. Es ocasionado por interferencias de Vaguadas Polares sobre los vientos alisios que disminuyen su fuerza.

Las vaguadas polares son inestabilidades atmosféricas de las capas altas provenientes de los polos y denominadas así por tener forma de >V>, esta condición es conocida en meteorología como retorno al invierno, dependiendo de la fuerza de esta, puede llegar a ocasionar daños en los cultivos.

El área del proyecto donde se desarrollará el proyecto está sujeto a ser impactado por cualquiera de los intemperismos mencionados anteriormente, sin embargo, el proyecto no provocará o incidirá en la presencia de estos intemperismos.

IV.2.2.1.2 Geología y geomorfología

Características litológicas del área

Geología

En la Península de Baja California, debido a las características climáticas de aridez, la disgregación, es el proceso de intemperismo físico dominante en la formación de suelos; éste da lugar al agrietamiento y fragmentación de las rocas, que se realiza por factores como la temperatura y el viento entre otros. Se presentan además procesos acumulativos como depositación y adición (INEGI, 1995).

El espacio geográfico que ocupa el estado de Baja California Sur, tiene una historia geológica en común con el resto de la Península de Baja California. Su evolución se ha interpretado, de acuerdo con la moderna tectónica de placas, como la separación de placas litosféricas móviles, desde hace aproximadamente unos 2 a 4 millones de años atrás (Mioceno-Plioceno) (INEGI, 2005).

Las unidades de roca que afloran en el estado de Baja California Sur manifiestan una geocronología que comprende de la era Mesozoica hasta la Cenozoica. Son principalmente ígneas extrusivas e intrusivas, pero también hay metamórficas y sedimentarias (INEGI, 2005).

El marco tectónico de la península se encuentra íntimamente ligado con la historia geológica del margen noroccidental mexicano durante el Mesozoico Superior-Terciario inferior y a la posterior apertura del Golfo de California. El margen continental del noroccidente de México fue la placa superior o pasiva de una frontera de placas convergentes a lo largo de la mayor parte del Terciario (Atwater, 1970) lo que produjo un arco volcánico. Las rocas volcánicas del Oligoceno y Mioceno en el occidente de México están relacionadas con esta subducción terciaria.

El marco geológico de la región del Golfo de California y de la Península de Baja California, así como los eventos magmáticos están íntimamente conectados con los regímenes tectónicos de esta subducción del Terciario (entre 16 a 12.5 Ma) y con un proceso de apertura continental, bajo un marco tectónico de extensión que inicio aproximadamente hace 13 Ma.

La formación de corteza oceánica en el Golfo de California probablemente inicio hace 8.3 Ma. Según un modelo reciente de Lyle y Ness (1991), desde ese momento, la península se ha desplazado hacia el noroeste, estimándose por medio de tres modelos de la deriva continental un desplazamiento de 450 a 600 km desde hace 14 Ma. El sistema estructural de esta región se presenta en gran parte enmascarado por la presencia de depósitos cuaternarios. La mayoría de las estructuras se relacionan con la apertura del Golfo de California.

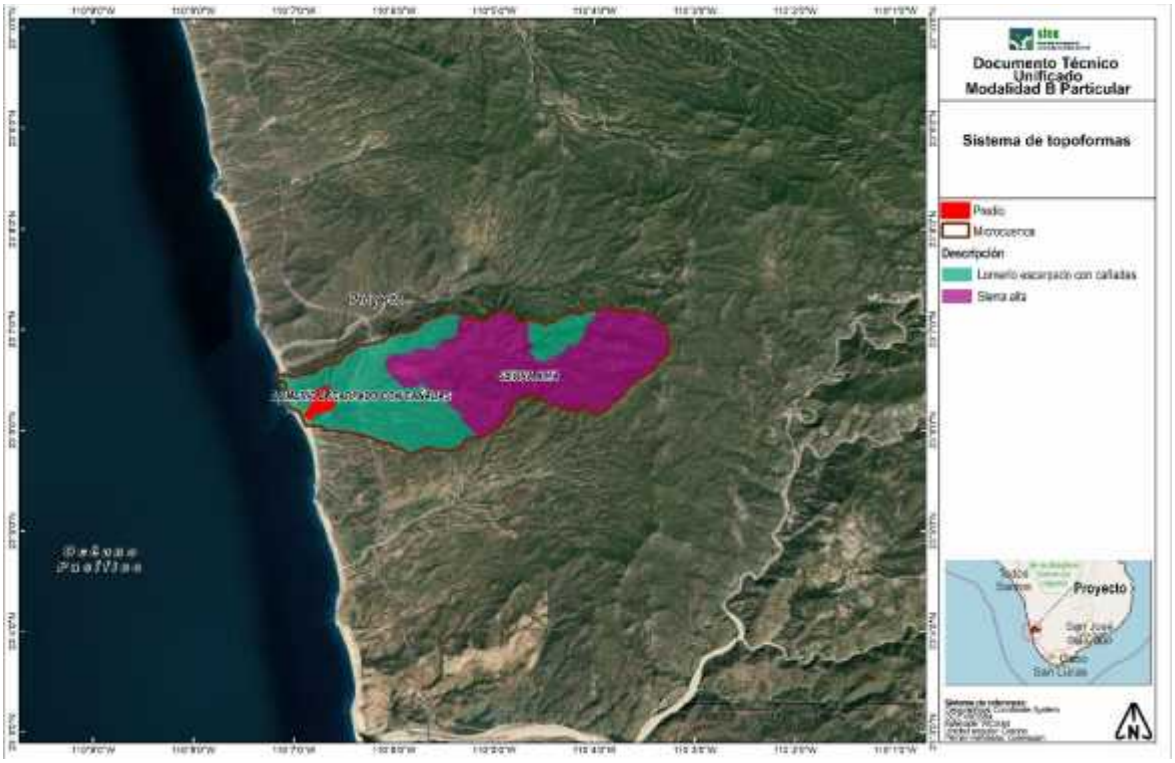


Figura IV. 18 Ubicación del predio con respecto a la subprovincias fisiográficas y sistema de topoformas.

IV.2.2.1.3 Suelos

Tipos de suelo

En la Península de Baja California, debido a las características climáticas de aridez, la disgregación, es el proceso de intemperismo físico dominante en la formación de suelos; éste da lugar al agrietamiento y fragmentación de las rocas, que se realiza por factores como la temperatura y el viento entre otros. Se presentan además procesos acumulativos como depositación y adición (INEGI, 1995).

En Baja California Sur los climas que prevalecen son los muy secos semicálidos y cálidos, estos, en interacción con factores tales como el material parental y el relieve han dado lugar a la formación de suelos jóvenes, poco desarrollados, entre ellos las unidades con mayor cobertura son: Regosol, Yermosol y Vertisol. Gran parte de este tipo de suelos se han originado principalmente de rocas del tipo de las areniscas, ígneas ácidas y graníticas, cuyo contenido de cuarzo es alto; las areniscas además presentan cantidades considerables de carbonatos. Dichas rocas al ser intemperizadas han generado suelos de textura gruesa o media, de consistencia suelta y muy porosos, por lo que resultan ser de fácil manejo; sin embargo, presentan alta permeabilidad (INEGI, 1995).

En el análisis del predio y su SA, y tomando como referencia el Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1:250,000 Serie II (INEGI, 2014), se observa la presencia de dos tipos de suelos: Leptosol eútrico (LPeu) y Regosol epiesquelético (REskp). Cabe destacar que dentro del predio el tipo de suelo es Leptosol eútrico (LPeu). A continuación, se describe cada uno de los tipos de suelo presentes en el SA.

Leptosol eútrico (LPeu). El término leptosol deriva del vocablo griego “leptos” que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10% de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos (FAO, 2009).

De acuerdo con la información obtenida en campo mediante la descripción de perfiles de suelo, en esta superficie se presentan características propias para el desarrollo de suelos delgados y poco consolidados, los cuales presentan las siguientes características. De acuerdo con la información obtenida en campo se trata suelos delgados y poco desarrollados, ya que presentan una profundidad aproximada de 25 cm. Este tipo de suelos presenta una textura arenosa gruesa, caracterizada por ser difícil de moldear, no se adhiere a los dedos y contiene muchos gránulos, son suelos pedregosos (piedras medias) que se desarrollan con una estructura laminar poco desarrollada, en donde se observa dimensiones verticales limitadas, generalmente orientadas sobre un plano horizontal y usualmente sobrepuestos, presenta porosidad media con un porcentaje de 5 a 15%, siendo estos poros finos de entre 0.5 a 2 mm de morfología cilíndrica que hace mención a la forma tubular. Existe presencia de raíces, debido a la presencia de cubierta vegetal que se desarrolla.

Regosol epiesquelético (REskp). El término Regosol deriva del vocablo griego “rhegos” que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Los Regosoles se caracterizan por ser suelos con muy poco desarrollo y el material que los forma tiene una gran semejanza con el que les ha dado origen, debido a que prácticamente no ha sido afectado por procesos edáficos. En la región montañosa se encuentran limitados en profundidad por roca. También se encuentran en las llanuras y las mesas de las inmediaciones de la microcuenca, en donde pueden alcanzar profundidades superiores a un metro (INEGI, 1995).

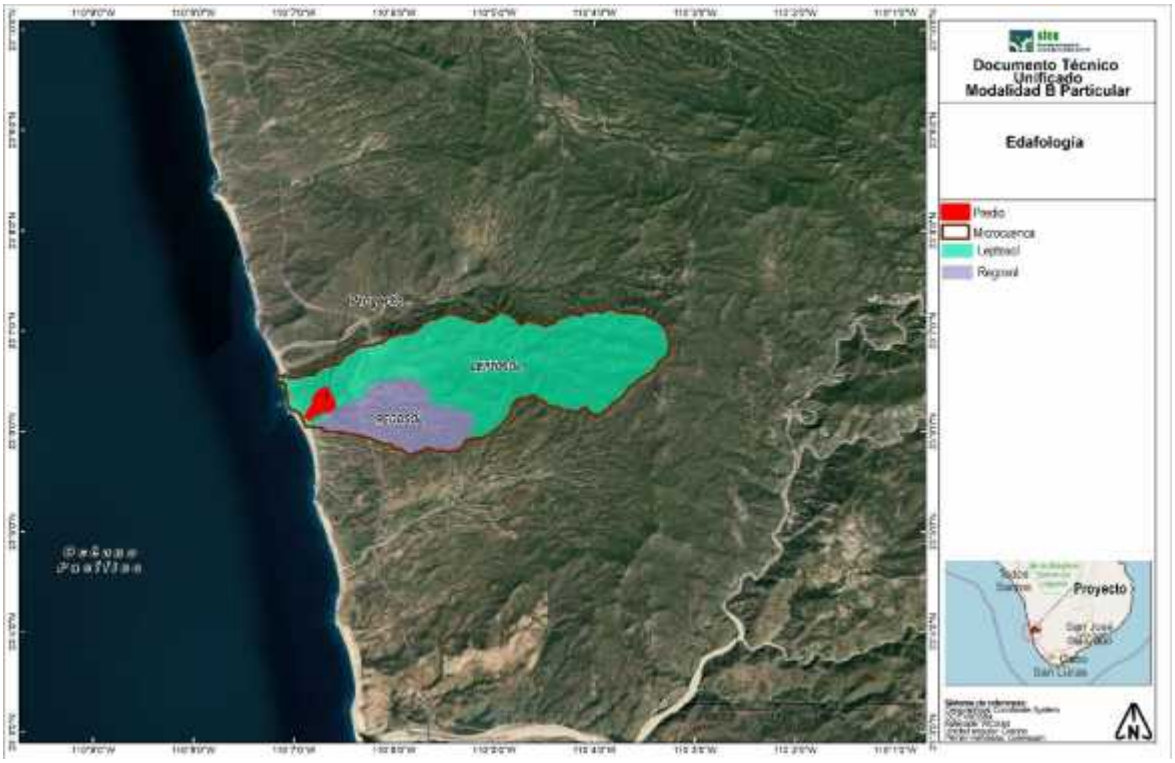


Figura IV. 19 Tipos de suelo en el área de CUSTF y microcuenca.

IV.2.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea

El estado de Baja California Sur, es una de las entidades más áridas del país y, en consecuencia, la necesidad del recurso agua es mayor. La existencia de corrientes superficiales permanentes es casi nula, debido principalmente a la escasez de lluvias y a la buena permeabilidad del terreno, solo en algunas ocasiones se forman escurrimientos provocados en las temporadas de ciclones (INEGI, 1995).

Hidrología superficial

El comportamiento del recurso hídrico superficial se puede abordar desde su naturaleza de la red hidrográfica y los componentes principales del escurrimiento (INEGI, 1995). La entidad está enmarcada en las siguientes regiones hidrológicas:

- RH2 Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno)
- RH3 Baja California Sur-Oeste (Magdalena)
- RH5 Baja California Centro-Este (Santa Rosalía)
- RH6 Baja California Sur-Este (La Paz)

De acuerdo a INEGI (1995), el área de estudio se localiza en la Región Hidrológica No. 3 (RH3) denominada Baja California Sur Oeste (Magdalena), la cual se localiza desde el poblado de San Juanico hasta Cabo Falso, en la vertiente occidental y por el oriente limita con la Región Hidrológica No. 6 “Baja California Sureste” (La Paz). La RH3 es la de mayor superficie con 28,470.42 km^2. La región hidrológica se caracteriza por la presencia de corrientes caudalosas y de mayor longitud en el estado con drenaje de tipo subparalelo o subdendrítico, está formada por un conjunto de arroyos intermitentes que por lo general desembocan en el Océano pacífico. La cuenca hidrológica que engloba completamente a la zona de estudio es la Cuenca A; Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria.

En dicha área se reporta la presencia de una red de escurrimientos de tipo intermitente, que solamente transportan agua en temporada de lluvias y principalmente en temporada de huracanes, los cuales desembocan en el Océano Pacífico. La escasa precipitación y su naturaleza torrencial, son características determinantes para que no haya suficiente agua para alimentar corrientes permanentes, ya que los escurrimientos que se generan son de régimen efímero que sólo llevan agua cuando se presenta una lluvia de considerable magnitud e inmediatamente después de ésta.

Cabe mencionar que estos escurrimientos no afectan la superficie solicitada para CUSTF, ya que se ubican al sureste y al noreste del mismo, por lo que, con el CUSTF propuesto no existirá una afectación a escurrimientos superficiales, tal y como se muestra en la Figura IV. 20.

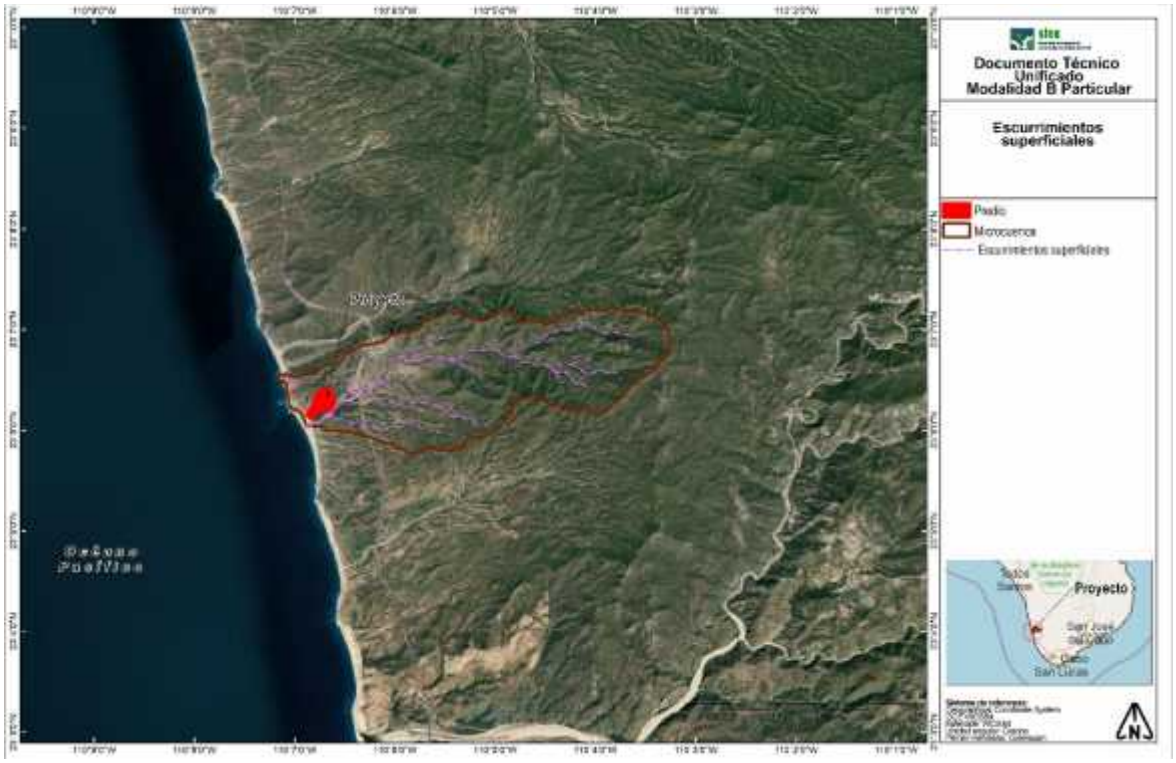


Figura IV. 20 Plano del predio y microcuenca respecto a escurrimientos cercanos.

Hidrología Subterránea

En el estado de Baja California Sur, la gran mayoría de los depósitos de agua subterránea tienen un comportamiento geohidrológico de tipo libre, aunque hay algunos depósitos de tipo confinado y semiconfinado. Los acuíferos están incluidos litológicamente en secuencias granulares no consolidadas y en material consolidado constituido por rocas sedimentarias y volcanoclásticas. Geocronológicamente, tales materiales acuíferos tienen una edad del Terciario-Reciente (INEGI, 1995).

Debido a la falta de ríos permanentes en Baja California Sur (BCS), el agua se obtiene principalmente de fuentes subterráneas. La suma del agua subterránea concesionada en BCS coincide con la suma del agua que se recarga anualmente lo que indica que ya no existe disponibilidad de agua subterránea (en 18 de los 39 acuíferos, se presenta un déficit dada una mayor extracción y descarga natural comprometida, que la recarga del mismo sólo en época de huracanes y lluvias invernales de poca intensidad en el norte del estado) (CONAGUA, 2013).

Nuestro país se ha subdividido en 653 acuíferos y para Baja California Sur, le corresponden 39 acuíferos, de los cuales, 18 están sobreexplotados (El Conejo-Los Viejos, Vizcaíno, San Bruno, San Lucas, Mezquital Seco, Santo Domingo, Melitón Albañez, La Matanza, Todos Santos, Los Planes, La Paz, El Coyote, San José del Cabo, Migriño, Alfredo B. Bonfil, San Juan Bautista-London,

San Ignacio, Mulegé y San Marcos Palo Verde) y 10 con intrusión salina (Santo Domingo, Melitón Albañez, Los Planes, La Paz, Alfredo B. Bonfil, Loreto, Mulegé y San Marcos Palo Verde, San Bruno, San Lucas). Del total de los acuíferos, el 100% ha publicado su disponibilidad en el Diario Oficial de la Federación (CONAGUA, 2019).

De manera general el coeficiente de escurrimientos en el estado es de 0 a 5% principalmente en las bajadas, valles y llanuras, y de 5 a 10% en las sierras, mesetas y lomeríos. Por tal motivo y debido a la escasez de agua superficial es de alta importancia utilizar y conservar el agua subterránea razonablemente en todo el estado. Actualmente en el estado existen 16 zonas de explotación, la extensión del área de extracción de los 16 acuíferos suma alrededor de 3,666 kilómetros cuadrados (INEGI, 1995).

Los materiales que constituyen a esta zona son por lo general sedimentos clásticos de edad Terciario y Cuaternario, que se alternan y combinan en capas y paquetes de diferentes espesores. La permeabilidad de estos es alta y en menor proporción media (INEGI, 1995).

El área del proyecto se encuentra inmersa en el Acuífero 0315 Plutarco Elías Calles, el cual se describe a continuación:

- 0315 Plutarco Elías Calles. Se localiza en la porción sureste del Estado de Baja California Sur, el cual tiene una superficie de 385,000 km2, colinda dentro del Estado con los acuíferos El pescadero al norte, San José del Cabo al este, Migriño al sureste y con el Océano Pacífico al oeste, geopolíticamente abarca parcialmente los Municipios de La Paz y Los Cabos.

El 09 de noviembre de 2023 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos; siendo para el acuífero mencionado una disponibilidad media anual de agua con un déficit de 0.012506 m^3. El resultado indica que no existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones, es por ello que el presente proyecto propone el abastecimiento de agua por parte de un distribuidor autorizado por la autoridad competente. Se obtuvo un promedio de precipitación anual con base en los valores promedio de precipitación (periodo 1991-2020) obtenido de los datos publicados por la Comisión Nacional del Agua en la estación meteorológica más cercana al proyecto; el cual es de 329.4 mm anuales.



Figura IV. 21 Precipitación en área de CUSTF y microcuenca.

IV.2.2.2.1 Vegetación terrestre

En el estado de Baja California Sur existen tres tipos de ecosistemas: bosque de pino-encino, bosque tropical caducifolio y matorral sarcocaule, este tipo último es dominante y constituye una variación del matorral xerófilo (Rzedowski, 2006)[1].

Conforme a la clasificación del INEGI (Carta de uso de suelo y vegetación serie VII), del Estado de Baja California Sur (2015) y a la información recabada durante los recorridos realizados en el área que se propone para cambio de uso de suelo, se identificó el siguiente tipo de vegetación: Matorral sarcocaule, los cuales en conjunto cubren una superficie 458,685.43 m^2 (45.8685 ha), de los cuales solo se solicitan para CUSTF 127,024.08 m^2 (12.7024 ha).

Como se observa en la siguiente Figura, el proyecto se encuentra en vegetación de Matorral Sarcocaule (MSC).

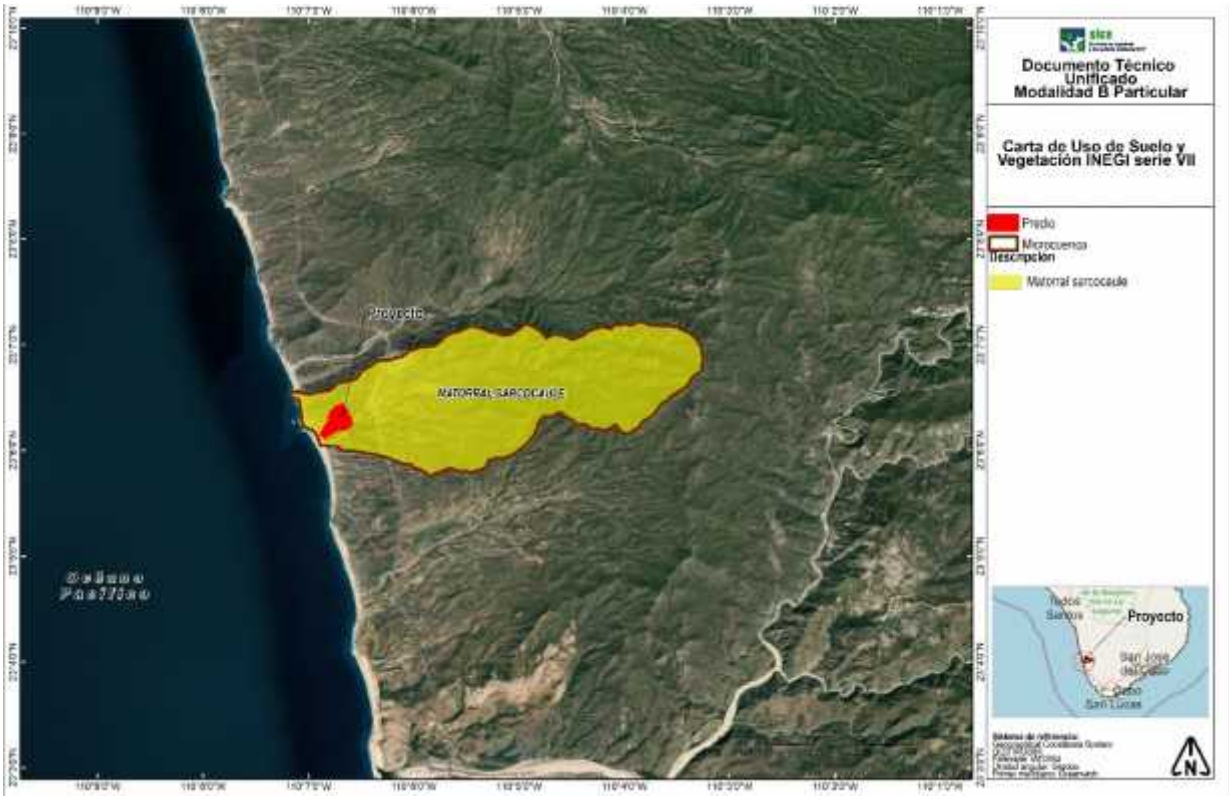


Figura IV. 22 Ubicación del proyecto en la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII.

A continuación, se presenta la descripción del uso de suelo y/o vegetación, identificado en la superficie que se solicita para CUSTF.

MATORRAL SARCOCAULE (MSC). Tipo de vegetación caracterizado por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos frecuentemente retorcidos y algunos con corteza papirácea. Se extiende desde el sur de Baja california hasta la región de Los Cabos en Baja California Sur y en la parte continental de México en las regiones costeras de la llanura sonorense y sinaloense hasta el municipio de Angostura, Sinaloa. Se encuentran sobre terrenos rocosos y suelos someros en climas tipo B (secos) y se caracteriza por la buena capacidad de adaptación a las condiciones de aridez de las especies presentes dentro de esta comunidad. Las temperaturas máximas en que se desarrolla este tipo de vegetación son de 22-24°C y las temperaturas mínimas de 12-15 °C, este tipo de matorral en la costa del pacifico mexicano se encuentra comprendido entre los 0–500 metros de altitud. El matorral sarcocaule

[1] Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

cubre gran parte del territorio de la entidad. Entre las especies dominantes destacan Jatropha cinerea (Ortega) Muell. -Arg. (lomboy), J. cuneata Wiggins & Rollins (matacora), Bursera microphylla A. Gray (torote), Stenocereus gummosus (Engelm.) A. Gibson & K. E. Horak (pitaya dulce), Larrea divaricata Cav. (jarilla) y Fouquieria diguetti (Tiegh.) I. M. Johnst. (palo adán) (Velderrain et al., 2010)[2]. La vegetación se caracteriza por la dominancia de plantas arbustivas y arbóreas, principalmente leguminosas; en particular abundan las familias Agavaceae y Cactaceae (suculentas), así como Burseraceae y Euphorbiaceae (semisuculentas) con tallos y ramas retorcidos, presentan corteza exfoliante (León et al., 2000)[3]

La mitad meridional de la Península de Baja California, a la altura de la sierra San Francisco, La Giganta y todos los cerros intermedios están ocupados por dicho matorral con especies como: Pachycereus pringlei, Lophocereus schottii, Stenocereus gummosus y Opuntia cholla, de las cactáceas; pero además aparecen especies de los géneros: Bursera spp. (Copal, Torote Colorado), Jatropha spp. (Lomboy, Matacora) Cercidium sp., Prosopis sp., entre otras (INEGI, 2014).

Para la caracterización de la vegetación que se desarrolla en la superficie del proyecto, se llevó a cabo un inventario florístico, cuya metodología se describe en el siguiente apartado:

Caracterización de la vegetación

Con la finalidad de efectuar la caracterización y el diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural, la composición florística y la diversidad de este, se realizaron recorridos en el área del proyecto y se llevó a cabo un inventario muestreos. Se llevó a cabo un inventario basado en el levantamiento de datos en 10 puntos de muestreo con parcelas circulares de 3.14 m^2 (r= 1 m) para el estrato herbáceo, de 28.7 m^2 (r= 3 m) para el estrato arbustivo, y de 400 m^2 (radio= 11.28 m) para el estrato arbóreo y el estrato epífitas y cactáceas.



Figura IV. 23 Fotografía panorámica del área del proyecto.

[2] 'Velderrain, L., León de la L., J. y Maya, Y. 2010. Estructura de la vegetación en montículos de la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Polibotánica, 29: 67-90
[3] León de la L., Pérez, J. y Breceda, A. 2000. A transitional xerophitic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. Journal of Vegetation Science, 11: 2000.



Figura IV. 24 Levantamiento de las parcelas de muestreo.



Figura IV. 25 Toma de datos en campo.

Como parte de los trabajos de gabinete se capturaron los registros de campo en una base de datos mediante el programa Microsoft Office Excel 2010. Posteriormente se procedió a realizar los análisis de composición (riqueza, abundancia), estructura (estimación del Valor de Importancia Relativa (VIR)) y diversidad (estimación del índice de Shannon-Wiener (H') y el índice de Pielou (J´). Los resultados más importantes fueron graficados para tener una visualización del comportamiento de las especies de flora silvestre dentro del área de estudio.

Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m^2) se tomó en cuenta las mediciones de diámetro mayor y diámetro menor en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m^2 que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la COBERTURA ABSOLUTA (C_A) Y COBERTURA RELATIVA (C_R) de las especies presentes en el estrato herbáceo principalmente se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left(\frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

Dónde:
D_1= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).
D_2= Diámetro perpendicular a D_1 (m).

$$C_R = \frac{C_{A_i}}{\sum_{n}^{i=1} C_{A_i}} \times 100$$

Para calcular el ÁREA BASAL ABSOLUTA (AB_A) Y ÁREA BASAL RELATIVA (AB_R) de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizó la siguiente formula:

$$AB_A = [\phi \sum_{a=1}^{n} (d)^2 / 4] /T$$

Dónde:
d = Diámetro normal en cm
a = Árbol vivo, desde 1 hasta n

$$AB_R = \frac{AB_A}{\sum_{n}^{i=1} AB_{A_i}} \times 100$$

FRECUENCIA ABSOLUTA (F_A) Y FRECUENCIA RELATIVA (F_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

F_A=Número de cuadros en donde se encontró la especie/Número total de cuadros muestreados.

$$F_R = \frac{F_{A_i}}{\sum_{n}^{i=1} F_A} \times 100$$

DENSIDAD ABSOLUTA (D_A) Y DENSIDAD RELATIVA (D_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

$D_{A=}$ Es el número de individuos de la especie área total muestreada.

$$D_R = \frac{D_{A_i}}{\sum_{i}^{1} D_A} \times 100$$

VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR). El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

Para el caso de la estimación del ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H') Y EL ÍNDICE DE PIELOU (J') se obtuvieron con las siguientes formulas:

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

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde H' max= ln (S)

MUESTREOS EN EL ÁREA DEL SA

Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo para determinar el estado actual de la vegetación presente en el SA. Se llevó a cabo un inventario basado en el levantamiento de datos en 10 puntos de muestreo con parcelas circulares de 3.14 m^2 (r= 1 m) para el estrato herbáceo, de 28.7 m^2 (r= 3 m) para el estrato arbustivo y cuadrantes de 400 m^2 (radio= 11.28 m) para el estrato arbóreo y el de epífitas y cactáceas.

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se llevará a cabo la obra. Cada sitio de muestreo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 12 Q. A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo:

Tabla IV. 2 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 12Q) en el SA.

SITIO	COORDENADAS PUNTO CENTRAL	
	X	Y
1	590765.0000	2555614.0000
2	590644.8605	2555601.7654

SITIO	COORDENADAS PUNTO CENTRAL	
	X	Y
3	590605.1313	2555583.6996
4	590528.5756	2555677.0109
5	590587.7033	2555704.9370
6	590642.0000	2555671.0000
7	590720.9188	2555590.6018
8	591233.8146	2555135.8074
9	591345.8966	2555045.7057
10	591419.4113	2555015.5977



Figura IV. 26 Distribución de los sitios de muestreo dentro del SA.

Resultado de los muestreos y del análisis de composición

Listado de especies registradas

En total se observó en el área del proyecto la presencia de 23 especies de plantas pertenecientes a 19 géneros y 12 familias botánicas, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

Tabla IV. 3 Listado de especies registradas en el SA.

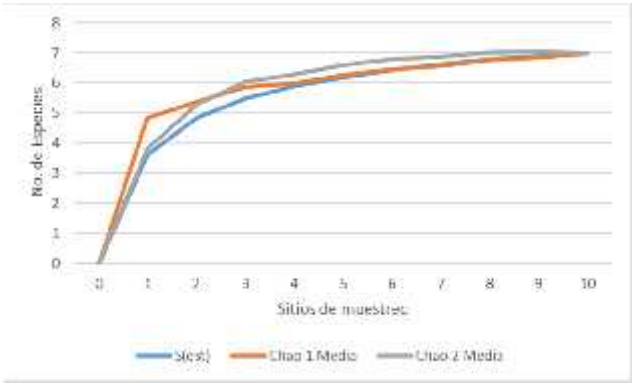
FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	ESTRATO			
					CACTÁCEAS	HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
Cactaceae	Cochemiea	Cochemiea poselgeri	Biznaga de poselger	Endémica				
Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria peninsularis	Biznaga pitayita	Endémica				

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	ESTRATO			
					CACTÁCEAS	HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
Cactaceae	Stenocereus	Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California	Endémica				
Cactaceae	Cylindropuntia	Cylindropuntia cholla	Choya pelona	Endémica				
Cactaceae	Stenocereus	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	Nativa				
Cactaceae	Pachycereus	Pachycereus pringlei	Cardón	Endémica				
Cactaceae	Ferocactus	Ferocactus peninsulae	Biznaga barril	Endémica				
Asparagaceae	Yucca	Yucca capensis	Yuca de los Cabos	Endémica				
Burseraceae	Bursera	Bursera fagaroides	Torote	Nativa				
Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	Nativa				
Burseraceae	Bursera	Bursera hindsiana	Copal colorado	Endémica				
Burseraceae	Bursera	Bursera microphylla	Torote prieto	Nativa				
Fouquieriaceae	Fouquieria	Fouquieria diguetii	Palo Adán	Endémica				
Malvaceae	Gossypium	Gossypium davidsonii	Algodón de Davidson	Endémica				
Fabaceae	Ebenopsis	Ebenopsis confinis	Ébano peninsular	Endémica				
Simaroubaceae	Castela	Castela peninsularis	Amargoso	Endémica				
Euphorbiaceae	Jatropha	Jatropha cinerea	Sangrengrado	Nativa				
Vitaceae	Vitis	Vitis peninsularis	ND	Endémica				
Solanaceae	Solanum	Solanum hindsianum	Mariola	Nativa				
Celastraceae	Maytenus	Maytenus phyllanthoides	Mangle dulce	Nativa				
Rhamnaceae	Colubrina	Colubrina viridis	Costilla de vaca	Nativa				
Fabaceae	Hesperothamnus	Hesperothamnus littoralis	ND	Endémica				
Euphorbiaceae	Adelia	Adelia brandegeei	Pimientilla	Endémica				

Confiabilidad del muestreo

Para determinar si con el esfuerzo de muestreo es suficiente para demostrar que la cantidad de sitios es suficiente, se construyó una curva de acumulación utilizando los datos tomados en campo y el programa EstimateS (EstimateS 9.1.0 Robert K. Colwell), este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H et al., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 10 sitios de muestreo realizados en el SA.

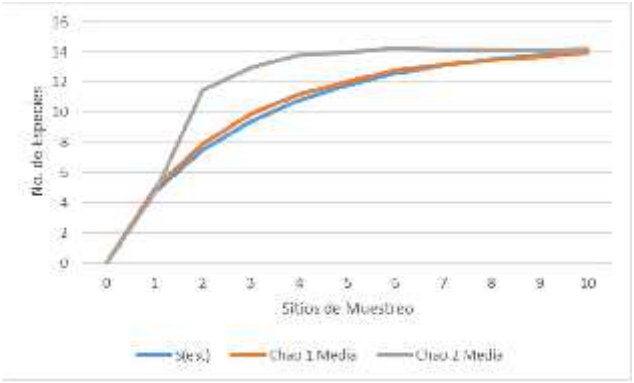
Estrato Epífitas y cactáceas



Gráfica IV. 1 Curva de acumulación de las especies del estrato epífitas y cactáceas.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 6, la cual se alcanza hasta el sitio 8 lo que indica que al realizar más sitios de muestreo la riqueza no sufrirá cambios significativos, en general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica.

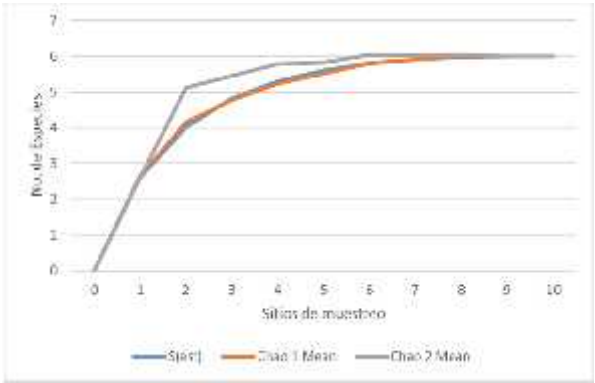
Estrato Arbustivo



Gráfica IV. 2 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota empieza a ser clara a partir del sitio 8, y a partir del sitio 9, los estimadores muestran la tendencia asíntota, demostrando que realizar más muestreos, es posible que no se registren más especies.

Estrato Arbóreo



Gráfica IV. 3 Curva de acumulación de las especies del estrato arbóreo.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 6 en la cual los estimadores se van ajustado a la asíntota, la cual se alcanza en el sitio 8.

A continuación, se presenta el índice de completitud y fiabilidad del muestreo.

La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

De acuerdo con diversos artículos[4] el uso del software EstimateS (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/) cada vez es más frecuente.

Estrato epífitas y cactáceas

Tabla IV. 3 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato epífitas y cactáceas.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Media	Chao 2 Media
1	4.83	3.81
2	5.36	5.3
3	5.86	6.05
4	5.98	6.3
5	6.27	6.6
6	6.46	6.79
7	6.57	6.88
8	6.76	7.01
9	6.85	7.03
10	7	7
PROMEDIO	6.19	6.28

Tabla IV. 4 Tabla del índice de Completitud del estrato epífitas y cactáceas.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	7	
Chao 1 Media	6.19	88.48%
Chao 2 Media	6.27	89.67%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad.

Estrato arbustivo

Tabla IV. 5 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo.

[4] Colwell Robert K, Chang Xuan Mao y Jing Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), pp. 2717-2727.
Jiménez-Valverde A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología Vol. 8, 31-XII-Sección: Artículos y Notas. pp. 151 – 161.
Moreno Claudia E, Barragán Felipe, Pineda Eduardo y Numa P. Pavón. 2011. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado. postal 69-Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82. Pp. 1249-1261

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Media	Chao 2 Media
1	4.93	4.64
2	7.89	11.45
3	9.92	12.95
4	11.19	13.78
5	12.02	13.98
6	12.81	14.24
7	13.11	14.16
8	13.45	14.13
9	13.7	14.08
10	14	14.18
Promedio	11.30	12.76

Tabla IV. 6 Tabla del índice de Completitud del estrato arbustivo

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	14	
Chao 1 Media	11.30	80.73%
Chao 2 Media	12.76	91.14%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

Estrato arbóreo

Tabla IV. 7 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbóreo.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Media	Chao 2 Media
1	2.65	2.6
2	4.16	5.13
3	4.77	5.46
4	5.23	5.78
5	5.53	5.84
6	5.82	6.05
7	5.92	6.02
8	6	6.05
9	6	6
10	6	6
Promedio	5.21	5.49

Tabla IV. 8 Tabla del índice de Completitud del estrato arbóreo.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	6	
Chao 1 Media	5.21	86.8
Chao 2 Media	5.49	91.55

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente para el estrato arbóreo.

Resultados del muestreo de diversidad

A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.

Especies en el estrato herbáceo

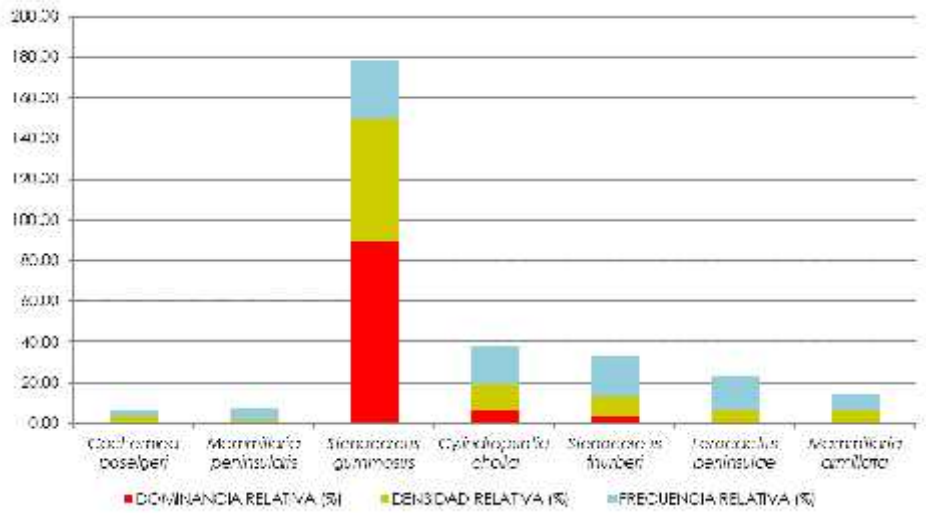
Solo se registró una especie en este estrato: Vitis peninsularis.

Especies de epífitas y cactáceas

Se registró una riqueza específica de 7 especies en el estrato de epífitas y cactáceas. Estas especies presentaron los siguientes Valores de Importancia Relativa:

Tabla IV. 4 Estimación del VIR de las especies en el estrato de epífitas y cactáceas en el SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Cochemiea poselgeri	0.59	2.50	2.78	5.87
Mammillaria peninsularis	0.01	1.67	5.56	7.23
Stenocereus gummosus	89.37	60.83	27.78	177.98
Cylindropuntia cholla	6.56	12.50	19.44	38.50
Stenocereus thurberi	3.14	10.00	19.44	32.59
Ferocactus peninsulae	0.33	6.67	16.67	23.66
Mammillaria armillata	0.01	5.83	8.33	14.17
TOTAL	100	100	100	300



Gráfica IV. 4 Valores de VIR de las especies en el estrato de epífitas y cactáceas encontrado dentro del SA.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato de epífitas y cactáceas del SA las siguientes especies presentan los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): Stenocereus gummosus (177.98), Cylindropuntia cholla (38.50) y Stenocereus thurberi (32.59).

Por otro lado, en la siguiente Tabla se presentan los resultados de la estimación de los índices de diversidad y de equidad para las especies del estrato de epífitas y cactáceas dentro del área del proyecto bajo estudio:

Tabla IV. 5 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato de epífitas y cactáceas del área del SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Cochemiea poselgeri	3	0.0250	-3.6889	0.0922
Mammillaria peninsularis	2	0.0167	-4.0943	0.0682
Stenocereus gummosus	73	0.6083	-0.4970	0.3024
Cylindropuntia cholla	15	0.1250	-2.0794	0.2599
Stenocereus thurberi	12	0.1000	-2.3026	0.2303
Ferocactus peninsulae	8	0.0667	-2.7081	0.1805
Mammillaria armillata	7	0.0583	-2.8416	0.1658
TOTAL	120	1.0000		1.2993

Tabla IV. 6 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato de epífitas y cactáceas del SA.

ESTRATO EPÍFITAS Y CACTÁCEAS	
RIQUEZA (S)	7
H' CALCULADA	1.4127
H' MÁXIMA=Ln (S)	1.9459
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7260
H MAX-H CAL	0.5332

El estrato de epífitas y cactáceas posee una riqueza específica de 7 especies, con una Equidad de 0.7260, del cual se infiere la presencia de especies dominantes en el estrato, siendo Stenocereus gummosus la especie que presentó un mayor VIR (177.98).

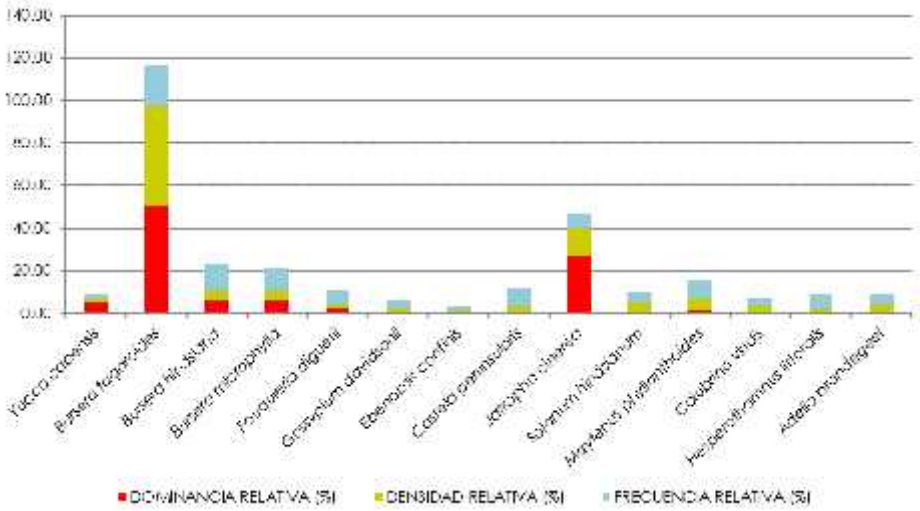
La máxima diversidad que puede alcanzar este estrato es de 1.9459, mientras que la diversidad calculada es de 1.2993, esto indica que el estrato de epífitas y cactáceas del SA posee una diversidad baja

Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 14 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV. 7 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Yucca capensis	4.89	2.24	2.13	9.26
Bursera fagaroides	51.00	46.64	19.15	116.79
Bursera hindsiana	5.67	4.85	12.77	23.29
Bursera microphylla	6.27	4.48	10.64	21.39
Fouquieria diguetii	2.07	2.24	6.38	10.69
Gossypium davidsonii	0.20	1.87	4.26	6.32
Ebenopsis confinis	0.11	1.49	2.13	3.73
Castela peninsularis	0.20	3.36	8.51	12.07
Jatropha cinerea	26.74	13.43	6.38	46.55
Solanum hindsianum	0.27	5.22	4.26	9.75
Maytenus phyllanthoides	1.47	5.60	8.51	15.58
Colubrina viridis	0.36	2.61	4.26	7.23
Hesperothamnus littoralis	0.17	2.24	6.38	8.79
Adelia brandegeei	0.57	3.73	4.26	8.56
TOTAL	100	100	100	300



Gráfica IV. 5 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del SA.

De las 14 especies registradas en el estrato arbustivo, se observa que predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR), entre las que se encuentran: Bursera fagaroides (71.80), Jatropha cinerea (45.19) y Yucca capensis (35.59).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies del estrato arbustivo dentro del área del proyecto bajo estudio:

Tabla IV. 8 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del SA

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Yucca capensis	6	0.0224	-3.7992	0.0851
Bursera fagaroides	125	0.4664	-0.7627	0.3557
Bursera hindsiana	13	0.0485	-3.0260	0.1468
Bursera microphylla	12	0.0448	-3.1061	0.1391
Fouquieria diguetii	6	0.0224	-3.7992	0.0851
Gossypium davidsonii	5	0.0187	-3.9815	0.0743
Ebenopsis confinis	4	0.0149	-4.2047	0.0628
Castela peninsularis	9	0.0336	-3.3938	0.1140
Jatropha cinerea	36	0.1343	-2.0075	0.2697
Solanum hindsianum	14	0.0522	-2.9519	0.1542
Maytenus phyllanthoides	15	0.0560	-2.8829	0.1614
Colubrina viridis	7	0.0261	-3.6451	0.0952
Hesperothamnus littoralis	6	0.0224	-3.7992	0.0851
Adelia brandegeei	10	0.0373	-3.2884	0.1227
TOTAL	268			1.9509

Tabla IV. 9 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del SA.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	14
H' CALCULADA	1.9509
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.6391
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7392
H MAX-H CAL	0.6882

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 14 especies, las cuales poseen un Índice de Equidad de 0.7392, con el cual se afirma que hay una presencia marcada de especies dominantes en este estrato. De hecho, de manera específica, y como se puede confirmar a través de los Valores de Importancia Relativa (VIR), la especie de mayor importancia es Bursera fagaroides (116.79), seguida de Jatropha cinerea (46.55) y Bursera hindisiana (23.29).

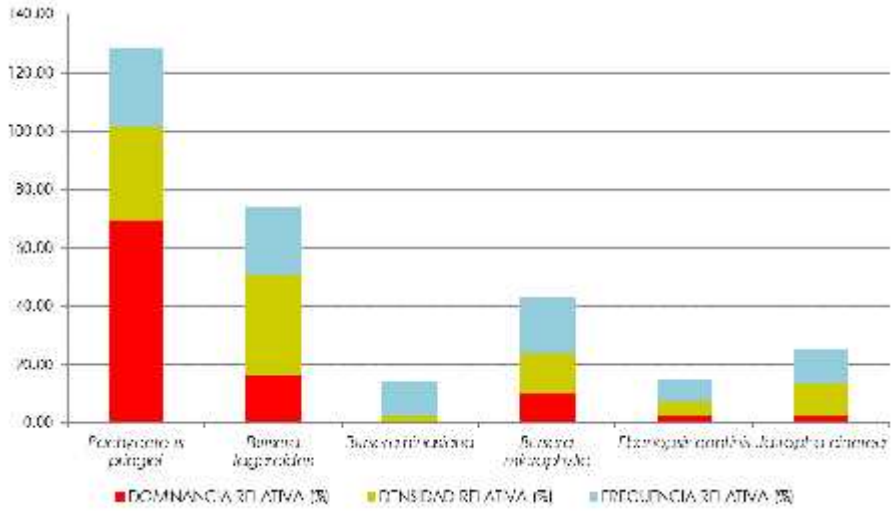
La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo dentro del SA es de 2.6391 y la H' calculada fue de 1.9509, lo que indica que el estrato arbustivo dentro del SA tiene una diversidad media.

Especies en el estrato arbóreo

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de 6 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV. 10 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo del SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Pachycereus pringlei	69.09	32.33	26.92	128.35
Bursera fagaroides	16.22	34.59	23.08	73.88
Bursera hindsiana	0.35	2.26	11.54	14.15
Bursera microphylla	9.72	14.29	19.23	43.24
Ebenopsis confinis	2.22	5.26	7.69	15.18
Jatropha cinerea	2.39	11.28	11.54	25.21
TOTAL	100	100	100	300



Gráfica IV. 6 Valores de VIR de las especies en el estrato arbóreo encontrado dentro del SA.

De manera particular se puede indicar que existen tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: Pachycereus pringlei (128.35), Bursera fagaroides (73.88) y Bursera microphylla (43.24).

Por otro lado, en la siguiente Tabla se presentan los resultados de la estimación de los índices de diversidad y de equidad para las especies con estrato arbóreo dentro del SA:

Tabla IV. 11 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbóreo del SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Pachycereus pringlei	43.00	0.3233083	-1.129149	0.3650632
Bursera fagaroides	46.00	0.3458647	-1.061708	0.3672072
Bursera hindsiana	3.00	0.0225564	-3.791737	0.0855279
Bursera microphylla	19.00	0.1428571	-1.94591	0.2779872
Ebenopsis confinis	7.00	0.0526316	-2.944439	0.1549705

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Jatropha cinerea	15.00	0.112782	-2.182299	0.2461239
TOTAL	133			1.4969

Tabla IV. 12 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo del SA.

ESTRATO ARBÓREO	
RIQUEZA (S)	
H' CALCULADA	1.4969
H' MÁXIMA=Ln (S)	1.7918
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8354
H MAX-H CAL	0.2949

El estrato arbóreo del SA posee una riqueza específica de 6 especies, y presenta un Índice de Equidad de 0.8354, el cual indica que la presencia de especies dominantes en el estrato arbóreo es reducida, siendo Pachycereus pringlei (128.35) la especie que presentó el mayor Valor de Importancia Relativa, seguido de Bursera fagaroides (73.88) y Bursera microphylla (43.24).

La máxima diversidad que puede alcanzar las especies en el estrato arbóreo es de 1.7918 y la H´ calculada es de 1.4969, lo que nos indica que este estrato tiene una diversidad baja.

Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia

En los muestreos se registraron dos especies catalogadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010: Mammillaria peninsularis y Gossypium davidsonii, ambas en la categoría de Protección Especial.

De igual manera, se encontraron las siguientes especies catalogadas en el Apéndice II de la CITES: Cochemiea poselgeri, Mammillaria peninsularis, Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Stenocereus thurberi, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae y Mammillaria armillata.

Especies endémicas

En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: Cochemiea poselgeri, Mammillaria peninsularis, Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Yucca capensis, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Gossypium davidsonii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis, Hesperothamnus littoralis y Adelia brandegeei.

MUESTREOS EN EL ÁREA DE CUSTF

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo:

Tabla IV. 9 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 12Q).

PARCELA	COORDENADAS PUNTO CENTRAL	
	X	Y
1	590772.9837	2555246.8172
2	590824.8528	2555205.3928
3	590880.3314	2555227.3192
4	590861.9920	2555279.0222
5	590800.0000	2555297.0000
6	590868.2355	2555330.2102
7	590956.9932	2555403.4894
8	591073.0000	2555354.0000
9	590874.2476	2555537.3936
10	590996.8680	2555481.7858



Figura IV. 27 Distribución de los sitios de muestreo en el predio bajo estudio.

Listado de especies registradas en el predio

Como resultado de los muestreos se tiene que dentro del predio se registró 9 familias, 14 géneros y 17 especies. Estas especies están distribuidas en el estrato herbáceo (1 especie), arbustivo (10 especies), arbóreo (5 especies) y epífitas y cactáceas (5 especies). Es importante indicar que existen especies que se repiten entre los diferentes estratos; lo anterior se debe a que las especies se encuentran en diferentes estadios de crecimiento (es decir una especie con forma de vida arbórea puede aparecer a manera de plántulas o ejemplares juveniles en el estrato herbáceo o arbustivo) como parte de los procesos de sucesión de la vegetación, de acuerdo a lo siguiente: Para la estratificación de la comunidad vegetal se tienen las siguientes consideraciones para su agrupación:

La estratificación vegetal se refiere a la distribución que presentan las plantas en los ecosistemas y está determinada por el tamaño y tipo de vida de los organismos. Así, tenemos que los árboles grandes forman el estrato más alto, llamado dosel; los arbustos junto con algunas hierbas forman el estrato medio, y las plantas herbáceas, que son las que se encuentran cerca del suelo, forman el estrato más pequeño, en resumen, las características de las plantas están dadas por su forma de crecimiento[5].

Por lo tanto, los estratos se clasifican por su crecimiento y no por su forma de vida, cuya definición es la siguiente: Forma vital (forma de vida) o Biotipo es una forma de desarrollo que manifiesta adaptaciones ecológicas acusadas. El modo de clasificación de formas vitales más usado se fundamenta en las características de las partes aéreas de las plantas y en la duración de la vida de las mismas[6]. Por lo tanto, forma de vida es un término muy amplio y complejo, además de que no es un sinónimo de estrato.

Incluso en diversos estudios se considera que en el estrato herbáceo se puede apreciar la dinámica de crecimiento de plántulas es especies de forma de vida arbórea[7].

De acuerdo con el glosario de la CONAFOR[8]:

Arbustivo (estrato): Porción de la masa de la comunidad vegetal clasificado por su altura, determinado por la vegetación que cubre la parte media, constituida por arboles jóvenes y arbustos.

Arbóreo (estrato): Porción de la masa de la comunidad vegetal clasificado por su altura, determinado por la vegetación que cubre la parte superior, constituida principalmente por árboles.

Herbáceo (estrato): Porción de la comunidad vegetal clasificado por su altura, determinado por la vegetación que cubre la parte baja que son las que se encuentran cerca del suelo.

Por lo tanto y como se menciona, en el estrato arbustivo pueden registrarse especies de forma de vida arbórea, y en el estrato herbáceo es clasificada por la altura de las especies, pudiendo registrarse plántulas de especies de forma de vida arbórea.

Tabla IV. 10 Listado de especies registradas.

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	ESTRATO			
					CACTÁCEAS	HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
Cactaceae	Stenocereus	Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California	Endémica	■			
Cactaceae	Cylindropuntia	Cylindropuntia cholla	Choya pelona	Endémica	■			
Cactaceae	Stenocereus	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	Nativa	■			
Cactaceae	Pachycereus	Pachycereus pringlei	Cardón	Endémica				■
Cactaceae	Ferocactus	Ferocactus peninsulae	Biznaga barril	Endémica	■			
Burseraceae	Bursera	Bursera fagaroides	Torote	Nativa			■	■
Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	Nativa	■			
Burseraceae	Bursera	Bursera hindsiana	Copal colorado	Endémica			■	■
Burseraceae	Bursera	Bursera microphylla	Torote prieto	Nativa			■	■
Fouquieriaceae	Fouquieria	Fouquieria diguetii	Palo Adán	Endémica			■	

[5] Moreno, N. P. 1984. Glosario botánico ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz. Versión electrónica: http://reservaeleden.org/plantasloc/

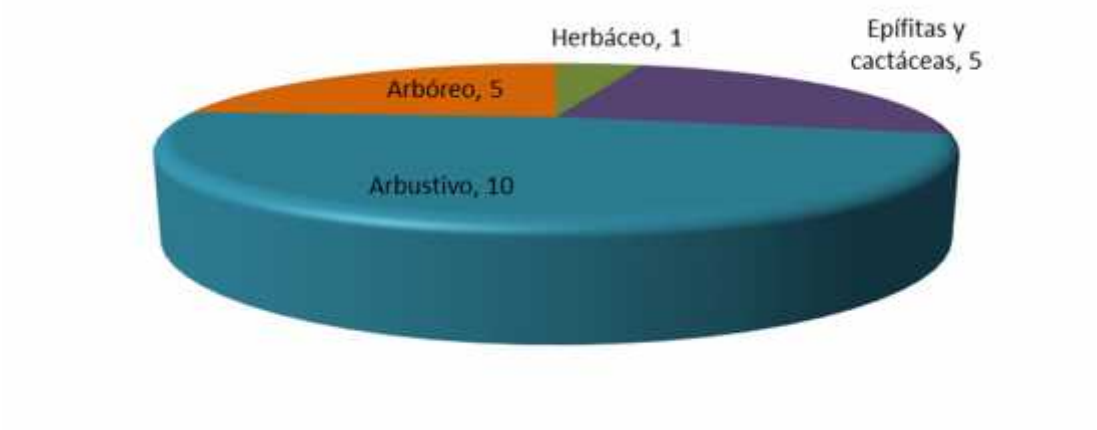
[6] Alcaraz, F. 2013. Formas vitales, estratificación y fenología. Geobotánica, Tema 8. ICE Universidad de Murcia y Diego Marín. Murcia.

[7] Madrigal, L. A. y V. Vargas-Chacón. 2016. Densidad del estrato herbáceo y su relación con luminosidad, pH y cantidad de hojarasca en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Gestión de los Recursos Naturales.

[8] (http://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?page_id=436)

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	ESTRATO			
					CACTÁCEAS	HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
Fabaceae	Ebenopsis	Ebenopsis confinis	Ébano peninsular	Endémica				
Simaroubaceae	Castela	Castela peninsularis	Amargoso	Endémica				
Euphorbiaceae	Jatropha	Jatropha cinerea	Sangrengrado	Nativa				
Vitaceae	Vitis	Vitis peninsularis	ND	Endémica				
lanaceae	Solanum	Solanum hindsianum	Mariola	Nativa				
Rhamnaceae	Colubrina	Colubrina viridis	Costilla de vaca	Nativa				
Fabaceae	Hesperothamnus	Hesperothamnus littoralis	ND	Endémica				

Como se observa en la siguiente figura, el estrato más representado es el arbustivo, con 10 especies registradas, seguido del herbáceo y arbóreo, con 5 especies cada uno, mientras que en el estrato herbáceo solo se registró una especie.

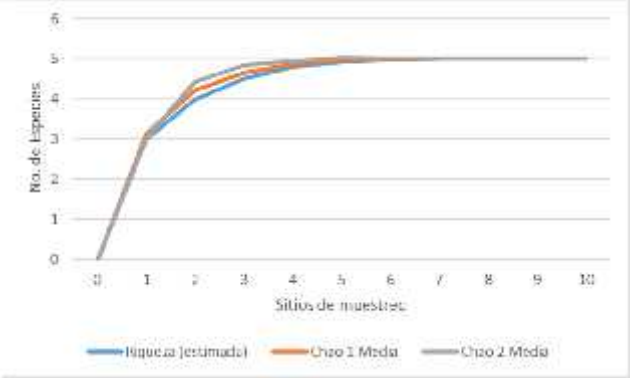


Gráfica IV. 7 Especies registradas en cada estrato en los sitios de muestreo.

CONFIABILIDAD DEL MUESTREO

Con la finalidad de presentar un análisis estadístico que justifique el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, en cuanto a la representatividad de la muestra, las características del o los tipos de vegetación, se utilizó el método no paramétrico de Curva de Acumulación de Especies, mediante el uso del programa EstimateS ®, disponible en la red de manera gratuita, este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H et al., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003). A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 20 sitios de muestreo realizados en el área de CUSTF.

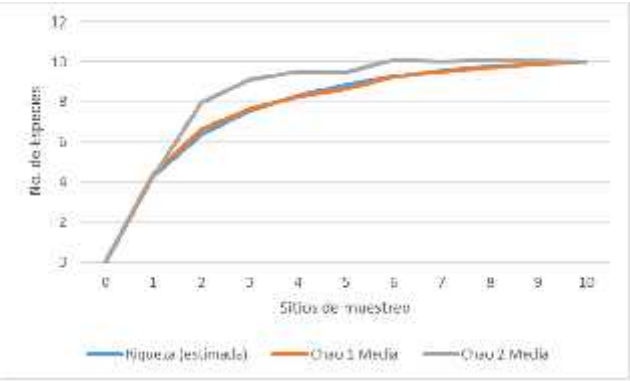
Estrato epífitas y cactáceas



Gráfica IV. 8 Curva de acumulación de las especies del estrato epífitas y cactáceas.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 4, la cual se alcanza hasta el sitio 7 lo que indica que al realizar más sitios de muestreo la riqueza no sufrirá cambios significativos, en general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica.

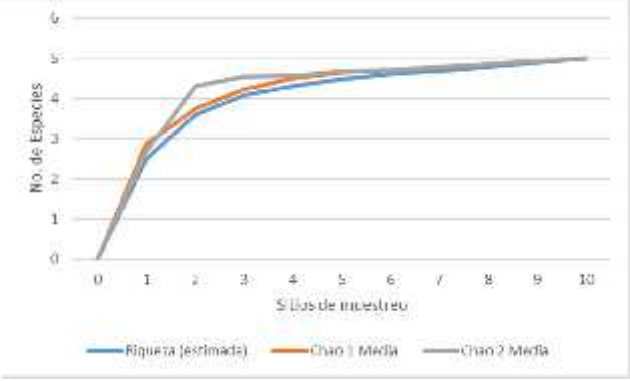
Estrato arbustivo



Gráfica IV. 9 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota empieza a ser clara a partir del sitio 5, y a partir del sitio 9, los estimadores muestran la tendencia asíntota, demostrando que realizar más muestreos, es posible que no se registren más especies.

Estrato arbóreo



Gráfica IV. 10 Curva de acumulación de las especies del estrato arbóreo.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 5 en la cual los estimadores se van ajustado a la asíntota, la cual se alcanza en el sitio 9.

A continuación, se presenta el índice de completitud y fiabilidad del muestreo.

La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

De acuerdo con diversos artículos[9] el uso del software EstimateS (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/) cada vez es más frecuente.

Con los datos obtenidos en campo se tiene los siguientes resultados:
Estrato epífitas y cactáceas

Tabla IV. 11 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato epífitas y cactáceas.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	3.12	3.02
2	4.21	4.42
3	4.65	4.84
4	4.86	4.95
5	4.96	5.04
6	4.99	5.01
7	5	5
8	5	5
9	5	5
10	5	5
PROMEDIO	**4.68**	**4.73**

Tabla IV. 12 Tabla del índice de Completitud del estrato epífitas y cactáceas.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	5	
Chao 1 Mean	4.68	93.58%
Chao 2 Mean	4.73	94.56%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, en la cual sobresale Chao 2 con el 94.56%.

[9] Colwell Robert K, Chang Xuan Mao y Jing Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), pp. 2717-2727.
Jiménez-Valverde A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología Vol. 8, 31-XII-Sección: Artículos y Notas. pp. 151 – 161.
Moreno Claudia E, Barragán Felipe, Pineda Eduardo y Numa P. Pavón. 2011. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado. postal 69-Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82. Pp. 1249-1261

Estrato arbustivo

Tabla IV. 13 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	4.36	4.23
2	6.62	7.98
3	7.62	9.09
4	8.25	9.52
5	8.66	9.46
6	9.25	10.09
7	9.5	10.03
8	9.72	10.09
9	9.9	10.07
10	10	10
Promedio	**8.39**	**9.06**

Tabla IV. 14 Tabla del índice de Completitud del estrato arbustivo

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	10	
Chao 1 Mean	8.39	83.88%
Chao 2 Mean	9.06	90.56%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

Estrato arbóreo

Tabla IV. 15 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbóreo.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	2.87	2.69
2	3.75	4.31
3	4.24	4.55
4	4.5	4.57
5	4.64	4.68
6	4.71	4.72
7	4.78	4.79
8	4.86	4.86
9	4.94	4.94
10	5	5

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
Promedio	4.43	4.51

Tabla IV. 16 Tabla del índice de Completitud del estrato arbóreo.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	5	
Chao 1 Mean	4.43	88.58%
Chao 2 Mean	4.51	80.22%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente para el estrato arbóreo.

Resultados del muestreo de diversidad

A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en el área de cambio de uso de suelo.

Especies en el estrato herbáceo

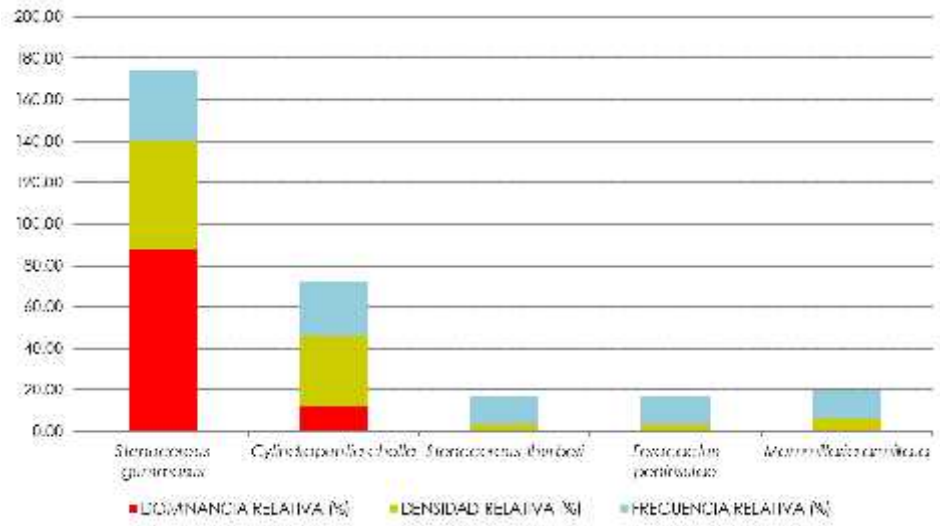
En el estrato herbáceo, solo se registró una especie: Vitis peninsularis.

Especies en el estrato epífitas y cactáceas

En el estrato epífitas y cactáceas del predio bajo estudio se registraron 5 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla IV. 17 Estimación del VIR de las especies del estrato epífitas y cactáceas.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Stenocereus gummosus	88.04	52.45	33.33	173.82
Cylindropuntia cholla	11.60	34.27	26.67	72.53
Stenocereus thurberi	0.23	3.50	13.33	17.06
Ferocactus peninsulae	0.10	3.50	13.33	16.93
Mammillaria armillata	0.04	6.29	13.33	19.66
TOTAL	100	100	100	300



Gráfica IV. 11 Valores de VIR de las especies del estrato epífitas y cactáceas encontrado dentro del área de estudio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato de epífitas y cactáceas del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: Stenocereus gummosus (173.82), Cylindropuntia cholla (72.53) y Mammillaria armillata (19.66).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato de epífitas y cactáceas dentro del predio bajo estudio:

Tabla IV. 18 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato epífitas y cactáceas del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Stenocereus gummosus	75	0.5245	-0.6454	0.3385
Cylindropuntia cholla	49	0.3427	-1.0710	0.3670
Stenocereus thurberi	5	0.0350	-3.3534	0.1173
Ferocactus peninsulae	5	0.0350	-3.3534	0.1173
Mammillaria armillata	9	0.0629	-2.7656	0.1741
TOTAL	143	1.0000		1.1140

Tabla IV. 19 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato epífitas y cactáceas del predio bajo estudio.

ESTRATO DE EPÍFITAS Y CACTÁCEAS	
RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA	1.1140
H' MAXIMA=Ln (S)	1.6094
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.6922
H MAX-H CAL	0.4954

El estrato de epífitas y cactáceas posee una riqueza específica de 5 especies, las cuales poseen una distribución de 0.6922, con el cual se afirma la presencia de especies dominantes en este estrato, como Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla y Mammillaria armillata.

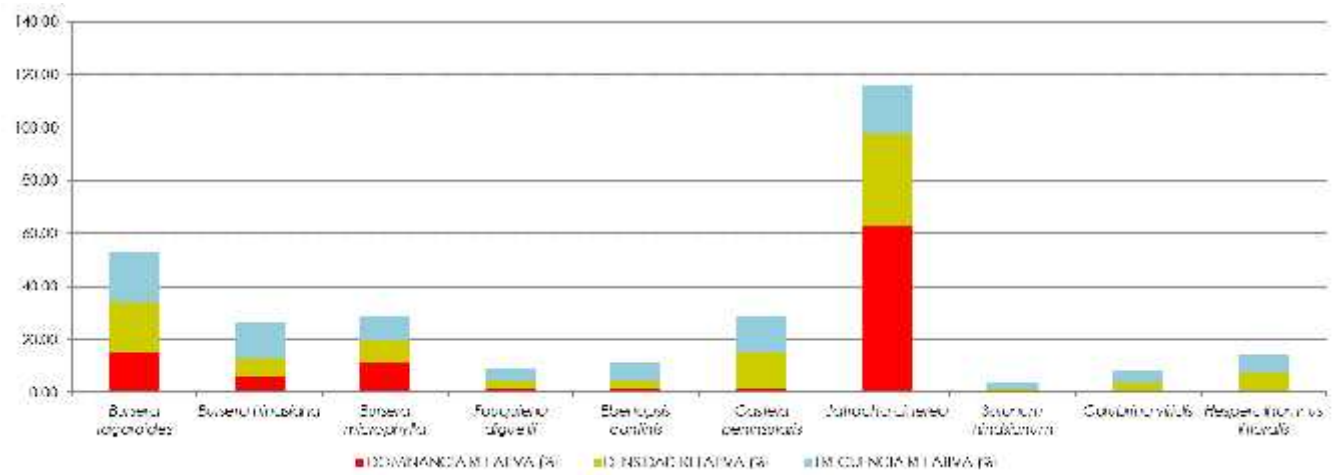
La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato de epífitas y cactáceas en nuestra área de estudio es de 1.6094 y la H´ calculada es de 1.1140, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad. Es decir, la distribución actual de las especies no es equiabundante como sería la ideal, denotando la presencia de especies dominantes.

Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 10 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV. 20 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Bursera fagaroides	15.07	18.93	18.60	52.61
Bursera hindsiana	5.52	7.14	13.95	26.62
Bursera microphylla	11.62	8.21	9.30	29.14
Fouquieria diguetii	1.54	2.86	4.65	9.05
Ebenopsis confinis	1.04	3.21	6.98	11.23
Castela peninsularis	1.29	13.93	13.95	29.18
Jatropha cinerea	62.91	34.64	18.60	116.16
Solanum hindsianum	0.04	1.07	2.33	3.44
Colubrina viridis	0.18	3.57	4.65	8.40
Hesperothamnus littoralis	0.77	6.43	6.98	14.18
TOTAL	100	100	100	300



Gráfica IV. 12 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de estudio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbustivo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: Jatropha cinerea (116.16), Bursera fagaroides (52.61) y Castela peninsularis (29.18).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

Tabla IV. 21 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Bursera fagaroides	53	0.1893	-1.6645	0.3151
Bursera hindsiana	20	0.0714	-2.6391	0.1885
Bursera microphylla	23	0.0821	-2.4993	0.2053
Fouquieria diguetii	8	0.0286	-3.5553	0.1016
Ebenopsis confinis	9	0.0321	-3.4376	0.1105
Castela peninsularis	39	0.1393	-1.9712	0.2746
Jatropha cinerea	97	0.3464	-1.0601	0.3672
Solanum hindsianum	3	0.0107	-4.5362	0.0486
Colubrina viridis	10	0.0357	-3.3322	0.1190
Hesperothamnus littoralis	18	0.0643	-2.7444	0.1764
TOTAL	280			1.9068

Tabla IV. 22 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	10
H' CALCULADA	1.9068
H' MAXIMA=Ln (S)	2.3026
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8281
H MAX-H CAL	0.3958

Las especies en el estrato arbustivo, poseen una riqueza específica de 10 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8281, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida, pero remarcables las mayores abundancias de Jatropha cinerea, Bursera fagaroides y Castela peninsularis.

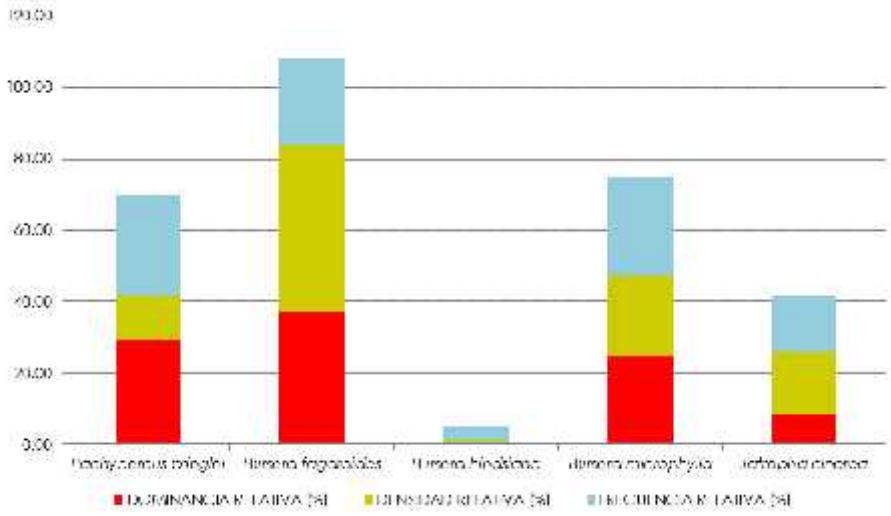
La máxima diversidad que puede alcanzar las especies en estrato arbustivo en nuestra área de estudio es de 2.3026 y la H´ calculada es de 1.9068, lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

Especies en el estrato arbóreo

En el caso del estrato arbóreo del predio bajo estudio se registraron 5 especies. Estas especies registradas presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV. 23 Estimación del VIR de las especies del estrato arbóreo.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Pachycereus pringlei	29.01	12.84	28.00	69.86
Bursera fagaroides	37.33	46.79	24.00	108.12
Bursera hindsiana	0.37	0.92	4.00	5.29
Bursera microphylla	24.94	22.02	28.00	74.96
Jatropha cinerea	8.35	17.43	16.00	41.78
TOTAL	100	100	100	300



F Gráfica IV. 13 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro del área de estudio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: Bursera fagaroides (108.12), Bursera microphylla (74.96) y Pachycereus pringlei (69.86).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio.

Tabla IV. 24 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Pachycereus pringlei	16	0.0116	-4.4573	0.0517
Bursera fagaroides	4	0.0029	-5.8435	0.0169
Bursera hindsiana	30	0.0217	-3.8286	0.0832
Bursera microphylla	11	0.0080	-4.8319	0.0385
Jatropha cinerea	390	0.2826	-1.2637	0.3571
TOTAL	1380			2.5962

Tabla IV. 25 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBÓREO	
RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA	1.2997
H' MAXIMA=Ln (S)	1.6094
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8076
H MAX-H CAL	0.3097

El estrato arbóreo de la vegetación por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 5 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8076, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida. De hecho, de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR estas especies dominantes son 3 especies.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en nuestra área de estudio es de 1.6094 y la H´ calculada es de 1.2997 lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

- Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Dentro del área del predio no se observaron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010.

Especies endémicas

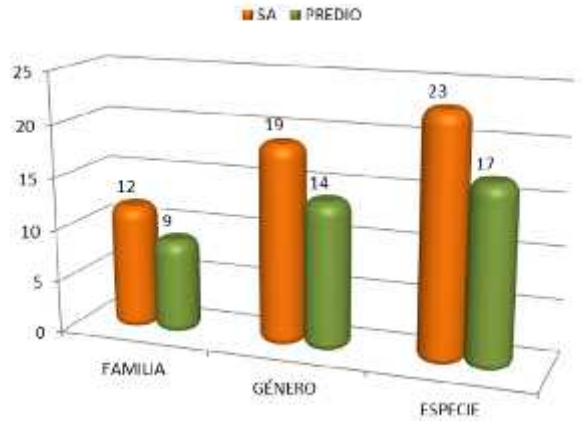
Se encontraron las siguientes especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis.

Conclusión del muestreo de Flora realizado

- La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto, corresponde a una zona anteriormente impactada principalmente por actividades humanas, como el turismo.
- La riqueza de especies registradas en el predio bajo estudio puede ser considerada baja.
- Las especies endémicas encontradas son de amplia distribución y comunes para la zona.
- El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación.
- Se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

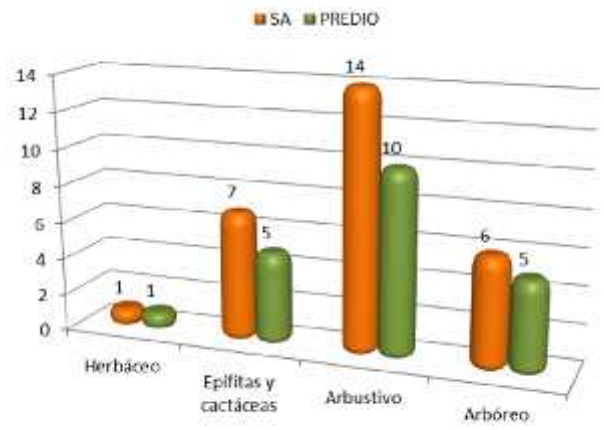
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ENTRE EL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y EL PREDIO

Los muestreos realizados en el SA dieron como resultado un total de 23 especies pertenecientes a 19 géneros y a 12 familias botánicas, mientras que dentro del predio se registraron 17 especies pertenecientes a 14 géneros y a 9 familias botánicas. Estos resultados indican que la composición florística del SA presentó una mayor riqueza a comparación del área del proyecto, como se puede apreciar en la siguiente gráfica:



Gráfica IV. 14 Riqueza florística entre el SA y el predio.

En la siguiente gráfica se presenta la comparación entre la riqueza de especies de cada estrato florístico entre el SA y el predio. Como se observa, en todos los estratos la riqueza de especies fue mayor en el SA a comparación del predio.

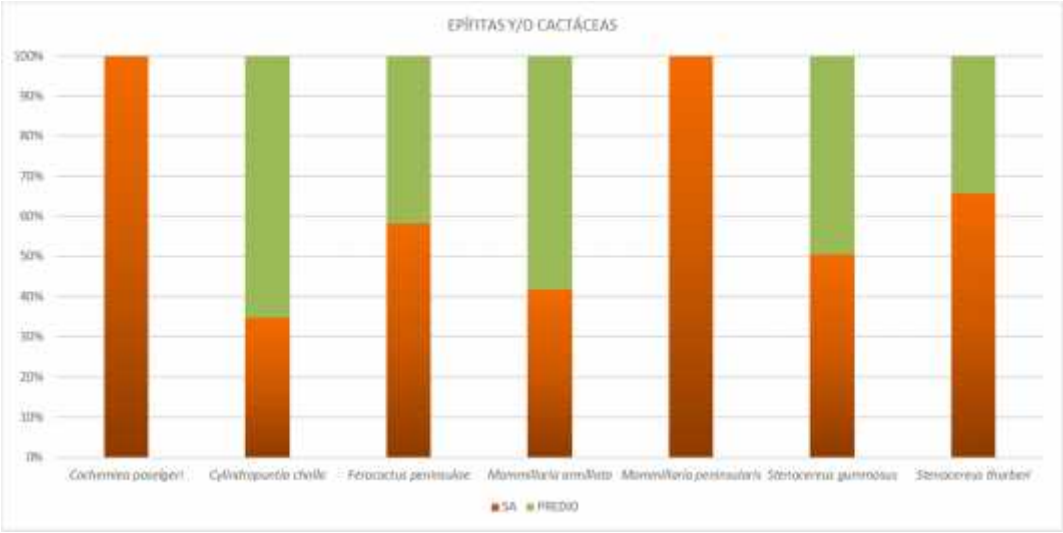


Gráfica IV. 15 Riqueza florística de cada estrato entre el SA y el predio.

Con base en los resultados obtenidos, se presentan los siguientes datos comparativos por estrato:

Estrato herbáceo. En ambos sitios, se registró una especie en este estrato: Vitis peninsularis.

Estrato de epífitas y cactáceas. En el SA se registró un total de 7 especies, y en el área del proyecto 5 especies. Lo anterior indica que en el SA hay una mayor riqueza específica con respecto al área del proyecto. Tanto en el SA como en el área del proyecto se comparten las mismas especies, mientras que en el SA se registraron 2 especies que no fueron registradas en el área del proyecto. En la siguiente gráfica se comparan los valores de importancia relativa de las especies que coinciden en las unidades de análisis.

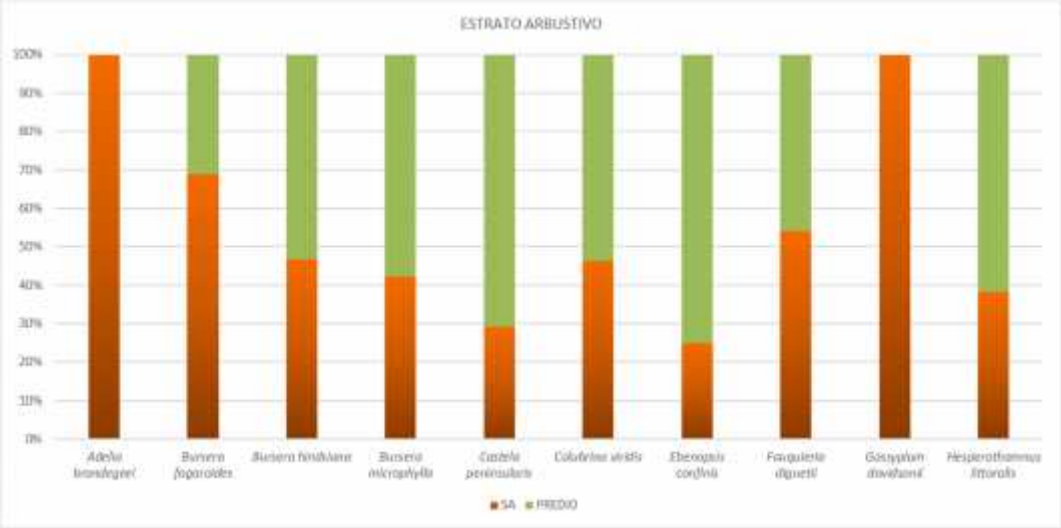


Gráfica IV. 16 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato de epífitas y cactáceas.

En cuanto a las especies de mayor importancia del SA son Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla y Stenocereus thurberi, siendo las dos primeras compartidas con el área del proyecto como las especies con los mayores valores de importancia relativa.

Con base en la información anteriormente expuesta, se determina que el estrato de epífitas y cactáces del SA es más diverso que en el área del proyecto.

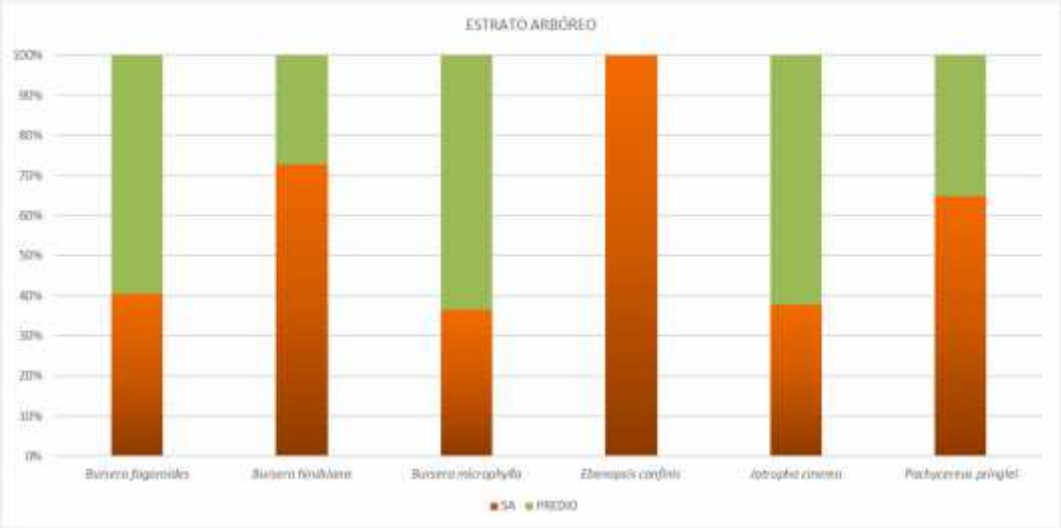
Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo del SA se registraron un total de 14 especies, mientras que en el área del proyecto se registraron10 especies. Tanto en el SA como en el área del proyecto se comparten las mismas especies, mientras que en el SA se registraron 4 especies que no fueron registradas en el área del proyecto.



Gráfica IV. 17 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbustivo.

En cuanto a las especies de mayor importancia para el SA, están Bursera fagaroides, Jatropha cinerea y Bursera hindsiana; para el área del proyecto están Jatropha cinerea, Bursera fagaroides y Castela peninsularis. Como se puede observar, se comparte una especie dentro de los mayores valores de importancia relativa.

Estrato arbóreo. En el estrato arbóreo del SA se registró un total de 6 especies, mientras que en el área del proyecto se registraron 5 especies arbóreas. Lo anterior indica que existe una mayor riqueza específica en el SA con respecto al predio. Es importante mencionar que se comparten 5 especies entre el SA y el área del proyecto; asimismo en el SA hay 1 especie que no se registró en el área del proyecto.

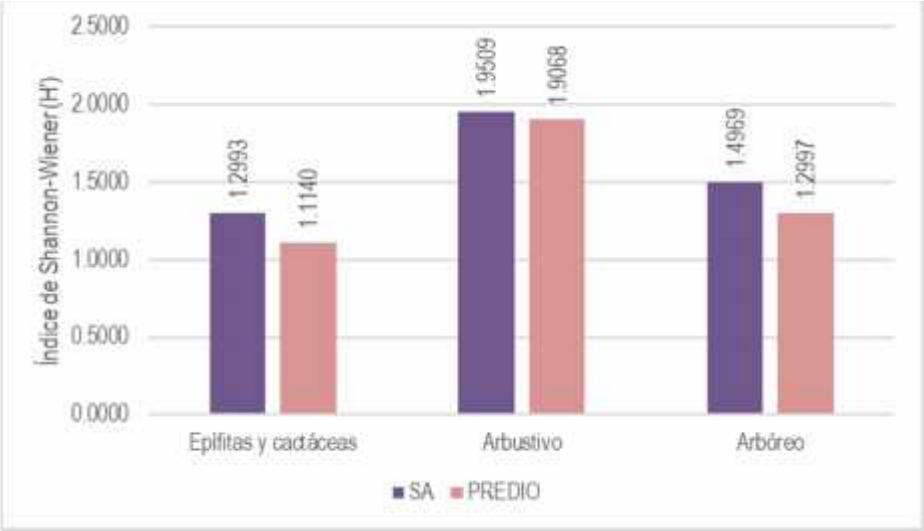


Gráfica IV. 18 Comparación de los valores de importancia relativa en el estrato arbóreo.

En cuanto a las especies de mayor importancia para el SA se encuentran las siguientes: Pachycereus pringlei, Bursera fagaroides y Bursera microphylla; para el área del proyecto se comparten las mismas especies con los valores más altos de VIR.

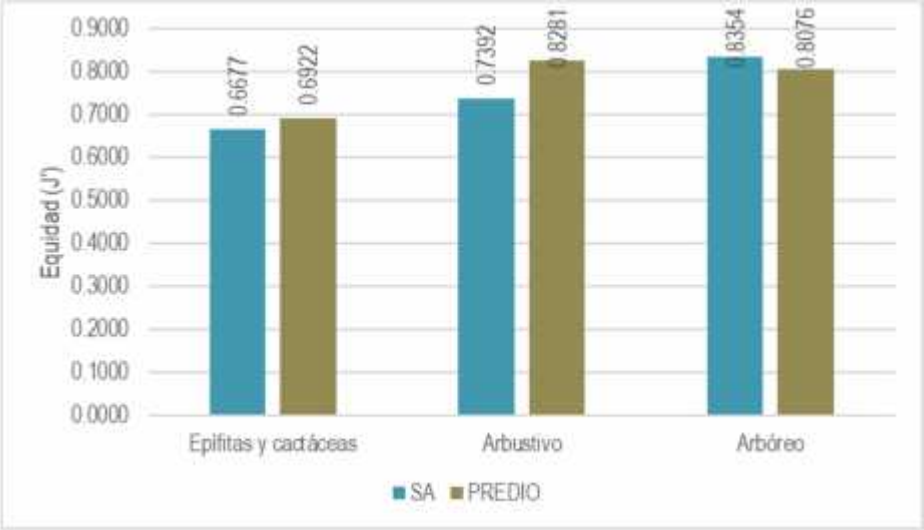
De acuerdo con los datos analizados, se puede inferir que la composición florística del área del proyecto se encuentra bien representada en todos los estratos del SA, es importante mencionar que en los estratos todas las especies presentes en el área del proyecto también fueron encontradas en el SA. De manera general, la zona ha sido afectada por la actividad antropogénica por lo que las condiciones en las unidades de muestreo son similares, lo cual se ve reflejado en la composición de la flora, siendo esta ligeramente más diversa en el SA que en el área del proyecto.

A continuación, se presentan las proyecciones esquemáticas comparativas de los parámetros de composición, estructura y diversidad por estratos en el SA y el área del proyecto:



Gráfica IV. 19 Comparación del índice de Shannon-Wiener por estratos de la vegetación en el SA y el área del proyecto.

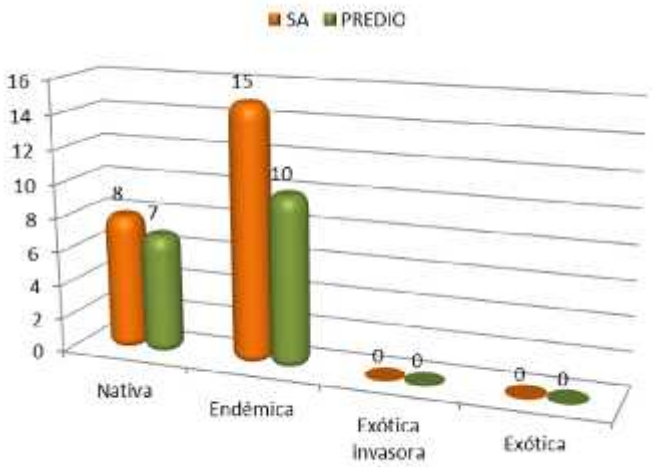
Como se observa en la gráfica anterior, los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron de medios a bajos en los estratos tanto del SA como del área del proyecto. De acuerdo con lo obtenido en el índice de diversidad, en el SA el estrato arbustivo presentó el valor más alto de diversidad (H'= 1.9509), seguido del arbóreo (H'= 1.4969) y de epífitas y cactáceas (H'= 1.2993). En cuanto al área del proyecto, todos los estratos presentaron valores de diversidad incluso más bajos: arbustivo (H'= 1.9068), arbóreo (H'= 1.2997) y epífitas y cactáceas (H'= 1.1140). Es importante destacar que en el SA se obtuvieron valores de diversidad mayores que en el área del proyecto.



Gráfica IV. 20 Comparación del índice de equidad de Pielou por estratos de la vegetación en el SA y el área del proyecto.

En el SA, el estrato arbóreo presentó un valor cercano a la unidad (J´= 0.8354), al igual que el estrato arbustivo (J'= 0.7392), mientras que, el estrato de epífitas y cactáceas (J´= 0.6677), presentó un valor menor. En el caso del área del proyecto, el estrato arbustivo presentó un valor cercano a la unidad (J´= 0.8281), al igual que el estrato arbóreo (J'= 0.8076). Por otra parte, el estrato de epífitas y cactáceas (J´= 0.6922) presentó un valor menor, esto nos indica la dominancia de ciertas especies. De este análisis se puede inferir que la distribución entre las especies del predio es ligeramente más homogénea comparada, en dos estrados, a la del SA, a excepción del estrato arbóreo.

De manera general, se puede indicar que la composición, estructura y diversidad de la vegetación encontrada en el SA presenta una mayor riqueza específica, una estructura de vegetación más desarrollada y con la representación de todas las especies que se encuentran dentro del predio donde se desarrollará el proyecto.



Gráfica IV. 21 Distribución de las especies en el SA y el área del proyecto.

En cuanto a la distribución de las especies, en el predio se encontraron 10 especies endémicas, las cuales son: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis. Por otra parte, en el SA se encontraron 15 especies: Cochemiea poselgeri, Mammillaria peninsularis, Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Stenocereus thurberi, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Yucca capensis, Bursera fagaroides, Mammillaria armillata, Bursera hindsiana, Bursera microphylla,

Fouquieria diguetii, Gossypium davidsonii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Jatropha cinerea, Vitis peninsularis, Solanum hindsianum, Maytenus phyllanthoides, Colubrina viridis, Hesperothamnus littoralis y Adelia brandegeei. De acuerdo con la mayor diversidad y riqueza encontrados en el SA, se encontró un mayor número de especies endémicas, debido a que los ecosistemas se encuentran mejor conservados.



Gráfica IV. 22 Estatus de protección de las especies registradas en el SA y en el área del proyecto.

Como se observa en la gráfica anterior, solo el SA como se encontraron dos especies dentro de la categoría de Protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010: Mammillaria peninsularis y Gossypium davidsonii.

Conclusión del muestreo de Flora

- De acuerdo con lo observado durante los muestreos de flora, la riqueza de especies registradas es alta en endemismos, característico del tipo de vegetación que se encuentra en la zona. Los estimadores de diversidad indicaron que, en el área del proyecto, los estratos presentaron una diversidad baja. Por otra parte, en el SA los estimadores de diversidad indicaron una diversidad más alta en todos los estratos.
- Solo el SA como se encontraron dos especies dentro de la categoría de Protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010: Mammillaria peninsularis y Gossypium davidsonii.
- En el predio se encontraron 10 especies endémicas, las cuales son: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis. Por otra parte, en el SA se encontraron 15 especies: Cochemiea poselgeri, Mammillaria peninsularis, Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Stenocereus thurberi, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Yucca capensis, Bursera fagaroides, Mammillaria armillata, Bursera hindsiana, Bursera microphylla, Fouquieria diguetii, Gossypium davidsonii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Jatropha cinérea, Vitis peninsularis, Solanum hindsianum, Maytenus phyllanthoides, Colubrina viridis, Hesperothamnus littoralis y Adelia brandegeei.
- De manera general, se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades vegetales del área en donde se establecerá.

IV.2.2.2.2 Fauna terrestre

México es un país de megadiversidad, estatus que comparte con países como Brasil, Perú, Colombia, Indonesia, Madagascar, entre otros. Ocupa el primer lugar en la riqueza reptiles, el cuarto en anfibios, el segundo en mamíferos y el onceavo en aves (Rodríguez et al, 2003). Además de su riqueza en especies, México tiene un alto porcentaje de especies endémicas, colocándolo en tercer lugar después de Indonesia y Australia.

La diversidad de especies se encuentra distribuida heterogéneamente. En muchos grupos, el número de especies disminuye al aumentar la latitud o la altitud (Pianka 1966, Kucera 1978, Humphrey y Bonaccorso 1979, Graham 1983). También, el paisaje puede jugar un papel importante; la complejidad del hábitat, determinada por una mayor variación ambiental, sea climática, topográfica o en tipos de vegetación, propicia que los hábitats heterogéneos contengan una mayor riqueza de especies, tanto florística como faunística, en comparación con aquellos hábitats homogéneos (Vargas-Contreras y Hernandez-Huerta 2001).

Además, entre los mecanismos que promueven los patrones de distribución se mencionan el cambio de parámetros abióticos (temperatura, humedad, precipitación y altitud), la reducción del área efectiva, la complejidad y la productividad biológica de los hábitats, entre otros factores bióticos correlacionados (Graham 1983, Rosenzweig 1992, Sánchez-Cordero 2001). Sin embargo, los estudios sobre este tema son aún incipientes en México.

Como se ha mencionado, en nuestra área bajo estudio se cuenta con una cobertura de vegetación de matorral sarcocaule, también conocido como matorral sarcófito, el cual representa una de las comunidades vegetales más características del estado de Baja California Sur. Este ecosistema se distingue por la presencia de plantas leñosas con tallos suculentos y ramificados, como especies de Bursera, Pachycormus, Jatropha, así como cactáceas columnares como Stenocereus thurberi y Pachycereus pringlei (León de la Luz et al., 2000). Estas plantas no solo conforman el componente estructural del paisaje, sino que también proporcionan refugio, alimento y microhábitats esenciales para una gran variedad de especies de fauna silvestre que han desarrollado estrategias para adaptarse a condiciones de aridez extrema, suelos pobres y amplitudes térmicas significativas. Esto es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo ecosistema.

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna y otras características de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en las áreas de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional y local.

Tabla IV.26. Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

GRUPO	MÉXICO	BAJA CALIFORNIA SUR
Anfibios	361	4
Reptiles	804	61
Aves	1,100	456
Mamíferos	550	129
TOTAL	2,712	662

Los mamíferos presentes en el matorral sarcocaule comprenden una comunidad ecológica dominada por especies medianas y pequeñas, con hábitos tanto diurnos como nocturnos, y una alta capacidad de adaptación a la escasez de agua y alimentos estacionales. Especies como el coyote (Canis latrans) y la zorra del desierto (Vulpes macrotis) desempeñan funciones importantes como depredadores topes, regulando poblaciones de roedores e insectos (Arnaud et al., 2000). La liebre negra (Lepus californicus), abundante en matorrales abiertos, constituye una presa clave para estos carnívoros y cumple un papel relevante en la dinámica de la vegetación al consumir brotes y pastos durante la temporada húmeda.

Entre los roedores, destacan especies como Chaetodipus spinatus (ratón espinoso) y Perognathus longimembris (ratón de bolsillo), ambos adaptados a la vida subterránea y con dietas basadas en semillas y material vegetal. Los murciélagos, particularmente insectívoros como Myotis californicus y nectarívoros como Leptonycteris yerbabuenae, se encuentran comúnmente en las zonas donde las cactáceas y leguminosas florecen estacionalmente, cumpliendo funciones vitales como polinizadores y dispersores de semillas (Álvarez-Castañeda et al., 2008). La diversidad de estos mamíferos refleja la importancia del matorral como un refugio funcional que permite su persistencia en un ambiente climático extremo.

Por su parte las aves constituyen uno de los grupos más diversos del matorral sarcocaule, tanto por su número de especies como por los nichos ecológicos que ocupan. Este ecosistema actúa como hábitat para aves residentes y migratorias, que encuentran en los árboles y arbustos del matorral lugares de anidación, percha y alimentación. Entre las especies más representativas se encuentra el correcaminos (Geococcyx californianus), un depredador terrestre oportunista que se alimenta de pequeños reptiles, insectos y roedores. También son frecuentes la calandria occidental (Icterus bullockii), el carbonero desértico (Baeolophus inornatus), y varias especies de colibríes como Calypte costae, que se alimentan del néctar de flores de cactáceas y leguminosas, contribuyendo activamente a la polinización (Ceballos y Rodríguez, 1993).

Las aves rapaces, como el halcón cola roja (Buteo jamaicensis) y el búho cornudo (Bubo virginianus), patrullan las zonas más abiertas del matorral, donde aprovechan la escasa cobertura para localizar presas. Estas especies indican la integridad ecológica del sistema, ya que requieren territorios amplios y abundancia de presas.

El grupo de los reptiles encuentra condiciones particularmente favorables en el matorral sarcocaule, gracias al microclima cálido y seco que domina en la mayor parte del año. Las lagartijas son uno de los grupos más visibles, con especies como Sceloporus clarkii y Uta stansburiana, que habitan tanto los suelos pedregosos como las bases de los arbustos y cactus. Estas especies cumplen un papel clave en la cadena alimenticia al controlar poblaciones de insectos y ser a su vez presa de aves y mamíferos.

En cuanto a ofidios, se encuentran especies tanto no venenosas como Pituophis catenifer (culebra sorda), así como venenosas como la víbora de cascabel bajacaliforniana (Crotalus enyo), cuya actividad es predominantemente crepuscular y nocturna. Estas serpientes son depredadores importantes de roedores, lo cual influye en la dinámica poblacional de estas presas y en la salud del ecosistema en general (Grismer, 2002).

Finalmente, aunque los anfibios suelen estar escasamente representados en ambientes áridos, el matorral sarcocaule alberga una pequeña pero significativa diversidad de estos vertebrados, principalmente restringidos a zonas con humedad temporal, como cañadas, oasis y cuerpos de agua efímeros tras las lluvias estivales. Especies como el sapo del Pacífico (Incilius alvarius) y la ranita del desierto (Eleutherodactylus cystignathoides) aprovechan los periodos breves de humedad para reproducirse rápidamente. Estas especies presentan adaptaciones como estivación prolongada, resistencia a la desecación y ciclos reproductivos explosivos que aseguran su supervivencia en condiciones extremas (Duellman, 2001).

A pesar de su limitada visibilidad, los anfibios cumplen funciones importantes en la regulación de poblaciones de insectos y como indicadores ecológicos, dado que su piel permeable los hace sensibles a cambios en la calidad del agua y del hábitat.

Es por esto que, para determinar las especies de vertebrados terrestres presentes en el área bajo estudio, se procedió a realizar una valoración de la fauna. Los monitoreos estuvieron dirigidos para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables vigentes.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Como primera aproximación se realizó una revisión de la literatura especializada en diferentes fuentes como son libros, revistas científicas, inventarios de fauna silvestre, programas de manejo de reservas estatales y en su caso de áreas naturales protegidas federales, así como de fichas informativas de áreas prioritarias para la conservación de fauna. Esta documentación contempla desde las descripciones de la región biogeográfica de la Península de Baja California Sur, pasando por la información disponible a nivel estatal y concluyendo en la información específica para la región de la cuenca definida para el presente proyecto.

Como parte complementaria, y para fortalecer la información de la diversidad de especies presentes a nivel local y al interior del Área de Influencia, se revisaron los registros de especies presentes en bases de datos nacionales en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (2022a), así como los registros de observaciones ubicadas en la plataforma de naturalista (Naturalista, 2022).

METODOLOGÍA DE MUESTREO

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del estudio faunístico realizado en la Microcuenca (MC) delimitada para el presente estudio, así como para los muestreos realizados dentro del polígono del proyecto.

El trabajo de campo se realizó en dos etapas, la primera fue realizada durante siete días, durante el mes de febrero, y la segunda etapa de igual forma durante siete días, durante el mes de abril, ambos durante el presente año 2025.

Dichas visitas tuvieron como objetivo la toma de datos sobre presencias y abundancias de la fauna silvestre, así como generar información de base que permita analizar la composición actual de las comunidades de fauna silvestre presentes dentro del polígono donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo y en la MC delimitada para el proyecto.

Lo anterior nos permite obtener información robusta y al mismo tiempo nos permitirá una comparación válida de la información entre la MC y área del proyecto. De esta manera se podrá comprender el posible impacto sobre las comunidades de fauna silvestre en el área del polígono del proyecto con respecto a las condiciones que prevalecen en la microcuenca.

DISEÑO DE MUESTREO PARA EL TRABAJO DE CAMPO

La determinación de los métodos, los sitios de muestreo, el número de biólogos involucrados y el tiempo necesario para llevar a cabo el estudio faunístico, se realizó con base en el análisis del ciclo biológico de las especies a estudiar, tipo de vegetación y de la cartografía del área de estudio (imagen de satélite, modelo digital de elevación y carta de uso de suelo y vegetación).

Durante cada temporada de muestreo, se implementó de manera sistemática el mismo diseño y el mismo esfuerzo para cada grupo de fauna para cumplir con los supuestos de cada método y poder analizar la información con suficiencia estadística, así como para poder ser comparado con la información obtenida en el área del proyecto.

El método principal utilizado fue el de conteo en transectos, el cual permite estimar la presencia, abundancia, riqueza, actividad y densidad poblacional de las especies (Buckland et al., 1993; Wallace, 1999). La implementación de este método es funcional para todos los grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), además de ser de bajo costo y mantener un requerimiento de personal bajo-medio, se puede cubrir áreas extensas en periodos de tiempo cortos. Con esta metodología el observador camina a velocidad constante en el llamado transecto, donde se registran todos los organismos y rastros observados, este método de registro es eficaz pues al estar el observador en movimiento evita contar dos veces al mismo individuo (De la Maza et al., 2013). Por su parte, el conteo de rastros de la fauna silvestre dentro del recorrido de transectos, presenta ciertas ventajas pues corresponde a métodos de fácil aplicación en el campo, no representa disturbio a los individuos, y se puede aplicar en diferentes hábitats, además de proveer registros persistentes (Aguirre-León, 2011).

El registro de las especies fue por medio de la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos medianos), auditiva (para el caso de aves y anfibios), así como por medio de registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, nidos, entre otros), estos últimos, se contemplaron únicamente para obtener la información de la riqueza total y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos.

MUESTREO EN LA MICROCUENCA

HERPETOFAUNA

Los métodos que aquí se describen se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, sin embargo, las variantes en los métodos que se utilizaron tienen que ver con los hábitos de vida de cada grupo y las características específicas del hábitat.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados con mayor frecuencia (Gallina y López-González, 2011).

Por su parte, los reptiles tienen un mayor rango de actividad. La mayoría de las serpientes son de hábitos nocturnos, las iguanas y lagartijas prefieren horarios de actividad durante el día, sin embargo, todas las especies de este grupo pueden observarse en las horas luz debido a que son organismos ectotérmicos, y su temperatura corporal depende y varía con la del medio ambiente (Calderón-Mandujano et al., 2009).

Anfibios

Los recorridos se realizaron en los horarios crepusculares posterior a la puesta del sol entre las 19:00 y las 22:00 hrs (Casas-Andreu et al., 1991 y Gallina, et al., 2011), que corresponde a los horarios de mayor actividad para el grupo de anfibios. Se determinaron cinco transectos con una longitud de 300 m lineales y un ancho de banda definido de 4 metros (2 m por lado del transecto). La velocidad del recorrido se mantuvo constante de 30 min por transecto. Durante los recorridos se registraron los individuos observados y de ser posible sus vocalizaciones (registro auditivo de cantos para anuros).

Reptiles

El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles (iguanas y lagartijas), fue de 09:00 a 13:00 hrs. (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, et al., 1999). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 18:00 a las 22:00 horas, este fue aplicado especialmente para serpientes (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña et al., 1999).

Durante los recorridos los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos, así como sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos (Casas-Andreu et al., 1991), esto fue llevado a cabo en todo lo largo y ancho de cada uno de los cinco transectos determinados, cabe señalar que al ir avanzando cada objeto movido fue nuevamente colocado en su lugar original, para evitar que los microhábitats no se alteren, y estos pudiesen ser revisados de nueva cuenta en los muestreos realizados posteriormente en el predio del proyecto.

El esfuerzo de muestreo se midió por unidad de superficie cubierta en hectáreas (ha) durante los recorridos (cinco transectos x 300 m de longitud x 4 m de ancho) esfuerzo fue similar en cada etapa de muestreo. Durante cada etapa se realizaron dos visitas en cada transecto determinado, por lo que al final se obtuvieron 20 muestras del área. En total se cubrió una superficie de 24,000 m^2 (2.4 ha) dentro del MC.

AVES

Los registros se realizaron de manera visual o auditiva considerando a todos los individuos que estuvieran dentro de un ancho de banda de 30 m (15 m por lado). Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes en su interior, tal como lo sugiere Wunderle (1994). Los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, no fueron contabilizados para estimar las abundancias, pero si se registraron para verificar la presencia de las especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

En total se establecieron cinco transectos de 300 m de largo, los cuales se recorrieron dos veces por cada etapa, para tener un total de 20 muestras. De acuerdo a lo anterior se cubrió una distancia total de 6,000 metros lineales por un ancho de banda de 30 m, lo que significa que se muestro un área total de 180,000 m^2 (18.0 ha) dentro del SA durante las dos etapas. Los recorridos iniciaron en las horas de mayor actividad de las aves (07:000 a 10:00 hrs y 17:000 a las 19:00 hrs).

Los registros fueron efectuados por biólogos con amplio conocimiento de la avifauna de la zona, para disminuir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, un mismo observador se encargó siempre de realizar los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. Para la observación de aves se utilizaron binoculares Vortex (8 X 42) y Bushnell (10 X 42).

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1995) para especies residentes y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2014). La nomenclatura empleada fue la establecida por CONABIO (2024). La vigencia de los nombres científicos de los organismos identificados se comprobó con el listado de la American Ornithological Society (2023).

MAMÍFEROS

Como se ha señalado de manera previa, la presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (2009) y Aranda (2012).

El esfuerzo de muestreo para el grupo de mamíferos medianos estuvo definido por los cinco transectos con una longitud de 300 m cada uno, y con un ancho de banda de 20 m (10 m por lado). En total se recorrieron 6,000 metros lineales y se cubrió un área de 120,000 m^2 o 12.0 hectáreas durante las etapas de muestreo, esto quiere decir que en cada etapa se recorrieron 3,000 m lineales y se abarco una superficie de 60,000 m^2 (6.0 ha). Los recorridos se realizaron de día (07:000 a 11:00 hrs). La estimación de las abundancias se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2012). La nomenclatura taxonómica se basó en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). La identificación de especies se hizo con base a las guías de campo Ceballos y Oliva (2009) y Aranda (2012).

SITIOS DE MUESTREO DEL SISTEMA AMBIENTAL

En la siguiente tabla se aprecian las coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

Tabla IV.27. Coordenadas de los transectos de muestreo para fauna.

TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	X	Y	X	Y
TR1	591149.91	2555103.89	591393.65	2555013.22
TR2	590485.00	2555649.53	590672.70	2555715.12
TR3	591617.06	2555549.52	591859.89	2555463.64

TR4	592190.24	2555365.77	592471.45	2555377.60
TR5	591900.54	2555879.40	592067.50	2556109.91

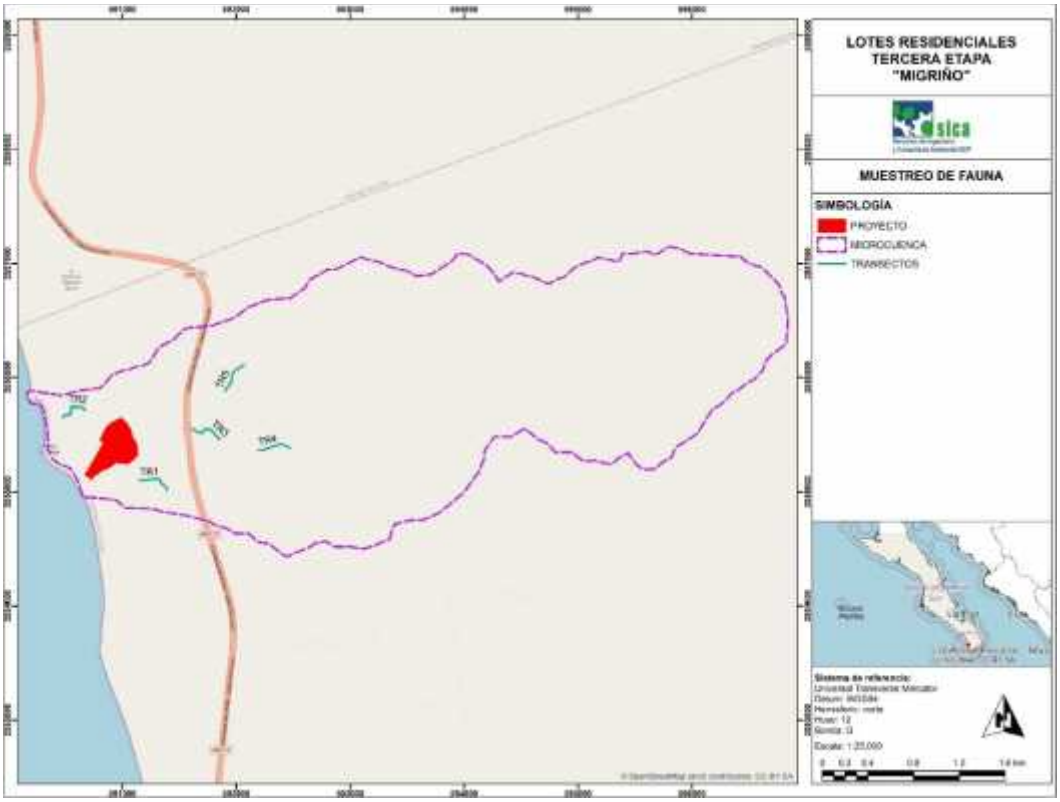


Figura IV. 28 Sitios de muestreo de la fauna silvestre en la microcuenca.

MUESTREO EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO

HERPETOFAUNA

Anfibios

Los recorridos se realizaron en los horarios crepusculares posterior a la puesta del sol entre las 19:00 y las 22:00 hrs (Casas-Andreu et al., 1991 y Gallina, et al., 2011), que corresponde a los horarios de mayor actividad para el grupo de anfibios. Se determinaron cinco transectos con una longitud de 300 m lineales y un ancho de banda definido de 4 metros (2 m por lado del transecto). La velocidad del recorrido se mantuvo constante de 30 min por transecto. Durante los recorridos se registraron los individuos observados y de ser posible sus vocalizaciones (registro auditivo de cantos para anuros).

Reptiles

El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles (iguanas y lagartijas), fue de 09:00 a 13:00 hrs. (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, et al., 1999). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 18:00 a las 22:00 horas, este fue aplicado especialmente para serpientes (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña et al., 1999).

Durante los recorridos los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos, así como sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos (Casas-Andreu et al., 1991), esto fue llevado a cabo en todo lo largo y ancho de cada uno de los cinco transectos determinados, cabe señalar que al ir avanzando cada objeto movido fue nuevamente

colocado en su lugar original, para evitar que los microhábitats no se alteren, y estos pudiesen ser revisados de nueva cuenta en los muestreos realizados posteriormente en el predio del proyecto.

El esfuerzo de muestreo se midió por unidad de superficie cubierta en hectáreas (ha) durante los recorridos (cinco transectos x 300 m de longitud x 4 m de ancho) esfuerzo fue similar en cada etapa de muestreo. Durante cada etapa se realizaron dos visitas en cada transecto determinado, por lo que al final se obtuvieron 20 muestras dentro del polígono del proyecto. En total se cubrió una superficie de 24,000 m^2 (2.4 ha).

AVES

Los registros se realizaron de manera visual o auditiva considerando a todos los individuos que estuvieran dentro de un ancho de banda de 30 m (15 m por lado). Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes en su interior, tal como lo sugiere Wunderle (1994). Los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, no fueron contabilizados para estimar las abundancias, pero si se registraron para verificar la presencia de las especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

En total se establecieron cinco transectos de 300 m de largo, los cuales se recorrieron dos veces por cada etapa, para tener un total de 20 muestras. De acuerdo a lo anterior se cubrió una distancia total de 6,000 metros lineales por un ancho de banda de 30 m, lo que significa que se muestro un área total de 180,000 m^2 (18.0 ha) dentro del SA durante las dos etapas. Los recorridos iniciaron en las horas de mayor actividad de las aves (07:00 a 10:00 hrs y 17:000 a las 19:00 hrs).

Los registros fueron efectuados por biólogos con amplio conocimiento de la avifauna de la zona, para disminuir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, un mismo observador se encargó siempre de realizar los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. Para la observación de aves se utilizaron binoculares Vortex (8 X 42) y Bushnell (10 X 42).

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1995) para especies residentes y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2014). La nomenclatura empleada fue la establecida por CONABIO (2024). La vigencia de los nombres científicos de los organismos identificados se comprobó con el listado de la American Ornithological Society (2023).

MAMÍFEROS

Como se ha señalado de manera previa, la presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (2009) y Aranda (2012).

El esfuerzo de muestreo para el grupo de mamíferos medianos estuvo definido por los cinco transectos con una longitud de 300 m cada uno, y con un ancho de banda de 20 m (10 m por lado). En total se recorrieron 6,000 metros lineales y se cubrió un área de 120,000 m^2 o 12.0 hectáreas durante las etapas de muestreo, esto quiere decir que en cada etapa se recorrieron 3,000 m lineales y se abarco una superficie de 60,000 m^2 (6.0 ha). Los recorridos se realizaron de día (07:000 a 11:00 hrs). La estimación de las abundancias se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2012). La nomenclatura taxonómica se basó en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). La identificación de especies se hizo con base a las guías de campo Ceballos y Oliva (2009), Reid, (2009) y Aranda (2012).

SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL PREDIO

Coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

Tabla IV.28. Coordenadas de los transectos de muestreo para fauna.

TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	X	Y	X	Y
T1	590794.94	2555314.28	590840.26	2555509.89
T2	590939.02	2555594.86	591101.12	2555364.50
T3	591104.20	2555306.13	590937.46	2555421.91
T4	590718.42	2555147.69	590926.38	2555331.59
T5	591038.52	2555336.64	590898.95	2555587.17

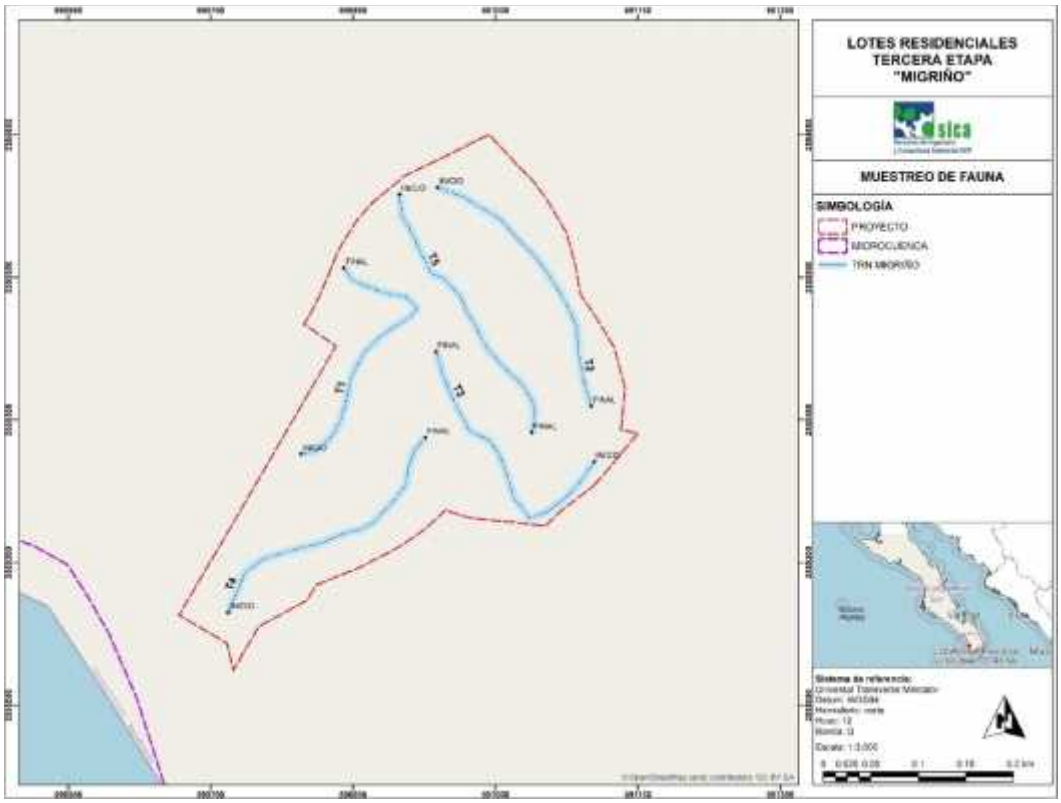


Figura IV. 29 Sitios de muestreo de la fauna silvestre dentro del polígono del proyecto.

MUESTREO CON CÁMARAS TRAMPA

De manera complementaria y con la finalidad de registrar especies cripticas que no son fáciles de observar, se realizó un muestreo con cámaras trampa. El fototrampeo consiste en utilizar cámaras fotográficas con un disparador automático que se activa por un sensor que detecta movimiento de animales. Esta herramienta se ha utilizado en investigaciones de diversos organismos como: aves en sus nidos, carnívoros medianos, osos negros, rinocerontes. Su uso resulta particularmente útil para el estudio de especies naturalmente poco abundantes, crípticas y de conducta elusiva. Muchos de los estudios con fototrampeo están enfocados a especies con patrones de manchas en la piel, que permiten su identificación a nivel individual (e.g., tigres), con lo que se puede estimar aspectos como el tamaño y la densidad poblacional.

Por lo cual se utilizaron cámaras Cudde/back Black Flash® y Browning Strike Force de 20 megapíxeles. Las cámaras se programaron para que funcionen las 24 horas y para tomar una secuencia de tres fotos cada minuto si se detecta movimiento, ya que los equipos cuentan con un sensor de movimiento de alta sensibilidad que activa la secuencia de disparo (cámaras activas).

En total se instalaron 11 cámaras trampa, cinco fueron instaladas dentro del polígono del proyecto y seis fueron instaladas en los alrededores dentro de la microcuenca delimitada. Estas permanecieron en actividad por 20 días. La información obtenida será únicamente para conocer la riqueza de la fauna.

Tabla IV.29. Coordenadas de las cámaras trampas instaladas dentro del polígono del proyecto.

CÁMARAS	X	Y
1	590838	2555348
2	590805	2555216
3	591019	2555271
4	590930	2555555
5	591068	2555480

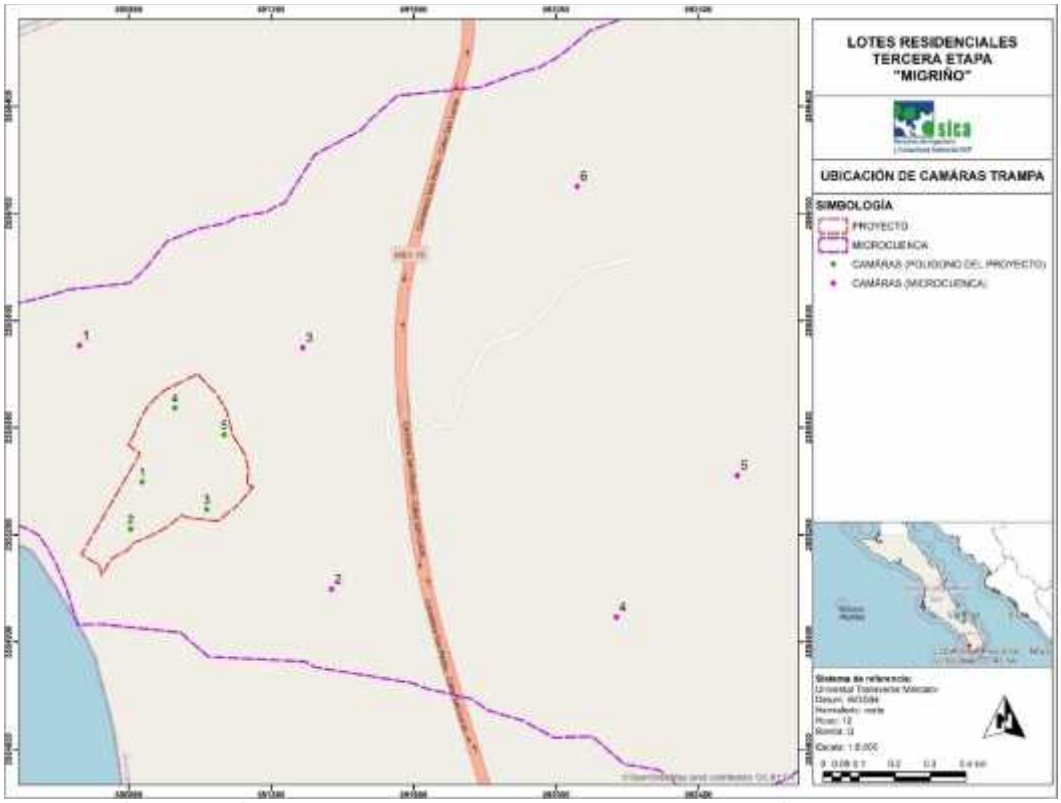


Figura IV. 30 Ubicación de las cámaras trampas instaladas para el muestreo en el área de estudio dentro del predio y la microcuenca.

Tabla IV.30. Coordenadas de las cámaras trampas instaladas dentro de la Microcuenca.

CÁMARAS	X	Y
1	590662	2555730
2	591370	2555048
3	591289	2555724
4	592170	2554970
5	592510	2555366
6	592060	2556176

CARACTERÍSTICAS DE LA FAUNA REGISTRADA

En adición a los datos de presencia y abundancia de los vertebrados terrestres durante las visitas de campo, se identificaron características de relevancia de cada especie que facilitaron la interpretación sobre la estructura de la fauna silvestre en dicha área. Dichas características se presentan en los apartados subsecuentes.

ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Para la designación del estatus de conservación para cada especie se utilizó en el caso del aspecto nacional la NOM-059-SEMARNAT-2010. La importancia de esto reside en que las listas fungen como instrumentos de conservación y establecen mediante análisis sistemáticos el riesgo que presentan las especies y sus poblaciones a la extinción en el respectivo nivel de estudio correspondiente a cada lista.

A continuación, se presenta en las siguientes tablas las categorías empleadas para cada lista.

Tabla IV.31. Descripción de las categorías utilizadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Categoría	Abreviatura	Descripción
Probablemente extinta en el medio silvestre	E	Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.
En peligro de extinción	P	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
Amenazadas	A	Aquellas especies, o poblaciones de estas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
Sujetas a protección especial	Pr	Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

En el caso de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es importante aclarar que para la identificación de las categorías en las que se encontraban las especies de fauna silvestre encontradas, fue también considerada la modificación del "ANEXO NORMATIVO III LISTA DE ESPECIES EN RIESGO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010" de la antes citada norma, la cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de noviembre del 2019.

DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO DE LAS ESPECIES

El tipo de distribución que presenta cada especie se reportó con base a lo estipulado en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) por CONABIO en el cual, se acota la distribución de las especies a tres categorías siendo estas las siguientes y las cuales toman como referencia el límite político del país.

Tabla IV.32. Descripción de las categorías para la designación de tipo de distribución.

TIPO DE DISTRIBUCIÓN	ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
Endémica	En	Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.
Exótica	Ex	Especie introducida fuera de su área de distribución original.
Exótica-Invasora	Ex-In	Las especies exóticas se consideran invasoras cuando que se establecen, reproducen y dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía.

En el caso de aquellas especies cuya distribución fuese de tipo Endémica a México, estas fueron clasificadas según los criterios de la autoridad ya mencionada siendo esto los siguientes.

Tabla IV.33. Descripción de las categorías para la designación de tipo de endemismo

ENDEMISMO	ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
Microendémica	ME	Aquellas especies que presentan un área de distribución muy restringida
Cuasiendémica	CE	Son aquellas especies que rebasan los límites biogeográficos del área escogida. Por ejemplo, algunas especies se distribuyen principalmente en México, pero una pequeña parte de su distribución está fuera del país
Semiendémica	SE	Son aquellas especies que pasan solamente una época del año en un país o región.

ANÁLISIS DE DATOS

EFICIENCIA DEL MUESTREO

La forma más eficiente de evaluar si se obtuvo la mayoría de las especies de los grupos de fauna es por medio de curvas de acumulación de especies. La curva de acumulación de especies representara gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo (Villareal, H. M. et al., (2004).

Por lo que para el presente proyecto se utilizó el programa EstimateS 9.1.0 (Link de descarga: http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS), la cual es una herramienta muy útil para realizar curvas de acumulación y estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. El orden del esfuerzo de trabajo será aleatorizado 1,000 veces, para suavizar la curva y eliminar el sesgo del orden en el cual fueron capturadas las especies. Este programa toma los datos provenientes de sistema de muestreo estandarizado que utilizamos, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes de este mismo proceso de aleatorización.

Una vez procesados los datos del muestreo en este programa, se obtuvieron datos de número de especies observadas de acuerdo con el muestreo (Sest en el programa StimateS); número de especies representadas por uno o dos individuos (singletos, doubletons); número de especies representadas solo en una o dos muestras (uniques, duplicates); los valores esperados de la riqueza de los diferentes estimadores (ICE, ACE, CHAO 1 y 2, Jack 1 y 2, Bootstrap, MMRuns, MMMean y Cole); y la desviación estándar (terminados en SD) de cada columna producto de la aleatorización (Villareal, H. M. et al., (2004).

Métodos no paramétricos utilizados para el presente proyecto

Los siguientes modelos se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Villareal, H. M. et al., (2004).

- Chao 1 (Chao 1 Mean en el programa EstimateS)

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

- Chao 2 (Chao 2 Mean en el programa EstimateS)

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

- Jacknife (Jack 1 Mean en el programa EstimateS)

Estima el número de especies esperadas considerando el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.

- Bootstrap (Bootstrap Mean en el programa EstimateS)

Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

Diversidad verdadera (orden: 0, 1 y 2):

La diversidad alfa (α) se estimará para cada sitio, de acuerdo con la diversidad verdadera basada en el valor de q y de la riqueza de especies, donde q = 0 es la diversidad de orden cero (^0D), el cual no considera las abundancias relativas de las especies, por lo que simplemente es la riqueza de especies. Con q = 1 es el índice de diversidad del exponencial (^1D) del índice de entropía de Shannon, en la cual todas las especies se incluyen con un valor proporcionalmente según su abundancia en la comunidad. Para q = 2 el índice de diversidad (^2D) es el inverso del índice de Simpson, que calcula la diversidad de la comunidad, es decir no agrupa las muestras, sino son cálculos independientes de cada comunidad (Moreno, 2001; Jost, 2006; Jost y González-Ortega, 2012).

El índice de Shannon se calcula con la siguiente formula:

$H'_{Shannon} = -\Sigma\, p_i \times \ln p_i$

Donde pi representa la proporción individual que se encuentra en la i-ésima especie (Moreno, 2001; Magurran, 2004).

Para obtener el cálculo de diversidad verdadera de Shannon y Simpson se utilizaron las siguientes formulas (Jost y González-Ortega, 2012).

Exponencial de Shannon

$^1D = \exp_x H'_{Shannon}$

Inverso del índice de Simpson

$^2D = 1 / \Sigma\, p_i^2$

Índice de Equidad de Pielou (J)

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$J'_{Pielou} = H'_{Shannon} / H'_{máx}$

Donde:
H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener
$H'_{máx}$ = Ln (S).
S= número de especies

Abundancia

Expresada como el número total de individuos de las diferentes especies encontradas en un área de muestreo determinada.

RESULTADOS

IV.2.2.1.1. FAUNA CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

De acuerdo a la información bibliográfica consultada tal y como fue señalado en la metodología, se tiene un registro para el municipio de Los Cabos de 357 especies de vertebrados terrestres, cabe señalar que en este listado se excluyeron especies acuáticas, dado que el proyecto ocupará únicamente un espacio que cuenta con vegetación de matorral sarcocaule, también conocido como matorral sarcófito, por lo cual no afectara áreas marinas.

El grupo con mayor representación debido a su movilidad fue el grupo de las aves con un total de 225 especies registradas, seguida del grupo de los mamíferos con 67 especies, el grupo de los reptiles con 61 especies y por último para el grupo de los anfibios se tiene un registro de cuatro especies. A continuación, se presenta una tabla resumen de especies generado de acuerdo a la bibliografía disponible consultada.

Tabla IV.34. Listado de especies reportadas de forma bibliográfica para el área del proyecto.

CLASE	RIQUEZA	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
Amphibia	4	1	4	4
Reptilia	61	2	18	36
Aves	225	13	43	129
Mammalia	67	7	22	40
TOTAL	357	23	87	209

El listado de las especies se puede ver en el Anexo 8 en su versión digital en el archivo Excel denominado “LISTADOS DE FAUNA.xlsx”.

IV.2.2.1.2. FAUNA REGISTRADA EN LA MICROCUENCA (MC)

De acuerdo a los muestreos realizados, se obtuvo un registro de 65 especies de vertebrados terrestres para la microcuenca, cabe señalar que en este listado se excluyeron especies acuáticas, dado que el proyecto ocupará únicamente un espacio que cuenta con vegetación de matorral sarcocaule, también conocido como matorral sarcófito, por lo cual no afectará áreas marinas.

El grupo con mayor representación debido a su movilidad fue el grupo de las aves con un total de 50 especies registradas, seguida del grupo de los mamíferos con ocho especies, el grupo de los reptiles con siete especies y por último para el grupo de los anfibios no se tuvo registros. A continuación, se presenta una tabla resumen de especies generado de acuerdo a la bibliografía disponible consultada.

Tabla IV.35. Listado de especies registradas en el muestreo realizado en la MC del proyecto.

No.	CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DIST
1	Reptilia	Iguanidae	Ctenosaura hemilopha	Iguana de palo	Pr	Endémica
2	Reptilia	Phrynosomatidae	Callisaurus draconoides	Cachora arenera	A	
3	Reptilia	Phrynosomatidae	Phrynosoma coronatum	Camaleón Sudcalifornianо		Endémica
4	Reptilia	Phrynosomatidae	Sceloporus zosteromus	Lagartija espinosa peninsular	Pr	Endémica
5	Reptilia	Phrynosomatidae	Urosaurus nigricauda	Cachora de árbol cola negra	A	
6	Reptilia	Colubridae	Pituophis vertebralis	Topera de Baja California		Endémica
7	Reptilia	Teiidae	Aspidoscelis hyperythrus	Huico de garganta naranja		
8	Aves	Accipitridae	Buteo albonotatus	Aguililla aura	Pr	
9	Aves	Accipitridae	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja		
10	Aves	Trochilidae	Basilinna xantusii	Zafiro de xantus		Endémica
11	Aves	Trochilidae	Calypte costae	Colibrí cabeza violeta		
12	Aves	Caprimulgidae	Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor		
13	Aves	Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote aura		
14	Aves	Columbidae	Columbina talpacoti	Tortolita canela		
15	Aves	Columbidae	Columbina passerina	Tortolito pico rojo		
16	Aves	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas		
17	Aves	Cuculidae	Geococcyx californianus	Correcaminos norteño		
18	Aves	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo americano		
19	Aves	Falconidae	Falco peregrinus	Halcón peregrino	Pr	
20	Aves	Odontophoridae	Callipepla californica	Codorniz californiana		
21	Aves	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo		
22	Aves	Cardinalidae	Cardinalis sinuatus	Cardenal desértico		
23	Aves	Cardinalidae	Passerina versicolor	Colorín morado		
24	Aves	Cardinalidae	Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo		Semiendémica
25	Aves	Cardinalidae	Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja		
26	Aves	Corvidae	Aphelocoma californica	Chara californiana		
27	Aves	Corvidae	Corvus corax	Cuervo común		
28	Aves	Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano		
29	Aves	Fringillidae	Spinus psaltria	Jilguerito dominico		
30	Aves	Icteridae	Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor		Semiendémica
31	Aves	Icteridae	Icterus parisorum	Calandria tunera		Semiendémica
32	Aves	Laniidae	Lanius ludovicianus	Verdugo americano		
33	Aves	Mimidae	Mimus polyglottos	Centzontle norteño		
34	Aves	Mimidae	Toxostoma cinereum	Cuicacoche bajacalifornianа		Endémica
35	Aves	Parulidae	Geothlypis trichas	Mascarita común		
36	Aves	Parulidae	Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla		
37	Aves	Passerellidae	Chondestes grammacus	Gorrión arlequín		
38	Aves	Passerellidae	Melozone crissalis	Rascador californiano		
39	Aves	Passerellidae	Pipilo chlorurus	Rascador cola verde		
40	Aves	Passerellidae	Spizella atrogularis	Gorrión barba negra		

No.	CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DIST
41	Aves	Passerellidae	Spizella breweri	Gorrión de Brewer		
42	Aves	Passeridae	Passer domesticus	Gorrión doméstico		Exótica Invasora
43	Aves	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita azulgris		
44	Aves	Polioptilidae	Polioptila californica	Perlita californiana		
45	Aves	Ptiliogonatidae	Phainopepla nitens	Capulinero negro		
46	Aves	Remizidae	Auriparus flaviceps	Baloncillo		
47	Aves	Troglodytidae	Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto		
48	Aves	Troglodytidae	Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas		
49	Aves	Turdidae	Catharus guttatus	Zorzal cola canela		
50	Aves	Tyrannidae	Empidonax wrightii	Papamoscas bajacolita		Semiendémica
51	Aves	Tyrannidae	Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza		
52	Aves	Tyrannidae	Sayornis nigricans	Papamoscas negro		
53	Aves	Vireonidae	Vireo solitarius	Vireo anteojillo		
54	Aves	Picidae	Colaptes chrysoides	Carpintero de pechera del noroeste		
55	Aves	Picidae	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano		
56	Aves	Picidae	Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto		
57	Aves	Strigidae	Bubo virginianus	Búho cornudo		
58	Mammalia	Leporidae	Lepus californicus	Liebre cola negra		
59	Mammalia	Sciuridae	Ammospermophilus leucurus	Juancito		
60	Mammalia	Cervidae	Odocoileus hemionus	Venado bura		
61	Mammalia	Bovidae	Bos taurus	Ganado vacuno		Exótica
62	Mammalia	Equidae	Equus asinus	Asno		Exótica Invasora
63	Mammalia	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris		
64	Mammalia	Canidae	Canis latrans	Coyote		
65	Mammalia	Felidae	Lynx rufus	Lince americano		

De todas las especies registradas se obtuvo el estatus de conservación nacional para cada una de ellas a partir de esto se tiene que en el caso de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron seis especies en tres categorías de riesgos. Estas fueron bajo Protección Especial (Pr) la cual tuvo el mayor porcentaje con cuatro especies registradas, la segunda categoría fue Amenazada (A) con dos especies registradas. Para el caso de las especies endémicas, se cuenta con 11 especies registradas. Por último, cabe resaltar la presencia de tres especies consideradas como Exóticas e Invasoras.

Tabla IV.36. Número de especies de fauna silvestre reportadas para la MC. Especies endémicas de la península de Baja California Sur, especies bajo algún Estatus de Conservación.

	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Especies reportadas	0	7	50	5	62
Endemismo	0	4	7	0	11
NOM-059-SEMARNAT-2010					
Probablemente extinta en el medio silvestre (E)	0	0	0	0	0
En peligro de extinción (P)	0	0	0	0	0
Amenazada (A)	0	2	0	0	2
Bajo protección especial (Pr)	0	2	2	0	4

A continuación, se muestra los resultados obtenidos en campo por cada grupo taxonómico:

ANFIBIOS

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio no se registraron ejemplares de anfibios dentro de los transectos establecidos dentro de la MC.

REPTILES

A partir de la información disponible que ofrece el trabajo de Pérez-Fiol1 y Arnaud-Franco (2023) sobre diversidad y distribución de la herpetofauna de Baja California Sur, se reconoce que en el estado se distribuyen 61 especies, las lagartijas representan casi la mitad del total de este grupo con el 49.2%, mientras que las serpientes representan el 41.5%. Quince especies son endémicas (12 lagartijas, dos serpientes y una tortuga), lo que representa el 23% del total de los reptiles del estado, esto sin incluir las especies insulares y marinas.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en la MC del proyecto se verifico la presencia de siete especies de reptiles dentro de los transectos previamente determinados, por lo que estos registros representan el 11% de las especies registradas para el estado (Pérez-Fiol1 y Arnaud-Franco, 2023).

Tabla IV.37. Riqueza y abundancia total de las especies de reptiles verificadas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	ABUNDANCIA
Ctenosaura hemilopha	Iguana de palo	Endémica	Pr	3
Callisaurus draconoides	Cachora arenera		A	2
Phrynosoma coronatum	Camaleón Sudcalifornianо	Endémica		1
Sceloporus zosteromus	Lagartija espinosa peninsular	Endémica	Pr	4
Urosaurus nigricauda	Cachora de árbol cola negra		A	14
Pituophis vertebralis	Topera de Baja California	Endémica		1
Aspidoscelis hyperythrus	Huico de garganta naranja			8

Durante todo el muestreo se registraron en total 33 individuos, donde las especies con mayor abundancia fueron la Cachora de árbol cola negra (U. nigricauda) con 14 y el huico de garganta naranja (A. hyperythrus) con ocho individuos observados.

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron cuatro especies, dos catalogadas bajo Protección Especial, la iguana de palo (C. hemilopha) y la Lagartija espinosa peninsular (S. zosteromus), así como dos especies catalogadas como Amenazadas, la cachora arenera (C. draconoides) y la cachora de árbol cola negra (U. nigricauda).

Asimismo, fueron registradas cuatro especies endémicas de Baja California Sur, la iguana de palo (C. hemilopha), el camaleón Sudcalifornianо (P. coronatum), la lagartija espinosa peninsular (S. zosteromus) y la topera de Baja California (P. vertebralis).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.9459, la $H'_{Shannon}$ fue de 1.5629, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una dominancia baja de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad J'_{Pielou}.

Tabla IV.38. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el sistema ambiental del proyecto.

ÍNDICE	VALOR
Riqueza	7
Abundancia	33
$H'_{Shannon}$	1.5629
EXP $H'_{Shannon}$	4.7726
INV $D'_{Simpson}$	3.7423
$H'_{MÁXIMA}$= Ln (S)	1.9459
J'_{Pielou}	0.8032

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 4.7726. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 3.7423. Como se puede apreciar son valores cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo (7 especies).

AVES

El Municipio de Los Cabos (que incluye a las ciudades de Cabo San Lucas y San José del Cabo), situado al extremo sur de la Península de Baja California, es un verdadero edén donde el mar y el desierto se funden armoniosamente. Es un lugar de playas arenosas bañadas por las aguas del Océano Pacífico y el Mar de Cortéz que está rodeado de ecosistemas desérticos, arbustos espinosos y estuarios que son el hábitat natural de aves nativas y migratorias. En Baja California Sur se han reportado más de 400 especies de aves de las cuales 6 son endémicas; en Los Cabos podemos encontrar prácticamente a todas estas aves (Defenders of Wildlife, 2015).

Para el caso de nuestro proyecto, se verifico la presencia de 50 especies. Esto representa el 22% de las especies registradas para Los Cabos (225 especies) de acuerdo a la revisión bibliográfica y el 13% de especies de aves que han sido reportadas para Baja California Sur con alrededor de 400 especies (Defenders of Wildlife, 2015).

Tabla IV.39. Riqueza y abundancia total de las especies de aves verificadas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	ABUNDANCIA
Buteo albonotatus	Aguililla aura		Pr	1
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja			1
Basilinna xantusii	Zafiro de xantus	Endémica		6
Calypte costae	Colibrí cabeza violeta			3
Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor			12
Cathartes aura	Zopilote aura			11
Columbina talpacoti	Tortolita canela			9
Columbina passerina	Tortolita pico rojo			24
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas			34
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño			4
Falco sparverius	Cernícalo americano			2
Falco peregrinus	Halcón peregrino		Pr	2
Callipepla californica	Codorniz californiana			7
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo			15
Cardinalis sinuatus	Cardenal desértico			3
Passerina versicolor	Colorín morado			14
Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	Semiendémica		17
Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja			2

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	ABUNDANCIA
Aphelocoma californica	Chara californiana			37
Corvus corax	Cuervo común			8
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano			18
Spinus psaltria	Jilguerito dominico			12
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	Semiendémica		5
Icterus parisorum	Calandria tunera	Semiendémica		8
Lanius ludovicianus	Verdugo americano			12
Mimus polyglottos	Centzontle norteño			43
Toxostoma cinereum	Cuicacoche bajacaliforniano	Endémica		20
Geothlypis trichas	Mascarita común			3
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla			4
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín			8
Melozone crissalis	Rascador californiano			9
Pipilo chlorurus	Rascador cola verde			4
Spizella atrogularis	Gorrión barba negra			8
Spizella breweri	Gorrión de Brewer			12
Passer domesticus	Gorrión doméstico	Exótica-Invasora		25
Polioptila caerulea	Perlita azulgris			19
Polioptila californica	Perlita californiana			10
Phainopepla nitens	Capulinero negro			6
Auriparus flaviceps	Baloncillo			11
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto			7
Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas			2
Catharus guttatus	Zorzal cola canela			4
Empidonax wrightii	Papamoscas bajacolita	Semiendémica		2
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza			35
Sayornis nigricans	Papamoscas negro			4
Vireo solitarius	Vireo anteojillo			2
Colaptes chrysoides	Carpintero de pechera del noroeste			14
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano			2
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto			35
Bubo virginianus	Búho cornudo			1

En total se contabilizaron 557 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el centzontle norteño (M. polyglottos), la chara californiana (A. californica), el Papamoscas garganta ceniza (M. cinerascens), el carpintero del desierto (M. uropygialis) y la paloma ala blanca (Z. asiática), las cuales tuvieron abundancias que van desde los 34 a los 43 individuos. Por otra parte, las especies menos abundantes fueron la aguililla aura (B. albonotatus), la aguililla cola roja (B. jamaicensis), el búho cornudo (B. virginianus) con un solo registro cada una, así como el cernícalo americano (F. sparverius), el halcón peregrino (F. peregrinus), la piranga capucha roja (P. ludoviciana), el saltapared de rocas (S. obsoletus), el papamoscas bajacolita (E. wrightii), el vireo anteojillo (V. solitarius) y el carpintero mexicano (D. scalaris).

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 únicamente se registraron dos especies ambas catalogadas bajo Protección Especial, la primera es la aguililla aura (B. albonotatus) y la segunda fue el halcón peregrino (F. peregrinus).

Para el caso de las especies endémicas fueron registradas seis especies, dos son consideradas como endémicas, el zafiro de xantus (B. xantusii) y el cuicacoche bajacaliforniano (T. cinereum), de igual forma fueron registradas cuatro especies semiendémicas el picogordo tigrillo (P. melanocephalus), la calandria dorso negro menor (I. cucullatus), la calandria tunera (I. parisorum) y el papamoscas bajacolita (E. wrightii).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 3.9120, la $H'_{Shannon}$ fue de 3.5278, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una dominancia baja de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad J'_{Pielou}.

Tabla IV.40. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el sistema ambiental del proyecto.

ÍNDICE	VALOR
Riqueza	50
Abundancia	557
$H'_{Shannon}$	3.5278
EXP $H'_{Shannon}$	34.0497
INV $D'_{Simpson}$	26.5510
$H'_{MÁXIMA}$= Ln (S)	3.9120
J'_{Pielou}	0.9018

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 34.0497. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 26.5510. Como se puede apreciar son valores cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo.

MAMÍFEROS TERRESTRES

El estado de Baja California Sur cuenta con una diversidad mastofaunística comprendida en siete órdenes, 30 familias, 69 géneros, 104 especies. Cetácea es el orden con mayor representatividad en el estado con el 31% de las especies, seguido de Rodentia con 24% y Chiroptera con 23%, que juntos representan el 78% de la mastofauna del estado. El porcentaje restante lo representan el orden Carnivora con 12%, Lagomorpha con 5%, Artiodactyla con 3% y por último el orden Soricomorpha con 2% (De La Paz Cuevas M. et al., 2014).

De acuerdo al muestreo realizado dentro de la MC del proyecto, se registraron cinco especies, lo que de acuerdo a los expuesto en el párrafo anterior representa el 7% de los mamíferos reportados para el Estado, así como el 8% de las especies registradas mediante la revisión bibliográfica, esto sin considerar especies marinas del orden Cetácea, ya que para el presente estudio no fueron considerados.

Tabla IV.41. Riqueza y abundancia total de las especies de mamíferos verificados.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	ABUNDANCIA
Lepus californicus	Liebre cola negra			11
Ammospermophilus leucurus	Juancito			9
Odocoileus hemionus	Venado bura			4
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris			2
Canis latrans	Coyote			1

Con base en la información de campo permiten indicar que la liebre cola negra (L. californicus) obtuvo las mayores abundancias con 11 individuos registrados durante todo el muestreo. Por el contrario, la especie menos abundante fue el coyote (C. latrans), tal y como se observa en la tabla anterior.

Ninguna de las especies registradas resulto ser endémica o se encuentran catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los mamíferos en nuestra área de estudio es de 1.6094, la $H'_{Shannon}$ fue de 1.3298, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una dominancia baja de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad J'_{Pielou}.

Tabla IV.42. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del polígono del proyecto.

ÍNDICE	VALOR
Riqueza	5
Abundancia	27
$H'_{Shannon}$	1.3298
EXP $H'_{Shannon}$	3.7802
INV $D'_{Simpson}$	3.2691
$H'_{MÁXIMA}$= Ln (S)	1.6094
J'_{Pielou}	0.8262

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 3.7802. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 3.2691. Como se puede apreciar son valores cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo.

Adicionalmente como se menciono en el apartado de metodologías se colocaron cámaras trampa con la finalidad de documentar especies cripticas que por lo general eluden la presencia humana, asi como también que en la mayoría de los casos al sentir el olor o la presencia humana estas se desplazan rápidamente por lo cual es difícil obtener fotografías que evidencien su presencia.

Por lo cual de acuerdo a lo anterior se registraron cinco especies por el método de captura con cámaras trampa.

Tabla IV.43. Listado de especies registradas con cámaras trampa.

clase	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	Distribución
Mammalia	Lepus californicus	Liebre cola negra		
Mammalia	Odocoileus hemionus	Venado bura		
Mammalia	Equus asinus	Asno		Exótica-Invasora
Mammalia	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris		
Mammalia	Lynx rufus	Lince americano		

Como se puede observar con este método se registraron dos especies mas que no fue posible avistar durante los recorridos en los transectos. Destaca el registro de una especie de felino, el lince americano (L. Rufus), también conocido como gato montés, el cual ha demostrado una notable capacidad de adaptación a entornos urbanos y periurbanos. En entornos urbanos, los linces americanos tienden a ser más nocturnos, posiblemente como estrategia para evitar la actividad humana. Estudios en el área metropolitana de Dallas–Fort Worth, Texas, revelan que estos felinos utilizan principalmente espacios verdes como campos agrícolas y cauces de arroyos, evitando áreas altamente antropizadas como carreteras (Young, J.K., et al. 2019). Así como también se logró fotocapturar una especie que es considerada como unas especies exótica invasora, el asno doméstico (Equus asinus). Los asnos ferales en regiones áridas, como Baja California Sur, exhiben comportamientos adaptativos que les permiten sobrevivir en condiciones extremas. Son animales sociales que pueden formar grupos pequeños, aunque también se observan individuos solitarios. Su actividad es principalmente diurna, pero pueden mostrar patrones crepusculares o nocturnos para evitar el calor extremo. En áreas donde la presencia humana es significativa, como zonas urbanas y periurbanas, los asnos pueden modificar sus patrones de actividad y desplazamiento para minimizar el contacto con las personas. Sin embargo, su capacidad de adaptación les permite aprovechar recursos disponibles en entornos antropizados.

A continuación, se presenta las fotocapturas obtenidas.



Figura IV. 31 Ejemplar de lince americano (Lynx Rufus) fotografiado en el sitio 4.



Figura IV. 32 Ejemplar de asno (Equus asinus) fotografiado en el sitio 4.



Figura IV. 33 de zorrita gris (Urocyon cinereoargenteus) fotografiado en el sitio 6.



Figura IV. 34 Ejemplar de venado bura (Odocoileus hemionus) fotografiado en el sitio 6.

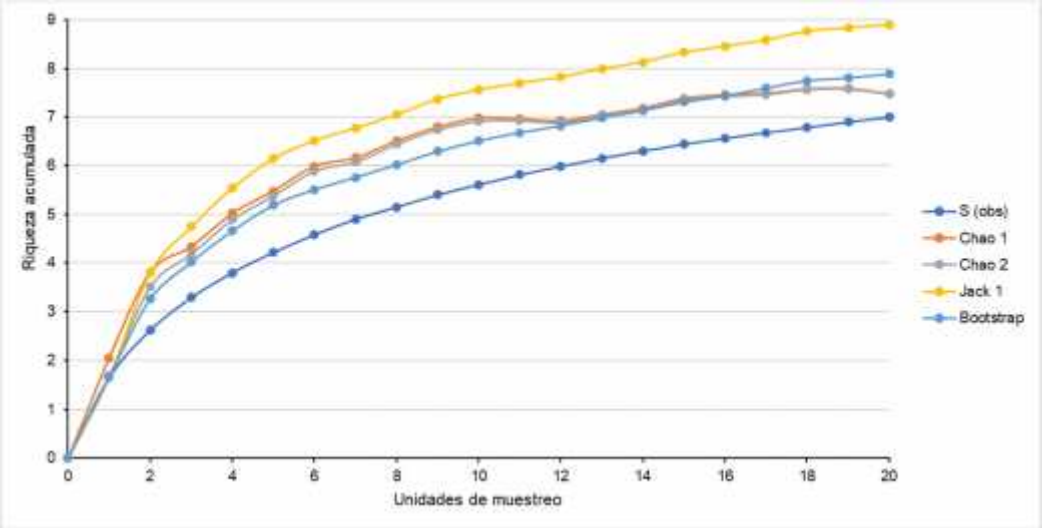


Figura IV. 35 Ejemplar de liebre cola negra (Lepus californicus) fotografiado en el sitio 3.

EFICIENCIA DEL MUESTREO DEL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO

HERPETOFAUNA

En el caso de la herpetofauna (representada únicamente por reptiles), durante ambas etapas de muestreo, la gráfica de acumulación de especies obtenida indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que no se alcanza la asíntota. Sin embargo, mediante el análisis de representatividad se demuestra que se tuvo un muestreo apropiado, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 88.63% de representatividad, lo cual sobre pasa el 80% que es el porcentaje mínimo esperado.



Gráfica IV. 23 Curva de acumulación para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el sistema ambiental del proyecto.

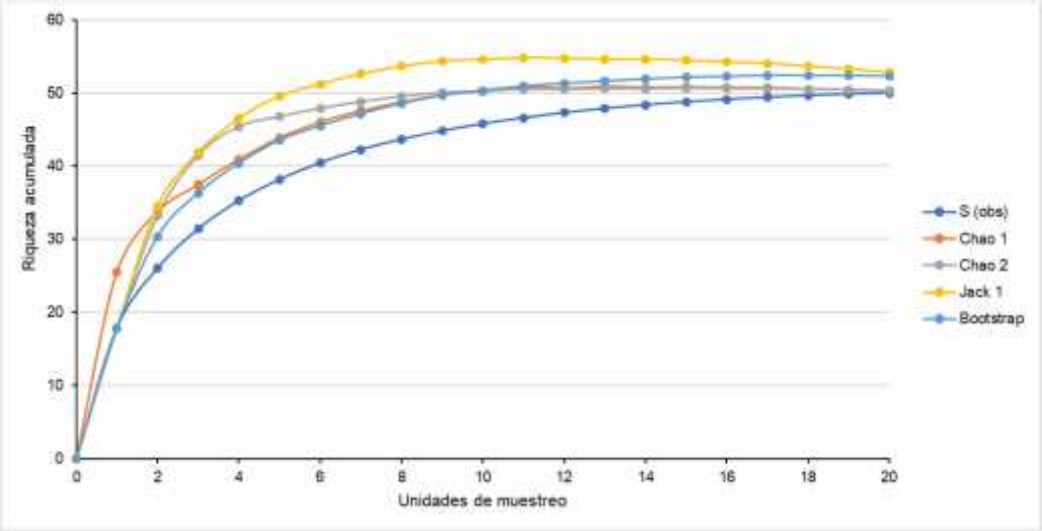
El índice de riqueza de Jacknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (8.90), seguido de Bootstrap (7.89), mientras que Chao 1 y 2 predicen menos riqueza, tal y como se puede observar en la siguiente tabla. Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (7 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia como ya se mencionó.

Tabla IV.44. de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el sistema ambiental.

S (obs)	7	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Chao 1	7.48	93.58%
Chao 2	7.48	93.58%
Jack 1	8.90	78.65%
Bootstrap	7.89	88.72%

AVES

En el caso de las aves, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se encuentra cerca de alcanzar la asíntota, lo cual demuestra que realizo un muestreo adecuado y suficiente para este grupo de fauna.



Gráfica IV. 24 Curva de acumulación para las aves durante las dos temporadas de muestreo.

Lo anterior también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 97.21% de representatividad. El índice de riqueza de Jacknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (52.85), seguido de Bootstrap con 52.30 individuos estimados. Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (50 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

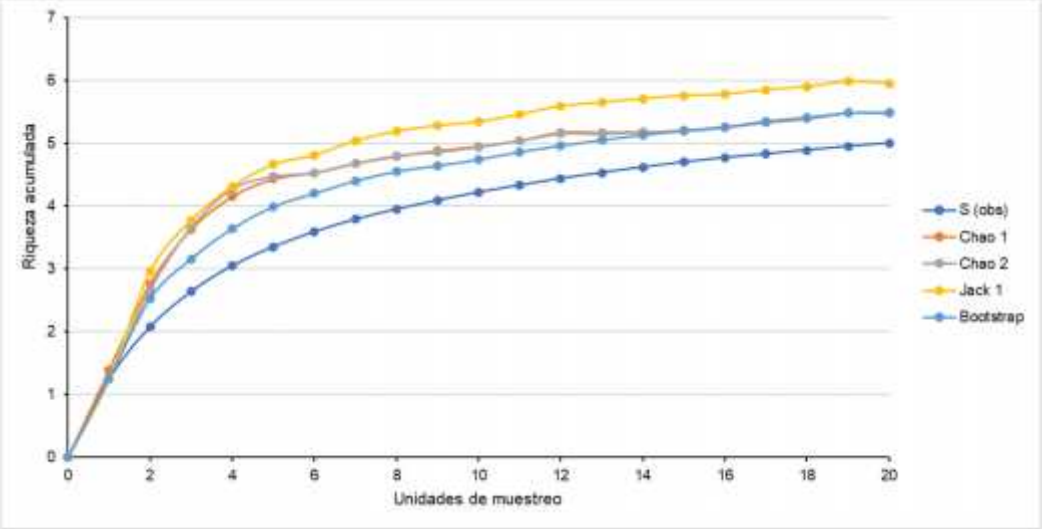
Tabla IV.45. Estimadores de riqueza y representatividad para el grupo de las aves durante las etapas de muestreo.

S (obs)	50	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Chao 1	50.37	99.27%
Chao 2	50.32	99.36%

S (obs)	50	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Jack 1	52.85	94.61%
Bootstrap	52.30	95.60%

MAMÍFEROS

En el caso de los mamíferos, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos una asíntota, donde se observa la estabilización de la curva al final del muestreo, con lo cual se demuestra que se realizó un muestreo adecuado y suficiente.



Gráfica IV. 25 Curva de acumulación para los mamíferos durante las dos temporadas de muestreo en el sistema ambiental del proyecto.

Esto también puede ser demostrado con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 89.40% de representatividad. El índice de riqueza de Jacknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (5.95), seguido de Bootstrap con 5.49. Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (5 especies) ya que se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

Tabla IV.46. Estimadores de riqueza y representatividad para los mamíferos durante las etapas de muestreo.

S (obs)	5	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Chao 1	5.48	91.24%
Chao 2	5.48	91.24%
Jack 1	5.95	84.03%
Bootstrap	5.49	91.07%

IV.2.2.1.3. FAUNA REGISTRADA DE ACUERDO AL MUESTREO EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO

Con base al muestreo realizado dentro del polígono del proyecto, se obtuvieron un total de 46 especies para los cuatro grupos de vertebrados terrestres analizados. El grupo con el mayor número de registros fueron las aves con 37 especies registradas, seguido por el grupo de los mamíferos con seis especies, sin embargo, dentro de este grupo se encuentran dos especies consideradas como exóticas e invasores, a este grupo le siguieron los reptiles con dos especies, y por último para el grupo de los anfibios no se tuvieron registros.

Tabla IV.47. Listado de especies registradas en el muestreo realizado dentro del polígono del proyecto.

No.	CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DIST
1	Reptilia	Phrynosomatidae	Urosaurus nigricauda	Cachora de árbol cola negra	A	
2	Reptilia	Teiidae	Aspidoscelis hyperythrus	Huico de garganta naranja		
3	Aves	Trochilidae	Basilinna xantusii	Zafiro de xantus		Endémica
4	Aves	Caprimulgidae	Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor		
5	Aves	Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote aura		
6	Aves	Columbidae	Columbina talpacoti	Tortolita canela		
7	Aves	Columbidae	Columbina passerina	Tortolita pico rojo		
8	Aves	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas		
9	Aves	Cuculidae	Geococcyx californianus	Correcaminos norteño		
10	Aves	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo americano		
11	Aves	Odontophoridae	Callipepla californica	Codorniz californiana		
12	Aves	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo		
13	Aves	Cardinalidae	Cardinalis sinuatus	Cardenal desértico		
14	Aves	Cardinalidae	Passerina versicolor	Colorín morado		
15	Aves	Cardinalidae	Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo		Semiendémica
16	Aves	Cardinalidae	Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja		
17	Aves	Corvidae	Aphelocoma californica	Chara californiana		
18	Aves	Corvidae	Corvus corax	Cuervo común		
19	Aves	Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano		
20	Aves	Fringillidae	Spinus psaltria	Jilguerito dominico		
21	Aves	Laniidae	Lanius ludovicianus	Verdugo americano		
22	Aves	Mimidae	Mimus polyglottos	Sinsonte norteño		
23	Aves	Mimidae	Toxostoma cinereum	Cuicacoche bajacaliforniano		Endémica
24	Aves	Passerellidae	Melozone crissalis	Rascador californiano		
25	Aves	Passerellidae	Pipilo chlorurus	Rascador cola verde		
26	Aves	Passerellidae	Spizella atrogularis	Gorrión barba negra		
27	Aves	Passeridae	Passer domesticus	Gorrión doméstico		Exótica Invasora
28	Aves	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita azulgris		
29	Aves	Polioptilidae	Polioptila californica	Perlita californiana		
30	Aves	Remizidae	Auriparus flaviceps	Baloncillo		
31	Aves	Troglodytidae	Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto		
32	Aves	Troglodytidae	Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas		
33	Aves	Turdidae	Catharus guttatus	Zorzal cola canela		
34	Aves	Tyrannidae	Empidonax wrightii	Papamoscas bajacolita		Semiendémica
35	Aves	Tyrannidae	Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza		
36	Aves	Vireonidae	Vireo solitarius	Vireo anteojillo		
37	Aves	Picidae	Colaptes chrysoides	Carpintero de pechera del noroeste		
38	Aves	Picidae	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano		
39	Aves	Picidae	Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto		
40	Mammalia	Leporidae	Lepus californicus	Liebre cola negra		
41	Mammalia	Sciuridae	Ammospermophilus leucurus	Juancito		
42	Mammalia	Bovidae	Bos taurus	Ganado vacuno		Exótica

No.	CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	DIST
43	Mammalia	Bovidae	Capra hircus	Cabra doméstica		Exótica Invasora
44	Mammalia	Equidae	Equus asinus	Asno		Exótica Invasora
45	Mammalia	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris		
46	Mammalia	Canidae	Canis familiaris	Perros		Exótica Invasora

De todas las especies registradas se obtuvo el estatus de conservación nacional para cada una de ellas a partir de esto se tiene que en el caso de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que únicamente se registró una especie considerada como Amenazada (A) de acuerdo a la información recopilada dentro del polígono del proyecto. Para el caso de las especies endémicas, se cuenta con cuatro especies registradas, únicamente dentro del grupo de las aves.

Tabla IV.48. Número de especies de fauna silvestre reportadas para el predio del proyecto. Especies endémicas de la península de Baja California Sur, especies bajo algún Estatus de Conservación.

	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Especies reportadas	0	2	37	6	45
Endemismo	0	0	4	0	4
NOM-059-SEMARNAT-2010					
Probablemente extinta en el medio silvestre (E)	0	0	0	0	0
En peligro de extinción (P)	0	0	0	0	0
Amenazada (A)	0	1	0	0	1
Bajo protección especial (Pr)	0	0	0	0	0

A continuación, se muestra los resultados obtenidos en campo por cada grupo taxonómico:

ANFIBIOS

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio no se registraron ejemplares de anfibios dentro de los transectos establecidos dentro del predio.

REPTILES

De acuerdo a los muestreos realizados, en predio del proyecto se verifico la presencia de dos especies de reptiles dentro de los transectos previamente determinados, por lo que estos registros representan el 29% de las especies registradas durante el muestreo dentrodel predio.

Tabla IV.49. Riqueza y abundancia total de las especies de reptiles verificadas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	TOTAL
Urosaurus nigricauda	Cachora de árbol cola negra		A	10
Aspidoscelis hyperythrus	Huico de garganta naranja			6

Durante todo el muestreo se registraron en total 16 individuos, donde las especies con mayor abundancia fueron la cachora de árbol cola negra (U. nigricauda), esta una especie de lagartija arborícola perteneciente a la familia Phrynosomatidae, endémica del noroeste de México y del suroeste de Estados Unidos. Su distribución incluye gran parte de la península de Baja California, con una alta representatividad en Baja California Sur, especialmente en zonas con vegetación arbustiva densa, como el matorral sarcocaule, así como en áreas de matorral espinoso y bosques tropicales caducifolios. Esta especie ha sido reportada como una de las lagartijas más frecuentes en inventarios herpetofaunísticos del sur de Baja California y áreas adyacentes, especialmente en ambientes con buena cobertura vegetal arbustiva y presencia de árboles como Bursera, Jatropha o Pachycereus (Grismer, 2002).

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, únicamente se registró una especie, la cachora de árbol cola negra (U. nigricauda). Para el caso de las especies endémicas no se tuvo registros.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 0.6931, la $H'_{Shannon}$ fue de 0.6616, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una dominancia baja de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad J'_{Pielou}.

Tabla IV.50. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el área del proyecto.

ÍNDICE	VALOR
Riqueza	2
Abundancia	16
$H'_{Shannon}$	0.6616
EXP $H'_{Shannon}$	1.9378
INV $D'_{Simpson}$	1.8824
$H'_{MÁXIMA}$= Ln (S)	0.6931
J'_{Pielou}	0.9544

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 1.9378. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 1.8824. Como se puede apreciar son valores cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo (2 especies).

AVES

Para el caso de nuestro proyecto, se verifico la presencia de 37 especies. Esto representa el 74 % de las especies registradas durante el muestreo dentro del predio. Las familias más representativas fueron al Cardinalidae con cinco especies registradas, seguida de las familias Columbidae, Passerellidae y Picidae todas estas con tres especies registradas cada una.

Tabla IV.51. Riqueza y abundancia total de las especies de aves verificadas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	ABUNDANCIA
Basilinna xantusii	Zafiro de xantus	Endémica		4
Chordeiles acutipennis	Chotacabras menor			9
Cathartes aura	Zopilote aura			8
Columbina talpacoti	Tortolita canela			8
Columbina passerina	Tortolita pico rojo			18

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	ABUNDANCIA
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas			29
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño			2
Falco sparverius	Cernícalo americano			1
Callipepla californica	Codorniz californiana			4
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo			12
Cardinalis sinuatus	Cardenal desértico			2
Passerina versicolor	Colorín morado			8
Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	Semiendémica		10
Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja			2
Aphelocoma californica	Chara californiana			30
Corvus corax	Cuervo común			4
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano			12
Spinus psaltria	Jilguerito dominico			7
Lanius ludovicianus	Verdugo americano			9
Mimus polyglottos	Centzontle norteño			31
Toxostoma cinereum	Cuicacoche bajacaliforniano	Endémica		14
Melozone crissalis	Rascador californiano			7
Pipilo chlorurus	Rascador cola verde			3
Spizella atrogularis	Gorrión barba negra			3
Passer domesticus	Gorrión doméstico	Exótica-Invasora		19
Polioptila caerulea	Perlita azulgris			13
Polioptila californica	Perlita californiana			7
Auriparus flaviceps	Baloncillo			9
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto			6
Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas			2
Catharus guttatus	Zorzal cola canela			2
Empidonax wrightii	Papamoscas bajacolita	Semiendémica		2
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza			23
Vireo solitarius	Vireo anteojillo			2
Colaptes chrysoides	Carpintero de pechera del noroeste			12
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano			2
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto			28

En total se contabilizaron 364 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: el centzontle norteño (M. polyglottos), la chara californiana (A. californica), el papamoscas garganta ceniza (M. cinerascens), el carpintero del desierto (M. uropygialis) y la paloma ala blanca (Z. asiática), las cuales tuvieron abundancias que van desde los 29 a los 31 individuos.

Por otra parte, las especies menos abundantes fueron el cernícalo americano (F. sparverius) con un solo registro, así como, el correcaminos norteño (G. californianus), el cardenal desértico (C. sinuatus), la piranga capucha roja (P. ludoviciana), el saltapared de rocas (S. obsoletus), el zorzal cola canela (C. guttatus), el papamoscas bajacolita (E. wrightii), el vireo anteojillo (V. solitarius) y el carpintero mexicano (D. scalaris).

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 no se tuvo registro de alguna especie catalogada en dicha norma.

Para el caso de las especies endémicas fueron registradas cuatro especies, dos son consideradas como endémicas, el zafiro de xantus (B. xantusii) y el cuicacoche bajacaliforniano (T. cinereum), y las otras dos especies son consideradas como semiendémicas, el picogordo tigrillo (P. melanocephalus) y el papamoscas bajacolita (E. wrightii).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 3.6109, la $H'_{Shannon}$ fue de 3.2667, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una dominancia baja de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad J'_{Pielou}.

Tabla IV.52. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el sistema ambiental del proyecto.

ÍNDICE	VALOR
Riqueza	37
Abundancia	364
$H'_{Shannon}$	3.2667
EXP $H'_{Shannon}$	26.2259
INV $D'_{Simpson}$	20.9845
$H'_{MÁXIMA}$= Ln (S)	3.6109
J'_{Pielou}	0.9047

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 26.2259. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 20.9845. Como se puede apreciar son valores cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo.

MAMÍFEROS TERRESTRES

De acuerdo al muestreo realizado dentro del proyecto, se registraron tres especies, lo que de acuerdo a los expuesto en el párrafo anterior representa el 60% de los mamíferos reportados durante el muestreo realizado dentro del polígono del proyecto.

Tabla IV.53. Riqueza y abundancia total de las especies de mamíferos verificados.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	ABUNDANCIA
Lepus californicus	Liebre cola negra			7
Ammospermophilus leucurus	Juancito			4
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris			2

Con base en la información de campo permiten indicar que la liebre cola negra (L. californicus) obtuvo las mayores abundancias con siete individuos registrados durante todo el muestreo. Por el contrario, la especie menos abundante fue la zorra gris (U. cinereoargenteus), tal y como se observa en la tabla anterior.

Ninguna de las especies registradas resulto ser endémica o se encuentran catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los mamíferos en nuestra área de estudio es de 1.0986, la $H'_{Shannon}$ fue de 0.9840, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una dominancia baja de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad J'_{Pielou}.

Tabla IV.54. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del polígono del proyecto.

ÍNDICE	VALOR
Riqueza	3
Abundancia	13
$H'_{Shannon}$	0.9840
EXP $H'_{Shannon}$	2.6750
INV $D'_{Simpson}$	2.4493
$H'_{MÁXIMA}$= Ln (S)	1.0986
J'_{Pielou}	0.8956

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 2.6750. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 2.4493. Como se puede apreciar son valores cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo.

Adicionalmente como se mencionó en el apartado de metodologías se colocaron cámaras trampa con la finalidad de documentar especies cripticas que por lo general eluden la presencia humana, así como también que en la mayoría de los casos al sentir el olor o la presencia humana estas se desplazan rápidamente por lo cual es difícil obtener fotografías que evidencien su presencia.

Por lo cual de acuerdo a lo anterior se registraron cinco especies por el método de captura con cámaras trampa.

Tabla IV.55. Listado de especies registradas con cámaras trampa.

clase	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	Distribución
Mammalia	Lepus californicus	Liebre cola negra		
Mammalia	Bos taurus	Ganado vacuno		Exótica
Mammalia	Equus asinus	Asno		Exótica-Invasora
Mammalia	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris		
Mammalia	Canis familiaris	Perro		Exótica-Invasora



Figura IV.1. Ejemplar de liebre cola negra (Lepus californicus) fotografiado en el sitio 3.



Figura IV.2. Ejemplar de ganado vacuno (Bos taurus) fotografiado en el sitio 3.



Figura IV.3. Ejemplar de perro domestico (Canis familiaris) fotografiado en el sitio 4.



Figura IV.4. Ejemplar de asno (Equus asinus) fotografiado en el sitio 4.

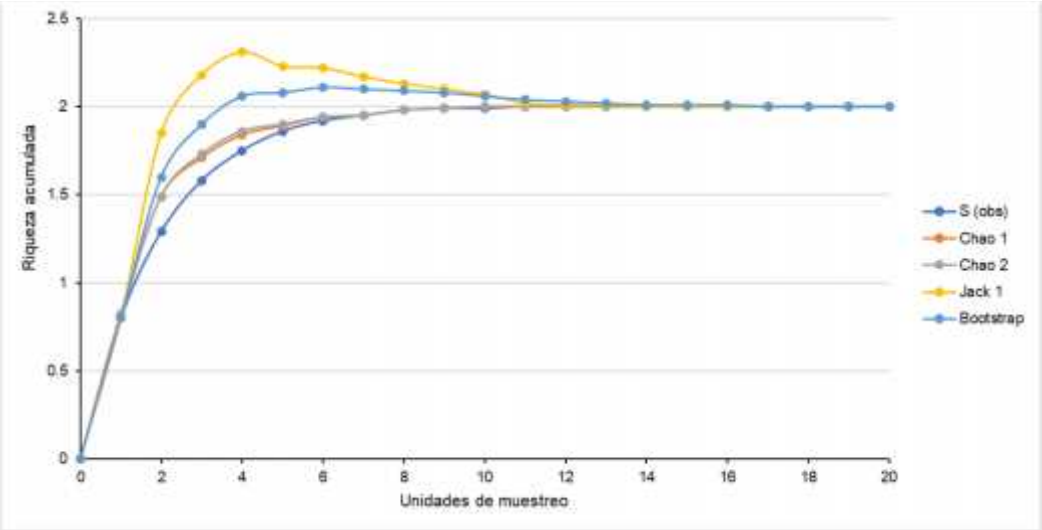


Figura IV.5. Ejemplar de zorra gris (Urocyon cinereoargenteus) fotografiado en el sitio 5.

EFICIENCIA DEL MUESTREO DEL SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO

HERPETOFAUNA

En el caso de la herpetofauna (anfibios y reptiles), durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizo un muestreo adecuado y suficiente para estos dos grupos de fauna.



Gráfica IV. 26 Curva de acumulación para la herpetofauna durante el muestreo.

Lo cual también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 100% de representatividad. En todos los casos los estimadores predicen la misma riqueza, tal y como se puede observar en la siguiente tabla.

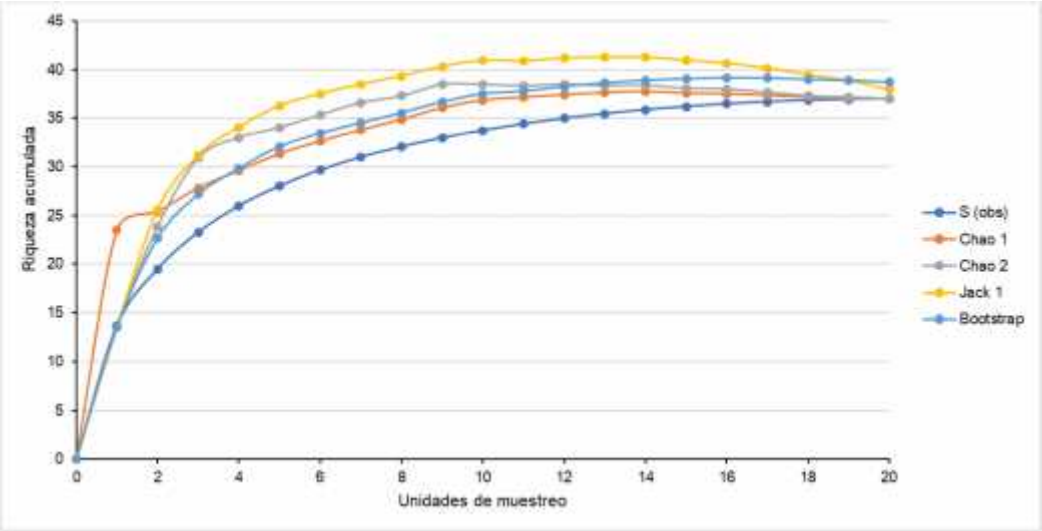
Sin embargo, en ambos casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (2 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

Tabla IV.56. Estimadores de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el predio del proyecto.

S (obs)	2	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Chao 1	2	100.00%
Chao 2	2	100.00%
Jack 1	2	100.00%
Bootstrap	2	100.00%

AVES

En el caso de las aves, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizo un muestreo adecuado y suficiente para este grupo de fauna.



Gráfica IV. 27 Curva de acumulación para las aves durante el muestreo.

Lo anterior también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 98.28% de representatividad. El índice de riqueza de Jacknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (37.95), seguido de Bootstrap con 38.70 individuos estimados. Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (37 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

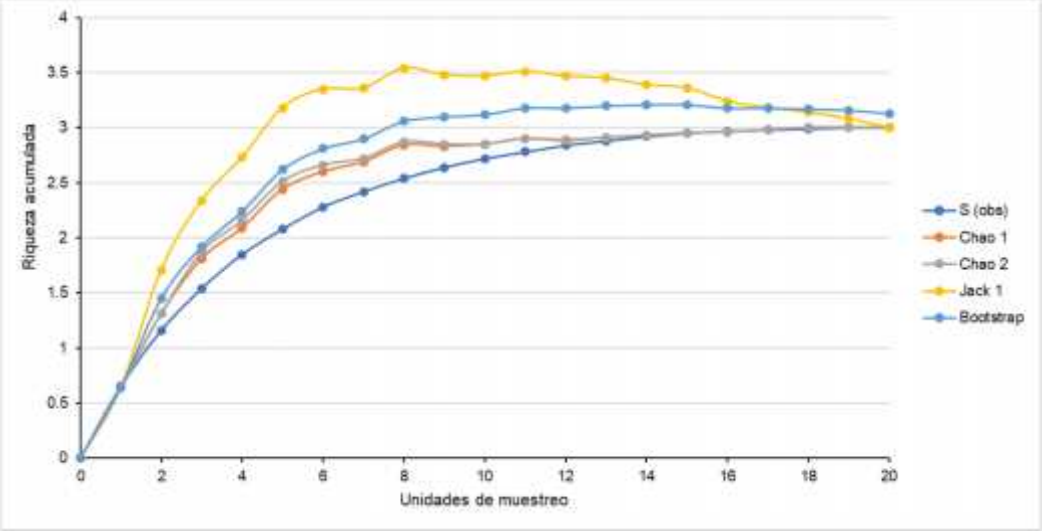
Tabla IV.57. Estimadores de riqueza y representatividad para el grupo de las aves durante las etapas de muestreo en el predio del proyecto.

S (obs)	37	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Chao 1	37.00	100.00%
Chao 2	37.00	100.00%
Jack 1	37.95	97.50%

S (obs)	37	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Bootstrap	38.70	95.61%

MAMÍFEROS

En el caso de los mamíferos, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos una leve asíntota, donde se observa la estabilización de la curva al final del muestreo, con lo cual se demuestra que se realizó un muestreo adecuado y suficiente.



Gráfica IV. 28 Curva de acumulación para los mamíferos durante el muestreo en el predio del proyecto.

Esto también puede ser demostrado con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 98.96% de representatividad. El índice de riqueza de Bootstrap fue el que mayor riqueza predijo (3.13). Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la representatividad de acuerdo a la riqueza observada (3 especies) ya que se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

Tabla IV.58. Estimadores de riqueza y representatividad para los mamíferos durante las etapas de muestreo.

S (obs)	3	Representatividad %
Estimadores	Riqueza estimada	
Chao 1	3	100.00%
Chao 2	3	100.00%
Jack 1	3	100.00%
Bootstrap	3.13	95.85%

ESPECIES QUE SE ENCUENTREN EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LA NOM–059–SEMARNAT–2010, ENDÉMICAS O QUE SEAN ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y LA MICROCUENCA

Para el polígono del proyecto, como se mencionó anteriormente únicamente se registró una especie catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cachora de árbol cola negra (U. nigricauda). También es importante mencionar que fueron registradas dos especies endémicas y dos especies semiendémica. Para el caso especifico de la microcuenca se registraron seis especies

catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como seis especies endémicas y cuatro especies semiendémica, tal y como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla IV.59. Especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas registradas durante los muestreos en la microcuenca y el polígono del proyecto bajo estudio.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN PRINCIPAL	NOM-059	DISTRIBUCIÓN	MC	PREDIO
Reptilia	Ctenosaura hemilopha	Iguana de palo	Pr	Endémica	x	
Reptilia	Callisaurus draconoides	Cachora arenera	A		x	x
Reptilia	Phrynosoma coronatum	Camaleón Sudcalifornianо		Endémica	x	
Reptilia	Sceloporus zosteromus	Lagartija espinosa peninsular	Pr	Endémica	x	
Reptilia	Urosaurus nigricauda	Cachora de árbol cola negra	A		x	
Reptilia	Pituophis vertebralis	Topera de Baja California		Endémica	x	
Aves	Buteo albonotatus	Aguililla aura	Pr		x	
Aves	Basilinna xantusii	Zafiro de xantus		Endémica	x	x
Aves	Falco peregrinus	Halcón peregrino	Pr		x	
Aves	Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo		Semiéndemica	x	x
Aves	Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor		Semiéndemica	x	
Aves	Icterus parisorum	Calandria tunera		Semiéndemica	x	
Aves	Toxostoma cinereum	Cuicacoche bajacaliforniano		Endémica	x	x
Aves	Empidonax wrightii	Papamoscas bajacolita		Semiéndemica	x	x

Se reconoce que la fauna silvestre se distribuye conforme a características del hábitat tales como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la modificación al entorno natural causada por las actividades antropogénicas).

El Matorral Sarcocaule, una de las comunidades vegetales más distintivas del sur de la península de Baja California, alberga una fauna especializada adaptada a condiciones de aridez, escasa precipitación y vegetación suculenta. Aunque puede parecer resistente, este ecosistema presenta una alta sensibilidad ante disturbios antropogénicos como el desarrollo urbano, turístico o agrícola. Sin embargo, dentro de esta comunidad, algunas especies demuestran diversos grados de tolerancia frente a la alteración del hábitat.

Entre los reptiles, Urosaurus nigricauda, la cachora de árbol cola negra, es una especie arbórea común en ambientes semiáridos, que muestra una tolerancia moderada a la perturbación al habitar tanto áreas naturales como jardines, caminos y espacios suburbanos con vegetación estructurada (Grismer, 2002). En cambio, Ctenosaura hemilopha, la iguana de cola espinos, requiere refugios como cactus columnares o árboles viejos, y aunque se le ha observado en entornos urbanizados, su densidad poblacional disminuye significativamente en presencia de amenazas como el tráfico vehicular o la depredación por animales domésticos (Blázquez & Rodríguez-Estrella, 2001). Callisaurus draconoides, la cachora arenera, presenta una alta tolerancia al disturbio, frecuentando caminos, zonas degradadas y suelos sueltos, gracias a sus hábitos excavadores y su preferencia por áreas abiertas (Pianka & Vitt, 2003). A diferencia de estos, Phrynosoma coronatum, conocido como camaleón Sudcalifornianо, muestra una baja tolerancia a la alteración del hábitat, dependiendo de microhábitats específicos, suelo suelto y presencia de hormigas; se considera un indicador de conservación (Grismer, 2002). Sceloporus zosteromus, especie semi-arborícola, puede persistir en zonas perturbadas si la vegetación estructural del matorral se conserva, demostrando una tolerancia moderada. Por su parte, Pituophis vertebralis, la culebra real, tiene una adaptabilidad intermedia; aunque puede encontrarse en agroecosistemas y áreas cercanas a viviendas, su gran tamaño la expone a persecución y atropellamiento, lo que limita su presencia en zonas intervenidas.

En cuanto a las aves, el Falco peregrinus, halcón peregrino, presenta una notable capacidad de adaptación, utilizando incluso estructuras artificiales como torres y edificios para perchar y cazar. El Buteo albonotatus, busardo negruzco, es otra rapaz que tolera bien la intervención humana, aprovechando espacios abiertos como áreas agrícolas, pastizales y claros de matorral. El Basilinna xantusii, colibrí de Xantus, ha demostrado cierta adaptabilidad, visitando jardines y huertos siempre que cuenten con flores nectaríferas, aunque su persistencia depende de la conectividad vegetal y la presencia de especies florales nativas (Howell & Howell,

2021). Pheucticus melanocephalus, garganta negra, es una especie migratoria que tolera bien la modificación del hábitat, ocupando bordes de vegetación, zonas rurales y áreas cultivadas. Dos especies de bolseros, Icterus cucullatus y Icterus parisorum, también han sido registradas en áreas perturbadas, especialmente en jardines y bordes de caminos con árboles altos, aunque el bolsero tunero tiende a reducir su presencia en hábitats muy fragmentados. El Toxostoma cinereum, se adapta a zonas degradadas y laderas con vegetación rala, siendo común en paisajes semiurbanos. Finalmente, el Empidonax wrightii, es una especie migratoria que utiliza hábitats secundarios, huertas y campos agrícolas con árboles dispersos, lo que refleja una alta tolerancia a paisajes modificados siempre que exista disponibilidad de insectos.

En resumen, mientras algunas especies como Callisaurus draconoides, Urosaurus nigricauda, Icterus cucullatus y Empidonax wrightii demuestran una buena capacidad para persistir en paisajes fragmentados si se conserva una estructura vegetal mínima, otras como Phrynosoma coronatum o Ctenosaura hemilopha requieren medidas específicas de manejo por su mayor sensibilidad a la perturbación. Este mosaico de respuestas subraya la importancia de mantener elementos clave del hábitat natural, como cobertura arbustiva, refugios y conectividad vegetal, para asegurar la supervivencia de la fauna del matorral sarcocaule ante el avance de las actividades del proyecto.

Por otra parte, es importante mencionar que en el predio del proyecto se registraron menos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como también menos especies endémicas, esto quizás influenciado por una alta presencia de especies exóticas invasoras. Puesto que la presencia de especies exóticas-invasoras como Bos taurus (ganado vacuno), Equus asinus (burro doméstico), Capra hircus (cabra doméstica) y Canis familiaris (perro doméstico) representa una presión significativa sobre la fauna nativa del Matorral Sarcocaule en Baja California Sur. Estos animales, introducidos por actividades humanas, afectan la integridad ecológica del ecosistema, modifican la estructura del hábitat y amenazan la viabilidad de muchas especies silvestres, incluyendo aquellas endémicas o protegidas por la legislación mexicana.

Bos taurus (ganado vacuno) ejerce un impacto notable a través del sobrepastoreo, la compactación del suelo y la degradación de la cobertura vegetal. En ecosistemas áridos como el matorral sarcocaule, donde la regeneración de las plantas es lenta debido a la escasez de agua, el pastoreo intensivo reduce la disponibilidad de alimento y refugio para especies como Phrynosoma coronatum o Sceloporus zosteromus, que dependen de una estructura vegetal y microhábitats específicos. Además, el pisoteo constante por parte del ganado compacta el suelo, lo que altera la infiltración de agua y afecta a especies que excavan o se entierran, como Callisaurus draconoides o algunas serpientes.

Para el caso de Equus asinus (burro doméstico), el cual en la zona es considerado como una especie feral, también contribuye al sobrepastoreo y la erosión del suelo, especialmente en zonas de ladera y cañadas donde su acceso no está restringido. Los burros son altamente móviles y pueden llegar a hábitats relativamente remotos, donde su forrajeo modifica la composición vegetal, favoreciendo especies oportunistas y reduciendo la diversidad nativa. Asimismo, compiten indirectamente con herbívoros silvestres y alteran la dinámica del ecosistema al consumir plantas clave para polinizadores o dispersores.

En la zona se observa de igual forma el pastoreo libre de Capra hircus (cabra doméstica) la cual representa una de las amenazas más severas en hábitats áridos y semiáridos. Al igual que los burros, las cabras son altamente móviles y oportunistas, pero su dieta es más amplia y agresiva: consumen desde herbáceas hasta brotes de arbustos y corteza de árboles jóvenes. Esto impide la regeneración del matorral y lleva a una simplificación estructural del ecosistema. Estudios en islas del Golfo de California y otras regiones áridas del noroeste de México han documentado reducciones drásticas en la cobertura vegetal y el colapso de poblaciones de reptiles y aves en presencia de cabras ferales (Coblentz, 1978; Méndez et al., 2000). En el matorral sarcocaule, este impacto es particularmente grave para especies endémicas como Ctenosaura hemilopha, que dependen de vegetación espinosa para refugio y alimentación.

Finalmente, Canis familiaris (perro doméstico), cuando se encuentra libre o semidoméstico en áreas rurales o periféricas, representa una de las amenazas más directas a la fauna silvestre. Actúa como depredador no nativo, hostigando o cazando activamente reptiles,

aves e incluso pequeños mamíferos. Su presencia es especialmente perjudicial para especies sensibles como Ctenosaura hemilopha o Phrynosoma coronatum, que pueden ser fácilmente localizadas por el olfato y atacadas. Además, los perros pueden introducir enfermedades y alterar el comportamiento de la fauna nativa, desplazándola de sus territorios. Su efecto se magnifica en zonas donde las condiciones del hábitat ya han sido modificadas.

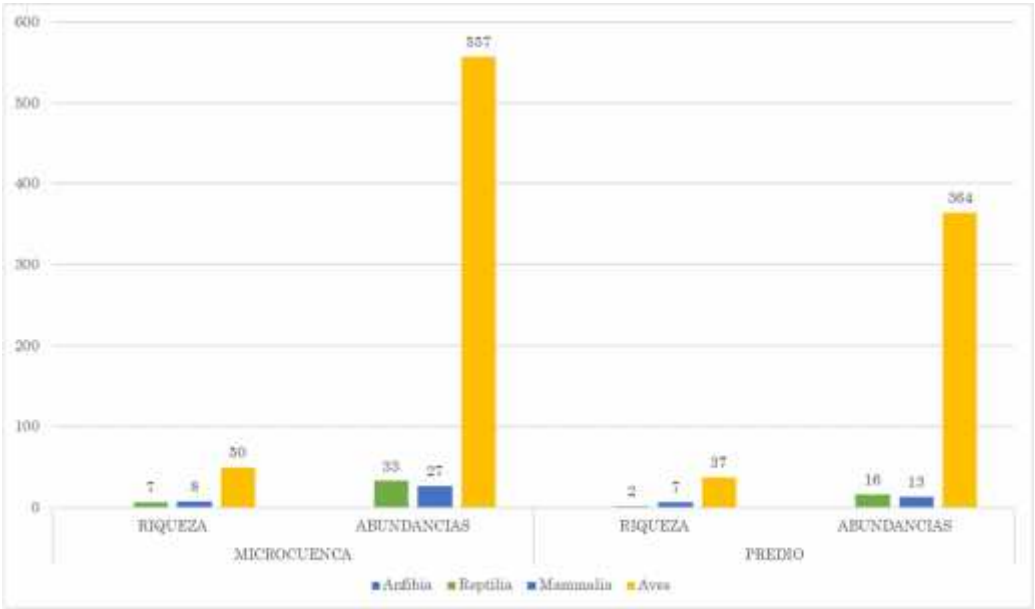
En conjunto, estas especies invasoras amplifican el efecto de las perturbaciones humanas y contribuyen a la pérdida de biodiversidad, disminuyendo la resiliencia del matorral sarcocaule frente al cambio climático y otras presiones ambientales. La gestión de estas especies, mediante cercado, control poblacional y campañas de tenencia responsable, así como la implementación de áreas de conservación particulares es esencial para mantener la funcionalidad ecológica y proteger a las especies nativas de este ecosistema único.

ANÁLISIS Y COMPARATIVA DE AMBAS ÁREAS MUESTREADA

De los muestreos realizados en la microcuenca se obtuvo la mayor riqueza y abundancia de especies. Durante este muestreo se registraron en total 617 individuos pertenecientes a 65 especies, mientras que en el predio del proyecto se obtuvo un total de 393 individuos de 46 especies diferentes. Como se menciono en el apartado anterior la menor riqueza de especies registrada en el predio estuvo influencia por la presencia de especies domesticas que pastorean libremente.

Tabla IV.60. Riquezas y abundancias de los diferentes grupos registrados durante el trabajo de campo en el polígono del proyecto.

GRUPO	MICROCUENCA		PREDIO	
	RIQUEZA	ABUNDANCIAS	RIQUEZA	ABUNDANCIAS
Anfibia	0	0	0	0
Reptilia	7	33	2	16
Mammalia	8	27	7	13
Aves	50	557	37	364
TOTAL	65	617	46	393



Gráfica IV. 29 Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrada en el predio durante las dos temporadas de muestreo.

Durante los muestreos realizados, se observó una diferencia clara en la composición faunística entre ambas áreas. En la microcuenca se registró una mayor riqueza de especies y una mayor abundancia de individuos: un total de 65 especies y 617 individuos, frente a 46 especies y 393 individuos en el predio del proyecto. Esta diferencia no solo refleja la heterogeneidad ambiental y el mejor estado de conservación de la microcuenca, sino que también está relacionada con el nivel de perturbación que experimenta cada zona.

El grupo de las aves fue el más representativo en ambas áreas, tanto en términos de riqueza como de abundancia. En la microcuenca se registraron 50 especies con 557 individuos, mientras que en el predio se contabilizaron 37 especies y 364 individuos. Esta diferencia puede deberse a que la microcuenca ofrece una mayor diversidad de microhábitats y una cobertura vegetal más estructurada, lo cual favorece tanto a aves residentes como migratorias. La estructura vegetal compleja y la menor presión antrópica permiten la presencia de especies más sensibles a la alteración del hábitat, lo que contribuye a una comunidad avifaunística más rica y diversa.

En cuanto a los reptiles, la microcuenca también mostró una riqueza y abundancia significativamente superiores (7 especies y 33 individuos) en comparación con el predio del proyecto (2 especies y 16 individuos). Esta diferencia es especialmente relevante, dado que los reptiles son altamente sensibles a las condiciones microclimáticas, la cobertura del suelo y la disponibilidad de refugios. La compactación del suelo y la pérdida de vegetación asociada al sobrepastoreo en el predio limitan los espacios disponibles para termorregulación y anidación, afectando directamente su presencia.

Los mamíferos mostraron una diferencia menos marcada, aunque también en favor de la microcuenca (8 especies y 27 individuos frente a 7 especies y 13 individuos en el predio). No obstante, la baja abundancia registrada en ambos sitios puede estar relacionada con la naturaleza críptica de muchas especies de mamíferos pequeños y la limitación temporal de los esfuerzos de muestreo. En este grupo, la presión de especies invasoras como Canis familiaris representa una amenaza directa por depredación y competencia.

La ausencia de anfibios en ambas áreas se relaciona con las características climáticas del ecosistema, dado que el matorral sarcocaule presenta condiciones de alta aridez, escasa humedad y disponibilidad limitada de cuerpos de agua superficiales, lo cual restringe la presencia de estos vertebrados.

Uno de los factores determinantes para explicar la diferencia en riqueza y abundancia entre ambas áreas es la presencia de especies exóticas invasoras en el predio del proyecto, incluyendo Bos taurus (ganado vacuno), Capra hircus (cabra doméstica), Equus asinus (burro doméstico) y Canis familiaris (perro doméstico). Estas especies introducidas ejercen presión ecológica sobre la fauna silvestre y modifican la estructura del hábitat de forma significativa. Por ejemplo, el ganado vacuno y las cabras intensifican el sobrepastoreo, provocando pérdida de cobertura vegetal, compactación del suelo y erosión, lo que afecta directamente a especies que dependen de la vegetación arbustiva o del sotobosque para refugio y alimentación. A su vez, los burros domésticos, cuando están asilvestrados, acceden a zonas de difícil acceso y degradan el hábitat en laderas y cañadas, interrumpiendo procesos ecológicos como la regeneración de la vegetación.

Por otro lado, los perros domésticos representan una amenaza directa para la fauna silvestre al actuar como depredadores no nativos. Se ha documentado su impacto negativo sobre reptiles, aves y pequeños mamíferos, ya sea por caza directa o por perturbación constante que altera el comportamiento de las especies nativas. Además, los perros pueden dispersar enfermedades y competir por recursos alimenticios con carnívoros silvestres.

En resumen, la microcuenca conserva una mayor diversidad faunística debido a su menor grado de alteración, la integridad estructural de su vegetación y la escasa presencia de especies invasoras. En cambio, el predio del proyecto refleja las consecuencias de una mayor presión antrópica, lo cual se traduce en una reducción de la riqueza y abundancia de fauna silvestre. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar medidas de manejo que reduzcan el impacto de especies exóticas invasoras y promuevan la restauración del hábitat para garantizar la conservación de la biodiversidad en zonas intervenidas.

La presencia de especies exóticas invasoras como Bos taurus, Capra hircus, Equus asinus y Canis familiaris, junto con las actividades propias del desarrollo inmobiliario proyectado, representa una amenaza significativa para la fauna silvestre y la integridad ecológica del matorral sarcocaule. Estos factores no solo alteran la estructura y composición del hábitat, sino que también generan competencia, depredación y perturbación directa sobre especies nativas, incluyendo varias de interés ecológico y en categoría de protección.

Para mitigar estos impactos, es indispensable implementar acciones enfocadas en la exclusión y control de la fauna exótica. En este sentido, la delimitación del área mediante cercado perimetral resulta fundamental para restringir el ingreso de ganado vacuno, caprino y equino, así como para prevenir el libre tránsito de perros domésticos o ferales. Esta acción debe complementarse con acuerdos comunitarios orientados al manejo responsable del ganado, así como con estrategias de educación y control poblacional de perros en coordinación con autoridades locales y organizaciones especializadas.

En paralelo, se debe establecer un programa de restauración ecológica en las zonas del predio que presenten signos de degradación por sobrepastoreo o compactación del suelo. Esta restauración debe considerar la recuperación de la estructura vegetal mediante revegetación con especies nativas representativas del matorral sarcocaule, favoreciendo la regeneración natural y la estabilidad del ecosistema. La introducción de especies como Bursera microphylla, Jatropha cuneata, Fouquieria diguetii y cactáceas columnares contribuirá a la recuperación del microhábitat para reptiles, aves y pequeños mamíferos.

El diseño del desarrollo inmobiliario incorporara principios de ordenamiento ecológico, como la zonificación interna que permita establecer áreas de amortiguamiento entre la zona urbanizada y los ecosistemas conservados. Es fundamental mantener conectividad entre fragmentos de hábitat mediante la conservación o creación de corredores biológicos, de modo que se evite el aislamiento de poblaciones faunísticas y se garantice el flujo de individuos y genes en el paisaje.

Durante la fase de construcción y operación del proyecto, el manejo adecuado de residuos será determinante para prevenir la atracción de fauna invasora. Se deben establecer sistemas eficientes de recolección, almacenamiento y disposición final de residuos, especialmente orgánicos, evitando que estos se conviertan en focos de atracción para perros, ratas u otras especies oportunistas. Cualquier acción de control debe ser selectiva y ética, descartando el uso de venenos, trampas indiscriminadas o métodos de captura no regulados.

El desarrollo de un programa de monitoreo ambiental es esencial para evaluar la efectividad de las medidas implementadas. Este monitoreo deberá llevarse a cabo de forma periódica y contemplar indicadores tanto de fauna silvestre como de especies exóticas. A través del monitoreo se podrá ajustar oportunamente la estrategia de manejo y responder a nuevos retos que puedan surgir durante la vida útil del proyecto.

Finalmente, la participación comunitaria y la educación ambiental serán elementos clave para la sostenibilidad a largo plazo. Involucrar a la población local en actividades de conservación, generar conciencia sobre la importancia de la fauna nativa y fomentar prácticas de tenencia responsable de animales domésticos son acciones fundamentales para reducir las amenazas antrópicas. Estas acciones, integradas de manera transversal en el proyecto, permitirán avanzar hacia un modelo de desarrollo más armónico con el entorno natural, respetando la biodiversidad y promoviendo la funcionalidad ecológica del matorral sarcocaule.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico

El municipio de Los Cabos es uno de los cinco municipios del Estado de Baja California Sur, se localiza en el extremo sur del estado, es el menos extenso con 3.751.5 km^2, pero el de mayor población, la mayor concentración de población se encuentra en San José del Cabo-Cabo San Lucas, con un 90% del total presente en el municipio. La ubicación geográfica del municipio es norte

23°40', sur 22°52', este 109° 24', oeste 110°07'. Representa el 5.1% de la superficie del estado, cuenta con 4 delegaciones, 63 subdelegaciones y 428 localidades, la cabecera municipal es San José del Cabo.

Extensión territorial:	3,751.5 km² que representa el 5.1% de la superficie estatal.
Número de delegaciones:	4
No. de subdelegaciones:	63
No. de localidades:	428
Cabecera municipal:	San José del Cabo

Delegación	Subdelegaciones
Santiago	Buena Vista, El Campamento, El Zacatal II, Agua Caliente, San Jorge, San Dionisio, Las Cuevas, Rosarito II.
La Ribera	La Capilla, Cabo Pulmo, Santa Cruz.
Miraflores	Boca de la Sierra, Caduaño, El Ranchito, Las Casitas, Las Calabazas, Los Frailes.
Cabo San Lucas	Migrillo, El Saucal, San Vicente de la Sierra, La Candelaria, Los Pozos, La Trinidad, Caribe, Gastelum, Tezal, Tierra y Libertad Palmas y Progreso.
San José del Cabo (Cabecera Municipal)	Subzona Centro, 8 de octubre, La Playa, La Choya, Rosarito/Aguajito, Lomas del Rosarito, Colosio, Guaymitas, Monterreal, San Felipe, Santa Rosa Fundador, Ampl. Santa Rosa, Zacatal Fundador, Zacatal Norte, Zacatal Sur, Vista Hermosa Norte, Vista Hermosa Sur, Vista Hermosa Plus, Ánimas Altas, Ánimas Bajas, Ampl. San José Viejo, San José Viejo Histórico Fundador, Las Veredas, Vivah Las Veredas, San Bernabé, Buenos Aires, Santa Anita, Saltos de Gevarain, Palo Escopeta, Cieneguita, Mauricio Castro/Toro Muerto, Santa Catarina, Costa Dorada/Villa Bonita, La Guadalupana, Ejidal I (La Ballena etapa 1) y Ejidal II (La Ballena etapa 2).





Figura IV. 36 Datos Generales del Municipio

Al 2020, el municipio cuenta con dos localidades urbanas que superan los 100,000 habitantes (San José del Cabo y Cabo San Lucas), 13 localidades rurales con una población entre 100 y 2500 habitantes (La Ribera, Miraflores, El Campamento, Buenavista, Santa Catarina, Santiago, Matancitas, Caduaño, Santa Cruz, El Ranchito, Agua Caliente Boca de la Sierra y Santa Barbara); y 717 localidades rurales con menos de 100 habitantes. Las ciudades de Cabo San Lucas y San José del Cabo por su población de 203,722 hab. y 136,285 hab. son los dos principales asentamientos dentro del límite de centro de población (PDU 2040) incluyendo a las cinco comunidades que antes eran consideradas localidades rurales (La Playa, Santa Anita, La Choya, Las Ánimas Bajas y Las Ánimas Altas) que actualmente forman parte de la ciudad de San José del Cabos.

A continuación, se realiza una caracterización general del estado poblacional del municipio de Los Cabos, Baja California Sur, donde se pretende la realización del proyecto:

a) DEMOGRAFÍA:

El Municipio de Los Cabos tiene una población total de 351,111 habitantes, de los cuales 180,944 (51.15 %) son hombres y la población de mujeres suma 170,167 (48.5 %), representa el 44.0 % de la población estatal, colocándose como el Municipio más poblado en el estado de B.C.S., superando en 7 puntos porcentuales al municipio de La Paz, según los datos del INEGI en su última encuesta en el 2020. Las dos principales localidades han sido polos de atracción por su desarrollo turístico, ya que en los últimos años en las ciudades de San José del Cabo y Cabo San Lucas en crecimiento ha sido acelerado. Es decir, tomando en cuenta las zonas conurbadas, su población alcanza los 136,285 habitantes en San José del Cabo y 202,694 en Cabo San Lucas. La densidad de población es de 93.6 habitantes por km^2, siendo el municipio más densamente poblado, que contrasta con el promedio estatal de 10.8 habitantes por km^2.

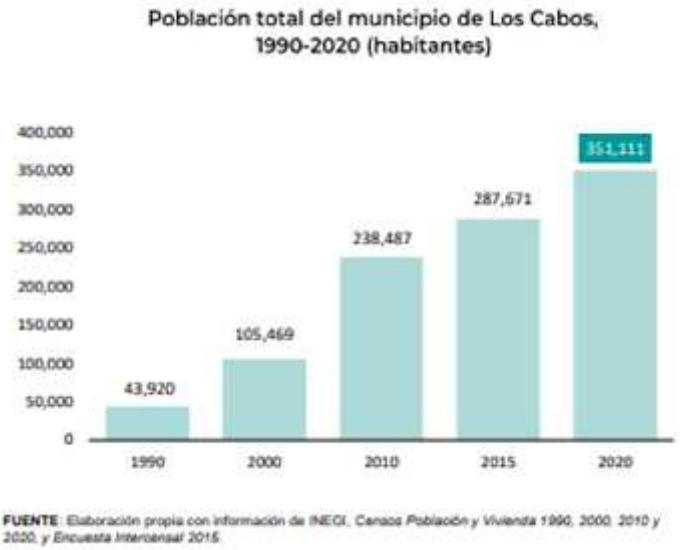
Con base a los datos obtenidos del CONEVAL solo 124,138 persona se encuentra en una situación de pobreza, lo que representa el 35.3% de la población total y 18,697 personas se encuentran en situación de pobreza extra, concentrado un porcentaje de 4.8% del total de la población. En los últimos años, Los Cabos fue el único municipio que registró aumentos en el porcentaje de población en situación de pobreza.

La población de 3 años o más que habla al menos una lengua indígena fue 7,630 personas, lo que corresponde a 2.17 % del total de la población de Los Cabos. Las lenguas indígenas más habladas son náhuatl (2,710 habitantes), Mixteco (1,128 habitantes) y Zapoteco (608 habitantes).

Los Cabos destaca a nivel demográfico, ya que, a nivel nacional tiene altas tasas de crecimiento anual. Mientras que la tasa de crecimiento promedio anual de la entidad se estima en 2.3 % (2010-2020), en Los Cabos ésta se perfila en un 4.0 %, en el mismo periodo, además se refleja una inmigración importante de personas en busca de mejores opciones de trabajo, detonadas por el dinamismo de este municipio en materia de turismo.

Lo anterior hace referencia a que, en términos relativos, el municipio es el principal receptor de migración en el estado, ya que el 55.8 % de su población es de otra entidad o país de origen, lo que implica que 1 de cada 2 personas en Los Cabos no es nativa del estado. Mayormente, la población que no es nativa del estado destaca por ser originarios de Guerrero (30.3 %), Sinaloa (13.1 %), Ciudad de México (7.8 %), Estado de México (5.7 %), Oaxaca (4.9 %), Chiapas (4.9 %), Puebla (4.8 %), Veracruz (4.8 %), por su parte, los originarios de otros países suman el 2.4 % de los no nativos de la entidad.

El 5.0 % de la población total (17,443 personas) se reconocen como afromexicanos o afrodescendientes, que lo coloca como el municipio con mayor proporción.



FUENTE: Elaboración propia con información de INEGI, Censos *Población y Vivienda 1990, 2000, 2010 y 2020, y Encuesta Intercensal 2015*

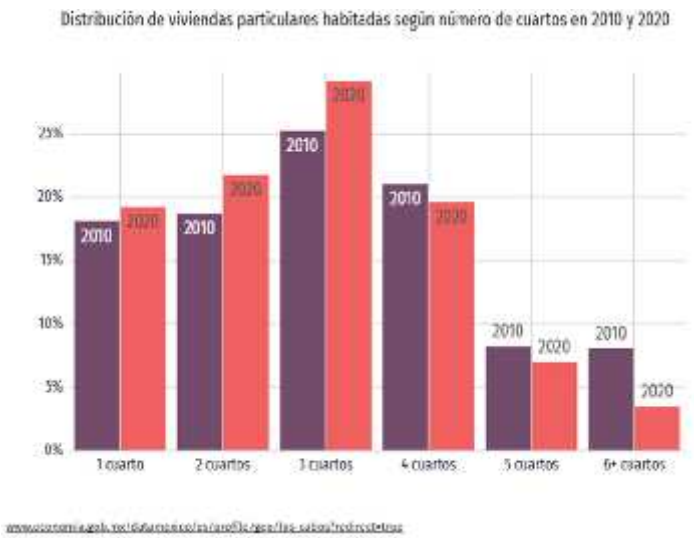
Gráfica IV. 30 Población en Los Cabos (1990-2020).

b) FACTORES SOCIOCULTURALES:

VIVIENDA. En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 2 cuartos, 29.1 % y 21.7 %, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 41.9 % y 37.8 %, respectivamente.

De acuerdo al INEGI, en Los Cabos se tiene el conteo de 101,934 viviendas particulares habitadas, de las cuales 101,934 viviendas particulares habitadas con una cifra de 350,193 ocupantes, esto en el año 2020; a nivel municipal el promedio de ocupantes por

vivienda es de 3.4 personas, similar al promedio estatal (3.3). El promedio de cuartos por vivienda es de 3.7, ligeramente inferior a la media estatal (3.8).



Gráfica IV. 31 Distribución de viviendas particulares habitadas según el número de cuartos (2010-2020).

Disponibilidad de bienes o servicios en las viviendas[1/] del municipio de Los Cabos, 2010 y 2020 (%)

Bienes o servicios	2010	2020
Material en pisos		
Tierra	9.5	7.8
Cemento o firme	48.2	49.0
Madera, mosaico y otros	41.6	42.4
Servicios		
Agua entubada[2/]	80.8	90.6
Energía eléctrica	96.0	98.3
Drenaje[3/]	96.3	97.5
Bienes y tecnologías de la información		
Refrigerador	86.4	90.9
Lavadora	62.1	61.9
Horno de microondas	n.d.	45.3
Automóvil	63.4	59.6
Tinaco	n.d.	77.7
Cisterna o aljibe	n.d.	31.1
Dispositivo para oír radio	66.5	56.0
Televisor	93.9	87.2
Computadora, laptop o tablet	38.5	41.2
Teléfono fijo	33.2	34.1
Teléfono celular	89.1	95.1
Internet	31.5	62.4
Serv de televisión de paga	n.d.	50.9
Serv música/videos de paga por internet	n.d.	27.9

FUENTE: Elaboración propia con información de INEGI, *Censos de Población y Vivienda 2010 y 2020*.
1/ El total de viviendas con información captada fue de 64,634 en 2010 y 101,411 en 2020.
2/ Agua entubada dentro de la vivienda o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno.
3/ Lugar de desalojo: red pública, fosa séptica, barranca o grieta, río, lago o mar.

Figura IV. 37 Servicios en las viviendas del municipio de Los Cabos (2010-2020).

EMPLEO. En el tercer trimestre de 2024, la tasa de participación laboral en Baja California Sur fue 69.6 %, lo que significa un aumento de 0.83 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior, es decir, de 68.8 %. La tasa de desocupación fue de 2.52 %, es decir, contempla 12 mil personas, lo que implicó un aumento de 0.11 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior, de 2.41 %. La población ocupada en Baja California Sur en el tercer trimestre de 2024 fue 469 mil personas, siendo superior en 2.8 % al trimestre anterior (456 mil ocupados).

El salario promedio mensual en el tercer trimestre de 2024 fue de $ 12,000.00 siendo superior en $ 625.00 respecto al trimestre anterior ($ 11,400.00).

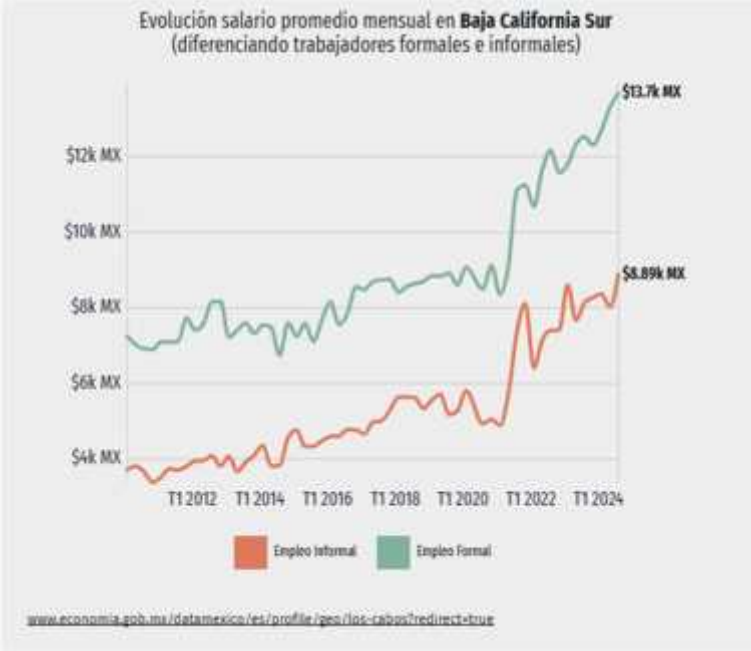


Figura IV. 38 Evolución salario promedio mensual en Baja California Sur (diferenciando trabajadores formales e informales).

En el tercer trimestre de 2024, Baja California Sur tuvo 468,780 ocupados. Las ocupaciones con más trabajadores durante el tercer trimestre de 2024 fueron Albañiles, Mamposteros y Afines (18.8k), Empleados de Ventas, Despachadores y Dependientes en Comercios (18.1k) y Barrenderos y Trabajadores de Limpieza (Excepto en Hoteles y Restaurantes) (16.1k).

EDUCACIÓN. En 2020, los principales grados académicos de la población de Los Cabos fueron Preparatoria o Bachillerato General (74 mil personas o 30.1 % del total), secundaria (73 mil personas o 29.8 % del total) y primaria (44 mil personas o 18 % del total). Los Cabos se presenta como el segundo municipio con menor población analfabeta, que representa el 2.1 % de la población de 15 años o más. Indicador ligeramente superior al de 2015 (1.9 %), y menor al promedio estatal (2.3 %). Segundo municipio por el grado promedio de escolaridad, que es de 10.2 años de estudio, ligeramente inferior al promedio estatal (10.4).

Respecto a la infraestructura educativa, el municipio cuenta con instalaciones de todos los niveles escolares, en las dos ciudades más importantes. Es número total de alumnos en 2021-2022 fue de 91,658. Durante el mismo año el número de maestros, planteles y aulas ascendieron a 5,637, 455 y 3,404, respectivamente. En educación media superior, cuenta con 56 escuelas, 39 de bachillerato general y 17 de bachillerato tecnológico.

A nivel superior, alberga a un total de 11 instituciones, en su mayoría campus o extensiones de aquellas asentadas en la ciudad de La Paz, donde se ofrecen opciones a nivel licenciatura o técnico superior universitario. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos, Universidad Mundial, Universidad del Desarrollo Profesional, Instituto Sudcaliforniano de Estudios Superiores, Universidad Pedagógica Nacional, Escuela Normal Superior, en San José del Cabo. En Cabo San Lucas se encuentran planteles de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), Universidad de Tijuana, Universidad del Golfo de California, Universidad del Desarrollo Profesional, Centro de Estudios Universitarios de B.C., Universidad Pedagógica Nacional, Instituto Sudcaliforniano de Estudios Superiores, la Academia de Arte Culinaria Internacional y Liceo Los Cabos.

SALUD. El municipio de Los Cabos cuenta con infraestructura de salud de las tres instituciones oficiales, las cuales se encuentran básicamente en San José del Cabo y Cabo Sal Lucas, así como en sus principales localidades.

Infraestructura de servicios de salud en el municipio de Los Cabos, 2021

Indicador	SSA	IMSS	ISSSTE
Unidades médicas	24	5	2
Personal Médico	210	352	57
Personal de Enfermería	219	281	66

FUENTE: 1er Informe de Gobierno 2021-2022. Anexo Estadístico e INEGI, Estadísticas de Salud y Seguridad Social.
1/ Incluye médicos especialistas, residentes y pasantes.
Observaciones: Las unidades médicas corresponden a 2022.

Figura IV. 39 Infraestructura de servicios de salud en Los Cabos (2021).

El 79.8% de la población municipal es derechohabiente a servicios de salud. El IMSS brinda servicios a un 59.3%, el ISSSTE al 5.2% y el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) al 14.3% de la población total.

SERVICIOS BÁSICOS. La vocación productiva del municipio es la actividad turística, por lo que se administra los servicios de mercados, alumbrado público, mantenimiento del drenaje urbano, limpieza de las vías públicas, parques y jardines, edificios públicos, unidades deportivas y recreativas, monumentos, fuentes y aeropuerto; siendo que este ultimo recibió 3.5 millones de pasajeros durante el 2022, cifra 25.1% mayor a la que se registró en el año 2019.

La infraestructura hotelera en el municipio consta de 1,818 hoteles y 21,434 habitaciones, que muestran un incremento importante en los últimos años. Esta zona ha representado 3 de cada 4 habitaciones disponibles para el visitante de BCS. El porcentaje de ocupación hotelera en Los Cabos durante 2022 fue de 70.0%. Los visitantes hospedados en hoteles registraron una estadía promedio de 4.7 días. A nivel mundial, Los Cabos es conocido por sus campos de golf, debido a que se le considera el mejor sitio de Latinoamérica y uno de los mejores del mundo para la práctica de esta actividad. Cuenta con 18 campos, que han sido sede de torneos nacionales e internacionales.

JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Considerando lo anteriormente expuesto, se prevé que el presente proyecto contribuirá firmemente al crecimiento controlado de la población, al contribuir con la construcción de un desarrollo inmobiliario cuyas características sean más compatibles con el medio biótico y abiótico.

Así mismo, representará oportunidades de trabajo, fuentes de ingreso y de mejora al bienestar a nivel local, tanto por la generación de empleo directo, la promoción de empleo indirecto mediante la contratación de personal por parte de las empresas contratistas trabajando en el sitio del proyecto ocupando perfiles diversos, y por la activación del comercio en la zona por la necesidad de materiales, herramienta e insumos.

IV.2.2.4 Paisaje

El concepto paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

La primera se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en este territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además, se consideraron otros dos criterios:

- Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- Singularidades paisajísticas: o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

Tabla IV. 61 Paisaje en el área del estudio.

CRITERIO	CALIFICACIÓN	SUSTENTO
Visibilidad	Baja	Se prevé que el impacto ocasionado por el desarrollo del proyecto sobre la visibilidad del paisaje será bajo debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.
Calidad paisajística	Media	Al estar en una zona clasificada como vegetación de MATORRAL SARCOCAULE, no se alterará significativamente la calidad paisajística. Aunado a este hecho, en la zona se encuentran otras obras de carácter similar o diferentes, por lo que la calidad paisajística de la zona no se verá considerablemente transformada. Asimismo, se implementarán medidas para minimizar los impactos negativos que ocasionará el proyecto sobre la calidad paisajística.
Fragilidad del paisaje	Media	La vegetación presente es susceptible a los cambios drásticos, debido a la presencia de especies como cactáceas, enlistadas en la CITES, especies endémicas y de importancia ecológica, no obstante, estas serán prioritarias para su rescate y reubicación.
Frecuencia de la presencia humana	Baja	En el área de estudio la presencia humana es baja, debido a la distancia con la zona de asentamientos humanos del municipio de Los Cabos, sin embargo, esta zona se ve frecuentemente transitada por vehículos al encontrarse frente a la carretera federal Cabo San Lucas – Todos Santos.
Singularidades paisajísticas	Media	No existen singularidades paisajísticas naturales a excepción de la presencia de vegetación de MATORRAL SARCOCAULE, la cual se verá mediadamente susceptible a los cambios. Por otra parte, en el área de influencia existen singularidades paisajísticas de origen artificial, tal como construcciones pertenecientes a otros desarrollos inmobiliarios, y la colindancia con la carretera Cabo San Lucas – Todos Santos, por lo que el establecimiento del proyecto ocasionará un impacto medio sobre las singularidades paisajísticas.

IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.

Los bienes y servicios indispensables para la vida humana son proporcionados tanto por los bosques, las selvas y la vegetación de zonas áridas. Entre dichos bienes se pueden mencionar a la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza. Siendo que los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, sino que brindan además una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales. Los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales están ligados a la regulación de procesos naturales.

A su vez un ecosistema forestal es la unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGDFS, art. 7, fracción XXIII). De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el Capítulo II, Artículo 7, Fracción LXI, los Servicios Ambientales se define como " Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbono; (…)". De acuerdo con la MEA (2005), dichas categorías se configuran de la siguiente forma:

- Servicios de provisión: Se trata de bienes tangibles, también llamados recursos naturales o bienes; en esta categoría están incluidos los alimentos, el agua, la madera, las fibras. Estos servicios proporcionan el sustento básico de la vida humana; los esfuerzos por asegurar su provisión guían las actividades productivas y económicas.
- Servicios de regulación: En este caso se incluyen procesos ecosistémicos complejos mediante los cuales se regulan las condiciones del ambiente en que los seres humanos realizan sus actividades productivas. En esta categoría se incluyen la regulación climática, la regulación de los vectores de enfermedades y la regulación de la erosión de los suelos, entre otros.
- Servicios culturales: Se refiere a los servicios que dependen de las percepciones colectivas de los humanos acerca de los ecosistemas y sus componentes. Estos servicios pueden ser materiales o no materiales, tangibles o intangibles. Los beneficios espirituales, recreativos o educacionales que brindan los ecosistemas se consideran en esta categoría.
- Servicios de sustento: Son los procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el flujo de servicios de provisión, de regulación y culturales. Entre estos servicios se encuentran la productividad primaria, que es la conversión de energía lumínica en tejido vegetal, y el mantenimiento de la biodiversidad.

La producción de los servicios ambientales se sustenta en el buen funcionamiento de los diferentes ecosistemas. Los bosques y el agua son los principales protagonistas del desarrollo de la vida en los ecosistemas forestales.

Los bienes y servicios ambientales son a menudo desconocidos por la población, hay quienes los consideran como procesos permanentes en el tiempo. Sin embargo, la existencia o calidad de éstos depende del estado de conservación de los ecosistemas. En este sentido, las actividades humanas han modificado las propiedades de los ecosistemas para proveer servicios. De esta forma la pérdida de la naturaleza implica también la pérdida de estos bienes y servicios. Por ello, para tener una adecuada perspectiva de la modificación de los servicios, es necesario tener sistemas de evaluación que permitan una adecuada contabilización y estimación de la magnitud de los impactos ocasionados a los servicios ambientales, como es el caso del presente estudio.

Por cientos de años la humanidad no le dio importancia a la generación de estos servicios ya que se consideraban inagotables. Actualmente, es claro que es necesario conservar a los ecosistemas en el mejor estado para que sigan proporcionándonos estos servicios.

Debido a esto, se hace necesaria la contabilización y estimación de la magnitud de los impactos ocasionados a los servicios ambientales por la ejecución de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio. Para esto se empleó el listado de

servicios ambientales que se considera en la Guía para la Elaboración de Estudios Técnicos Justificativos de SEMARNAT. Dichos servicios se describen y a continuación se presenta su análisis respectivo.

IV.3.1. Protección del suelo.

Los suelos cumplen importantes servicios ecosistémicos, el más conocido es el soporte y suministro de nutrimentos a las plantas, de ahí que la degradación del suelo esté considerada como el mayor problema ambiental que amenaza la producción mundial de alimentos. El suelo, además, constituye el medio donde se realiza una parte importante de los ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos (Sombroek et al., 1993, Cram op.cit., 2008).

Mantener una cubierta vegetal sobre el suelo garantiza la protección de este, evitando los procesos erosivos y la degradación. La magnitud de la alteración a este factor esta intrínsecamente vinculado a aspectos como la pendiente del terreno, él o los tipos de suelo, la precipitación y la susceptibilidad a procesos erosivos.

A continuación, se presentan los resulytadois de los analñisis de la erosion hídrica y eolioca en el área de CUSTF:

Análisis de pérdida de suelo por erosión hídrica.

Con base a los cálculos predictivos de la perdida de suelo mediante erosión hídrica en el área de estudio se puede indicar que el volumen de suelo protegido por las condiciones actuales del terreno forestal en la zona es el siguiente:

Tabla IV. 62 Resultados del análisis de pérdida de suelo por erosión hídrica en el área de estudio.

						Escenario 1 Sin CUSTF	
Superficie (ha)	Precipitación anual (mm)	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Tasa de erosión (ton/ha/año)	Volumen (ton/año)
12.70	329.40	1840.26	0.01	0.01	0.22	0.07	0.94
						Escenario 2 Con CUSTF	
Superficie (ha)	Precipitación anual (mm)	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Tasa de erosión (t/ha/año)	Volumen (ton/año)
12.70	329.40	1840.26	0.01	0.01	1.00	0.34	4.26
Volumen a MITIGAR (ton/año)							3.33

Como se puede observar en la tabla anterior, la diferencia neta entre la erosión hídrica actual y la que se tendría al llevarse un inminente CUSTF en el área de estudio, permite observar que las condiciones actuales del terreno forestal del área de estudio permite proteger y conservar ante la erosión hídrica del suelo orgánico forestal en un volumen de 3.33 ton y este en consecuencia, de llevarse a cabo el CUSTF necesariamente tendría que mitigarse para que el servicio ambiental de protección del suelo continue y para que el proyecto sea viable ambientalmente.

Análisis de pérdida de suelo por erosión eólica.

Con base a los cálculos predictivos de la perdida de suelo mediante erosión eólica en el área de estudio se puede indicar que el volumen de suelo protegido por las condiciones actuales del terreno forestal en la zona es el siguiente:

Tabla IV. 63 Resultados del análisis de pérdida de suelo por erosión eólica en el área de estudio.

				Escenario 1 Sin CUSTF	
Superficie (ha)	IAVE	CATEX	CAUSO	Tasa de erosión ton/ha/año actual	Volumen actual ton/año
12.70	128.51	3.5	0.15	67.47	857.03
				Escenario 2 Con CUSTF	
Superficie (ha)	IAVE	CATEX	CAUSO	Tasa de erosión con CUSTF ton/ha/año	Volumen con CUSTF ton/año
12.70	128.51	3.5	0.5	224.90	2,856.77
Volumen a MITIGAR (ton/año)					1,999.74

Como se puede observar en la tabla anterior, la diferencia neta entre la erosión eólica actual y la que se tendría al llevarse un inminente CUSTF en el área de estudio, permite observar que las condiciones actuales del terreno forestal del área de estudio permite proteger y conservar ante la erosión eólica del suelo orgánico forestal en un volumen de 1,999.74 ton/añp y este en consecuencia, de llevarse a cabo el CUSTF necesariamente tendría que mitigarse para que el servicio ambiental de protección del suelo continue y para que el proyecto sea viable ambientalmente.

En general, las condiciones actuales (suelo y cobertura vegetal) del área de estudio permiten el seguimiento del servicio ambiental de la protección y conservación de un volumen de suelo de 2,003.07 ton/año ante los efectos de la erosión hídrica y eolica, tal como se sigue:

Tabla IV. 64 Erosión hídrica y eólica dentro del área de CUSTF.

Erosión	Sin CUSTF (ton/año)	Con CUSTF (ton/año)	Volumen a mitigar (toneladas)
Hídrica	0.94	4.26	3.33
Eólica	857.03	2,856.77	1,999.74
Total	857.97	2,861.04	2,003.07

En caso de llevar a cabo el CUSTF es necesario mitigar dicho volumen de suelo que será afectado mediante la aplicación de diferentes medidas antierosivas, tales como la reforestación o mediante la construcción de obras como el acomodo de material vegetal muerto en curvas de nivel, entre otros.

IV.3.2. Provisión del agua en calidad y cantidad.

- Agua de calidad.

La calidad del agua es un atributo que se define en función del uso que se le asigna (por ejemplo, como agua potable, para recreación, para uso agrícola o industrial), lo que implica necesariamente la existencia de estándares de calidad específicos para los distintos usos (United Nations Development Programme UNDP et al., 2000). La calidad del agua de un cuerpo superficial o subterráneo depende de múltiples factores, algunos de los cuales la reducen directa o indirectamente, mientras que otros pueden revertir los efectos de la contaminación y, por lo tanto, mejorarla. Entre los factores que reducen la calidad del agua, destacan las descargas directas de agua o residuos sólidos provenientes de las actividades domésticas, agropecuarias o industriales; la disposición inadecuada en el suelo de residuos sólidos urbanos o peligrosos puede ocasionar, indirectamente, que escurrimientos superficiales y lixiviados contaminen los cuerpos de agua y los acuíferos. Por otro lado, y actuando para mejorar la calidad del agua, está la capacidad natural de los ecosistemas acuáticos para descomponer o inmovilizar los contaminantes (SEMARNAT, 2012).

En este sentido, la Comisión Nacional del Agua cuenta con una Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA) en cuerpos de agua nacionales, cuyos objetivos, son conocer las condiciones actuales de la calidad de las aguas, analizar las tendencias a largo plazo, e identificar los factores que afectan a la calidad de las aguas (CONAGUA, 2020).

Para determinar la calidad de agua subterránea, CONAGUA a considerado en el periodo de 2012-2023 la evaluación de 14 indicadores fisicoquímicos y microbiológicos: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total. La calidad del agua se determinó a través de un semáforo el cual considera 3 colores, verde, amarillo y rojo, y se obtiene integrando los resultados de los 14 indicadores antes mencionados. El semáforo verde indica que un determinado sitio estudiado cumplió con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados., es semáforo amarillo cuando presentan incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total y por último, es semáforo rojo cuando el sitio de muestreado presentó incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total (https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua).

A continuación, se presenta los resultados de la evaluación de la calidad del agua subterránea de cuatro pozos (con claves: DLBAJ108, DLBAJ110, DLBAJ92 y DLBAJ202) que son las más cercanas al área de estudio:

Tabla IV. 65 Resultado del análisis de la calidad del agua en pozos cercanos al Area de estudio.

CLAVE	DLBAJ108	DLBAJ110	DLBAJ92	DLBAJ202
SITIO	POZO A.P. CNA 7 (ANTES POZO A.P. CNA 6)	POZO 26, SAN JUAN	POZO SAN BERNABE	HIELERA
ORGANISMO_DE_CUENCA	PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA
ESTADO	BAJA CALIFORNIA SUR	BAJA CALIFORNIA SUR	BAJA CALIFORNIA SUR	BAJA CALIFORNIA SUR
MUNICIPIO	LA PAZ	LA PAZ	LOS CABOS	LOS CABOS
SUBTIPO	POZO	POZO	POZO	POZO
LONGITUD	-110.221	-110.214	-109.7	-109.897
ALC_mg/L	142.04	137.3	91.225	119.2
CONDUCT_mS/cm	569	458.3	372	951
FLUORUROS_mg/L	0.3226	0.3443	0.3273	0.2671
DUR_mg/L	193.53556	168.42495	98.28768889	220.32775
COLI_FEC_NMP/100_mL	10	31	10	<1.1
N_NO3_mg/L	6.38202	3.9853735	2.905006	10.89334
AS_TOT_mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
CD_TOT_mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
CR_TOT_mg/L	<0.021	<0.021	<0.021	<0.021
HG_TOT_mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PB_TOT_mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
MN_TOT_mg/L	<0.012	<0.012	0.013514444	<0.012
FE_TOT_mg/L	<0.025	0.03471	0.0281875	0.143332222
SEMAFORO	Verde	Verde	Verde	Verde

ALC_mg/L=Valor de Alcalinidad Total, en miligramos por litro; CONDUCT_mS/cm=Valor de Conductividad en microSiemens por centímetro; SDT_mg/L=Valor de Solidos Disueltos Totales, en miligramos por litro;; FLUORUROS_mg/L=Valor de Fluoruros Totales (F-), en miligramos por litro; DUR_mg/L=Valor de Dureza Total, en miligramos por litro; COLI_FEC_NMP/100_Ml=Valor de Coliformes Fecales, en Numero Mas Probable por 100 mililitros; N_NO3_mg/L=Valor de Nitrógeno de Nitratos, en miligramos por litro; AS_TOT_mg/L=Valor de Arsenico Total, en miligramos por litro; CD_TOT_mg/L=Valor de Cadmio Total, en miligramos por litro;

CR_TOT_mg/L=Valor de Cromo Total, en miligramos por litro; HG_TOT_mg/L=Valor de Mercurio Total, en miligramos por litro; PB_TOT_mg/L=Valor de Plomo Total, en miligramos por litro; MN_TOT_mg/L=Valor de Manganeso Total, en miligramos por litro, FE_TOT_mg/L=Valor de Hierro Total, en miligramos por litro. SEMAFORO= Indica el nivel de contaminación de acuerdo a los contaminantes presentes

De acuerdo con los datos de RENAMECA los sitios (Pozos) más cercanos al área de estudio: (sitios cercanos al polígono donde se pretende el desarrollo del presente proyecto) presentan una calidad de agua catalogados en el semáforo de calidad de color verde, es decir si cumplen con los 14 parámetros indicadores antes señalados y son aptos para el consumo humano.

La capacidad de tratamiento del suelo como reactor natural en los bosques y su consecuente estimación en el área de estudio.

El suelo es un reactor natural sumamente importante, debido a que las transformaciones que se realizan en él dan productos necesarios para los seres vivos. En este sistema ocurren diversos procesos, entre los que destacan: adsorción, absorción, precipitación, descomposición, mineralización y humificación (Richter, 1987). Los tres últimos procesos convierten al suelo en un gigantesco sistema de tratamiento de residuos orgánicos (RO), en el que algunas de las sustancias provenientes de los restos de animales y plantas se degradan y otras se humifican, es decir, se transforman en humus (ácido húmico y ácido fulvico, principalmente).

Esto hace que el suelo funcione como un reactor purificador del ambiente. Por ejemplo, en el tratamiento de los residuos orgánicos, en la depuración del agua que pasa a través de él y en la transformación de diversos compuestos tóxicos, como los plaguicidas, tal como se puede apreciar en la figura siguiente:

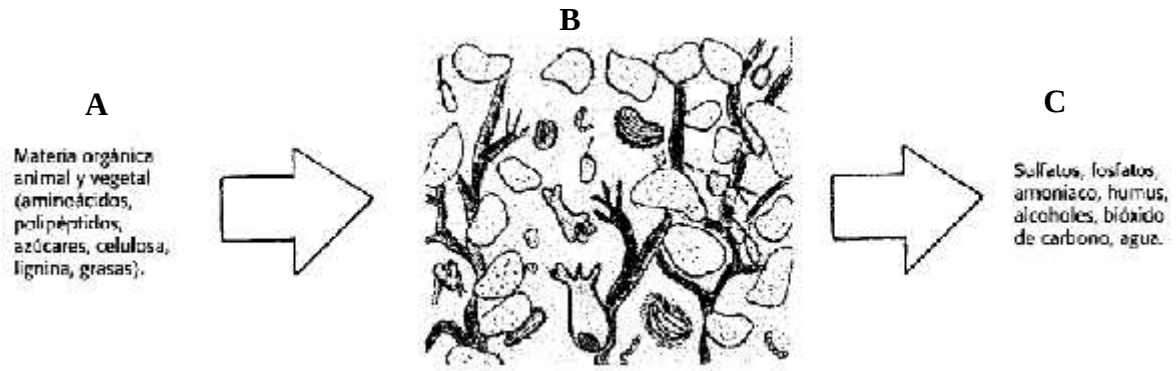


Figura IV. 40 El suelo como reactor. A) Energía, representada como materia orgánica., B) la maquinaria, representada por los microorganismos y los constituyentes del suelo (arcillas principalmente), y C) productos finales, destacando el humus.

Maquinaria. En el suelo, la maquinaria está compuesta por los microorganismos que son los responsables de la transformación de la materia orgánica biodegradable. Los tipos de microorganismos más frecuentemente encontrados en un gramo de suelo son: bacterias (3,000,000 a 500,000,000 de organismos), hongos (5,000 a 900,000), algas (1,000 a 500, 000), protozoarios (1,000 a 500, 000) y nematodos (50 a 200). Se calcula que estos organismos degradan de 10 a 200 toneladas por hectárea de materia orgánica presente en ciertos residuos orgánicos (Metting, 1993).

En el suelo también se encuentran arcillas que son producto del intemperismo y de la neoformación mineral. Algunos ejemplos de ellas son: esmectita, caolinita, ilita, augita, biotita, magnetita, lepidocrita, hematita y otras (BohnJ993). Las arcillas promueven y catalizan la formación de humus a partir de sustancias más simples como azúcares, aminoácidos y quinonas; además, participan en el relevante fenómeno de intercambio catiónico, debido al cual es posible el almacenamiento de elementos nutritivos para el crecimiento de las plantas (Bohn, 1993).

Los microorganismos y arcillas, en el presente ejemplo, representan la maquinaria del reactor, ya que son los responsables de la degradación y transformación de la materia orgánica presente en el suelo o que fluyen a través de él (aguas residuales).

Energía. Para el funcionamiento del reactor se requiere de energía, la cual es obtenida de la materia orgánica, que contiene una considerable energía potencial que puede transformarse fácilmente a otras formas de energía o ser liberada en forma de calor.

Para comprender lo anterior, tenemos que recordar la constitución de la materia orgánica. Entre sus principales compuestos, encontramos azúcares, almidones, proteínas de bajo peso molecular, hemicelulosa, celulosa, ligninas, grasas y ceras, en orden

decreciente, según su facilidad de descomposición (Buckman y Brady, 1977), la cual se lleva a cabo por oxidación a través de un proceso de digestión enzimática de los microorganismos.

Procesos de transformación de la materia orgánica. Existen dos procesos importantes en el suelo, retención y transformación. Estos, junto con la acción de los microorganismos, dan lugar a la formación de compuestos orgánicos más estables y resistentes a la degradación bioquímica. Los procesos de retención representan la capacidad del suelo de retener o contener ciertos tipos de compuestos, evitando que se lixivien hacia capas más interiores del suelo o hacia mantos freáticos. En estos procesos intervienen fuerzas de unión química, tales como: fuerzas de Van der Waals o dipolos momentáneos, fuerzas coulómbicas o electrostáticas, transferencia de carga (enlaces iónicos y covalentes), intercambio de ligandos, orientación dipolo-dipolo (permanente), inducción dipolo-dipolo, quimiabsorción, etc.
Además, en los procesos de retención y transformación intervienen la fotooxidación por la luz solar, la oxidación química, el cambio en los valores de pH y la conversión en sustancias inorgánicas y la polimerización y la oxidación microbiológica.

Productos finales. Como productos del tratamiento con el reactor natural del suelo se tiene a los fenoles (precursores húmicos), y los productos originados por la acción enzimática de los microorganismos, tales como los aminoácidos, amidas, alcoholes, aldehídos, metano y bióxido de carbono.

La capacidad de tratamiento del suelo como reactor natural en los bosques y su consecuente estimación en el área de estudio es como sigue:

Tabla IV. 66 Estimación de la capacidad de tratamiento del suelo en el área de estudio.

Capacidad de tratamiento del agua por el suelo como reactor natural (Metting, 1993)	
Minimo (ton/ha)	Maximo (ton/ha)
10	200

	Superficie (ha)	Minimo (Ton)	Maximo (Ton	Representatividad (%)
Microcuenca (Suelo Leptosol)	863.10	8,631.01	172,620.20	1.47%
Superficie total del proyecto	45.87	458.69	9,173.71	
Predio (CUSTF)	12.70	127.02	2,540.48	
Áreas a reforestar	1.50	15.00	300.00	

Tomando en cuenta que en el suelo tipo Leptosol tiene una superficie de 863.10 ha y que tienen una capacidad de tratar la materia orgánica contenida en el agua de lluvia o residual con un volumen de entre 8,631.01 - 172,620.20 toneladas. Este es el volumen aproximado de purificación que se estaría llevando a cabo dentro de la superficie de suelo a afectar en la microcuenca.

De manera particular, en el área etendido para CUSTF (12.70 ha) se trata y purifica actualmente materia orgánica del agua en un volumen de 127.02 – 2,540.48 toneladas. Sin embargo, con la permanencia de reforestación (1.50) se seguirán filtrando y tratando un total de 15.00 - 300.00 toneladas respectivamente de materia orgánica presentes como arrastre de agua de lluvia para tener agua de calidad en la región.

Es importante comentar que el primer dato representa la afectación potencial de la prestación del servicio ambiental de purificación del agua y disponibilidad de agua de calidad. No obstante, la afectación del proyecto en la prestación del servicio ambiental de purificación del agua dentro del área de CUSTF representa únicamente 0.00261% del total de agua purificada dentro de la microcuenca.

Por otro lado, para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales de origen sanitario provenientes de los frentes de trabajo (durante la preparación del sitio y construcción de las obras del presente proyecto que nos ocupa, se contratará una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 letrina por cada 10-15 trabajadores por frente de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizará la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento

anteriormente mencionado. Así mismo se implementará la aplicación de Programa de manejo integral de residuos (Ver Anexo 05 de este estudio técnico) que prevendrán la contaminación del suelo y agua del área bajo estudio. También se mantendrán como parte del proyecto áreas verdes y de conservación con suelo natural y vegetación nativa en donde se podrá llevar a cabo la infiltración y purificación del agua.

Todo lo anterior, permitirá la continuidad de los servicios ambientales en el área de estudio, tales como la formación y protección de los suelos, captación e infiltración del agua, disponibilidad de hábitat, etc.

Con lo antes planteado, se puede notar que en general los suelos de la microcuenca y del predio actúan de manera natural como un reactor, llevando a cabo el tratamiento de los residuos orgánicos, en la depuración del agua que pasa a través de él y en la transformación de diversos compuestos tóxicos, como los plaguicidas. Este es el mismo mecanismo que se sigue en los procesos de purificación de agua dentro de la microcuenca.

Por otro lado, tomando en cuenta que la carga de micro, meso y macro organismos (biota del suelo) presente en un gramo de suelo y que son capaces de degradar de 10 a 200 toneladas por hectárea de materia orgánica presente en ciertos residuos orgánicos (Metting, 1993), se puede inferir los siguientes datos para la microcuenca:

- Agua en cantidad.

Para cuantificar el volumen de infiltración en la zona del proyecto, se realizó un balance hidráulico con los parámetros de precipitación media anual, evapotranspiración, escurrimiento obtenidos de la estación climatológica 3135 LA CANDELARIA (la más cercana al área de estudio). Con las variables anteriores se calculó la infiltración de agua para el área total del proyecto, área de CUSTF y áreas de reforestación para poder visualizar el grado de afectación del proyecto en cuanto a la captación del agua (Ver memoria de cálculo en formato Excel y versión electrónica únicamente en el Anexo 07 de este estudio técnico).

Con base a los cálculos predictivos del balance hidrológico del área de estudio se puede indicar que el volumen de agua de lluvia actualmente captado y protegido por las condiciones actuales del terreno forestal en el acuífero de la zona es el siguiente:

Tabla IV. 67 Balance hidrológico en el área de estudio.

				Escenario 1 Sin CUSTF
Superficie de CUSTF (ha)	VP(m^3)	VETP (m^3)	VAE(m^3)	VOL PI (m^3)
12.70	41,841.73	12,099.66	3,500.28	26,241.78
				Escenario 2 Con CUSTF
Superficie de CUSTF (ha)	VP(m^3)	VETP (m^3)	VAE (m^3)	VOL PI (m^3)
12.70	41,841.73	12,099.66	4,091.40	25,650.67
Volumen a MITIGAR (m^3)				591.11

Como se puede observar actualmente en el área pretendido de CUSTF se capta un volumen de agua de lluvia por infiltración de 26,241.78 m^3 y se protege por las condiciones actuales del suelo y de la cobertura vegetal un volumen de 591.11 m^3, tal como se pudo observar en la tabla anterior.

Mediante la protección de condiciones (áreas con suelo natural y con cobertura vegetal) en el área de estudio y la aplicación de medidas de mitigación permitiran en conjunto el seguimiento en la prestación del servicio ambiental de la provisión de agua en cantidad en el área de estudio.

IV.3.3. Capacidad de captación de carbono.

Los ecosistemas terrestres representan un importante depósito del carbono en la biósfera, para conocer este reservorio es importante cuantificar las densidades de carbono por uso del suelo. De acuerdo con un estudio reportado por Masera et al. (2001) se tienen las siguientes densidades de carbono por uso del suelo/clase de cobertura en México:

Tabla IV. 68 Densidades de carbono por uso del suelo/clase de cobertura en México:

Land use/cover class	Total carbon (Mg C ha $^{-1}$)	Vegetation carbon (Mg C ha $^{-1}$)	Soil carbon (Mg C ha $^{-1}$)
Unmanaged forest			
Temperate confer	257	118	120
Temperate broadleaf	236	105	126
Tropical evergreen	305	186	115
Tropical decidaous	154	54	100
Semi-arid forests	80	19	60
Degraded forest	122	42	81
Plantations			
Long rotation	191	78	108
Short rotation	154	42	96
Restoration plantations	180	89	84
Bioenergy plantations	281	42	96
Managed forests			
Temperate conifer	234	118	120
Tropical evergreen	309	180	115
Protected forests			
Temperate	240	134	123
Tropical evergreen	305	223	115
Tropical decidaous	154	64	100
Wetlands	282	223	115
Semi-arid forests	97	49	60
Other uses			
Agriculture	89	9	81
Pasture	95	16	81
Agroforestry	159	63	97

Nota: El carbono total no es la suma del carbono de la vegetación más el carbono del suelo, ya que también incluye el carbono presente en la materia en descomposición, los productos forestales y la sustitución de combustibles fósiles, cuando corresponde. Fuente: Masera O.R., A.D. Cerón y A. Ordóñez (2001). Forestry mitigation options for Mexico: Finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 6: 291-312.

Considerando que el ecosistema a intervenir por motivo de CUSTF es la Vegetación de Matorral Sarcocaule, este tipo de vegetación se encuentra incluido dentro de los bosques semiaridos (Matorral xerófilo y vegetación semiárida (Matorral sarcocaule)) de la tabla de la izquierda. De acuerdo a esta tabla el ecosistema con Vegetación de Matorral sarcocaule tiene una capacidad de captación de Carbono total de 80 ton/ha, en donde 19 ton/ha de Carbono se encuentra en la vegetación, 60 ton/ha en el suelo y 1 ton/ha se encuentra en materia en descomposición.

Tomando de base los datos de la Captura de carbono del ecosistema de Matorral sarcocaule antes presentado, se procedió a realizar las estimaciones de la captura de carbono del área pretendida de CUSTF por el presente proyecto, tal como sigue:

Tabla IV. 69 Captura de carbono en los escenarios 1 y 2.

Escenario 1 Sin CUSTF						
Asociación vegetal	Existencias totales de carbono (Ton/ha)				Superficie que se solicita para CUSTF (ha)	Existencias de carbono total en la superficie solicitada para CUSTF (Ton)
	Vegetación	Suelo	Materia en Descomposición	Total		
Matorral sarcocaule	19	60	1	80	12.70	1016.19
Total					12.70	1016.19
Escenario 2 Con CUSTF						
Asociación vegetal	Existencias totales de carbono (Ton/ha)				Superficie que se solicita para CUSTF (ha)	Existencias de carbono total en la superficie solicitada para CUSTF (Ton)
	Vegetación	Suelo	Materia en Descomposición	Total		
Matorral sarcocaule	0	60	1	61	12.70	774.85
Total					12.70	774.85
Volumen a MITIGAR (ton)						241.35

Tabla IV. 70 Captura de carbono en los escenarios 3.

Escenario 3. Captura de carbono mediante la aplicación de rescate y reubicación de flora silvestre (PRyR)				
Periodo	Asociación vegetal	Existencias totales de carbono (Ton/ha)	Superficie para el PRyR (ha)	Existencias de carbono en la superficie para la PRyR (Ton)
Año 1	Matorral sarcocaule	5	5.00	25
Año 2		10		50
Año 3		20		100
Año 4		30		150
Año 5		40		200
Año 6		50		250
Año 7		60		300
Año 8		70		350
Año 9		80		400
Año 10		80		400
Volumen a MITIGADO (ton)				2225.00

Como se puede observar, la diferencia neta de la capacidad de captura de carbono antes del CUSTF y despues del mismo en el área del proyecto indica que en el área de estudio se da un servicio ambiental de captura de carbono de 1016.19 ton actualmente y que caso de llevarse a cabo el CUSTF se perdería una capacidad de captación de carbono de 241.35 ton. Por lo que, este sería a su vez el volumen de Carbono a mitigar para hacer del proyecto viable ambientalmente. Al respecto, el proyecto al aplicar como medida de mitigación el rescate y reubicación de plantas nativas en 5.00 ha de terreno con una cobertura de 5% y en un horizonte de evaluación de 10 años, permitorá un paulatino incremento en la capacidad de captación de carbono a traves del paso de los años del rodal y en donde se espera que en el año 6 de plantación se mitigue completamente la capacudad de afectación de la captura de carbono por motivo de CUSTF, permitiendo para entonces una captura de 250 ton cuando se tenía que mitigar unicamente 241.35 ton.

IV.3.4. Capacidad de generación de oxígeno.

La producción de oxígeno está directamente ligada a la acumulación de carbono (C), por lo que Nowak et al. (2007) indican que el oxígeno (O2) producido durante la fotosíntesis y consumido durante la respiración se puede estimar con la proporción de pesos atómicos de la molécula de CO2 con el peso del átomo de carbono (C) y oxígeno (O2) que lo componen.

Para estimar la magnitud del impacto en este servicio ambiental se determinó la cantidad de oxígeno que dejará de producirse por el cambio de uso de suelo. Para ello se utilizó el método Nowak et al (2007), el cual consiste en un método indirecto.

La formula para calcular la producción de Oxígeno es la siguiente:

$$O = C * F$$

Donde:
O= Producción neta de O_2 en toneladas
C= Carbono almacenado en la biomasa en toneladas
F= Factor de conversión a Oxígeno tomando como base los pesos atómicos de las moléculas de carbono y oxígeno (32/12).

Tabla IV. 71 Toneladas de producción de O_2.

Tipo de vegetación	Carbonno en biomasa vegetal (Ton/ha)	Superficie de CUSTF (ha)	Carbonno total en biomasa vegetal (Ton/CUSTF)	Generación de O_2 (Ton/CUSTF)
Matorral sarcocaule	19	12.70	241.35	643.59

Como se puede observar en el área de CUSTF se tiene un volumen de carbono almacenado en la biomasa vegetal de 19 ton/ha y considerando la superfciie pretendida de CUSTF de 12.70 ha se tiene un total de carbono almacenado en dicha superficie de 241.35 ton. Por lo que considerando de base dicho contenido de carbono, en el área de CUSTF se libera un volumen de 643.59 ton de oxígeno en el área que se pretende intervenir por el CUSTF. Por lo tanto, este es la magnitud de la afectaci´ón al servicio ambiental de la capacidad de generacuón del oxigeno en el área de CUSTF.

IV.3.4. Protección de la biodiversidad y las formas de vida.

La ejecución del proyecto, no afectará significativamente a la Biodiversidad natural de UHF donde está inmerso el proyecto. Para contrarrestar estos efectos, se tiene contemplada una reforestación y un programa de rescate y reubicación de algunas especies de interés ecológico y que se adapten a este proceso como implementación de medida de prevención y mitigación de impactos ambientales derivadas del mismo, con la vegetación que se rescatará, favorecerá a mantener un hábitat favorable para conservar el germoplasma con la proyección de plantación de especies para conservar el suelo y agua se favorecerá este aspecto.

- Flora.

Los muestreos realizados en el SA dieron como resultado un total de 23 especies pertenecientes a 19 géneros y a 12 familias botánicas, mientras que dentro del predio se registraron 17 especies pertenecientes a 14 géneros y a 9 familias botánicas. Estos resultados indican que la composición florística del SA presentó una mayor riqueza a comparación del área del proyecto

Con base en los resultados obtenidos, se presentan los siguientes datos comparativos por estrato:

Estrato herbáceo. En ambos sitios, se registró una especie en este estrato: Vitis peninsularis.

Estrato de epífitas y cactáceas. En el SA se registró un total de 7 especies, y en el área del proyecto 5 especies. Lo anterior indica que en el SA hay una mayor riqueza específica con respecto al área del proyecto. Tanto en el SA como en el área del proyecto se comparten las mismas especies, mientras que en el SA se registraron 2 especies que no fueron registradas en el área del proyecto.

En cuanto a las especies de mayor importancia del SA son Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla y Stenocereus thurberi, siendo las dos primeras compartidas con el área del proyecto como las especies con los mayores valores de importancia relativa. Con base en la información anteriormente expuesta, se determina que el estrato de epífitas y cactáces del SA es más diverso que en el área del proyecto.

Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo del SA se registraron un total de 14 especies, mientras que en el área del proyecto se registraron10 especies. Tanto en el SA como en el área del proyecto se comparten las mismas especies, mientras que en el SA se registraron 4 especies que no fueron registradas en el área del proyecto. En cuanto a las especies de mayor importancia para el SA, están Bursera fagaroides, Jatropha cinerea y Bursera hindsiana; para el área del proyecto están Jatropha cinerea, Bursera fagaroides y Castela peninsularis. Como se puede observar, se comparte una especie dentro de los mayores valores de importancia relativa.

Estrato arbóreo. En el estrato arbóreo del SA se registró un total de 6 especies, mientras que en el área del proyecto se registraron 5 especies arbóreas. Lo anterior indica que existe una mayor riqueza específica en el SA con respecto al predio. Es importante mencionar que se comparten 5 especies entre el SA y el área del proyecto; asimismo en el SA hay 1 especie que no se registró en el área del proyecto. En cuanto a las especies de mayor importancia para el SA se encuentran las siguientes: Pachycereus pringlei, Bursera fagaroides y Bursera microphylla; para el área del proyecto se comparten las mismas especies con los valores más altos de VIR.

De acuerdo con los datos analizados, se puede inferir que la composición florística del área del proyecto se encuentra bien representada en todos los estratos del SA, es importante mencionar que en los estratos todas las especies presentes en el área del proyecto también fueron encontradas en el SA. De manera general, la zona ha sido afectada por la actividad antropogénica por lo que las condiciones en las unidades de muestreo son similares, lo cual se ve reflejado en la composición de la flora, siendo esta ligeramente más diversa en el SA que en el área del proyecto.

Como se observa en la gráfica anterior, los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener fueron de medios a bajos en los estratos tanto del SA como del área del proyecto. De acuerdo con lo obtenido en el índice de diversidad, en el SA el estrato arbustivo presentó el valor más alto de diversidad (H'= 1.9509), seguido del arbóreo (H'= 1.4969) y de epífitas y cactáceas (H'= 1.2993). En cuanto al área del proyecto, todos los estratos presentaron valores de diversidad incluso más bajos: arbustivo (H'= 1.9068), arbóreo (H'= 1.2997) y epífitas y cactáceas (H'= 1.1140). Es importante destacar que en el SA se obtuvieron valores de diversidad mayores que en el área del proyecto.

En el SA, el estrato arbóreo presentó un valor cercano a la unidad (J´= 0.8354), al igual que el estrato arbustivo (J'= 0.7392), mientras que, el estrato de epífitas y cactáceas (J´= 0.6677), presentó un valor menor. En el caso del área del proyecto, el estrato arbustivo presentó un valor cercano a la unidad (J´= 0.8281), al igual que el estrato arbóreo (J'= 0.8076). Por otra parte, el estrato de epífitas y cactáceas (J´= 0.6922) presentó un valor menor, esto nos indica la dominancia de ciertas especies. De este análisis se puede inferir que la distribución entre las especies del predio es ligeramente más homogénea comparada, en dos estrados, a la del SA, a excepción del estrato arbóreo.

De manera general, se puede indicar que la composición, estructura y diversidad de la vegetación encontrada en el SA presenta una mayor riqueza específica, una estructura de vegetación más desarrollada y con la representación de todas las especies que se encuentran dentro del predio donde se desarrollará el proyecto.

En cuanto a la distribución de las especies, en el predio se encontraron 10 especies endémicas, las cuales son: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis. Por otra parte, en el SA se encontraron 15 especies: Cochemiea poselgeri, Mammillaria peninsularis, Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Stenocereus thurberi, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Yucca capensis, Bursera fagaroides, Mammillaria armillata, Bursera hindsiana, Bursera microphylla, Fouquieria diguetii, Gossypium davidsonii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Jatropha cinerea, Vitis peninsularis, Solanum hindsianum, Maytenus phyllanthoides, Colubrina viridis, Hesperothamnus littoralis y Adelia brandegeei. De acuerdo con la mayor diversidad y riqueza encontrados en el sistema ambiental, se encontró un mayor número de especies endémicas, debido a que los ecosistemas se encuentran mejor conservados.

Solo en el sistema ambiental como se encontraron dos especies dentro de la categoría de Protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010: Mammillaria peninsularis y Gossypium davidsonii.

- Fauna.

De los muestreos realizados en la microcuenca se obtuvo la mayor riqueza y abundancia de especies. Durante este muestreo se registraron en total 617 individuos pertenecientes a 65 especies, mientras que en el predio del proyecto se obtuvo un total de 393 individuos de 46 especies diferentes. Como se menciono en el apartado anterior la menor riqueza de especies registrada en el predio estuvo influencia por la presencia de especies domesticas que pastorean libremente.

Durante los muestreos realizados, se observó una diferencia clara en la composición faunística entre ambas áreas. En la microcuenca se registró una mayor riqueza de especies y una mayor abundancia de individuos: un total de 65 especies y 617 individuos, frente a 46 especies y 393 individuos en el predio del proyecto. Esta diferencia no solo refleja la heterogeneidad ambiental y el mejor estado de conservación de la microcuenca, sino que también está relacionada con el nivel de perturbación que experimenta cada zona.

El grupo de las aves fue el más representativo en ambas áreas, tanto en términos de riqueza como de abundancia. En la microcuenca se registraron 50 especies con 557 individuos, mientras que en el predio se contabilizaron 37 especies y 364 individuos. Esta diferencia puede deberse a que la microcuenca ofrece una mayor diversidad de microhábitats y una cobertura vegetal más estructurada, lo cual favorece tanto a aves residentes como migratorias. La estructura vegetal compleja y la menor presión antrópica permiten la presencia de especies más sensibles a la alteración del hábitat, lo que contribuye a una comunidad avifaunística más rica y diversa.

En cuanto a los reptiles, la microcuenca también mostró una riqueza y abundancia significativamente superiores (7 especies y 33 individuos) en comparación con el predio del proyecto (2 especies y 16 individuos). Esta diferencia es especialmente relevante, dado que los reptiles son altamente sensibles a las condiciones microclimáticas, la cobertura del suelo y la disponibilidad de refugios. La compactación del suelo y la pérdida de vegetación asociada al sobrepastoreo en el predio limitan los espacios disponibles para termorregulación y anidación, afectando directamente su presencia.

Los mamíferos mostraron una diferencia menos marcada, aunque también en favor de la microcuenca (8 especies y 27 individuos frente a 7 especies y 13 individuos en el predio). No obstante, la baja abundancia registrada en ambos sitios puede estar relacionada con la naturaleza críptica de muchas especies de mamíferos pequeños y la limitación temporal de los esfuerzos de muestreo. En este grupo, la presión de especies invasoras como Canis familiaris representa una amenaza directa por depredación y competencia.

La ausencia de anfibios en ambas áreas se relaciona con las características climáticas del ecosistema, dado que el matorral sarcocaule presenta condiciones de alta aridez, escasa humedad y disponibilidad limitada de cuerpos de agua superficiales, lo cual restringe la presencia de estos vertebrados.

Uno de los factores determinantes para explicar la diferencia en riqueza y abundancia entre ambas áreas es la presencia de especies exóticas invasoras en el predio del proyecto, incluyendo Bos taurus (ganado vacuno), Capra hircus (cabra doméstica), Equus asinus (burro doméstico) y Canis familiaris (perro doméstico). Estas especies introducidas ejercen presión ecológica sobre la fauna silvestre y modifican la estructura del hábitat de forma significativa. Por ejemplo, el ganado vacuno y las cabras intensifican el sobrepastoreo, provocando pérdida de cobertura vegetal, compactación del suelo y erosión, lo que afecta directamente a especies que dependen de la vegetación arbustiva o del sotobosque para refugio y alimentación. A su vez, los burros domésticos, cuando están asilvestrados, acceden a zonas de difícil acceso y degradan el hábitat en laderas y cañadas, interrumpiendo procesos ecológicos como la regeneración de la vegetación.

Por otro lado, los perros domésticos representan una amenaza directa para la fauna silvestre al actuar como depredadores no nativos. Se ha documentado su impacto negativo sobre reptiles, aves y pequeños mamíferos, ya sea por caza directa o por perturbación constante que altera el comportamiento de las especies nativas. Además, los perros pueden dispersar enfermedades y competir por recursos alimenticios con carnívoros silvestres.

En resumen, la microcuenca conserva una mayor diversidad faunística debido a su menor grado de alteración, la integridad estructural de su vegetación y la escasa presencia de especies invasoras. En cambio, el predio del proyecto refleja las consecuencias de una mayor presión antrópica, lo cual se traduce en una reducción de la riqueza y abundancia de fauna silvestre. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar medidas de manejo que reduzcan el impacto de especies exóticas invasoras y promuevan la restauración del hábitat para garantizar la conservación de la biodiversidad en zonas intervenidas.

La presencia de especies exóticas invasoras como Bos taurus, Capra hircus, Equus asinus y Canis familiaris, junto con las actividades propias del desarrollo inmobiliario proyectado, representa una amenaza significativa para la fauna silvestre y la integridad ecológica del matorral sarcocaule. Estos factores no solo alteran la estructura y composición del hábitat, sino que también generan competencia, depredación y perturbación directa sobre especies nativas, incluyendo varias de interés ecológico y en categoría de protección.

Como se puede observar en la tabla anterior, el SA presento una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la cuenca se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana alcanzar la máxima diversidad esperada, parámetros que están lejanos para el predio a afectar por CUSTF.

IV.4 Diagnóstico ambiental

INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO

Antecedentes

El Sistema Ambiental (SA), está conformado por un ecosistema terrestre históricamente modificado por la actividad humana. Las dimensiones del SA, el área de influencia y el área del proyecto es el siguiente:

Tabla IV. 13 Superficie del SA y de la poligonal del Proyecto.

CONCEPTO	SUPERFICIE EN ha	PORCENTAJE
Sistema Ambiental	1,087.001410	100.0%
Área del proyecto	12.7024084	1.17%

Por la extensión del SA y los biomas que incluye, se realizó un análisis específico para la Flora y Fauna del área del proyecto del Proyecto y que derivado de los trabajos de campo realizados, se observó que cuentan con su propia Área de Influencia, la cual se describe y analiza en forma específica.

La descripción del Proyecto bajo evaluación se incluye en el Capítulo II del Documento Técnico Unificado. Una adecuada interacción entre el sistema abiótico, biótico y socioeconómico que conforman el SA y el área del proyecto, dará como resultado la conservación de funcionalidad e integridad de sus componentes.

SISTEMA ABIÓTICO

Clima

Se han determinado las características del clima en la región, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981) para las condiciones de la República Mexicana, en la superficie solicitada para CUSTF se reporta solamente un tipo de clima correspondiente a Muy seco cálido (BW(h')hw'(x')), el cual se caracteriza por ser un tipo de clima perteneciente al grupo de los secos seco; que caracteriza a un área donde la manifestación de los elementos meteorológicos (precipitación, temperatura) presentan condiciones tales que la evaporación excede a la precipitación y se presenta una temperatura media anual mayor a 22°C y con una temperatura del mes más frío mayor a 18°C. En el SA se pueden encontrar los tipos de clima Muy seco cálido (BW (h') hw (x')) y Muy seco semicálido (BWhw)

Geología

En la Península de Baja California, debido a las características climáticas de aridez, la disgregación, es el proceso de intemperismo físico dominante en la formación de suelos; éste da lugar al agrietamiento y fragmentación de las rocas, que se realiza por factores como la temperatura y el viento entre otros. Se presentan además procesos acumulativos como depositación y adición (INEGI, 1995).

El espacio geográfico que ocupa el estado de Baja California Sur, tiene una historia geológica en común con el resto de la Península de Baja California. Su evolución se ha interpretado, de acuerdo con la moderna tectónica de placas, como la separación de placas litosféricas móviles, desde hace aproximadamente unos 2 a 4 millones de años atrás (Mioceno-Plioceno) (INEGI, 2005). Las unidades de roca que afloran en el estado de Baja California Sur manifiestan una geocronología que comprende de la era Mesozoica hasta la Cenozoica. Son principalmente ígneas extrusivas e intrusivas, pero también hay metamórficas y sedimentarias (INEGI, 2005).

El marco geológico de la región del Golfo de California y de la Península de Baja California, así como los eventos magmáticos están íntimamente conectados con los regímenes tectónicos de esta subducción del Terciario (entre 16 a 12.5 Ma.) y con un proceso de apertura continental, bajo un marco tectónico de extensión que inicio aproximadamente hace 13 Ma. La formación de corteza oceánica en el Golfo de California probablemente inicio hace 8.3 Ma. Según un modelo reciente de Lyle y Ness (1991), desde ese momento, la península se ha desplazado hacia el noroeste, estimándose por medio de tres modelos de la deriva continental un desplazamiento de 450 a 600 km desde hace 14 Ma. El sistema estructural de esta región se presenta en gran parte enmascarado por la presencia de depósitos cuaternarios. La mayoría de las estructuras se relacionan con la apertura del Golfo de California.

Edafología

En el análisis del predio y su SA, y tomando como referencia el Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1:250,000 Serie II (INEGI, 2014), se observa la presencia de dos tipos de suelos: Leptosol eútrico (LPeu) y Regosol epiesquelético (REskp). Cabe destacar que dentro del predio el tipo de suelo es Leptosol eútrico (LPeu). A continuación, se describe cada uno de los tipos de suelo presentes en el predio y SA.

Leptosol eútrico (LPeu). El término leptosol deriva del vocablo griego “leptos” que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10% de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos (FAO, 2009).

Regosol epiesquelético (REskp). El término Regosol deriva del vocablo griego “rhegos” que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Los Regosoles se caracterizan por ser suelos con muy poco desarrollo y el material que los forma tiene una gran semejanza con el que les ha dado origen, debido a que prácticamente no ha sido afectado por procesos edáficos. En la región montañosa se encuentran limitados en profundidad por roca. También se encuentran en las llanuras y las mesas de las inmediaciones de la microcuenca, en donde pueden alcanzar profundidades superiores a un metro (INEGI, 1995).

Hidrología

El comportamiento del recurso hídrico superficial se puede abordar desde su naturaleza de la red hidrográfica y los componentes principales del escurrimiento (INEGI, 1995). La entidad está enmarcada en las siguientes regiones hidrológicas:

- RH2 Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno)
- RH3 Baja California Sur-Oeste (Magdalena)
- RH5 Baja California Centro-Este (Santa Rosalía)
- RH6 Baja California Sur-Este (La Paz)

De acuerdo a INEGI (1995), el área de estudio se localiza en la Región Hidrológica No. 3 (RH3) denominada Baja California Sur Oeste (Magdalena), la cual se localiza desde el poblado de San Juanico hasta Cabo Falso, en la vertiente occidental y por el oriente limita con la Región Hidrológica No. 6 “Baja California Sureste” (La Paz). Es la de mayor superficie con 28,470.42 km^2. La región hidrológica se caracteriza por la presencia de corrientes caudalosas y de mayor longitud en el estado con drenaje de tipo subparalelo o subdendrítico, está formada por un conjunto de arroyos intermitentes que por lo general desembocan en el Océano pacífico. La cuenca hidrológica que engloba completamente a la zona de estudio es la Cuenca A; Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria.

Respecto a la hidrología subterránea, el área del proyecto se encuentra inmersa en el Acuífero 0315 Plutarco Elías Calles, el cual se describe a continuación:

- 0315 Plutarco Elías Calles. Se localiza en la porción sureste del Estado de Baja California Sur, el cual tiene una superficie de 385,000 km2, colinda dentro del Estado con los acuíferos El pescadero al norte, San José del Cabo al este, Migriño al sureste y con el Océano Pacífico al oeste, geopolíticamente abarca parcialmente los Municipios de La Paz y Los Cabos.
-

SISTEMA BIÓTICO

Flora

La vegetación del área del proyecto está compuesta principalmente por elementos arbustivos intercalados con individuos arbóreos, y una marcada presencia de especies de cactáceas. A continuación, se presenta la descripción del uso de suelo y/o vegetación, identificado en la superficie que se solicita para CUSTF.

Matorral sarcocaule (MSC). Tipo de vegetación caracterizado por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos frecuentemente retorcidos y algunos con corteza papirácea. Se extiende desde el sur de Baja california hasta la región de Los Cabos en Baja California Sur y en la parte continental de México en las regiones costeras de la llanura sonorense y sinaloense hasta el municipio de Angostura, Sinaloa. Se encuentran sobre terrenos rocosos y suelos someros en climas tipo B (secos) y se caracteriza por la buena capacidad de adaptación a las condiciones de aridez de las especies presentes dentro de esta comunidad. La mitad meridional de la Península de Baja California, a la altura de la sierra San Francisco, La Giganta y todos los cerros intermedios están ocupados por dicho matorral con especies como: Pachycereus pringlei, Lophocereus schottii, Stenocereus gummosus y Opuntia cholla, de las cactáceas; pero además aparecen especies de los géneros: Bursera spp. (Copal, Torote Colorado), Jatropha spp. (Lomboy, Matacora) Cercidium sp., Prosopis sp., entre otras (INEGI, 2014).

Para determinar el estado de la vegetación, se realizó un recorrido físico en el área del proyecto. Dadas las condiciones en el área del proyecto, con los resultados del trabajo de campo realizado, se encontró que la vegetación dominante en la zona de interés corresponde a vegetación de matorral sarcocaule. Por ello, se reconoce que la mayoría de individuos presente corresponde a especies arbustivas.

Las especies encontradas en el predio y SA que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, son de amplia distribución y comunes para la zona. El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona. No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

Fauna

Se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). De acuerdo a lo anterior y a la ubicación del proyecto se puede mencionar que la fauna presente dentro del área del proyecto es probable experimente movimientos de un lado hacia el otro por la vegetación en plena recuperación y otras áreas con vocación forestal. A continuación, se muestra los resultados obtenidos en campo por cada grupo taxonómico en el Sistema Ambiental:

Anfibios
No se registraron especies de anfibios en el área del proyecto.

Reptiles
Para el caso de los reptiles se registraron siete especies.

Aves
Este grupo fue el que tuvo la mayor riqueza específica, en total se verificaron 50 especies.

Mamíferos
En el área solamente se registraron cinco especies de este grupo faunístico.

Tanto en el Sistema Ambiental como en el área del proyecto se cuenta con una cobertura de vegetación de matorral sarcocaule. El área presenta un nivel medio de perturbación antropocéntrica mediante la creación de brechas de muy diferentes amplitudes. No obstante, a lo anterior, contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna. Lo anterior es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo de vegetación. Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: GPS (Garmin eTREX,), cámaras fotográficas, binoculares, varas herpetológicas, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.

Anfibios
No se registraron especies de anfibios en el área del proyecto.

Reptiles
Para el caso de los reptiles se registraron dos especies.

Aves
Este grupo fue el que tuvo la mayor riqueza específica, en total se verificaron 37 especies.

Mamíferos
En el área solamente se registraron tres especies de este grupo

De acuerdo con los resultados descritos previamente, en la microcuenca se registró una mayor riqueza de especies y una mayor abundancia de individuos: un total de 65 especies y 617 individuos, frente a 46 especies y 393 individuos en el predio del proyecto. Esta diferencia no solo refleja la heterogeneidad ambiental y el mejor estado de conservación de la microcuenca, sino que también está relacionada con el nivel de perturbación que experimenta cada zona.

En resumen, la microcuenca conserva una mayor diversidad faunística debido a su menor grado de alteración, la integridad estructural de su vegetación y la escasa presencia de especies invasoras. En cambio, el predio del proyecto refleja las consecuencias de una mayor presión antrópica, lo cual se traduce en una reducción de la riqueza y abundancia de fauna silvestre. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar medidas de manejo que reduzcan el impacto de especies exóticas invasoras y promuevan la restauración del hábitat para garantizar la conservación de la biodiversidad en zonas intervenidas.

Aspectos Socioeconómicos

El municipio de Los Cabos es uno de los cinco municipios del Estado de Baja California Sur, se localiza en el extremo sur del estado, es el menos extenso con 3.751.5 km^2, pero el de mayor población, la mayor concentración de población se encuentra en San José del Cabo – Cabo San Lucas, con un 90 % del total presente en el municipio. La ubicación geográfica del municipio es norte 23°40', sur 22°52', este 109° 24', oeste 110°07'. Representa el 5.1 % de la superficie del estado, cuenta con 4 delegaciones, 63 subdelegaciones y 428 localidades, la cabecera municipal es San José del Cabo.

Demografía

El Municipio de Los Cabos tiene una población total de 351,111 habitantes, de los cuales 180,944 (51.15 %) son hombres y la población de mujeres suma 170,167 (48.5 %).

Aspectos Laborales

En el tercer trimestre de 2024, la tasa de participación laboral en Baja California Sur fue 69.6 %, lo que significa un aumento de 0.83 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior, es decir, de 68.8 %. La tasa de desocupación fue de 2.52 %, es decir, contempla 12 mil personas, lo que implicó un aumento de 0.11 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior, de 2.41 %. La población ocupada en Baja California Sur en el tercer trimestre de 2024 fue 469 mil personas, siendo superior en 2.8 % al trimestre anterior (456 mil ocupados).

Paisaje

En la actualidad y desde un punto de vista ecológico, el ecosistema ha sido perturbado por lo que ha perdido parte de su importancia ambiental original.

El desarrollo del proyecto causará impactos negativos sobre la calidad y singularidades paisajísticas, además de la fragilidad del paisaje. Estos impactos serán ocasionados principalmente por el CUSTF, sin embargo, se implementarán medidas de prevención y mitigación para minimizar o evitar los efectos derivados de los impactos ocasionados por las actividades realizadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Se plantea el establecimiento de áreas verdes y áreas comunes en las que se dispondrá de vegetación nativa originaria de las áreas de CUSTF, con el objetivo de minimizar los impactos negativos ocasionados por el desmonte y despalme, y de tener una mejor armonía entre la construcción del desarrollo inmobiliario, y del medio biótico y abiótico. Otro factor por considerar es la frecuencia de la presencia humana, que no será frecuente debido a que se encuentra alejado de la zona de asentamientos humanos del municipio de Los Cabos y al ubicarse frente a la carretera federal Cabo San Lucas – Todos Santos.

Funcionalidad del ecosistema

Es considerado como un ecosistema al sistema de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos (Maass et al, 1995; en Martínez, 2003). Los ecosistemas realizan funciones tales como el ciclado de nutrientes que dependen no sólo de organismos individuales sino de una serie de factores involucrados como la estructura física del suelo y microorganismos que allí habitan, disponibilidad de agua, el tipo de vegetación y más factores bióticos y abióticos (Christensen y Franklin, 1997, en Martínez, 2003).

En el predio, Área de Influencia y SA, para Flora solo se afectará vegetación de matorral sarcocaule.

Modelo Ecológico Conceptual (MEC)

Principios básicos

Los Modelos Ecológicos Conceptuales (MEC) constituyen el principio organizativo fundamental en una estrategia para la planeación e implementación de programas de conservación y restauración. A través de los MEC se sistematiza la información existente en un modelo conceptual que permite identificar y valorar las interacciones entre factores de diferente naturaleza, identificar la falta de información críticos y elaborar hipótesis de trabajo que expliquen las fuentes y efectos de los cambios fundamentales (presentes y potenciales) inducidos por la actividad humana.

Los MEC describen la forma en que se relacionan sus componentes, indican las vías generales por las cuales los factores controladores afectan los atributos del ecosistema que son importantes para el funcionamiento del mismo y aquellos que son vistos por las comunidades humanas como valiosas e importantes de mantener. Estos modelos han sido desarrollados y aplicados con éxito en el caso del gran humedal de los Everglades, Florida, USA (Barnes, 2005; Crigger et al., 2005; Davis et al., 2005; Ogden et al., 2005a; Gawlik, 2006), entre otros. Los componentes principales de los MEC son cuatro:

I. Factores controladores: Fuerzas externas al sistema natural que tienen influencia de gran escala sobre el sistema. Pueden ser fuerzas naturales (p.e. acción permanente del viento) o antropogénicas (p.e. manejo del agua).

II. Agentes estresantes: Cambios físicos o químicos que ocurren dentro de los sistemas naturales, inducidos por los factores controladores y causan alteraciones significativas en los componentes y procesos biológicos.

III. Efectos ecológicos: Respuestas físicas, químicas y biológicas causadas por los agentes estresantes.

IV. Atributos: Subconjunto mínimo indispensable de todos los elementos o componentes biológicos potenciales que son representativos de la condición ecológica general del sistema natural. Los atributos son, típicamente, poblaciones, especies, gremios tróficos, comunidades o procesos. Los atributos, también conocidos como indicadores, son seleccionados para representar efectos conocidos o hipotéticos de los agentes estresantes (p.e. número de fauna silvestre) y elementos de los sistemas que tienen valor humano (p.e. pesca deportiva, ecoturismo).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo.

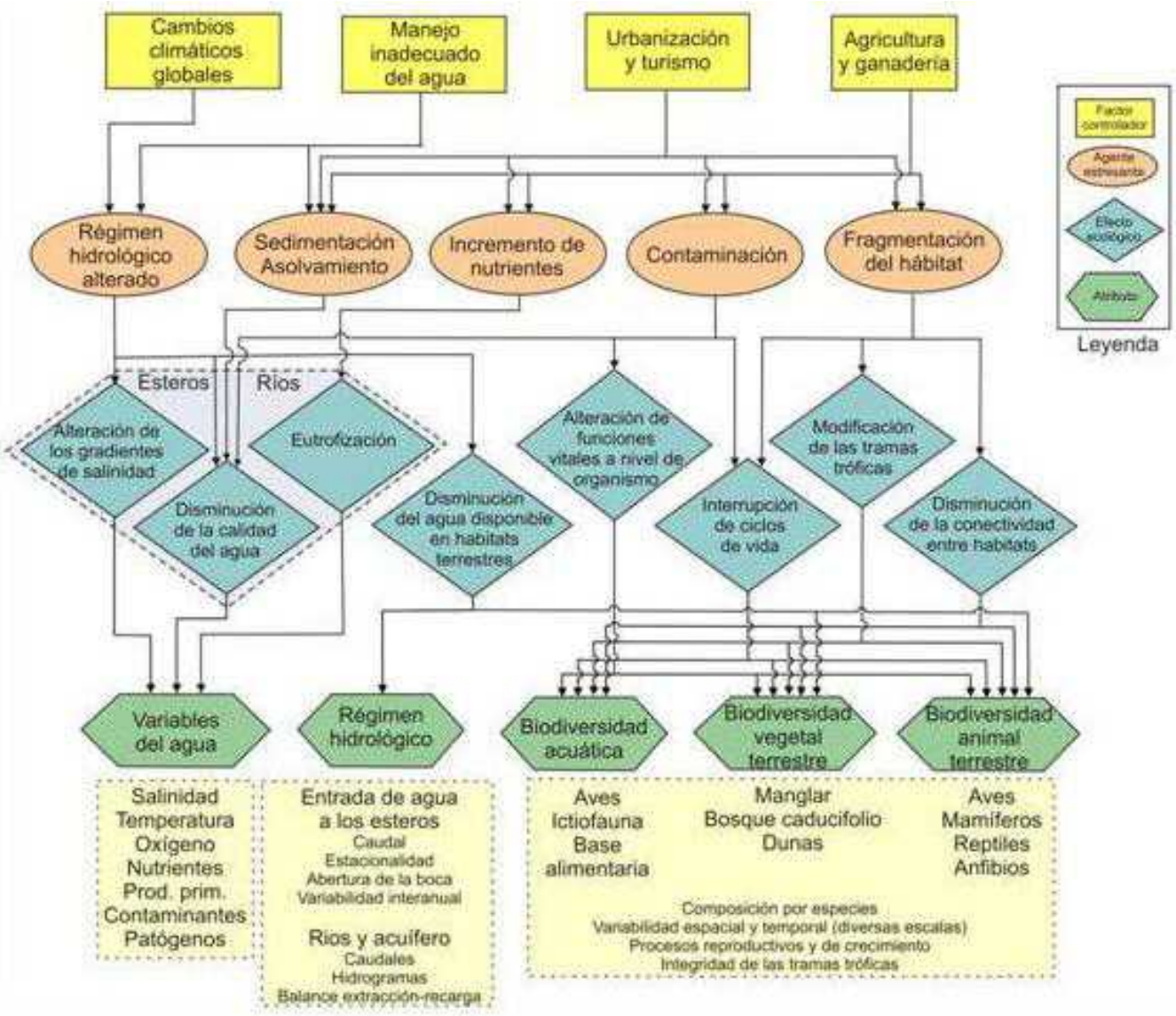


Figura IV. 41 Ejemplo teórico del Modelo ecológico Conceptual de un Sistema Ambiental Tipo.

Factores controladores identificados en el SA

Son aquellos que actúan a gran escala sobre el sistema:

I. Deforestación.
II. En incremento sostenido en el número de habitantes de los núcleos urbanos.
III. Crecimiento de la industria turística.

Agentes estresantes

Los siguientes agentes estresantes producto de los factores antes mencionados se enumeran a continuación:

I. Erosión del suelo. Incremento de la erosión del suelo por la deforestación sin medidas preventivas o de mitigación.
II. Incremento de nutrientes. Alteración del balance de nutrientes (aumento de los niveles de compuestos de nitrógeno y fósforo sobre suelo natural) por el uso de fertilizantes en la agricultura y el arrastre incrementado por la deforestación.

III. Contaminación. Por el uso no controlado y posiblemente excesivo de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, etc.) y la utilización de detergentes y sustancias de otra índole, así como la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos.
IV. Alteración en la estructura del suelo por la actividad humana, los núcleos poblacionales del SA.
V. Fragmentación del hábitat. Creación de parches y corredores por la eliminación de vegetación debido a actividades antropogénicas como la agricultura, urbanización o infraestructuras. En casos extremos, la desaparición de áreas de un hábitat determinado, acuático o terrestre, afecta de forma irreversible a algunas especies.

Efectos ecológicos

La modificación antropogénica de los componentes y procesos ecológicos, incluyendo propiedades muy importantes como la resilencia, los servicios ambientales y la integridad de las tramas tróficas es compleja.

A continuación se presenta un modelo simplificado para la determinación de la magnitud de los efectos ecológicos provocados por los agentes estresantes.

I. Modificación de la calidad del agua. Tienen especial importancia la presencia de sustancias contaminantes que pueden afectar la fisiología de los organismos, repercutiendo en su supervivencia, tasas de crecimiento y éxito reproductivo; así como la modificación en la estructura de las unidades edafológicas.
II. Eutrofización. Es un proceso natural, que se ve acelerado por el incremento en la carga de nutrientes convirtiéndolo en un agente estresante que repercute de forma muy marcada en la calidad del agua, produciendo eventualmente zona anóxicas temporales o permanentes.
III. Régimen de lluvia y viento sobre los hábitats terrestres. Los cambios naturales en el volumen de agua pueden ser amplios y llevar al ecosistema a situaciones limitantes en la capacidad de carga del ecosistema. Si en estas condiciones actúan simultáneamente otros agentes estresantes, se puede dar una situación de estrés permanente sobre los ecosistemas.
IV. Alteración de funciones vitales a nivel de organismo. La contaminación tiene con mucha frecuencia efectos subletales que afectan los procesos de crecimiento y reproducción sin matar a los individuos, pero disminuyen la capacidad de autorrenovación de las poblaciones, comunidades y por lo tanto del ecosistema. Todo el ecosistema funciona si los individuos de las especies que lo integran pueden realizar normalmente sus funciones biológicas.
V. Interrupción de ciclos de vida. Se ven impactados severamente por la fragmentación del hábitat y la contaminación.
VI. Modificación de las tramas tróficas. Para que se mantengan cerca de su estado natural es necesario garantizar la salud de varios componentes clave y analizar estos de forma integral, en sus interacciones del flujo de energía y el ciclo de materia.
VII. Disminución de la conectividad entre hábitats. Los elementos esenciales de conectividad dentro del sistema terrestre son destruidos por actividades de deforestación, agricultura, urbanización y desplante de infraestructura. Mismos que afectan de forma notable la resilencia de todo el sistema y aumenta su vulnerabilidad ante nuevos impactos.

La aplicación de las condiciones anteriormente descritas sobre el predio del Proyecto y su entorno ecológico, dieron como resultante el escenario que se muestra en las tablas del Capítulo VIII.

Atributos

A continuación se presentan los diferentes atributos:

I. Estado natural: periodo anterior a las modificaciones producidas por la actividad directa del hombre o los cambios climáticos.

II. Estado presente: la relevancia ecológica tiene que evaluarse por comparación con la situación natural que existía en el pasado.
III. Evolución espacial y temporal de los valores: como consecuencia de intervenciones humanas significativas que se den en el futuro. Esto implica el seguimiento o monitoreo.

El análisis de los atributos críticos debe ser incluido en una valoración del estado actual del SA y su capacidad para recibir un impacto adicional en el marco de un desarrollo sustentable.

Se consideran cinco categorías principales de atributos o indicadores ecológicos para su análisis individual y análisis final integrada a partir del modelo conceptual ya descrito.

I. Variables del agua. Las mediciones deben ser hechas de manera que permitan identificar, de forma adecuad y periódica, los ejes principales de variabilidad espacial y temporal a diversas escalas:

- Aporte de nutrientes y contaminantes (biológicos y fisicoquímicos): en momentos relevantes del día (hay mínimos y máximos críticos en función de la hora del día y la noche).
- En momentos relevantes de su ciclo anual (alternancia entre lluvia y estiaje).
- En la escala de series de tiempo (para poder aseverar que se está en presencia de valores anormales, es necesario confirmar que ello no responde a fluctuaciones naturales en la escala temporal superior al año).

II. Variables del suelo. Las mediciones deben ser hechas de manera que permitan identificar en forma adecuada los ejes principales de variabilidad espacial y temporal a diversas escalas:

- Presencia de agentes que pueden disolver o fragmentar la estructura de las unidades edafológicas actuales debido a su origen fisicoquímico o biológico.

III. Biodiversidad del ecosistema terrestre. Se trata como un conjunto por razones metodológicas. Los indicadores principales son:

- Composición por especies, abundancia y distribución, incluye riqueza de especies y medidas de diversidad (p.e. Índice de Shannon).
- Variabilidad espacial y temporal (estacional e interanual) de la diversidad biológica y los procesos relevantes (reproducción, alimentación).
- Procesos reproductivos y de crecimiento en especie(s) clave o modelo (utilizadas como indicadores de alteración de procesos o por estar bajo algún estatus de protección especial).
- Integridad de las tramas tróficas. Especies clave o protegidas, es su alimento.

IV. Biodiversidad de animales terrestres. Como indicadores a diferentes niveles de organización biológica deben considerarse las siguientes ramas de monitoreo:

- Composición por especies, abundancia y distribución, incluye riqueza de especies y medidas de diversidad total.
- Variabilidad espacial y temporal (estacional e interanual) de la diversidad biológica y los procesos relevantes (reproducción, alimentación).
- Procesos reproductivos y de crecimiento en especies clave o protegidas (utilizadas como indicadores de alteración de procesos).
- Integridad de las tramas tróficas. Elementos bióticos de un ecosistema es su alimento.
- Conservación de los corredores biológicos. Un corredor biológico es un espacio geográfico limitado que constituye un pasaje continuo entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados, que asegura el mantenimiento de la diversidad

biológica y los procesos ecológicos y evolutivos, mediante la facilitación, tanto de la migración, como de la dispersión de especies de flora y fauna, asegurando de esta manera la conservación de las mismas, a largo plazo.

Los atributos identificados anteriormente deben constituir la base para un Programa de monitoreo ambiental que se pueda producir como consecuencia de un incremento en las actividades humanas.
Determinación del estado de conservación instantáneo del ecosistema

La determinación del estado de conservación instantánea parte de una metodología anterior (Dinerstein, 1995) en la que se evalúa por separado el potencial de conservación y el estado de amenaza de las eco-regiones.

Esta metodología en conjunto con bases de datos digitales y la tecnología de los Sistemas de Información Geográfico pueden medir con precisión los parámetros utilizados en la evaluación del estado de conservación.

Criterios Utilizados

Se emplearon datos tales como el porcentaje de hábitat original perdido, la presencia de bloques grandes de hábitat original intacto, el grado de fragmentación y degradación del hábitat, las tasas de conversación y el grado de protección, entre otros, debido a que la pérdida de biodiversidad y la alteración de los procesos ecológicos (tanto la presente como la proyectada), son difíciles de medir directamente, dependiendo cada vez más de parámetros a nivel de paisaje como indicadores.

Variables de predicción de:

i. La habilidad de un ecosistema para mantener los procesos ecológicos (por ejemplo, dinámica de poblaciones de predadores y presas, variando dentro de límites naturales, polinizando y dispersión de semillas, ciclos de nutrientes, migración, dispersión y flujo genético); y
ii. Los componentes de la biodiversidad (por ejemplo), predadores superiores u otras especies clave o con bajo estatus de protección, que influyen en la cantidad y tipo de biodiversidad que persistirá a largo plazo.

Método de determinación del estado de conservación instantáneo

El índice del estado de conservación se indica en un intervalo de puntos que va desde 0 hasta 100, donde los valores más grandes indican niveles altos de peligro.

Los parámetros del nivel de paisaje considerados de mayor importancia para la determinación del índice del estado de conservación instantáneo, son los siguientes:

- Pérdida total de hábitat.
- Bloques hábitat.
- Fragmentación del hábitat.
- Conversión del hábitat.
- Grado de protección.

La determinación de la importancia relativa de los diferentes parámetros se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 72 Parámetros para la determinación del índice de conservación.

IMPORTANCIA	PARÁMETRO
40%	Pérdida total de hábitat
20%	Bloques de hábitat
20%	Fragmentación de hábitat
10%	Conversión del hábitat
10%	Grado de Protección

A partir del cálculo de los puntos umbrales para las diferentes categorías de los estados de conservación se clasifican de acuerdo con la evaluación de la siguiente tabla:

Tabla IV. 73 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100	Critico

- Criterios de evaluación

Pérdida total del hábitat

Este criterio enfatiza la rápida pérdida de especies esperada en los ecosistemas, cuando el área total de hábitat remanente cae por debajo de niveles críticos mínimos. A pesar de que no hay un acuerdo acerca de los mecanismos o umbrales precisos que determinan la pérdida de especies en diferentes ecosistemas, estudios empíricos y teóricos indican que existe una correlación general entre la pérdida de hábitat y la pérdida de especies.

La pérdida de hábitat reduce la biodiversidad debido a:

- La eliminación de especies o comunidades que están limitadas a determinadas localidades geográficas.
- La disminución del área original de hábitat por debajo del tamaño mínimo para mantener la dinámica ecológica crítica a gran escala a nivel de ecosistemas.
- La degradación y fragmentación de hábitat remanente que se hace tan pequeño o aislado que los fragmentos individuales o su conjunto, pierden la habilidad de mantener poblaciones viables o procesos ecológicos importantes.

La pérdida total de hábitat, medida a una escala eco-regional en la siguiente tabla, refleja todas estas consecuencias pero subvalora la primera y segunda. Asimismo, es especialmente importante la pérdida de especies causada por la eliminación o interrupción de hábitats.

Tabla IV. 74 Clasificación de la pérdida total del hábitat.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
89-100	Critico

Bloques de Hábitat

Como parte de la evaluación del estado de conservación se considera importante el número y tamaño de bloques contiguos de hábitat. La dinámica de poblaciones y ecosistemas, tienen requerimientos específicos de área mínima para poder funcionar naturalmente. Por lo tanto, los bloques de hábitat deben ser lo suficientemente grandes para poder mantener dicha dinámica en funcionamiento. Grandes bloques de hábitat mantienen poblaciones de especies más grandes y viables; además, permiten la persistencia de una gama mayor de especies y dinámica ecosistemica. El cubrimiento geográfico de varios bloques grandes, también conserva una gama mayor de hábitats, gradientes ambientales y especies. Un ecosistema insular suele ser un único bloque en función del tamaño del territorio, su topografía y relieve.

El número de bloques grandes de hábitat presente en las diferentes categorías de tamaño, es un componente de este criterio. La teoría de la redundancia sugiere que la presencia de tres o más ejemplos de un ecosistema incrementa significativamente la probabilidad de que éste persista a largo plazo. Factores tales como el fuego, enfermedades, polución, deforestación, o degradación, pueden eliminar las especies o hábitats naturales dentro de los bloques. La presencia de varios bloques con comunidades similares permite la recolonización y persistencia de especies y tipos de hábitat particulares. En eco-regiones caracterizadas por un alto grado de diversidad beta (renovación de especies a lo largo de gradientes ambientales), es especialmente importante la presencia de múltiples bloques de hábitat que se encuentran bien distribuidos a lo largo del paisaje para conservar especies y hábitats.

El umbral de tamaño para mantener bloques viables de hábitat se ajusta ampliamente a la escala que es importante para la dinámica de los ecosistemas. Para evitar conclusiones desorientadoras al aplicar umbrales de tamaño continental a eco-regiones de islas (o ecosistemas continentales muy pequeños o sistemas naturalmente dispersos), se empleó para cada categoría de tamaño de eco-región un grupo diferente de tamaño de umbral.

Tabla IV. 75 Análisis de bloques de hábitats.

PUNTOS	RANGOS
2	> 500
5	> 250
10	≥ 3 bloques > 100
15	> 100
20	Ninguno > 100

Fragmentación del Hábitat

La fragmentación de hábitat coloca en peligro demográfico a muchas especies que presentan bajas densidades poblacionales (Berger 1990; Laurance 1991; Newmark 1991; Wilcove et al. 1986; en Dinerstein, 1995). Un porcentaje relativamente grande del área intacta de los ecosistemas fragmentados se encuentra bajo presión de cacería, fuegos causados por la acción humana en sus alrededores, cambios en el microclima y la invasión de especies exóticas (Lovejoy 1980; Saunders et al. 1991; Skole y Tucker 1993; en Dinerstein, 1995). A medida que la fragmentación aumenta, la cantidad de área de hábitat central crítico disminuye. Se considera que fragmentos inferiores a los 100 km^2 no son adecuados para mantener poblaciones viables de la mayoría de vertebrados grandes. Algunas especies de aves, árboles y mariposas, que se encuentran típicamente en densidades muy bajas o que tienen distribuciones en parches, también pueden perderse si se encuentran en fragmentos pequeños. En la siguiente tabla se observa el grado de fragmentación del hábitat.

Tabla IV. 76 Grado de fragmentación del hábitat.

PUNTOS	GRADO DE FRAGMENTACIÓN
0	Relativamente contiguo: alta conectividad; baja fragmentación; la dispersión a grandes distancias es aún posible a los largo de gradientes altitudinales y climáticos.
5	Bajo: la conectividad es más alta; más de la mitad de todos los fragmentos se agrupan en cierto grado (es decir, hay cierto grado de interacción con otros bloques de hábitats intacto).
12	Medio: la conectividad es intermedia; los fragmentos están algo agrupados; el paisaje intervenido permite la dispersión de muchos taxas a través de algunas partes de la ecoregión.
16	Avanzado: baja conectividad; fragmentos más grandes que en la categoría Alta; los fragmentos están muy aislados; el paisaje intervenido imposibilita la dispersión de la mayoría de los taxa.
20	Alto. La mayoría de los fragmentos son pequeños y/o no circulares; poco hábitat central debido al efecto de borde (por ejemplo, se considera una extensión de 0.75-1.0 km para efectos de borde físicos y de 40 km para presiones de cacería); la mayoría de los fragmentos individuales y de los grupos de fragmentos están muy aislados; el paisaje intervenido imposibilita la dispersión de la mayoría de los taxa.

Conversión del Hábitat

Las tasas de conversión son estimadores menos poderosos del estado de conservación que las características del paisaje a gran escala, debido a:

a) Los efectos ecológicos asociados con las tasas de conversión varían considerablemente, dependiendo del tamaño original de la eco-región, la cantidad de hábitat remanente, y el momento en que fueron estimadas las tasas y los patrones espaciales de conversión;
b) La gran incertidumbre asociada con la estimación de las tasas de conversión actuales (Whitmore y Sayer 1992 en Dinerstein, 1995).
c) La sensibilidad de las tasas de conversión a cambios relativamente pequeños en el comportamiento humano.
d) La pérdida real de hábitat asociada con estimaciones recientes de conversión del hábitat -aún para tasas altas es típicamente pequeña en relación con la gran alteración del paisaje durante los últimos siglos, que se reflejan mejor en los tres primeros criterios.

Las tasas de conversión recientes, proporciona alguna información acerca de las trayectorias de pérdida de hábitat y fragmentación a corto plazo y son utilizadas para mejorar la precisión de las evaluaciones del estado de conservación y no para estimar las amenazas a largo plazo.

El análisis final del estado de conservación, hace una proyección de las tendencias de pérdida de hábitat, fragmentación y tamaño de los parches a futuro y considera eventos propuestos o que se prevén (por ejemplo, proyectos de expansión urbana, turística, vialidades, canales, desplante de infraestructura de apoyo, etc) ver la siguiente tabla.

Tabla IV. 77 Conversión anual.

PUNTOS	RANGOS
0	< 0.5 %
6	0.5 - 2.0 %
8	2.1 – 3 %
9	3.1 – 4 %
10	> 4 %

Grado de Protección

El grado de protección evalúa que tan bien los humanos han conservado bloques de hábitat intacto suficientemente grandes. En este criterio se enfatizan áreas protegidas, manejadas principalmente para la conservación de la biodiversidad o que de cualquier manera protegen efectivamente hábitats intactos.

Las áreas protegidas no son utilizadas como los principales indicadores del estado de conservación de una eco-región porque ya que la distribución de áreas protegidas no refleja necesariamente la extensión y la configuración del hábitat original que aún existe o la integridad de los ecosistemas en todo el paisaje, muchas áreas protegidas contienen hábitats que no serían considerados intactos y la mayoría de áreas protegidas son actualmente tan escasas y pequeñas, que no pueden incluir efectivamente ecosistemas completos y solamente serán efectivas si el paisaje que las rodea es manejado adecuadamente para la conservación de la biodiversidad.

En el análisis de amenazas (con miras al estado de conservación final), se podría enfatizar una falta de áreas formalmente protegidas, en lugar de considerar su presencia como un predictor del estado de conservación instantáneo.

En un análisis completo de áreas protegidas se deben considerar los siguientes aspectos:

- Grado en que se preservan adecuadamente bloques grandes de hábitat dentro de un sistema de áreas protegidas.
- Nivel de redundancia de áreas protegidas necesario para ayudar a garantizar la persistencia a largo plazo de los tipos de hábitat, las comunidades, las especies en peligro, o los hábitats críticos para especies o procesos ecológicos.
- Grado en que se encuentran contenidos en un sistema de áreas protegidas: tipos de hábitat representativos, comunidades, gradientes ecológicos, especies en peligro, hábitats críticos para especies residentes o migratorias, o los procesos ecológicos.
- Grado de conectividad entre reservas para la dispersión de especies y la continuidad de los procesos ecológicos de gran escala.
- Efectividad en el manejo de áreas protegidas y la habilidad de aquellos a cargo de su manejo para defenderlas, basándose en la configuración de sus paisajes.

Las dos primeras consideraciones se abordaron en el criterio del grado de protección que se utiliza aquí (ver siguiente tabla), mientras que las tres últimas se consideraron en un análisis más detallado a nivel intra eco-regional.

Tabla IV. 78 Análisis del grado de Protección.

PUNTOS	CONVERSIÓN ANUAL
1	> 50% del área total.
4	40-50 % del área total.
6	20-40 % del área total.
8	1-20 % del área total.
10	No existen áreas protegidas.

Los valores de porcentajes se refieren a la porción de hábitat remanente intacto que está incorporado dentro de un sistema de áreas protegidas.

Resultados del Estado de Conservación Instantáneo

En la siguiente tabla se aplican los criterios técnicos anteriormente descritos al predio del Proyecto.

Tabla IV. 79 Estado de conservación instantáneo.

CRITERIOS TÉCNICOS	IMPORTANCIA (%)	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
1. Pérdida Total del Hábitat.	40	Relativamente intacto	0-6		
		Relativamente estable	7-36		
		Vulnerable	37-64	La vegetación del predio pertenece a matorral sarcocaule, no obstante, en el SA (incluyendo el área del proyecto) la vegetación es homogénea, es decir, también se presenta la vegetación de matorral sarcocaule. Por lo tanto, este tipo de vegetación no se verá afectada por el CUSTF, al distribuirse ampliamente en el SA. Las especies se distribuyen ampliamente en el SA, por lo que no ocurrirá eliminación de especies ni pérdida de ecosistemas. Aunado a esto, en las cercanías se observan obras de la misma índole y diferentes.	50
		En peligro	65-88		
		Critico	89-100		
2. Bloques de Hábitat.	20	> 500	2		
		> 250	5		
		≥ 3 bloques > 100	10		
		> 100	15		
		Ninguno > 100	20	El proyecto se desarrollará en una vegetación de matorral sarcocaule, en los alrededores se observar un incremento de actividades de la misma índole principalmente.	20
3. Fragmentación del Hábitat	20	Relativamente contiguo.	0		
		Bajo	5		
		Medio	12	En el área del proyecto la vegetación es homogénea, no hay diferenciación entre zonas y el grado de conservación es similar en todo el predio.	12
		Avanzado	16		
		Alto	20		
	10	< 0.5 %	0		
		0.5 - 2.0 %	6		

CRITERIOS TÉCNICOS	IMPORTANCIA (%)	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
4. Conversión del Hábitat.		2.1 – 3 %	8		
		3.1 – 4 %	9		
		> 4 %	10	En la zona la tasa de conversión es alta debido a los requerimientos del proyecto	10
5. Grado de Protección.	10	> 50% del área total.	1	El proyecto se encuentra totalmente fuera de algún ANP.	1
		40-50 % del área total.	4		
		20-40 % del área total.	6		
		1-20 % del área total.	8		
		No existen áreas protegidas.	10		
TOTAL					93

Una vez calculados los puntos umbrales para las diferentes categorías ya indicadas anteriormente y con un total de 93, en la siguiente tabla se muestra la jerarquización del estado de conservación.

Tabla IV. 80 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

PUNTOS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente Estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100 y mas	Crítico

Con base en lo anterior, se considera que el estado actual de conservación del SA, previo a la construcción del proyecto, tiene una valoración crítica.

Análisis de amenazas

Se aplicó la siguiente metodología para el Análisis de Amenazas, empleando el índice de 0-100 puntos. Los puntos fueron asignados a tres tipos principales de amenazas:

- Amenaza de conversión (máximo 50 puntos).
- Amenaza de degradación (máximo 30 puntos).
- Amenaza de explotación de la vida silvestre (máximo 20 puntos).

Calificación del puntaje:

Amenaza Alta 100 - 70 puntos
Amenaza Media 69 – 20 puntos
Amenaza Baja 19 – 0 puntos.

En la tabla a continuación se describe la asignación del puntaje

Tabla IV. 81 Análisis de amenazas.

PUNTOS	GRADO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZAS
Amenaza de conversión		
0	No existen amenazas reconocidas para la eco-región.	Dentro del SA la amenaza de conversión es significativa, derivado del incremento de las manchas urbanas y actividades turísticas. Con el incremento de la mancha urbana se podría dar el caso de extracción de flora y fauna, además de la contaminación de los cuerpos de agua y acuíferos.
10	Las amenazas pueden alterar significativamente entre 5% y 9% del hábitat remanente dentro de los próximos 20 años.	
20	Las amenazas pueden alterar significativamente entre un 10% y 24% la eco-región remanente dentro de los próximos 20 años.	
50	Las amenazas pueden alterar significativamente un 25% o más de la eco-región remanente dentro de los próximos 20 años.	
Amenaza de degradación		
0	No existen amenazas reconocidas para la ecoregión.	Dentro del SA se encontrará que el crecimiento de desarrollos inmobiliarios y aumento de actividades turísticas ocasionará la eliminación de una parte de la vegetación, aunque cada proyecto debe contemplar medidas para evitar el daño a la flora, en cuanto a la fauna, se provocará el desplazamiento temporal de algunas especies de fauna, la contaminación será más evidente en las áreas de haber un manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los peligrosos
15	Las poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad significativa y un Reclutamiento pobre debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido modificados. Algunas especies han dejado de utilizar la eco-región para su movimiento estacional, Migratorio, y de reproducción. Es muy común encontrar contaminantes y sus efectos Asociados en especies o en ensamblajes.	
30	Muchas poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad alta y un reclutamiento Bajo debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido alterados. La calidad del hábitat es baja para especies sensibles. Algunas especies han dejado de utilizar la ecoregión para sus movimientos estacional, migratorio, y de reproducción. Los contaminantes y sus efectos asociados están ampliamente distribuidos en el ecosistema (es decir, se registran en varios niveles tróficos).	
Explotación de vida silvestre		
0	No existe una explotación de la vida silvestre	Extracción no sostenible de la fauna y flora silvestre como productos comerciales. Hostigamiento y desplazamiento producto del crecimiento de la mancha urbana
10	Niveles moderados de explotación de la vida silvestre; las poblaciones de especies de caza y comerciales persisten pero en números reducidos.	
20	Alta intensidad de explotación de la vida silvestre en la región con la inminente o competa eliminación de las poblaciones locales.	

A partir de la clasificación anterior, se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla IV. 82 Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

CLASIFICACIÓN DE AMENAZA	GRADO DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZAS	PUNTOS
Amenaza de conversión	Las amenazas pueden alterar significativamente entre 5% y 9% del hábitat remanente dentro de los próximos 20 años.	Expansión urbana, y deforestación para desarrollo. Extracción de flora y fauna. Contaminación.	10
Amenaza de degradación	Las poblaciones de especies de plantas nativas experimentan una mortalidad significativa y un Reclutamiento pobre debido a factores de degradación. La sucesión y los procesos de perturbación han sido modificados. Algunas especies han dejado de utilizar la eco-región para su movimiento estacional, Migratorio, y de reproducción. Es muy común encontrar contaminantes y sus efectos Asociados en especies o en ensamblajes.	Extracción de flora y fauna. Incremento de la macha urbana. Construcción de carreteras, crecimiento urbano, comercial y turístico.	15
Explotación de vida silvestre	Niveles moderados de explotación de la vida silvestre; las poblaciones de especies de caza y comerciales persisten pero en números reducidos.	Extracción no sostenible de la fauna y flora silvestre como productos con fines comerciales. Hostigamiento y desplazamiento de la fauna producto del crecimiento de la mancha urbana	10
TOTAL			35

Con base al análisis anterior se concluye que el SA, previo a la construcción del proyecto, tiene un nivel de amenaza media.

Por lo tanto, con la adecuada ejecución de las medidas preventivas, compensatorias y de mitigación que se exponene el el Capitulo VII, el proyecto es ambientalmente viable.

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
V.1 Identificación de impactos 1
V.2 Caracterización de los impactos 2
V.3 Valoración de los impactos 12
V.3 Conclusiones 26

TABLAS

Tabla V. 1 Actividades durante las etapas del proyecto. 1
Tabla V. 2 Factores ambientales considerados por el desarrollo del proyecto. 2
Tabla V. 3 Acciones de la obra. 9
Tabla V. 4 Factores ambientales considerados por el desarrollo de la obra. 9
Tabla V. 5 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Clase e Intensidad (en unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental). 13
Tabla V. 6 Clasificación de Impactos de acuerdo a clase e intensidad. 15
Tabla V. 7 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Capacidad de Recuperación y Extensión (unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental). 16
Tabla V. 8 Relación entre los impactos según su capacidad de recuperación y extensión. 18
Tabla V. 9 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Permanencia y Tipo (unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental). 19
Tabla V. 10 Relación entre los impactos según su permanencia y tipo. 20

FIGURAS

Figura V. 1 Clase e intensidad de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio. 16
Figura V. 2 Extensión y Capacidad de recuperación de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio. 18
Figura V. 3 Impactos según clase e intensidad durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. 21
Figura V. 4 impactos según su extensión y recuperación durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. 22
Figura V. 5 Impactos según su tipo y permanencia durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. 22
Figura V. 6 Impactos según clase e intensidad durante la etapa de preparación del sitio del proyecto. 23
Figura V. 7 Impactos según su extensión y recuperación durante la etapa de preparación del sitio del proyecto. 24
Figura V. 8 Impactos según tipo y permanencia durante la etapa de preparación del sitio del proyecto. 24

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

Por lo tanto, las metodologías utilizadas para la evaluación de los impactos ambientales que se generan por este proyecto son:

- Técnica de Listado Simple o Check List
- Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente

V.1 Identificación de impactos

De acuerdo con la LGGEPA en su artículo 2º, fracción XX se define el Impacto ambiental como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Para el proyecto derivado de las observaciones realizadas en la prevención se identificaron los impactos ambientales correspondientes al aire, agua, suelo y residuos durante las etapas de preparación del sitio, construcción de obras asociadas al proyecto, operación, mantenimiento y abandono del mismo.

Las actividades del proyecto que se consideraron para el análisis de impactos en esta etapa, fueron:

Tabla V. 1 Actividades durante las etapas del proyecto.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	Contratación de personal Rescate y reubicación de flora y fauna Desmonte Despalme
Construcción	Obras de albañilería (Caseta de vigilancia, campamento, estacionamiento, almacén temporal de residuos peligrosos).
Operación y mantenimiento	Trazo de la plantilla de barrenación Detonación o tronado Selección del material Acarreo y transporte. Recolección y disposición de residuos Mantenimiento preventivo a equipo y maquinaria Mantenimiento periódico a los caminos de acceso Mantenimiento de áreas verdes

Se identificaron los siguientes factores abióticos, bióticos y socioeconómicos del sistema actual que serán afectados por las actividades del proyecto:

Tabla V. 2 Indicadores ambientales considerados por el desarrollo del proyecto.

Medio	Factor	INDICADOR AMBIENTAL
Abiótico	Agua	Alteración en la calidad del agua (Contaminación)
		Capacidad de recarga del acuífero
	Suelo	Capacidad de infiltración del suelo
		Erosión del suelo
		Calidad del suelo (contaminación)
	Aire	Emisiones de gases a la atmósfera
		Emisiones de partículas suspendidas y visibilidad
		Niveles de ruido
	Paisaje	Calidad visual del paisaje
Biótico	Flora	Abundancia de individuos de Flora
		Diversidad de especies de Flora
		Cobertura de individuos de Flora
		Cobertura vegetal de la vegetación
	Fauna	Reducción del hábitat de especies de Fauna
Socio-económico	Población	Calidad de vida de los pobladores
		Generación de empleos
	Servicios	Demanda de bienes y servicios

A continuación, se describen los impactos y sus características que permiten conocer su magnitud.

V.2 Caracterización de los impactos

A continuación, se realiza la caracterización de los impactos potenciales que se pueden generar en cada una de las etapas del proyecto:

Etapa de preparación del sitio y construcción:

Los impactos potenciales que se van a generar durante la preparación y construcción son los siguientes:

- La pérdida de la cobertura vegetal.
- El consumo de agua
- La emisión de contaminantes a la atmósfera producida por el uso de maquinaria y equipo que cuentan con motores de combustión interna.
- Emisiones de ruido y vibraciones provocada por dicha maquinaria y equipo
- Los residuos peligrosos, tales como lubricantes y grasas gastadas que generan la maquinaria y equipo por falta de mantenimiento.
- La generación de basura por parte de los trabajadores.
- Los residuos de materiales de construcción durante la preparación del sitio y construcción.
- Las descargas de aguas de los baños que se construirán.

Se verán afectados los siguientes componentes ambientales a causa de las actividades que se describen:

- Impactos en el suelo. La pérdida de suelo por la construcción de las vialidades, lotes residenciales y otras obras propuestas. La disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos como resultado de la presencia de los trabajadores en el predio del proyecto.
- Impacto a la flora y fauna. Se generarán impactos potenciales a la flora y fauna silvestres presentes en predio, debido a la construcción de las vialidades y el espacio de los lotes residenciales. Sin embargo, se contará con áreas verdes y áreas comunes que mantendrán la vegetación, y, por consiguiente, el suelo natural.
- Impacto a la atmósfera. La generación de emisiones contaminantes a la atmósfera, producidos por los escapes de vehículos y maquinaria presentes durante la preparación del sitio y construcción. Este impacto será mayormente temporal, ya que una vez que concluyan las actividades de construcción la maquinaria y equipo serán retirados.
- Impactos al agua (manto acuífero). Para las actividades de construcción se usará agua de los sistemas locales y/o tanques de agua cercanas al proyecto, que se trasladará mediante pipas al área de construcción, el agua se infiltrará nuevamente. El consumo de agua potable para los trabajadores se realizará mediante garrafones de 20 litros. En lo que se refiere a la disposición de excretas y residuos sanitarios de los trabajadores; su disposición se realizará en letrinas sanitarias portátiles durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, durante la etapa de operación se dispondrá de una planta de tratamientos residuales.
- Impactos socioeconómicos. Empleo: Este factor será impactado de manera favorable, derivado de los empleos directos que se generan en la etapa de construcción. También se efectuará el requerimiento de insumos y servicios para el personal que realice la obra; aunque se considera como un impacto benéfico de corta duración.
- Generación de residuos. este será un impacto negativo sobre todas las etapas del proyecto, la generación de residuos sólidos urbanos será constante por actividades propias de los trabajadores, entre ellas la alimentación, sin embargo, se considera que se tendrá un control sobre los residuos, pues serán dispuestos en contenedores para después ser entregados a la empresa recolectora, además, cuando sea necesario se hará la recolección de los residuos que no se hayan dispuesto de manera correcta.
- Generación de residuos peligrosos. La generación de residuos peligrosos será únicamente por la maquinaria pesada, sin embargo, estos residuos serán manejados, almacenados correctamente para posteriormente ser dispuestos ante una empresa autorizada para su manejo.

Etapa de operación

En el área del proyecto actualmente no se realizan actividades, por lo que los principales impactos son:

- Impactos en el suelo. Al tener personal en la obra, y el flujo constante de personas en el desarrollo inmobiliario, por lo que es importante la promoción de su manejo adecuado.
- Impactos a la flora y fauna. Al transitar se podría resultar con el atropello accidental de alguna especie de fauna, en cuanto a la flora, no se espera impactos, solamente la inadecuada disposición de residuos, y la falta de mantenimiento de las áreas verdes, que podrían ocasionar el daño a este factor.
- Impactos a la atmósfera. El impacto a la atmosfera será poco significativo, ya que las únicas emisiones serán de manera temporal por el tránsito de vehículos y maquinaria durante la preparación de sitio y construcción.
- Generación de empleos. Este factor será impactado de manera favorable por que se promoverá la contratación de personal de esta zona del estado para el mantenimiento de las vialidades, lotes residenciales y otras obras propuestas.

Factores ambientales:

a) Calidad del Aire: El impacto a la calidad del aire será poco afectado debido a que el proyecto corresponde a la construcción de vialidades y limpieza del área (remoción de vegetación) donde se instalarán las otras obras propuestas y por lo tanto solamente se utiliza una maquinaria al remover la vegetación, los vehículos utilitarios serán para trasladar a los trabajadores y proveer de insumos y materiales de construcción los cuales se realizarán de manera esporádica.

b) Calidad del Suelo: Los impactos que se generarán serán en su mayoría negativos y permanentes, ya que las acciones de construcción, no permitirán la renovación del suelo que fue removido desde la etapa de preparación del sitio. Dadas las características propias de la obra, no serán de manera temporal; sino permanente. No obstante, se designó una superficie en la que se dispondrá de áreas verdes en las que se mantendrá la vegetación y el suelo natural.

c) Calidad del Agua Subterránea (hidrología): La calidad del agua subterránea, no recibirá mayor impacto por el proyecto, que el que recibe en la actualidad; ya que, durante la etapa de construcción no se llegaran a niveles freáticos, no se observaron cuerpos de agua dentro del área del proyecto, es importante destacar que el proyecto corresponde a vialidades, área de lotes residenciales, áreas verdes, áreas comunes, y otras obras propuestas (ver Capítulo II), y, en cuanto a la generación de aguas residuales, en la etapa de preparación del sitio y de construcción se dispondrá de sanitarios portátiles que serán de uso obligatorio para todos los trabajadores, mientras que en la operación se contempla conectarse a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ubicada en el desarrollo inmobiliario colindante.

d) Contaminación Acústica (Ruido): Los impactos se generarán de forma negativa y temporal, ya que serán solamente durante la implementación del proyecto. Este impacto será producto de la manipulación de la maquinaria necesaria durante la etapa de preparación del sitio, en la construcción el ruido constante será el de los trabajadores y maquinaria utilizada para constituir las vialidades y demás obras propuestas. Dichos impactos serán puntuales.

e) Cobertura vegetal: Los impactos que se producirán serán en su totalidad negativos y permanentes, debido a la remoción de la vegetación durante el desmonte y el despalme. Sin embargo, se implementarán áreas verdes en el proyecto. En estas áreas la vegetación y suelos naturales se mantendrán, por lo que en estas superficies la cobertura vegetal estará intacta.

f) Fauna terrestre: Los impactos serán negativos y temporales, ya que, durante la etapa de preparación del sitio, éstos serán ahuyentados de sus nichos naturales hacia nuevos hábitats para resguardo. Asimismo, como medida de compensación, se implementarán áreas verdes en el proyecto, en estas superficies la vegetación y suelos naturales se mantendrán, por lo que en estas superficies la cobertura vegetal estará intacta.

g) Estructura del paisaje: Durante la etapa de preparación del sitio, se producirán impactos negativos, temporales y permanentes, ya que serán ocasionados principalmente por la eliminación de la vegetación. Sin embargo, estos mejoraran durante la etapa de operación, ya que, el paisaje se verá sustituido por una vista libre de basura y de desechos, y con una restauración parcial de la vegetación que se encontraba en el sitio previo al proyecto.

h) Oferta de Empleos: Los empleos que generara el proyecto, es uno de los impactos positivos durante el mismo, ya que vendrán habitantes para los trabajos de mantenimiento.

i) Requerimiento de bienes y servicios: En cuanto a los servicios, estos serán requeridos según las necesidades del proyecto, principalmente para la etapa de operación. En las cercanías del área se localizan centros de distribución de combustibles, así como de energía eléctrica. En cuanto a los servicios de salud, estos se localizan en las localidades más cercanas del proyecto, que es Cabo San Lucas.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con la finalidad de poder identificar los impactos potenciales que el proyecto causará durante sus diferentes etapas, se procedió a analizar la correlación entre los atributos ambientales y actividades o acciones que involucra el proyecto. Para de ahí poder derivar los impactos efectivos en base a la matriz de identificación de impactos. Tales impactos fueron separados en base a cada una de las etapas del proyecto, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla V. 1 Impactos ambientales identificados.

Obras y Acciones del Proyecto	Factor	Atributo Ambiental o Social a Modificarse
Etapa A. Preparación del Sitio		
1. Deslinde y medición del terreno.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Fauna silvestre	Desplazamiento de fauna silvestre.
	Social	Generación de empleo.
	Social	Legislación.
2. Limpieza y deshierbe manual con machete.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Vegetación	Cobertura y diversidad.
	Vegetación	Especies vegetales protegidas.
	Fauna silvestre	Desplazamiento de fauna silvestre.
	Social	Generación de empleo.
	Social	Legislación.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
3. Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Vegetación	Cobertura y diversidad.
	Vegetación	Especies vegetales protegidas.
	Fauna silvestre	Conservación del hábitat de fauna silvestre.
	Social	Generación de empleo.
	Social	Legislación.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
4. Remoción de vegetación.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Vegetación	Cobertura y diversidad.
	Vegetación	Especies vegetales protegidas.
	Fauna	Calidad de hábitat y desplazamiento de fauna.
	Social	Generación de empleo.
	Legislación	Legislación.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
5. Despalme de la capa de suelo vegetal.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Social	Generación de empleo.
	Social	Vías de comunicación.
	Social	Opinión pública.

Obras y Acciones del Proyecto	Factor	Atributo Ambiental o Social a Modificarse
6. Operación de maquinaria y equipo.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Vegetación	Cobertura y diversidad.
	Vegetación	Especies vegetales protegidas.
	Fauna silvestre	Desplazamiento de fauna.
	Social	Generación de empleo.
	Paisaje	Estética del paisaje
	Social	Opinión pública.
7. Excavación y relleno de zanjas para servicios.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Agua	Disminución de la captura de agua.
	Fauna silvestre	Desplazamiento de fauna.
	Social	Generación de empleo.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
8. Disposición de residuos.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Agua	Calidad del agua.
	Fauna silvestre	Fauna nociva.
	Social	Generación de empleo.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
Etapa B. Construcción		
1. Excavación, relleno y compactación del suelo para instalación de infraestructura.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Fauna silvestre	Calidad de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre.
	Social	Generación de empleo.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
2. Cimentación.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Agua	Disminución de la captura de agua.
	Social	Generación de empleo.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
3. Construcción de las obras del desarrollo inmobiliario.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Fauna silvestre	Calidad de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre.

Obras y Acciones del Proyecto	Factor	Atributo Ambiental o Social a Modificarse
	Social	Generación de empleo.
	Social	Legislación.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
4. Acarreo de materiales.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Vegetación	Cobertura y diversidad.
	Vegetación	Especies vegetales protegidas.
	Fauna silvestre	Calidad de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre.
	Social	Generación de empleo.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Vías de comunicación.
	Social	Opinión pública.
5. Disposición de residuos sólidos y líquidos.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Agua	Calidad del agua.
	Fauna silvestre	Fauna nociva.
	Social	Legislación.
	Social	Vías de comunicación.
	Social	Opinión pública.
6. Instalación de servicios.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Agua	Calidad del agua.
	Vegetación	Cobertura y diversidad.
	Vegetación	Especies vegetales protegidas.
	Social	Generación de empleo.
	Social	Legislación.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Vías de comunicación.
	Social	Opinión pública.
7. Operación de maquinaria y equipo.	Aire	Generación de polvos.
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Vegetación	Cobertura y diversidad.
	Vegetación	Especies vegetales protegidas.
	Fauna silvestre	Calidad de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre.
	Social	Generación de empleo.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.
8. Limpieza del sitio.	Aire	Generación de polvos.

Obras y Acciones del Proyecto	Factor	Atributo Ambiental o Social a Modificarse
	Aire	Generación de ruidos.
	Suelo	Compactación del suelo.
	Vegetación	Cobertura y diversidad.
	Vegetación	Especies vegetales protegidas.
	Fauna silvestre	Disminución de fauna nociva.
	Social	Generación de empleo.
	Paisaje	Estética del paisaje.
	Social	Opinión pública.

Una vez definidas las listas anteriores, se determinaron y evaluaron las alteraciones que pueden causar sobre el ambiente dichas actividades y los factores ambientales que pueden resultar afectados. Se analizaron los efectos considerando tiempo y espacio por cada etapa del proyecto: preparación del sitio, construcción y operación.

La elección de la metodología aquí empleada respondió, por un lado, a las sugerencias encontradas en la literatura y por otro lado a las características propias del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Lotes residenciales con sus obras asociadas), mismo que contempla lo siguiente: Lotes residenciales, Vialidad, todo a ejecutarse en una superficie de 12.7024084 ha. En consecuencia, la evaluación le da mayor atención a los impactos sobre los pocos elementos que conservan cualidades naturales.

En función de lo anterior, a continuación, se presenta la metodología con la que se realizó la evaluación de los impactos ambientales para el proyecto.

METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

Por lo tanto, las metodologías utilizadas para la evaluación de los impactos ambientales que se generan por este proyecto son:

- Técnica de Listado Simple o Check List
- Matriz de Interacción Proyecto-Ambiente

Cuyos criterios de operación son los siguientes:

Técnica de Listado Simple

Esta técnica consiste en realizar una identificación general de los impactos esperados del proyecto de acuerdo con los factores ambientales involucrados y con las actividades que se desarrollarán durante la ejecución de la obra. De esta manera se pueden

analizar cada una de las acciones del proyecto que permitan determinar los impactos potenciales (positivos y negativos) a los diferentes factores ambientales. Esta técnica consiste en la construcción de las siguientes tablas.

En la siguiente tabla se indican las acciones que la obra requiere para su desarrollo y enlace con los factores ambientales.

- En la primera columna se indican las diferentes etapas en las que se subdivide el proyecto.
- En la segunda columna se colocan las actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto, las cuales se agrupan de acuerdo con las etapas que le corresponda, a fin de hacer manejable la tabla sin que pierda su representatividad y objetividad.
- En la tercera columna, se evalúan si las actividades impactarán o no algún componente ambiental.

Tabla V. 3 Acciones de la obra.

ETAPA	ACTIVIDAD	AFECTACIÓN
Preparación del sitio	Contratación de personal	⇧
	Traslado de maquinaria y equipo	⇩
	Rescate y reubicación de flora	⇧
	Rescate y reubicación de fauna	⇧
	Desmonte	⇩
	Despalme	⇩
	Nivelación y compactación de los terrenos	⇩
Construcción e Instalación	Contratación de personal	⇧
	Adquisición de insumos para la construcción	⇧
	Cimentaciones profundas y superficiales	⇩
	Construcciones provisionales	⇩
	Instalaciones PTAR	⇩
	Acabados y fachadas	⇩
Operación y mantenimiento	Revisiones periódicas de mantenimiento instalaciones	⇧
	Mantenimiento del sistema de PTAR	⇧
	Mantenimiento de áreas verdes	⇧
	Tránsito vehicular de particulares	⇩

⇩: Afectación negativa
⇧: Afectación positiva
□: Sin afectación

En la siguiente tabla analizan los factores ambientales:

- En la primera columna se listan los factores ambientales que pudieran ser modificados.
- En la segunda columna se colocan los componentes de cada uno de los factores arriba seleccionados, que puedan sufrir alteración.
- En la tercera columna se determina si los componentes ambientales tienen o no, relación con la obra.

Tabla V. 4 Factores ambientales considerados por el desarrollo de la obra.

FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE	AFECTACIÓN
Agua	Alteración en la calidad del agua (Contaminación)	⇩
	Capacidad de recarga del acuífero	⇩
Suelo	Capacidad de infiltración del suelo	⇩
	Erosión del suelo	⇩
	Calidad del suelo (contaminación)	⇩
Aire	Emisiones de gases a la atmósfera	⇩
	Emisiones de partículas	⇩
	Niveles de ruido	⇩
Flora	Abundancia de individuos de Flora	⇩
	Diversidad de especies de Flora	⇩
	Cobertura de individuos de Flora	⇩
	Cobertura vegetal de la vegetación	⇩
Fauna	Reducción del hábitat de especies de Fauna	⇩
Paisaje	Calidad visual del paisaje	⇩
Factores socioeconómicos	Calidad de vida de los pobladores	⇧
	Generación de empleos	⇧
	Demanda de bienes y servicios	⇧

⇩: Afectación negativa
⇧: Afectación positiva
: Sin afectación

Las acciones de la obra que afectarán y los factores ambientales afectados identificados a partir de esta técnica, se emplean para la segunda evaluación (Matriz de interacción).

Criterios de evaluación en la matriz de interacción

Los criterios de valoración de los impactos identificados aplicados a la evaluación del proyecto, fueron clasificados cualitativamente según la metodología recomendada por Canter (1998), Treweek (2001) y García Leyton (2004).

Se creó una matriz para determinar la intensidad de los efectos que se ocasionarían por los impactos ambientales en base a los siguientes razonamientos:

Por su magnitud:

- Sin impacto ambiental. Cuando las actividades no afectan a los factores ambientales antes mencionados.
- Impacto ambiental Bajo. Cuando el efecto del impacto ambiental se expresa como una afectación mínima a las variables ambientales.
- Impacto ambiental Moderado. Cuando el efecto del impacto ambiental se expresa como una alteración amortiguada sobre las variables ambientales.
- Impacto ambiental Alto. Cuando el efecto del impacto ambiental se expresa de manera total en los aspectos ambientales.

De igual manera, los impactos ambientales se evaluaron de acuerdo a su tipo y extensión.

Por Tipo:

- Impactos Primarios: aquellos impactos ambientales que serán generados en consecuencia de la implementación del proyecto.
- Impactos Sinérgicos: aquellos impactos que serán generados de manera indirecta de la construcción u operación del proyecto.
- Impactos Acumulativos: aquellos impactos cuyos efectos individuales repetitivos podrán favorecer la manifestación de impactos de mayor importancia.

Por su extensión (concepto relativo al área de influencia directa sobre la que actuará el impacto ambiental):

- Impacto Puntual: aquella situación cuyo efecto será restringido al área del proyecto.
- Impacto Extenso: cuando se determina que el alcance de la afectación abarcara más allá de las colindantes al proyecto.

Los impactos ambientales también fueron evaluados de acuerdo a la permanencia o duración de los efectos en el sistema ambiental en base a lo siguiente:

- Impactos Temporales: cuando el efecto del impacto ambiental tiene una manifestación determinada en el tiempo.
- Impacto Reincidente: cuando el efecto del impacto se manifiesta de manera recurrente en el tiempo.
- Impacto Permanente: cuando el efecto del impacto se manifiesta siempre una vez que ha ocurrido.

En relación a la clase o naturaleza, se clasificó a los impactos ambientales como Benéficos o Adversos según lo siguiente:

- Impacto ambiental Positivo (benéfico), Cuando el impacto generado por el proyecto será favorable para los aspectos ambientales.
- Impacto ambiental Negativo (adverso), Cuando las actividades del proyecto tienen un efecto desfavorable sobre los aspectos ambientales.

Los efectos anteriores se relacionaron con la posible capacidad de recuperación del sistema ambiental en base a los siguientes criterios:

- Impacto ambiental Reversible: Cuando los efectos en los aspectos ambientales pueden ser mitigados de forma tal que se restablezcan las condiciones previas a la acción.
- Impacto ambiental Irreversible: Cuando el impacto no permita el restablecimiento de las condiciones originales de la variable ambiental.

En el caso de la Técnica de Listado Simple, consiste como se explicó anteriormente en realizar una identificación general de los impactos esperados del proyecto de acuerdo con los factores ambientales involucrados y con las actividades que se desarrollarán durante la ejecución de la obra. De esta manera se pueden analizar cada una de las acciones del proyecto que permitan determinar los impactos potenciales (positivos y negativos) a los diferentes factores ambientales.

Las acciones de la obra que afectarán y los factores ambientales afectados identificados a partir de esta técnica (expuestas a través de las 2 tablas que maneja esta técnica), se emplean para la segunda evaluación (Matriz de interacción).

Por otro lado, tanto las actividades como los factores ambientales identificados a través de la técnica anterior se arreglaron en una matriz para representar la magnitud de los efectos en las variables ambientales conforme la ejecución del proyecto en sus diferentes

etapas. Dichos efectos fueron considerados como una modificación (impacto ambiental) a las características naturales de los factores mencionados (Canter, 1998, Treweek, 2001, García Leyton, 2004).

Los resultados de la aplicación de la Matriz de interacción proyecto- ambiente, se realizó con objeto de que sean cuantificables los impactos identificados, se catalogaron como Unidades Ponderadas de Impacto Ambiental, las cuales de acuerdo a las dimensiones de los valores que adquirieron permiten conocer la magnitud de los impactos ambientales sobre el sistema ambiental (a mayor valor, mayor efecto del impacto sobre los elementos ambientales, y viceversa).

Los efectos de las actividades propias del desarrollo de la obra en relación al criterio Clase (Positivo o Negativo) e Intensidad (Impacto ambiental bajo, moderado o alto), se representa en el arreglo matricial denominado como número uno. Los criterios Extensión del impacto (impacto ambiental extenso o puntual) y capacidad de recuperación (impacto ambiental reversible o irreversible) se representa en el arreglo matricial número dos. Por último, los criterios Tipo (impacto ambiental primario, sinérgico o acumulativo) y la Permanencia del impacto Ambiental (impacto ambiental temporal, reincidente o permanente) se presenta en el arreglo matricial número tres (ver Anexo 8).

En cuanto a los factores socioeconómicos, se consideró la misma lógica de evaluación que para los factores bióticos y abióticos. Es decir, se consideró el efecto del desarrollo de la obra en cuanto a la generación de empleos, requerimientos de bienes y servicios, y tráfico vial en las inmediaciones a la zona del proyecto.

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales) con sus obras asociadas en el municipio de Los Cabos, en el estado de Baja California Sur.

Actualmente el escenario donde será llevado a cabo el proyecto está constituido por una vegetación de matorral sarcocaule, cuya vocación de terreno es forestal por las medidas diamétricas de sus elementos arbustivos y arbóreos. La modificación del escenario comenzará con un cambio de uso de suelo a través de la remoción de la vegetación, y posteriormente las actividades constructivas que modificarán la percepción visual y calidad del paisaje en esta zona, pero que es congruente con lo que actualmente se realiza en la zona.

V.3 Valoración de los impactos

Con base a la matriz propuesta en el anterior se destaca el resultado de la interacción entre las diferentes actividades de la obra y los componentes evaluados (abióticos, bióticos y socioeconómicos).

En general es posible observar que, en la etapa de preparación del sitio y construcción, para todos los componentes, se manifestará la mayor proporción de ocurrencias de impactos ambientales derivado de la interacción de las actividades propias de la etapa para con los componentes evaluados (ver matriz de interacción en el Anexo 8). En la etapa de operación y mantenimiento se destacan los impactos benéficos (positivos) para el componente socioeconómico y la ocurrencia de impactos ambientales significativos.

La mayor afectación se considera respecto a los componentes bióticos, y los abióticos, particularmente suelo y atmósfera, los subcomponentes que serán afectados manera adversa permanente serán la cobertura vegetal en el área del proyecto, ya que se considera la perdida de la cobertura vegetal en el predio por la remoción de vegetación, y esto permitirá la interrupción de la continuidad vegetal en las porciones de la zona de influencia donde se cuenta con vegetación.

En cuanto a los subcomponentes abióticos los más representativos serán las características físico-químicas y la estructura del suelo, partículas suspendidas, calidad del aire y ruido desde la perspectiva de una afectación adversa y significativa por la impermeabilización del suelo y el uso de maquinaria, mientras que los subcomponentes calidad del agua y conformación del terreno serán afectados por la generación de residuos.

En el apartado de anexos, se presenta el arreglo matricial que relaciona los efectos de las diferentes etapas del proyecto con los factores abióticos, bióticos y los socioeconómicos, considerando los diferentes criterios como, por ejemplo: Clase (Positivo o Negativo) e Intensidad (Impacto ambiental bajo, moderado o alto), etc.

En el Anexo 8 de este estudio, se presenta la matriz de interacción en la que se destaca la Clase e Intensidad de los efectos de los impactos ambiéntales.

Tabla V. 5 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Clase e Intensidad (en unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental).

FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL (COMO BLOQUE) SEGÚN EL CRITERIO CLASE, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL		ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO								
		PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
		SEGÚN CRITERIO INTENSIDAD, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL								
		BAJO	MODERADO	ALTO	BAJO	MODERADO	ALTO	BAJO	MODERADO	ALTO
Abióticos	Positivo	0	2	0	0	0	0	6	0	0
	Negativo	21	8	2	21	6	0	3	0	0
Bióticos	Positivo	2	1	2	0	0	0	4	0	0
	Negativo	6	3	1	12	0	0	0	0	0
Socio-económicos	Positivo	2	0	0	2	1	0	2	0	0
	Negativo	0	0	0	1	2	0	0	0	0

Para la ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO y el bloque de factores abióticos, se destaca que 67.74 % de los efectos que se manifestarán serán negativos bajos, 19.35 % serán negativos moderados y 6.45 % será negativo alto. Se espera también un 6.45 % de impactos positivos moderados.

Los efectos negativos bajos se deben a que en el cambio de uso de suelo y preparación del suelo la calidad del aire se vería afectada por las emisiones de gases contaminantes del equipo y maquinaria empleada, además el dejar de percibir servicios ambientales como la filtración de agua, no oxigenación del suelo, posibles derrames de aceites sobre el suelo que traerían otras consecuencias como el establecimiento de otros usos, causando la alteración de las características fisicoquímicas del suelo y la calidad del agua subterránea de la zona.

En cuanto los impactos negativos moderados serán sobre el suelo y el relieve ya que el suelo cambiara su forma totalmente al realizarse la extracción de la capa superficial y posteriormente el material del subsuelo. Por otro lado, los impactos negativos altos que se esperan en esta etapa, se presentarán sobre el suelo del sitio durante la actividad de despalme pues al removerse totalmente el suelo, se pierden las capacidades de retención del agua y los patrones de escurrimientos superficiales que se pudieran encontrar.

Con relación a los factores bióticos, se manifestará un 40 % de impactos negativos bajos, un 20 % negativo moderado y 6.67 % impactos negativos altos.

En cuanto a los impactos negativos bajos se espera se presente por el desmonte y despalme con maquinaria que definitivamente restaría refugio para la fauna silvestre de la zona (aves, reptiles y mamíferos registrados). Asimismo, durante esta etapa se generarán residuos sólidos y líquidos que, al no dársele los manejos adecuados, propiciaría el acercamiento de fauna nociva. Todo lo anterior tiene que ver con la conversión de un paisaje de vegetación de matorral sarcocaule con fauna nociva.

Antes de llevar a cabo el CUSTF (desmonte y despalme) se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de la flora y fauna silvestre de importancia ecológica de la región. Asimismo, se implementará un Procedimiento de desmonte direccionado para evitar que las áreas que no están sujetas a CUSTF se vean afectadas por la remoción de la vegetación.

Los impactos negativos moderados se esperan se hagan presentes precisamente por la pérdida de vegetación por el desmonte, y por ende refugio para las especies de fauna, especialmente los reptiles y anfibios, especies de lento desplazamiento que tendrán que migrar hacia otro sitio. Por último, en el caso de los impactos negativos altos se presentarán por el cambio de uso del suelo por el desmonte y despalme que traerá como consecuencia la perdida de especies de flora silvestre, perdiendo todas las características de la misma, el paisaje también será afectado en grado alto, ya que, en el entorno existe abundante flora que crea una calidad paisajística alta, la cual será retirada completamente.

Se espera un también un 13 %, 7 % y 13 % de impactos positivos bajos, moderado y altos respectivamente derivados de las acciones de rescate y reubicación de fauna y flora.

En cuanto al bloque de factores socioeconómicos, se manifestará un 100 % de impactos positivos altos, los cuales se presentarán por la generación de empleos y la contratación de personal para las diferentes actividades de la etapa de preparación del sitio.

En la ETAPA DE CONSTRUCCIÓN se destaca para el bloque de indicadores abióticos, que el 78 % de los impactos serán negativos bajos, mientras que 22 % de los impactos será negativos moderados, se presentarán de manera directa en el suelo provocando su compactación.

En cuanto al bloque de indicadores bióticos, se espera que el 87 % de los impactos sean negativos bajos, y que el 13 % de los impactos restantes sean negativos moderados; se esperan daños a la cobertura vegetal del predio, dando como consecuencia la reducción del hábitat de especies de fauna, siendo este el impacto negativo moderado correspondiente en la evaluación.

Los factores socioeconómicos se manifestarán con el 67 % de los impactos positivos bajos y 33 % de impactos positivos moderados. Los impactos positivos se manifestarán principalmente por la generación de empleos, demanda de insumos y servicios, y mejora en la calidad de vida de los pobladores y familias del municipio se enmarcan en la misma tendencia que en la etapa de preparación.

En la ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, en cuanto al bloque de indicadores abióticos, se tiene que 67 % de los impactos serán positivos bajos y 33 % de los impactos serán negativos bajos.

Los impactos positivos bajos serán ocasionados por el mantenimiento preventivo a maquinaria y equipo, lo que ocasionará una disminución en los niveles de emisiones de contaminantes producidos por los escapes de los vehículos y maquinaria de combustión interna, que a la postre, se verá reflejado en un ambiente más limpio y saludable.

En cuanto a los factores bióticos, es destacable que el 100 % de los impactos tendrán un efecto positivo bajo. Los impactos positivos bajos se generarán por el mantenimiento de las áreas verdes lo cual repercute en una generación continua de germoplasma de especies nativas y al ofrecer refugio y alimento a la fauna silvestre de la zona.

En el caso de los impactos negativos bajos que podrían ocasionarse se generarán por el mayor tránsito de personas por el camino de acceso y de algunos vehículos y con la posibilidad de afectar a la fauna, tales como algunos reptiles y anfibios, que podrían sufrir atropellamiento.

Para la misma etapa, el bloque de factores socioeconómicos reflejará un 100 % de impactos positivos bajos. El impacto positivo bajo estará conformado la contratación de personal para las actividades como el mantenimiento tanto de áreas verdes, vialidades y demás obras, lo que trae consigo el requerimiento de servicios y el aumento en la calidad de vida de los pobladores.

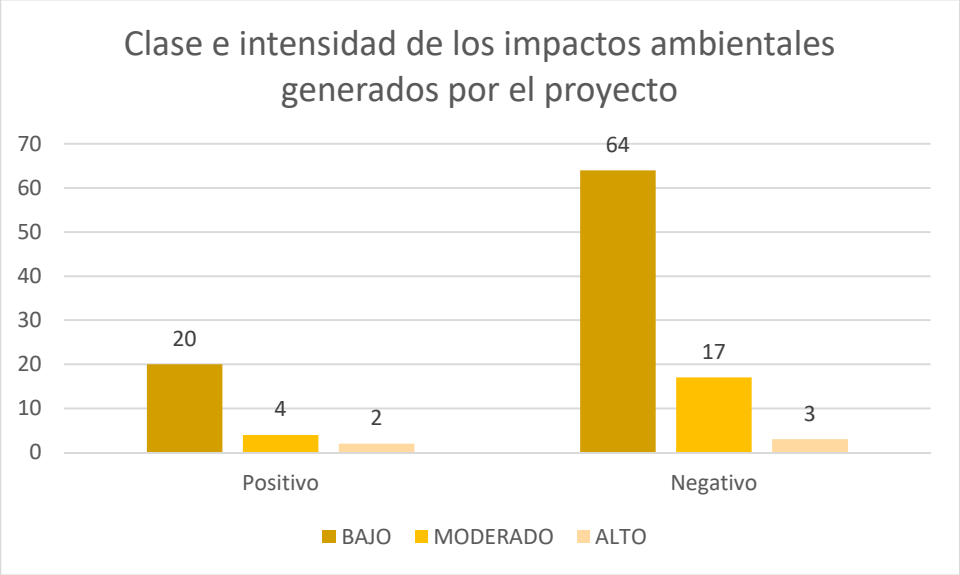


Figura V. 1 Clase e intensidad de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio.

De MANERA GENERAL, el proyecto en sus diferentes etapas producirá las siguientes los siguientes impactos de acuerdo a los criterios de: Clase e intensidad de Impactos ambientales.

Tabla V. 6 Clasificación de Impactos de acuerdo a clase e intensidad.

CLASE	INTENSIDAD		
	BAJO	MODERADO	ALTO
Positivo	20	4	2
Negativo	64	19	3

Como se puede observar en la figura siguiente el mayor número de impactos negativos identificados son los de intensidad baja 64 (58.2 %). Le siguen los impactos moderados 17 (15.5 %) y por último 3 impactos negativos alto (2.7 %). Por otro lado, en cuanto los impactos positivos (empleos, y mantenimiento principalmente), el positivo-bajo es el que generara mayores impactos con 20 unidades de impacto (18.2 %), el moderado 4 (3.6 %) y alto 2 (1.8 %). Estos impactos son los más importantes y que se observaran de manera global en el proyecto bajo estudio.

En resumen, evidentemente se generará un gran número de impactos ambientales mismos que serán de intensidad baja. Asimismo, se generará una cantidad importante de impactos positivos que corresponderá a la generación de empleos para personas del municipio, por la demanda de insumos y servicios por el personal contratado para el proyecto y que traerá como consecuencia una mejora en la calidad de vida de los pobladores y familias del municipio. Asimismo, estos impactos se deben a las actividades de

mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo como a las actividades de reubicación de flora y fauna y la revisión y monitoreo de los mismos.

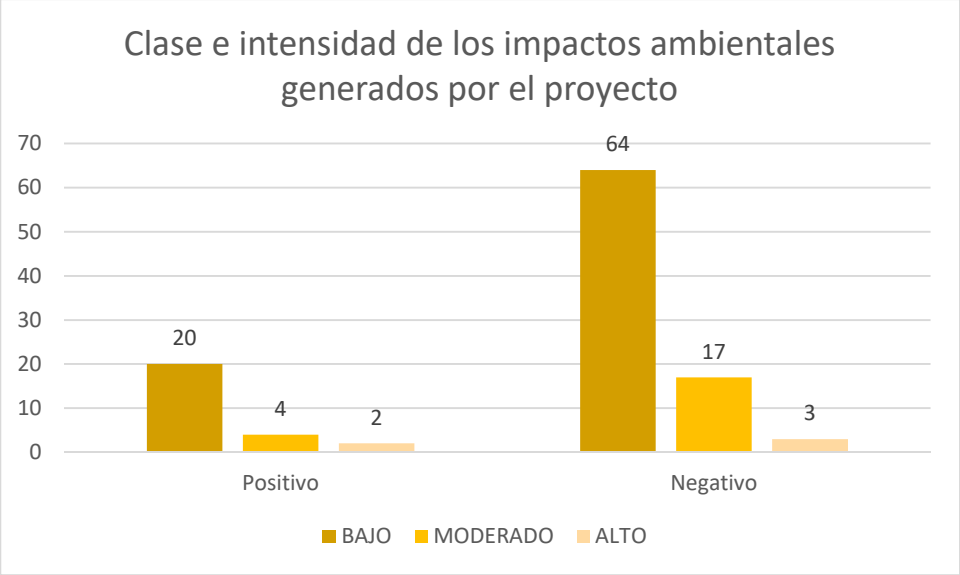


Figura V. 2 Clase e intensidad de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio.

En el Anexo 8 se presenta la matriz de interacción en la que se destaca la Capacidad de recuperación y Extensión de los efectos de los impactos ambientales.

En la siguiente tabla se presenta un resumen para los criterios Capacidad de recuperación y Extensión.

Tabla V. 7 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Capacidad de Recuperación y Extensión (unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental).

FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL (COMO BLOQUE) SEGÚN EL CRITERIO CLASE, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL		ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO					
		PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
		SEGÚN CRITERIO INTENSIDAD, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL					
		Puntual	Extenso	Puntual	Extenso	Puntual	Extenso
Abióticos	Reversible	24	2	31	0	5	0
	Irreversible	0	0	0	0	0	0
Bióticos	Reversible	8	12	0	8	0	0
	Irreversible	0	0	0	0	0	0
Socio-económicos	Reversible	2	1	3	1	3	0
	Irreversible	0	0	0	0	0	0

Como puede observarse en la tabla anterior, se relacionó la extensión de impacto con la capacidad de recuperación de sistema. A continuación, se presenta la caracterización de los impactos ambientales a través de las diferentes etapas del proyecto, tal como a continuación se puede observar:

Para la etapa de PREPARACIÓN DEL SITIO y el bloque de factores abióticos, 92 % de los impactos ambientales serán puntuales reversibles y 8 % serán extensos reversibles.

En cuanto a los impactos puntuales reversibles tiene que ver con el desmonte y despalme sobre las características fisicoquímicas y la calidad del agua que se verá afectada por el empleo de maquinaria, se consideran reversibles pues cuentan con medida de compensación, en el caso de la vegetación, como medida de compensación se contempla el establecimiento de áreas verdes dentro del predio, áreas en las que se reubicarán los individuos sujetos a rescate previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo.

Por otro lado, los impactos extensos reversibles, se identificaron sobre el factor aire por el empleo de maquinaria que genera emisiones de gases contaminantes y ruidos que se prevén se extiendan a mas allá de las colindancias del sitio.

Por su parte los factores bióticos, se tiene que 40 % de los impactos ambientales serán puntuales y reversibles y 60 % extensos reversibles.

En cuanto a los impactos reversibles, se deberá a que los indicadores como la cobertura vegetal, fauna silvestre (reptiles, aves y mamíferos, su reducción de hábitat) serán retirados y ahuyentados durante esta etapa para posteriormente ser reubicados en un sitio destinado para ello, además que al término del proyecto se hará la restauración del sitio, por lo que las especies podrán manifestarse en el área nuevamente.

Para los impactos puntuales irreversibles, se generarán sobre los indicadores flora, que tendrá que ser irremediablemente removida en su totalidad en las áreas estrictamente establecidas), impactando a su vez al paisaje por la ausencia de la flora que solía crear una alta calidad paisajística.

Se destaca que, de llevar a cabo el CUSTF (desmonte y despalme) se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de la flora y fauna silvestre de importancia ecológica de la región. Asimismo, se implementará un Procedimiento de desmonte direccionado para evitar que las áreas que no están sujetas a CUSTF se vean afectadas por la remoción de la vegetación.

Referente a los factores socioeconómicos, el 67 % serán puntuales y reversibles, mientras que el 33 % serán extensos y reversibles; ya que si bien, el proyecto en esta etapa generará fuentes de empleos, estos solo estarán vigentes mientras se desarrolla las obras.

Respecto a la ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, para el bloque de indicadores abióticos, se tiene que el 100% puntual reversible. Esto se debe a que los impactos generados sobre el medio abiótico se deberán principalmente al uso de la maquinaria para la construcción de vialidades y demás obras, ocasionando emisiones de gases, partículas y ruido, no obstante, dichos impactos durarán únicamente el período de tiempo que se requiera para concluir la etapa de construcción. Se aplicarán medidas de prevención, mitigación y compensación para combatir dichos impactos negativos, tal como la revisión y mantenimiento preventivo de toda la maquinaria que ingrese al predio.

El bloque de indicadores bióticos presentó un 100 % de impactos extensos reversibles.

En cuanto al bloque de factores socioeconómicos, se destaca que el 75% de los impactos serán Puntuales reversibles y el 25% extensos reversibles, estos se deben a la generación de empleo al igual que en la etapa de preparación, sin embargo, la demanda de insumos, comercios o servicios, manifiesta de manera menos marcada, pues estas obras de albañilería se construirán durante un lapso de tiempo corto.

Para la etapa de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, el bloque de indicadores abióticos, manifestó un 100% de impactos ambientales puntuales reversibles. Los impactos puntuales reversibles se presentarán por la disminución de la posible alteración de

las características fisicoquímicas del suelo y la calidad del agua subterránea debida al mantenimiento preventivo a maquinaria y la disposición correcta de los residuos.

Referente al bloque de indicadores bióticos, se manifestará un 100% de impactos puntuales y reversibles.

En cuanto a los factores socioeconómicos, se espera un 100% de impactos puntuales reversibles. Los impactos puntuales reversibles son los referentes a la contratación de personal de mantenimiento y limpieza. Mientras que los impactos extensos y reversibles son los referentes al mantenimiento preventivo y correctivo, y la generación y manejo de residuos sólidos que indudablemente generaran fuentes de empleo, requerimientos de insumos y servicios y la mejora en la calidad de vida de los pobladores del municipio.

De MANERA GENERAL, el proyecto en sus diferentes etapas producirá las siguientes los siguientes impactos de acuerdo a los criterios de: Capacidad de recuperación y extensión de Impactos ambientales.

Tabla V. 8 Relación entre los impactos según su capacidad de recuperación y extensión.

EXTENSIÓN	CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN	
	REVERSIBLES	IRREVERSIBLES
Puntual	76	0
Extenso	24	0

En la siguiente figura se muestra que la mayor parte de los impactos serán puntuales y reversibles 76 (76 %), y por último los extensos reversibles 24 (24%).

Con base a lo anterior, se puede indicar que si bien existe un gran número de impactos ambientales que se generarán por el proyecto, estos serán reversibles mediante la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación, y actividades destinadas a prevenir y mitigar dichos impactos.

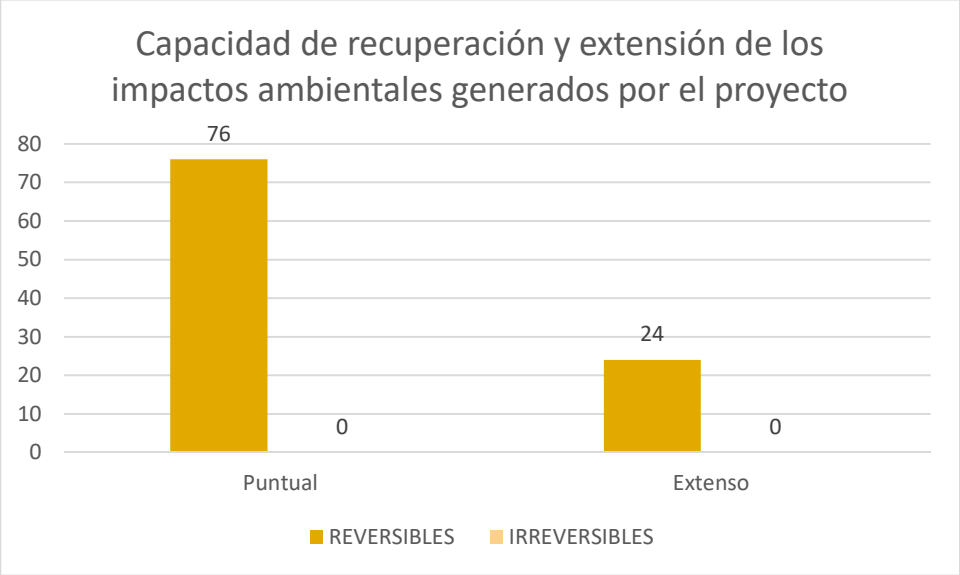


Figura V. 3 Extensión y Capacidad de recuperación de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio.

En el Anexo 8 se presenta la matriz de interacción en la que se destacan los criterios de permanencia y tipo de los efectos de los impactos ambientales.

En la siguiente tabla se presenta un resumen para los criterios de Permanencia y Tipo.

Tabla V. 9 Resumen de resultados de la matriz de interacción entre los criterios Permanencia y Tipo (unidades manejadas como Unidad de Impacto Ambiental).

FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL (COMO BLOQUE) SEGÚN EL CRITERIO PERMANENCIA, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL		ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO								
		PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
		SEGÚN CRITERIO TIPO, EN UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL								
		P	S	A	P	S	A	P	S	A
Abióticos	Temporal	29	0	0	32	0	0	4	0	0
	Reincidente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Permanente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bióticos	Temporal	21	0	0	5	0	0	4	0	0
	Reincidente	0	0	4	0	0	3	0	0	0
	Permanente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socio-económicos	Temporal	2	0	0	1	0	0	3	0	0
	Reincidente	3	0	0	3	0	0	0	0	0
	Permanente	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Como puede observarse en la tabla anterior, se relacionó la permanencia del impacto con el tipo de impacto. A continuación, se presenta la caracterización de los impactos ambientales a través de las diferentes etapas del proyecto:

Para la etapa de PREPARACIÓN DEL SITIO y el bloque de factores abióticos, el 100 % de los impactos ambientales serán primarios temporales, esto se debe a que durante esta etapa el principal componente afectado será el aire, a causa del uso de maquinaria para las actividades de desmonte y despalme.

Por su parte, en cuanto a los factores bióticos, se tiene que el 84% de los impactos ambientales serán primario-temporales, y 16% reincidente-acumulable. En el caso de los primeros se tiene que se presentarán por el desmonte y despalme y las repercusiones de esta sobre la fauna, serán temporales pues se consideran áreas destinadas como verdes en donde se dejará vegetación que no interfiera con el diseño de proyecto, así como la reubicación de especies en un sitio destinado para ello donde se llevará a cabo un monitoreo y vigilancia periódicos. Para los impactos primario-reincidentes, se trata principalmente de la reducción de los hábitats de la fauna. Por ello se vigilará diariamente que se realice un recorrido para detectar la presencia de estos organismos de lento desplazamiento y dichos ejemplares serán ayudados a trasladarse a zonas aledañas.

En cuanto al bloque de factores socioeconómicos el 40 % de los impactos serán primarios-temporales. Los impactos consisten principalmente en una mayor demanda de insumos y servicios, y por consecuente, una mejora en la calidad de vida de esta región. Por otro lado, en cuanto a los impactos primarios-reincidentes, que corresponderán al 60 %, se presentarán por la generación de empleos y contratación de personal para esta etapa del proyecto.

Respecto a la ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, para el bloque de indicadores abióticos, se tiene que el 100% serán impactos primarios-temporales. Ya que las principales actividades realizadas en esta etapa corresponden a construcciones provisionales principalmente, los impactos que se generarán estarán relacionados con el uso frecuente de maquinaria y diferentes equipos, a causa de esto, el componente ambiental se vería afectado debido a las emisiones de gases a la atmósfera, a las emisiones de partículas y el aumento de los niveles de ruido. Sin embargo, dichos impactos serán temporales, puesto que, al finalizar las

actividades de construcción, cada uno de los indicadores ambientales volverá a su línea base previo al comienzo de las actividades de construcción.

En cuanto a los indicadores bióticos, se tiene que el 63 % de los impactos serán primarios-temporales, que corresponden al impacto de las construcciones sobre el componente flora; mientras que el otro 37 % serán acumulables-reincidentes.

En cuanto al bloque de factores socioeconómicos, se destaca que el 25 % de los impactos serán primario-temporales y 75 % serán primario-reincidentes. En el primer tipo de impactos se presentarán por la contratación de personal y que demandaran a su vez servicios que permitirá mejorar la calidad de vida de la región.

Para la etapa de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, el bloque de indicadores abióticos, manifestó un 100% impactos ambientales primario-reincidentes.

Los impactos primario-reincidentes se deberán al acarreo y transporte del material hacia donde se requiera de manera periódica, generando emisiones a la atmosfera por el uso de vehículos que, a su vez, serán minimizadas por su mantenimiento de igual manera se llevará a cabo periódicamente.

Los impactos primario temporales se presentarán en consecuencia de la recolección y correcta disposición de residuos, mientras que los impactos primarios permanentes se presentarán.

Referente al bloque de indicadores bióticos, se manifestará un 100 % de impactos primario-temporales. Los primeros se enfocan al mantenimiento de las áreas verdes y vialidades y a la recolección de residuos que impactará sobre el paisaje de manera temporal.

En cuanto a los factores socioeconómicos, se espera un 100% de impactos primarios temporales.

Los impactos primarios reincidentes se presentarán por el mantenimiento a áreas verdes, así como el mantenimiento preventivo y correctivo de caminos de acceso, vehículos y maquinaria, además, al igual que en las demás etapas del proyecto se deberán a la generación de residuos sólidos y líquidos. Lo anterior generará fuentes de empleo, demandará mayores servicios y permitirá tener una mejor calidad de vida de la población. Los impactos primarios temporales se generarán por la recolección y disposición de residuos sólidos generando impactando en la calidad de vida de los trabajadores.

De MANERA GENERAL, el proyecto en sus diferentes etapas producirá las siguientes los siguientes impactos de acuerdo a los criterios de: Permanencia y tipo de Impactos ambientales.

Tabla V. 10 Relación entre los impactos según su permanencia y tipo.

	TIPO		
PERMANENCIA	PRIMARIO	SINÉRGICO	ACUMULATIVO
Temporal	101	0	0
Reincidente	6	0	7
Permanente	0	0	0

Como se puede observar en la figura siguiente la gran mayoría de los impactos serán de tipo primario temporal 101 (88.6 %), seguidos por los impactos acumulativos-reincidentes 7 (6.1 %). También se observarán, en menor medida, impactos primarios-reincidentes 6 (5.3 %).

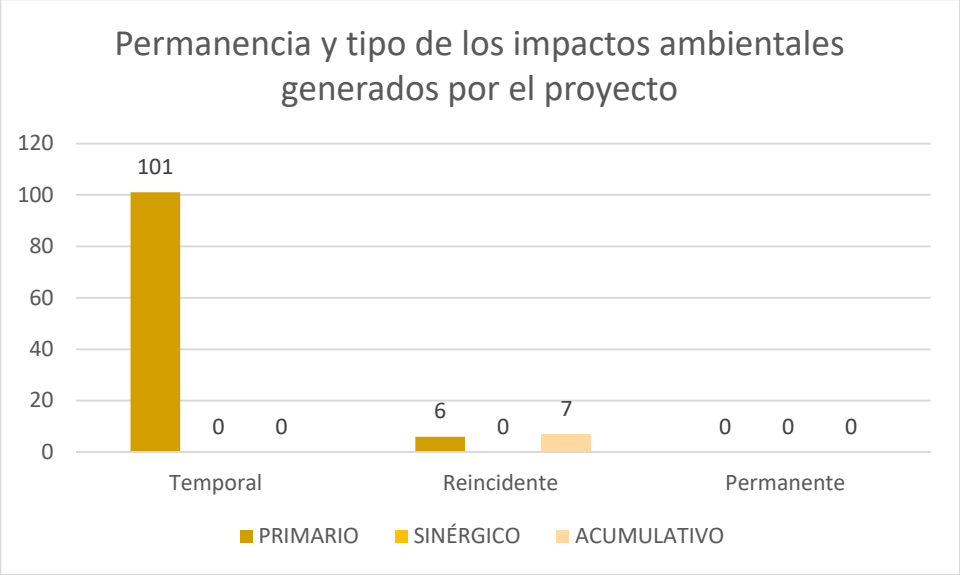


Figura V. 4 Permanencia y tipo de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio.

De acuerdo con la valorización de impactos realizada, se determinó que, la etapa en la que se presentarán la mayor cantidad de impactos sería la etapa de preparación de sitio, seguida de la etapa de construcción y por último, la operación y mantenimiento del proyecto.

Durante la etapa de preparación de sitio se presentarán la mayor cantidad de impactos, no obstante, como se observa en la siguiente gráfica, de acuerdo con el criterio según la clase e intensidad de los impactos, el 62 % serán bajos, de los cuales el 58 % del total son negativos y el 4 % del total son positivos; en cuanto a impactos ambientales moderados, estos representan el 30 %, de los cuales, el 20 % del total son negativos y el 10 % son positivos; por último, el 8 % serán impactos ambientales altos, en su totalidad positivos.

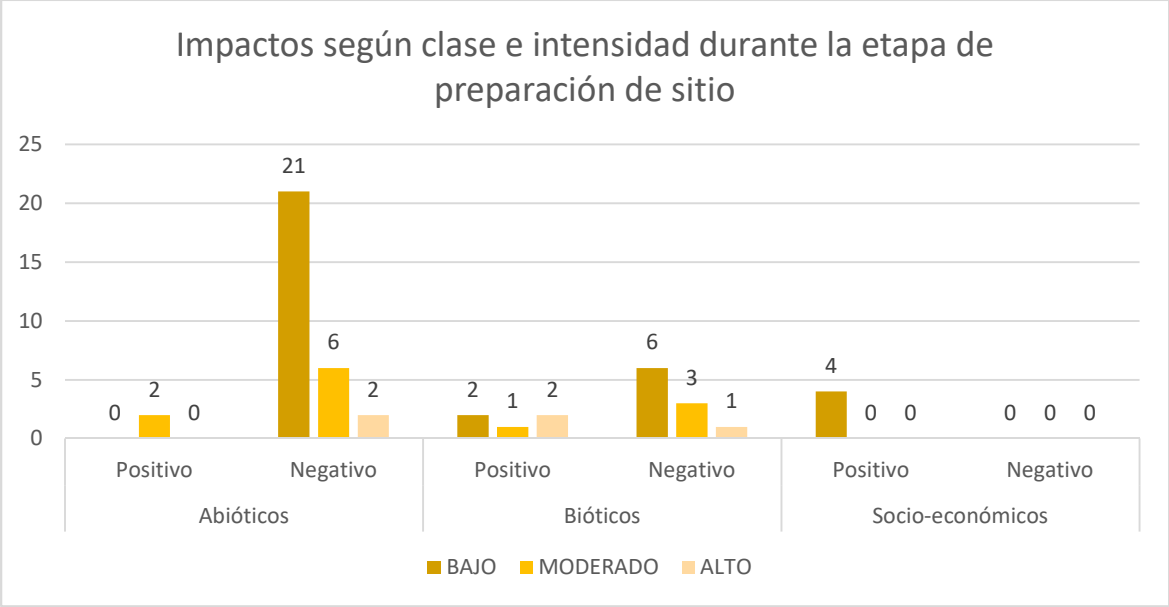


Figura V. 5 Impactos según clase e intensidad durante la etapa de preparación de sitio.

En cuanto al criterio de extensión y recuperación durante esta etapa, el 100% de ellos son reversibles, y en su mayoría (69.39 %) son puntuales. Se remarca que todos cuentan con medidas de mitigación, prevención o compensación.

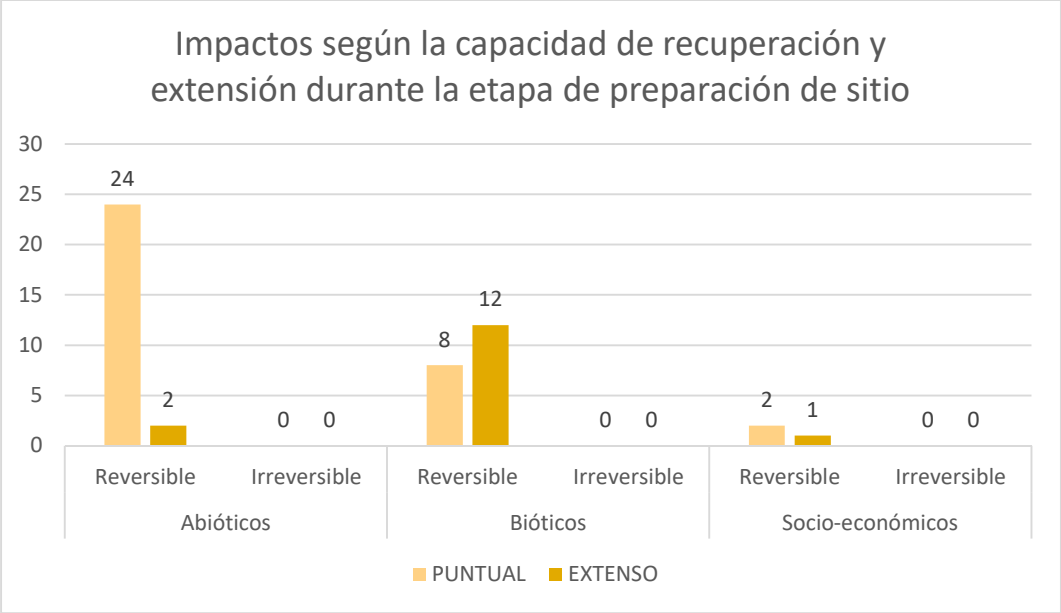


Figura V. 6 impactos según su extensión y recuperación durante la etapa de preparación de sitio.

Mientras que, en la siguiente gráfica de impactos según los criterios de tipo y permanencia durante la etapa de preparación del sitio, el 11.86 % de los impactos son reincidentes, 88.14 % temporales. Para el caso de los impactos reincidentes el 5.08 % son puntuales y el 6.78 % acumulables, estos impactos se deben al mantenimiento de áreas verdes, del uso de maquinaria y equipo, y la recolección y disposición de residuos que se estarán llevando a cabo de manera periódica. Respecto a los impactos temporales, el 100 % son puntuales.

No se localizan impactos permanentes dentro de esta etapa del proyecto.

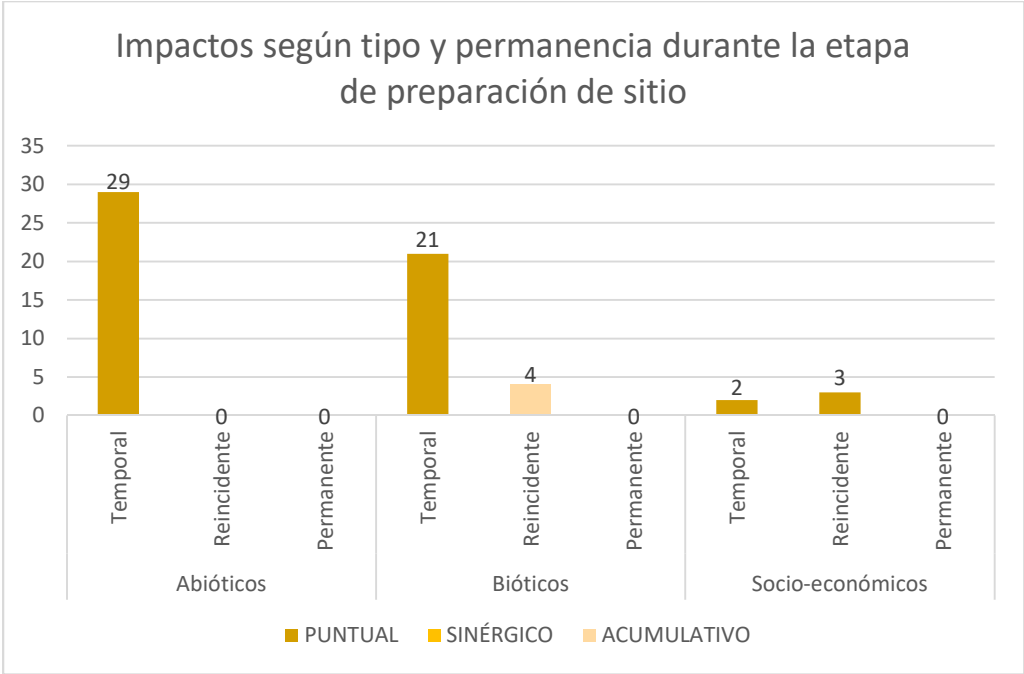


Figura V. 7 Impactos según su tipo y permanencia durante la etapa de preparación de sitio.

Cabe mencionar que el número de impactos que se presentan durante esta etapa, a pesar de ser el más grande, se trata en su mayoría de impactos que serán positivos por el implemento del mantenimiento de maquinaria y equipo, de áreas verdes y la recolección y adecuada disposición de residuos.

Es destacable también el número de impactos durante la etapa de construcción, que se detalla en las siguientes graficas:

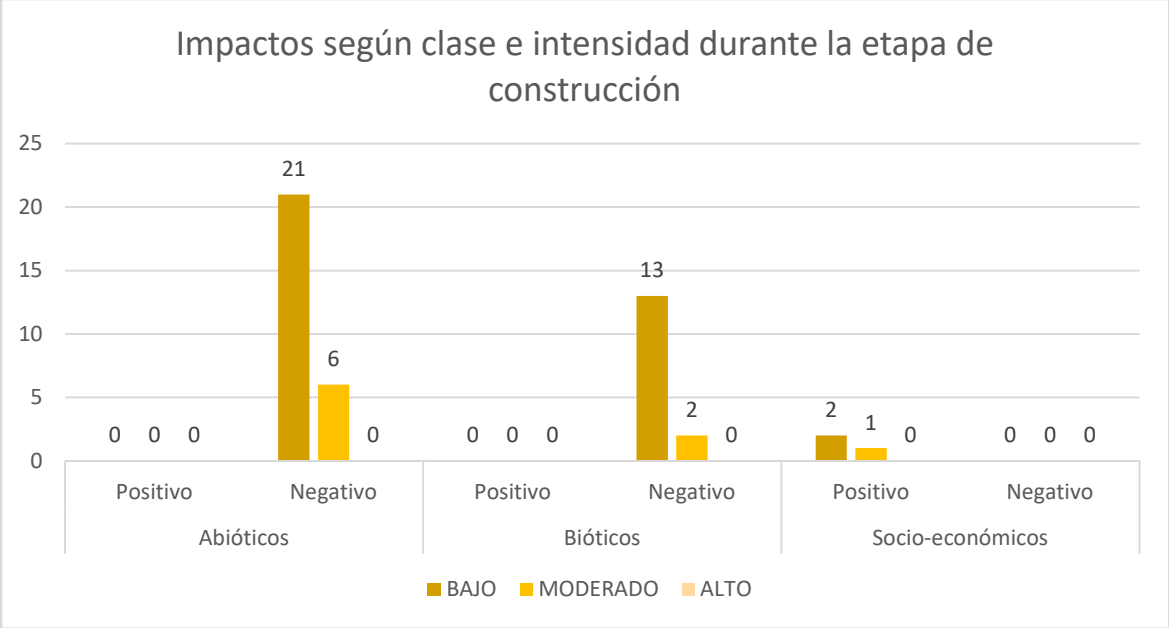


Figura V. 8 Impactos según clase e intensidad durante la etapa de construcción del proyecto.

El 60 % del total de los impactos son bajos, de los cuales todos son negativos. Los impactos moderados representan el 33.33 %, de estos todos son negativos. Finalmente, los impactos altos representan el 6.67 %, no obstante, todos son positivos, siendo debido al beneficio socio-económico generado por la ejecución del proyecto.

En esta etapa, actividades como el desmonte y despalme repercutirán directamente sobre el medio biótico, así como con componentes del medio abiótico como el suelo. Cabe destacar que se ejecutarán medidas de prevención, mitigación y compensación ante los impactos que se generarán, entre ellas el establecimiento de áreas verdes en el predio, en donde se mantendrán la vegetación y suelos naturales, sitios en los que se seguirán prestando servicios ecosistémicos. Aunado a esto, se ejecutará un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre que será afectada por el CUSTF y un Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.

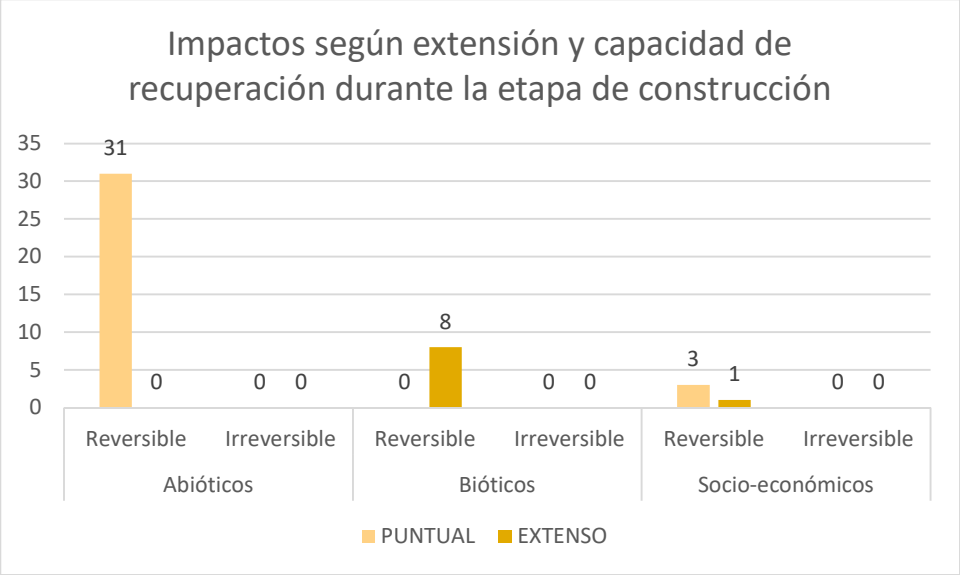


Figura V. 9 Impactos según su extensión y recuperación durante la etapa de construcción del proyecto.

De los impactos que se presentarán, el 79.07 % serán puntuales, todos reversibles, mientras que el 20.93 % del total de impactos serán extensos 100% reversibles

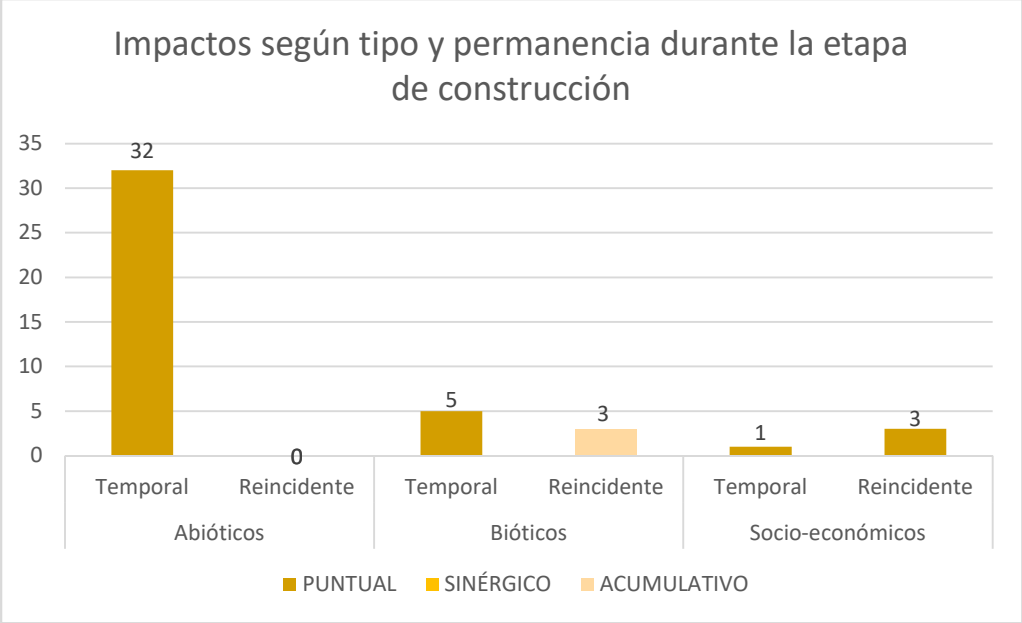


Figura V. 10 Impactos según tipo y permanencia durante la etapa de preparación del sitio del proyecto.

El 86.36 % de los impactos son temporales estos a su vez son puntales en un 100 %. Mientras que el 13.64 % del total de los impactos son reincidentes, de los cuales, el 50 % son puntuales y el otro 50 % son acumulativos.

No se esperan impactos permanentes, ni sinérgicos durante esta etapa del proyecto.

De igual manera, se presentan los resultados de la etapa de operación y mantenimiento, en la que se generarán la menor cantidad de impactos ambientales.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se presentarán la menor cantidad de impactos, no obstante, como se observa en la siguiente gráfica, de acuerdo con el criterio según la clase e intensidad de los impactos, el 100 % serán bajos, de los cuales el 80 % del total son positivos y el 20 % del total son negativos.

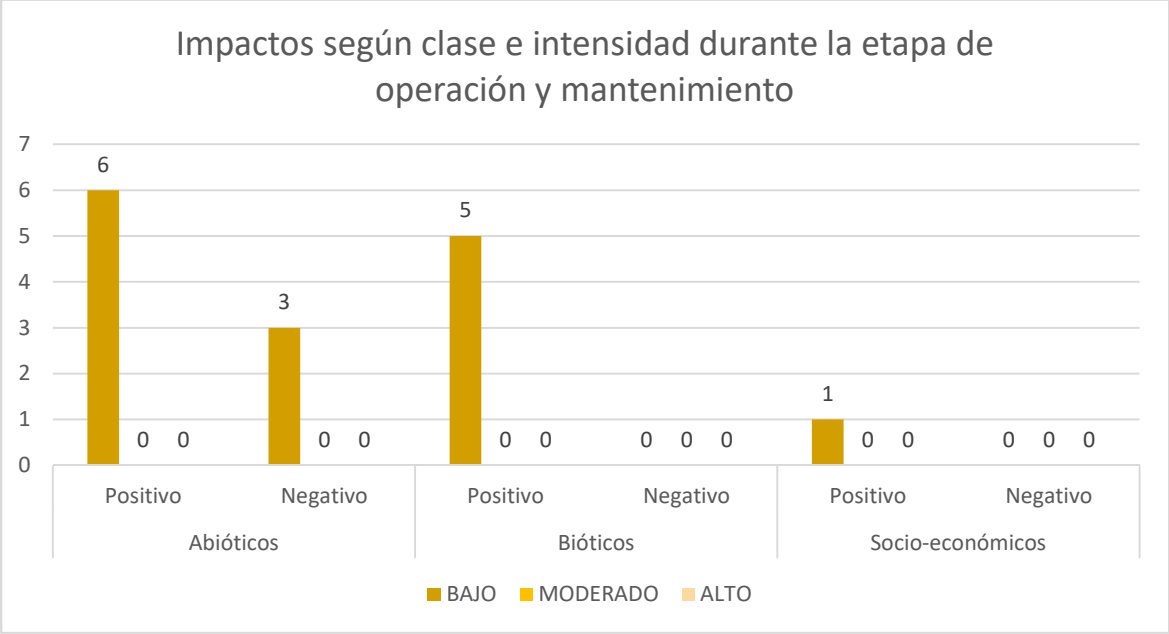


Figura V. 11 Impactos según clase e intensidad durante la etapa de operación y mantenimiento.

En cuanto al criterio de extensión y capacidad de recuperación durante esta etapa, el 100% de ellos son reversibles, y en su totalidad 100 % son puntuales. Se remarca que todos cuentan con medidas de mitigación, prevención o compensación.

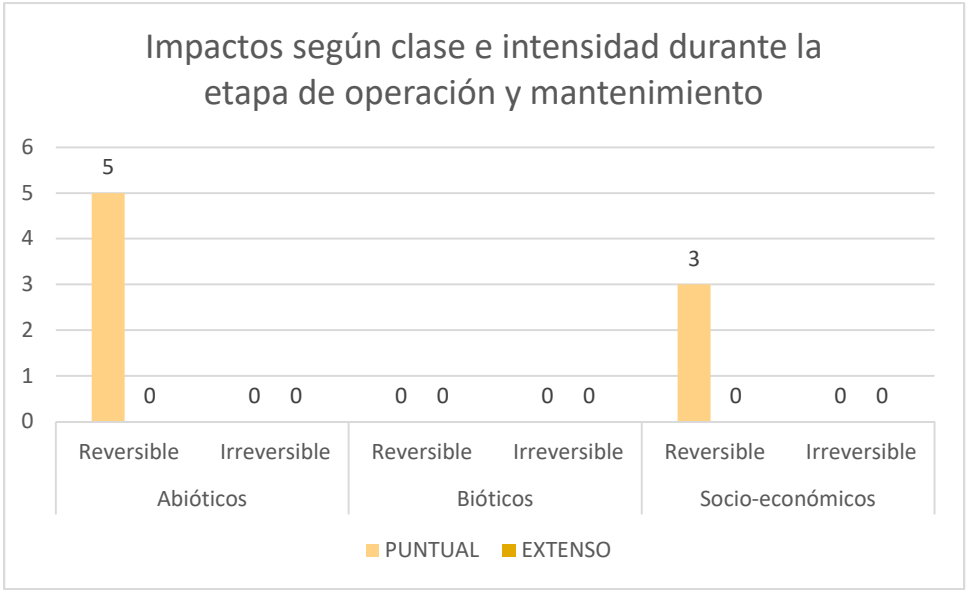


Figura V. 12 impactos según su extensión y recuperación durante la etapa de operación y mantenimiento.

Mientras que, en la siguiente gráfica de impactos según los criterios de tipo y permanencia durante la etapa de operación y mantenimiento, el 100 % de los impactos son temporales. Estos son puntuales en su totalidad. Como se observa en la gráfica, no se generarán impactos ambientales reincidentes, así como no se generarán impactos sinérgicos ni acumulativos.

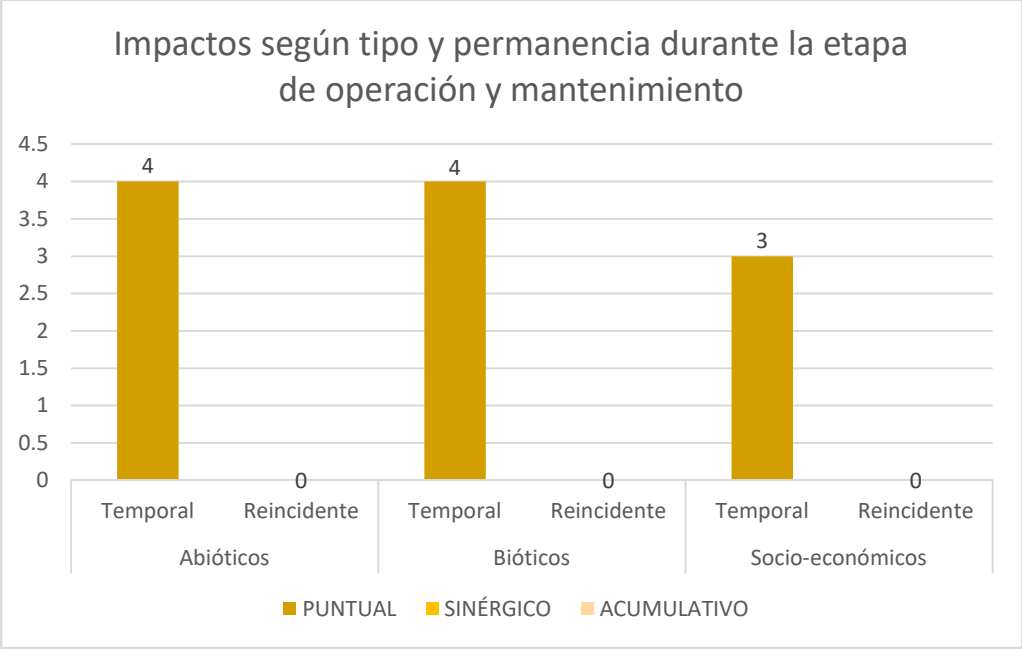


Figura V. 13 Impactos según su tipo y permanencia durante la etapa de operación y mantenimiento.

Cabe mencionar que el número de impactos que se presentan durante esta etapa, se trata en su mayoría de impactos que serán positivos, debido a la generación de empleos, al mantenimiento de las áreas verdes, entre otras actividades que favorecerán principalmente al medio socio-económico.

V.3 Conclusiones

Las etapas descritas anteriormente serán las que generarán la mayor cantidad de impactos. Sin embargo, la etapa de preparación del sitio es donde se presentarán mayormente impactos negativos, por motivo del cambio de uso de suelo, a pesar de ello, en su mayoría esos impactos son puntuales y reversibles, y se espera que mediante las medidas de prevención y mitigación se reduzcan los posibles impactos y sus efectos. De acuerdo a las actividades que involucran este proyecto, los elementos que se verán más afectados por el desarrollo de este proyecto serán: flora, fauna, suelo y aire.

El sistema ambiental antes del proyecto presenta un estado ambientalmente compatible considerando las características de la zona. Por lo que este sistema se encuentra en óptimas condiciones para el desarrollo de dicho proyecto. Durante el desarrollo del proyecto se considera que el sistema se encontrará en un ambiente moderado, como se mencionó en párrafos anteriores, hay interacciones cuyos impactos negativos moderados, sin embargo, también se identificaron impactos negativos irrelevantes, sin embargo, los componentes socioeconómicos se verán impactados principalmente de manera positiva, ya que se crearán empleos temporales y se requerirá de servicios por lo que aumentará la derrama económica en la zona de influencia al proyecto. Durante las diferentes etapas del proyecto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, las actividades que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del sistema ambiental, por lo que el proyecto se considera compatible y ambientalmente viable para su ejecución, considerando su ubicación, niveles de impacto existentes en el predio actualmente, así como las características del paisaje; condicionado a la aplicación de medidas de mitigación o compensación de los impactos generados en cada etapa del proyecto que se indican en el Capítulo VII.

CONTENIDO

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 1
VI.1 Justificación técnica que motive la autorización excepcional del cambio de uso de suelo 1
VI.2 Justificación económica que motive la autorización excepcional del cambio de uso de suelo 72
VI.3 Justificación social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo 73

TABLAS

Tabla VI. 1 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q) 3
Tabla VI. 2 Listado de especies registradas. 6
Tabla VI. 3 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato de epífitas y cactáceas. 9
Tabla VI. 4 Tabla del índice de Completitud del estrato de epífitas y cactáceas. 10
Tabla VI. 5 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo. 10
Tabla VI. 6 Tabla del índice de Completitud del estrato arbustivo 11
Tabla VI. 7 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbóreo. 11
Tabla VI. 8 Tabla del índice de Completitud del estrato arbóreo. 11
Tabla VI. 9 Estimación del VIR de las especies del estrato de epífitas y cactáceas. 12
Tabla VI. 10 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato de epífitas y cactáceas. 13
Tabla VI. 11 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato de epífitas y cactáceas. 13
Tabla VI. 12 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo. 13
Tabla VI. 13 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del SA. 14
Tabla VI. 14 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo. 15
Tabla VI. 15 Estimación del VIR de las especies del estrato arbóreo. 15
Tabla VI. 16 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio. 16
Tabla VI. 17 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbóreo. 16
Tabla VI. 18 Especies registradas en el ESTRATO DE EPÍFITAS Y CACTÁCEAS del SA y del predio. 18
Tabla VI. 19 Riqueza y diversidad en el estrato de epífitas y cactáceas del SA y predio en donde se pretende el CUSTF. 18
Tabla VI. 20 Especies registradas en el estrato ARBUSTIVO del SA y del predio. 19
Tabla VI. 21 Riqueza y diversidad del estrato arbustivo en el SA y predio. 19
Tabla VI. 22 Especies registradas en el estrato ARBÓREO del SA y del predio. 20
Tabla VI. 23 Riqueza y diversidad en el estrato arbóreo del SA y el predio. 20
Tabla VI. 24 Coordenadas de los transectos de muestreo para fauna. 22
Tabla VI. 25 Riquezas y abundancias de los diferentes grupos registrados durante el trabajo de campo en el polígono del proyecto. 23
Tabla VI. 26 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México 28
Tabla VI. 27 Valores de erosionabilidad del suelo. 28
Tabla VI. 28 Factor C para pastizales, agostaderos y terrenos en descanso (vegetación permanente). 32
Tabla VI. 29 Factor C para bosques no disturbados. 32
Tabla VI. 30 Datos meteorológicos cercanos al área sujeta al CUSTF. 33
Tabla VI. 31 Valores de erosionabilidad de los suelos (K). 35
Tabla VI. 32 Valores del factor C para terrenos en descanso (vegetación permanente) 36
Tabla VI. 33 Valores del factor C sin CUSTF y con CUSTF. 37
Tabla VI. 34 Valores de la EUPS utilizados para el escenario sin CUSTF. 38
Tabla VI. 35 Tasas y volumen de erosión hídrica actual en el área de CUSTF. 38
Tabla VI. 36 Valores de la EUPS utilizados para el escenario con CUSTF 39
Tabla VI. 37 Tasas y volumen de erosión hídrica potencial en el área de CUSTF. 39
Tabla VI. 38 Tipos de suelos calcáreos. 41
Tabla VI. 39 Valores para la textura de suelos no calcáreos. 41
Tabla VI. 40 Valores para la textura de suelos calcáreos. 41
Tabla VI. 41 Valores para el cálculo de CAUSO 41
Tabla VI. 42. Valores para el cálculo de CAUSO 45
Tabla VI. 43. Estaciones meteorológicas utilizadas para estimar IAVIE 49
Tabla VI. 44. Tipos de suelos en el área de CUSTF y su fase 50

Tabla VI. 45. Valores de CAUSO antes del CUSTF y con CUSTF 50
Tabla VI. 46. Factores para la estimación de la erosión eólica sin CUSTF 50
Tabla VI. 47. Tasas y volumen de erosión eólica actual en el área de CUSTF 50
Tabla VI. 48. Valores de CAUSO después del CUSTF. 51
Tabla VI. 49. Factores para la estimación de la erosión eólica con CUSTF. 51
Tabla VI. 50. Tasas y volumen de erosión eólica potencial en el área de CUSTF 52
Tabla VI. 51. Erosión hídrica y eólica dentro del área de CUSTF. 53
Tabla VI. 52. Recuperación de las tasas y volumen de erosión hídrica en el área de reforestación y reubicación de flora. 54
Tabla VI. 53. Recuperación de las tasas y volumen de erosión eólica en el área de reforestación y reubicación de flora. 54
Tabla VI. 54 Erosión a mitigar dentro del área de CUSTF. 57
Tabla VI. 55 Densidades de carbono por uso del suelo/clase de cobertura en México: 58
Tabla VI. 56 Captura de carbono en los escenarios 1 y 2. 59
Tabla VI. 57 Captura de carbono en los escenarios 3. 59
Tabla VI. 58 Resultado del análisis de la calidad del agua en pozos cercanos al área del proyecto. 60
Tabla VI. 59. Valores de “K” para el Coeficiente de Escurrimiento 64
Tabla VI. 60. Valores de precipitación anual de las estaciones analizadas para el área de CUSTF. 66
Tabla VI. 61. Temperatura media anual registrada en la estación meteorológica 3135 LA CANDELARIA. 66
Tabla VI. 62. Cálculo del índice de calor (I) para el área de estudio. 67
Tabla VI. 63 Cálculo del ETP del área de estudio en donde se pretende el CUSTF. 67
Tabla VI. 60 Valores de “K” para el Coeficiente de Escurrimiento 68
Tabla VI. 61 Volumen de infiltración actual dentro del polígono de CUSTF. 69
Tabla VI. 62 Estimación del volumen de infiltración una vez realizado el CUSTF. 70
Tabla VI. 63 Comparativa de infiltración en los escenarios 1 y 2. 70
Tabla VI. 64 Infiltración actual de los polígonos donde se realizará la reforestación y reubicación de flora. 70
Tabla VI. 65 Infiltración estimada de en los polígonos donde se realizará la reforestación y reubicación de flora. 71
Tabla VI. 66 Recuperación del volumen de infiltración en el área de reforestación y reubicación con respecto al CUSTF. 71
Tabla VI. 71 RAlgunos datos poblacionales más relevantes para el municipio. 73

FIGURAS

Figura VI. 1 Distribución de los sitios de muestreo en el SISTEMA AMBIENTAL (la cual corresponde a la microcuenca). 3
Figura VI. 2 Especies registradas en cada estrato en los sitios de muestreo. 7
Figura VI. 3 Curva de acumulación de las especies del estrato de epífitas y cactáceas. 8
Figura VI. 4 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo. 8
Figura VI. 5 Curva de acumulación de las especies del estrato arbóreo. 9
Figura VI. 6 Valores de VIR de las especies del estrato de epífitas y cactáceas encontrado dentro del SA. 12
Figura VI. 7 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo. 14
Figura VI. 8 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo dentro del SA. 16
Figura VI. 9 Riqueza florística entre el SA y el predio. 17
Figura VI. 10 Sitios de muestreo de la fauna silvestre en el SA. 23
Figura VI. 11 Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrada en el predio durante las dos temporadas de muestreo. 24
Figura VI. 12 Mapa de las regiones de Erosividad de la lluvia “R” en la República Mexicana (Becerra, 1997). 27
Figura VI. 13 Longitud de la pendiente (λ) Figueroa et al, 1991. 30
Figura VI. 14 Ubicación del área de CUSTF con respecto a la regionalización del factor R (Becerra, 1997). 34
Figura VI. 15 Erosión hídrica estimada por RUSLE (CONAFOR-UACH, 2013). 38
Figura VI. 16 Erosión hídrica potencial según SEMARNAT-UACH, 2003. 39
Figura VI. 17 Grado de la superficie afectada por erosión eólica. Elaboración propia a partir de la Ecuación de Erosión Eólica (Wind Erosion Equation, Woodruff, 1965), adaptado para las condiciones de México por Figueroa, et. al. (1991) y la metodología SEMARNAT-UACh, (2002). 51
Figura VI. 18 Erosión eólica potencial conforme SEMARNAT-UACH, 2002. 52
Figura VI. 19 Ejemplificacion del acomodo de material vegetal, como parte de las obras para ejecutar en el proyecto. 55
Figura VI. 20 Ubicación del proyecto en relación al municipio 73

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

VI.1 Justificación técnica que motive la autorización excepcional del cambio de uso de suelo

REGULACIÓN DEL PROYECTO POR DISPOSICIONES DE LEY EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y FORESTAL.

El proyecto está regulado por las disposiciones del Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), principalmente por las fracciones:

> Fracción VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
> Fracción IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros.

En congruencia con lo anterior, el inciso Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental identifica entre otros las siguientes actividades que se pretenden desarrollar en el predio:

> O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas.
> Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros. Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.

De igual manera el proyecto está regulado por el Artículo 117 y 127 de la LGDFS, tal como sigue:

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales, conforme a los artículos 117 y 127 de la LGDFS prevén que: La Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo…; y que "los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento…"

Por lo anterior y con fundamento en los artículos 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 117 de la LGDFS y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites.

El ACUERDO por el que se unifica la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la evaluación de impacto ambiental, en trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, prevé dos modalidades, la Modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS): Esto es, mediante esta modalidad de se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

La Modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 93 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especie de difícil regeneración.

El ACUERDO prevé que al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo Séptimo del mismo instrumento jurídico. Por lo que el DTU Modalidad B- Particular integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y de cualquier otra obra o actividad del proyecto, que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

Por los motivos antes mencionados se somete a evaluación el presente Documento Técnico Unificado en su Modalidad B Particular. Este documento tiene por objeto justificar la necesidad del cambio de uso de suelo de la superficie solicitada (12.7024 ha), para lo cual se describen las condiciones generales del terreno, sus características físicas y biológicas, las características generales del proyecto, los impactos potenciales a generarse y las medidas de protección, prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generaran por el proyecto.

De manera particular los datos técnicos presentados para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que en resumen son como siguen:

- La biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga.
- La erosión de los suelos se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.
- La capacidad de almacenamiento de carbono se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación.
- 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.

LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS SE MANTENGA.

La flora y fauna silvestres, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra (Zamorano de Haro, 2009[1]).

Para poder comparar la biodiversidad obtenida en el área de CUSTF con la microcuenca (SA), se realizó un muestreo en en 10 puntos de muestreo con parcelas circulares de 3.14 m^2 (r= 1 m) para el estrato herbáceo, de 28.7 m^2 (r= 3 m) para el estrato arbustivo y cuadrantes de 400 m^2 (radio= 11.28 m) para el estrato arbóreo y el de epífitas y cactáceas.

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo realizados en la microcuenca (SA)

[1] Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

Tabla VI. 1 Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

SITIO	COORDENADAS PUNTO CENTRAL	
	X	Y
1	590765.0000	2555614.0000
2	590644.8605	2555601.7654
3	590605.1313	2555583.6996
4	590528.5756	2555677.0109
5	590587.7033	2555704.9370
6	590642.0000	2555671.0000
7	590720.9188	2555590.6018
8	591233.8146	2555135.8074
9	591345.8966	2555045.7057
10	591419.4113	2555015.5977



Figura VI. 1 Distribución de los sitios de muestreo en el SISTEMA AMBIENTAL (la cual corresponde a la microcuenca).

Como parte de los trabajos de gabinete se capturaron los registros de campo en una base de datos mediante el programa Microsoft Office Excel 2010. Posteriormente se procedió a realizar los análisis de composición (riqueza, abundancia), estructura (estimación del Valor de Importancia Relativa (VIR)) y diversidad (estimación del índice de Shannon-Wiener (H') y el índice de Pielou (J´). Los resultados más importantes fueron graficados para tener una visualización del comportamiento de las especies de flora silvestre dentro del área de estudio.

Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m^2) se tomó en cuenta las mediciones de diámetro mayor y diámetro menor en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m^2 que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la COBERTURA ABSOLUTA (C_A) Y COBERTURA RELATIVA (C_R) de las especies presentes en el estrato herbáceo principalmente se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left(\frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

Dónde:
D_1= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).
D_2= Diámetro perpendicular a D_1 (m).

$$C_R = \frac{C_{A_i}}{\sum_{n}^{i=1} C_{A_i}} \times 100$$

Para calcular el ÁREA BASAL ABSOLUTA (AB_A) Y ÁREA BASAL RELATIVA (AB_R) de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizó la siguiente formula:

$$AB_A = \left[\sum_{a=1}^{n} \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

Dónde:
d = Diámetro normal en cm
a = Árbol vivo, desde 1 hasta n

$$AB_R = \frac{AB_A}{\sum_{n}^{i=1} AB_{A_i}} \times 100$$

FRECUENCIA ABSOLUTA (F_A) Y FRECUENCIA RELATIVA (F_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

F_A=Número de cuadros en donde se encontró la especie/Número total de cuadros muestreados.

$$F_R = \frac{F_{A_i}}{\sum_{i=1}^{n} F_A} \times 100$$

DENSIDAD ABSOLUTA (D_A) Y DENSIDAD RELATIVA (D_R). Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

$D_{A=}$ Es el número de individuos de la especie área total muestreada.

$$D_R = \frac{D_{A_i}}{\sum_{i=1}^{n} D_A} \times 100$$

VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR). El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

Para el caso de la estimación del ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H') Y EL ÍNDICE DE PIELOU (J') se obtuvieron con las siguientes formulas:

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

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde H' max= ln (S)

Listado de especies registradas

Como resultado de los muestreos se tiene que dentro del SA se registró 23 especies de plantas pertenecientes a 19 géneros y 12 familias botánicas. Estas especies están distribuidas en el estrato herbáceo (una especie), arbustivo (14 especies) y arbóreo (seis especies). Es importante indicar que existen especies que se repiten entre los diferentes estratos; lo anterior se debe a que las especies se encuentran en diferentes estadios de crecimiento (es decir una especie con forma de vida arbórea puede aparecer a manera de plántulas o ejemplares juveniles en el estrato herbáceo o arbustivo) como parte de los procesos de sucesión de la vegetación, de acuerdo a lo siguiente: Para la estratificación de la comunidad vegetal se tienen las siguientes consideraciones para su agrupación:

La estratificación vegetal se refiere a la distribución que presentan las plantas en los ecosistemas y está determinada por el tamaño y tipo de vida de los organismos. Así, tenemos que los árboles grandes forman el estrato más alto, llamado dosel; los arbustos junto

con algunas hierbas forman el estrato medio, y las plantas herbáceas, que son las que se encuentran cerca del suelo, forman el estrato más pequeño, en resumen, las características de las plantas están dadas por su forma de crecimiento[2].

Por lo tanto, los estratos se clasifican por su crecimiento y no por su forma de vida, cuya definición es la siguiente: Forma vital (forma de vida) o Biotipo es una forma de desarrollo que manifiesta adaptaciones ecológicas acusadas. El modo de clasificación de formas vitales más usado se fundamenta en las características de las partes aéreas de las plantas y en la duración de la vida de las mismas[3]. Por lo tanto, forma de vida es un término muy amplio y complejo, además de que no es un sinónimo de estrato.

Incluso en diversos estudios se considera que en el estrato herbáceo se puede apreciar la dinámica de crecimiento de plántulas es especies de forma de vida arbórea[4].

De acuerdo al glosario de la CONAFOR[5]:

Arbustivo (estrato): Porción de la masa de la comunidad vegetal clasificado por su altura, determinado por la vegetación que cubre la parte media, constituida por arboles jóvenes y arbustos.

Arbóreo (estrato): Porción de la masa de la comunidad vegetal clasificado por su altura, determinado por la vegetación que cubre la parte superior, constituida principalmente por árboles.

Herbáceo (estrato): Porción de la comunidad vegetal clasificado por su altura, determinado por la vegetación que cubre la parte baja que son las que se encuentran cerca del suelo.

Por lo tanto y como se menciona, en el estrato arbustivo pueden registrarse especies de forma de vida arbórea, y en el estrato herbáceo es clasificada por la altura de las especies, pudiendo registrarse plántulas de especies de forma de vida arbórea.

Tabla VI. 2 Listado de especies registradas.

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	ESTRATO			
					CACTÁCEAS	HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
Cactaceae	Cochemiea	Cochemiea poselgeri	Biznaga de poselger	Endémica				
Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria peninsularis	Biznaga pitayita	Endémica				
Cactaceae	Stenocereus	Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California	Endémica				
Cactaceae	Cylindropuntia	Cylindropuntia cholla	Choya pelona	Endémica				
Cactaceae	Stenocereus	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	Nativa				
Cactaceae	Pachycereus	Pachycereus pringlei	Cardón	Endémica				
Cactaceae	Ferocactus	Ferocactus peninsulae	Biznaga barril	Endémica				
Asparagaceae	Yucca	Yucca capensis	Yuca de los Cabos	Endémica				
Burseraceae	Bursera	Bursera fagaroides	Torote	Nativa				
Cactaceae	Mammillaria	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	Nativa				
Burseraceae	Bursera	Bursera hindsiana	Copal colorado	Endémica				
Burseraceae	Bursera	Bursera microphylla	Torote prieto	Nativa				

[2] Moreno, N. P. 1984. Glosario botánico ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz. Versión electrónica: http://reservaeleden.org/plantasloc/

[3] Alcaraz, F. 2013. Formas vitales, estratificación y fenología. Geobotánica, Tema 8. ICE Universidad de Murcia y Diego Marín. Murcia.

[4] Madrigal, L. A. y V. Vargas-Chacón. 2016. Densidad del estrato herbáceo y su relación con luminosidad, pH y cantidad de hojarasca en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Gestión de los Recursos Naturales.

[5] (http://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?page_id=436)

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	ESTRATO			
					CACTÁCEAS	HERBÁCEO	ARBUSTIVO	ARBÓREO
Fouquieriaceae	Fouquieria	Fouquieria diguetii	Palo Adán	Endémica				
Malvaceae	Gossypium	Gossypium davidsonii	Algodón de Davidson	Endémica				
Fabaceae	Ebenopsis	Ebenopsis confinis	Ébano peninsular	Endémica				
Simaroubaceae	Castela	Castela peninsularis	Amargoso	Endémica				
Euphorbiaceae	Jatropha	Jatropha cinerea	Sangrengrado	Nativa				
Vitaceae	Vitis	Vitis peninsularis	ND	Endémica				
Solanaceae	Solanum	Solanum hindsianum	Mariola	Nativa				
Celastraceae	Maytenus	Maytenus phyllanthoides	Mangle dulce	Nativa				
Rhamnaceae	Colubrina	Colubrina viridis	Costilla de vaca	Nativa				
Fabaceae	Hesperothamnus	Hesperothamnus littoralis	ND	Endémica				
Euphorbiaceae	Adelia	Adelia brandegeei	Pimientilla	Endémica				

Como se observa en la siguiente figura, el estrato más representado es el arbustivo representado con 14 especies, seguido del estrato de epífitas y cactáceas con 7 especies registradas, seguido del arbóreo con 6 especies identificadas y por último el herbáceo con una especie registrada.

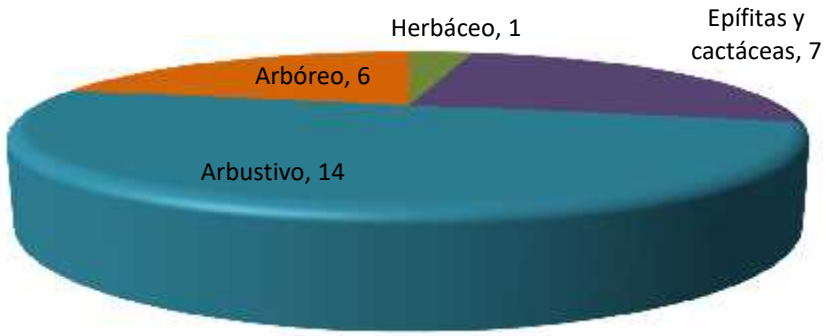


Figura VI. 2 Especies registradas en cada estrato en los sitios de muestreo.

CONFIABILIDAD DEL MUESTREO

Con la finalidad de presentar un análisis estadístico que justifique el diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, en cuanto a la representatividad de la muestra, las características del o los tipos de vegetación, se utilizó el método no paramétrico de Curva de Acumulación de Especies, mediante el uso del programa EstimateS ®, disponible en la red de manera gratuita, este método consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H et al., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003).

A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 10 sitios de muestreo realizados en el sistema ambiental (SA).

Estrato epífitas y cactáceas

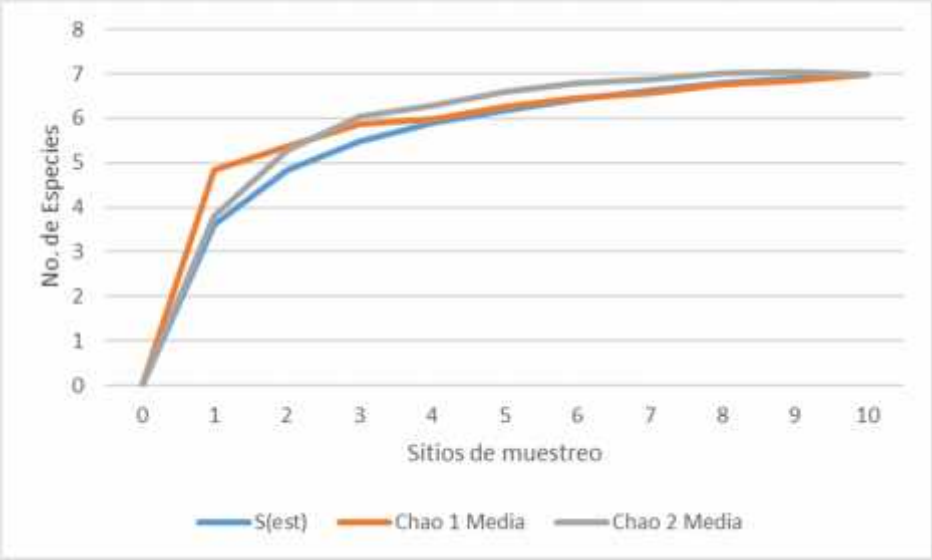


Figura VI. 3 Curva de acumulación de las especies del estrato de epífitas y cactáceas.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 6, la cual se alcanza hasta el sitio 8 lo que indica que al realizar más sitios de muestreo la riqueza no sufrirá cambios significativos, en general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica.

Estrato arbustivo

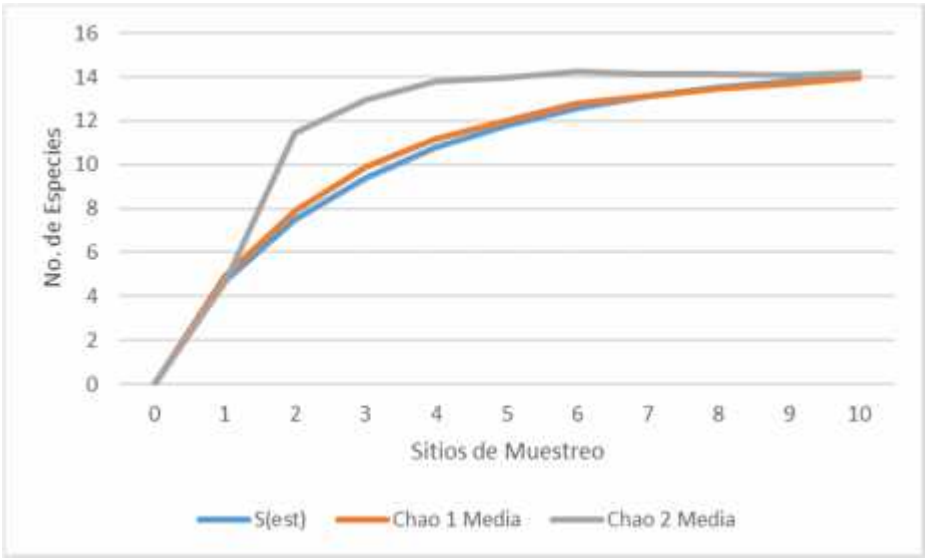


Figura VI. 4 Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota empieza a ser clara a partir del sitio 8, y a partir del sitio 9, los estimadores muestran la tendencia asíntota, demostrando que realizar más muestreos, es posible que no se registren más especies.

Estrato arbóreo

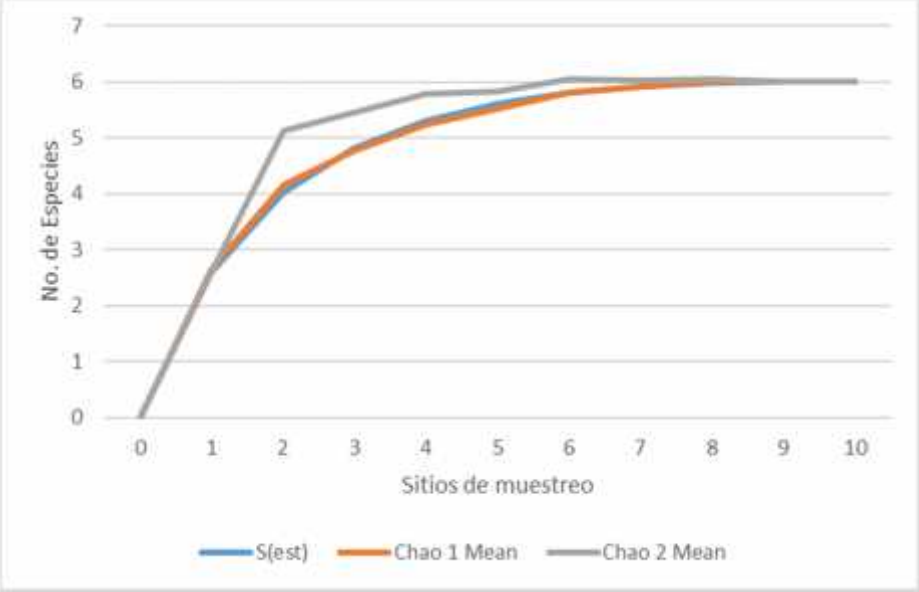


Figura VI. 5 Curva de acumulación de las especies del estrato arbóreo.

Como se observa en la figura anterior, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 6 en la cual los estimadores se van ajustado a la asíntota, la cual se alcanza en el sitio 8.

A continuación, se presenta el índice de completitud y fiabilidad del muestreo.

La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

De acuerdo con diversos artículos[6] el uso del software EstimateS (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/) cada vez es más frecuente.

Con los datos obtenidos en campo se tiene los siguientes resultados:

Estrato epífitas y cactáceas

Tabla VI. 3 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato de epífitas y cactáceas.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Media	Chao 2 Media
1	4.83	3.81
2	5.36	5.3
3	5.86	6.05

[6] Colwell Robert K, Chang Xuan Mao y Jing Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), pp. 2717-2727.
Jiménez-Valverde A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología Vol. 8, 31-XII-Sección: Artículos y Notas. pp. 151 – 161.
Moreno Claudia E, Barragán Felipe, Pineda Eduardo y Numa P. Pavón. 2011. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Apartado. postal 69-Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82. Pp. 1249-1261

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Media	Chao 2 Media
4	5.98	6.3
5	6.27	6.6
6	6.46	6.79
7	6.57	6.88
8	6.76	7.01
9	6.85	7.03
10	7	7
PROMEDIO	6.19	6.28

Tabla VI. 4 Tabla del índice de Completitud del estrato de epífitas y cactáceas.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	7	
Chao 1 Media	6.19	88.48%
Chao 2 Media	6.27	89.67%

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, y por lo tanto los muestreos fueron suficientes para este estrato.

Estrato arbustivo

Tabla VI. 5 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbustivo.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Media	Chao 2 Media
1	4.93	4.64
2	7.89	11.45
3	9.92	12.95
4	11.19	13.78
5	12.02	13.98
6	12.81	14.24
7	13.11	14.16
8	13.45	14.13
9	13.7	14.08
10	14	14.18
Promedio	11.30	12.76

Tabla VI. 6 Tabla del índice de Completitud del estrato arbustivo

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	14	
Chao 1 Media	11.30	80.73%
Chao 2 Media	12.76	91.14%

Como se observa en la tabla anterior, en general los estimadores superan el 80% de confiablidad, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente.

Estrato arbóreo

Tabla VI. 7 Tabla de resultados del cómputo con EstimateS para el estrato arbóreo.

Sitio	ESTIMADORES	
	Chao 1 Media	Chao 2 Media
1	2.65	2.6
2	4.16	5.13
3	4.77	5.46
4	5.23	5.78
5	5.53	5.84
6	5.82	6.05
7	5.92	6.02
8	6	6.05
9	6	6
10	6	6
Promedio	5.21	5.49

Tabla VI. 8 Tabla del índice de Completitud del estrato arbóreo.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	6	
Chao 1 Media	5.21	86.8
Chao 2 Media	5.49	91.55

Como se observa en la tabla anterior, todos los estimadores superaron el 80% de fiabilidad, por lo que se concluye que el muestreo fue suficiente para el estrato arbóreo.

Resultados del muestreo de diversidad

A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados en el SA.

Especies en el estrato herbáceo

Solo se registró una especie en este estrato: Vitis peninsularis.

Especies en el estrato de epífitas y cactáceas

Se registró una riqueza específica de 7 especies en el estrato de epífitas y cactáceas. Estas especies presentaron los siguientes Valores de Importancia Relativa:

Tabla VI. 9 Estimación del VIR de las especies del estrato de epífitas y cactáceas.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Cochemiea poselgeri	0.59	2.50	2.78	5.87
Mammillaria peninsularis	0.01	1.67	5.56	7.23
Stenocereus gummosus	89.37	60.83	27.78	177.98
Cylindropuntia cholla	6.56	12.50	19.44	38.50
Stenocereus thurberi	3.14	10.00	19.44	32.59
Ferocactus peninsulae	0.33	6.67	16.67	23.66
Mammillaria armillata	0.01	5.83	8.33	14.17
TOTAL	100	100	100	300

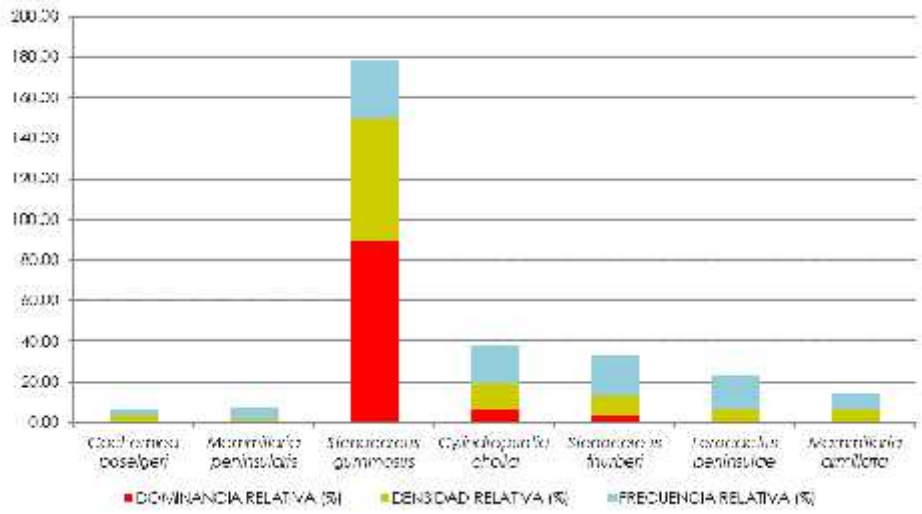


Figura VI. 6 Valores de VIR de las especies del estrato de epífitas y cactáceas encontrado dentro del SA.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato de epífitas y cactáceas del SA las siguientes especies presentan los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): Stenocereus gummosus (177.98), Cylindropuntia cholla (38.50) y Stenocereus thurberi (32.59).

Por otro lado, en la siguiente Tabla se presentan los resultados de la estimación de los índices de diversidad y de equidad para las especies del estrato de epífitas y cactáceas dentro del área del proyecto bajo estudio:

Tabla VI. 10 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato de epífitas y cactáceas.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Cochemiea poselgeri	3	0.0250	-3.6889	0.0922
Mammillaria peninsularis	2	0.0167	-4.0943	0.0682
Stenocereus gummosus	73	0.6083	-0.4970	0.3024
Cylindropuntia cholla	15	0.1250	-2.0794	0.2599
Stenocereus thurberi	12	0.1000	-2.3026	0.2303
Ferocactus peninsulae	8	0.0667	-2.7081	0.1805
Mammillaria armillata	7	0.0583	-2.8416	0.1658
TOTAL	120	1.0000		1.2993

Tabla VI. 11 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato de epífitas y cactáceas.

ESTRATO EPÍFITAS Y CACTÁCEAS	
RIQUEZA (S)	7
H' CALCULADA	1.4127
H' MÁXIMA=Ln (S)	1.9459
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7260
H MAX-H CAL	0.5332

El estrato de epífitas y cactáceas posee una riqueza específica de 7 especies, con una Equidad de 0.7260, del cual se infiere la presencia de especies dominantes en el estrato, siendo Stenocereus gummosus la especie que presentó un mayor VIR (177.98).

La máxima diversidad que puede alcanzar este estrato es de 1.9459, mientras que la diversidad calculada es de 1.2993, esto indica que el estrato de epífitas y cactáceas del SA posee una diversidad baja.

Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 14 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla VI. 12 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Yucca capensis	4.89	2.24	2.13	9.26
Bursera fagaroides	51.00	46.64	19.15	116.79
Bursera hindsiana	5.67	4.85	12.77	23.29
Bursera microphylla	6.27	4.48	10.64	21.39
Fouquieria diguetii	2.07	2.24	6.38	10.69
Gossypium davidsonii	0.20	1.87	4.26	6.32
Ebenopsis confinis	0.11	1.49	2.13	3.73
Castela peninsularis	0.20	3.36	8.51	12.07

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Jatropha cinerea	26.74	13.43	6.38	46.55
Solanum hindsianum	0.27	5.22	4.26	9.75
Maytenus phyllanthoides	1.47	5.60	8.51	15.58
Colubrina viridis	0.36	2.61	4.26	7.23
Hesperothamnus littoralis	0.17	2.24	6.38	8.79
Adelia brandegeei	0.57	3.73	4.26	8.56
TOTAL	100	100	100	300

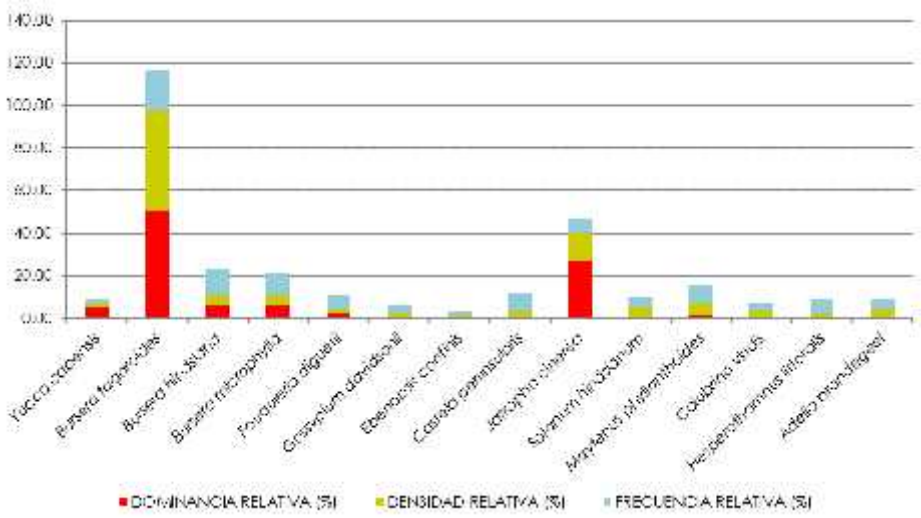


Figura VI. 7 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo.

De las 14 especies registradas en el estrato arbustivo, se observa que predominan tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR), entre las que se encuentran: Bursera fagaroides (71.80), Jatropha cinerea (45.19) y Yucca capensis (35.59).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies del estrato arbustivo dentro del área del proyecto bajo estudio:

Tabla VI. 13 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies en el estrato arbustivo del SA.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Yucca capensis	6	0.0224	-3.7992	0.0851
Bursera fagaroides	125	0.4664	-0.7627	0.3557
Bursera hindsiana	13	0.0485	-3.0260	0.1468
Bursera microphylla	12	0.0448	-3.1061	0.1391
Fouquieria diguetii	6	0.0224	-3.7992	0.0851
Gossypium davidsonii	5	0.0187	-3.9815	0.0743
Ebenopsis confinis	4	0.0149	-4.2047	0.0628
Castela peninsularis	9	0.0336	-3.3938	0.1140
Jatropha cinerea	36	0.1343	-2.0075	0.2697
Solanum hindsianum	14	0.0522	-2.9519	0.1542

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Maytenus phyllanthoides	15	0.0560	-2.8829	0.1614
Colubrina viridis	7	0.0261	-3.6451	0.0952
Hesperothamnus littoralis	6	0.0224	-3.7992	0.0851
Adelia brandegeei	10	0.0373	-3.2884	0.1227
TOTAL	268			1.9509

Tabla VI. 14 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	14
H' CALCULADA	1.9509
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.6391
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7392
H MAX-H CAL	0.6882

El estrato arbustivo posee una riqueza específica de 14 especies, las cuales poseen un Índice de Equidad de 0.7392, con el cual se afirma que hay una presencia marcada de especies dominantes en este estrato. De hecho, de manera específica, y como se puede confirmar a través de los Valores de Importancia Relativa (VIR), la especie de mayor importancia es Bursera fagaroides (116.79), seguida de Jatropha cinerea (46.55) y Bursera hindisiana (23.29).

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo dentro del SA es de 2.6391 y la H' calculada fue de 1.9509, lo que indica que el estrato arbustivo dentro del SA tiene una diversidad media.

Especies en el estrato arbóreo

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de 6 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla VI. 15 Estimación del VIR de las especies del estrato arbóreo.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
Pachycereus pringlei	69.09	32.33	26.92	128.35
Bursera fagaroides	16.22	34.59	23.08	73.88
Bursera hindsiana	0.35	2.26	11.54	14.15
Bursera microphylla	9.72	14.29	19.23	43.24
Ebenopsis confinis	2.22	5.26	7.69	15.18
Jatropha cinerea	2.39	11.28	11.54	25.21
TOTAL	100	100	100	300

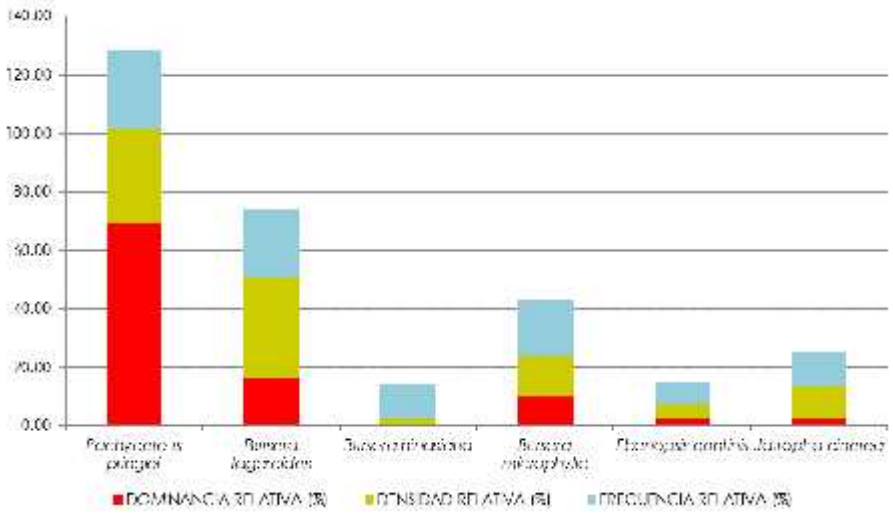


Figura VI. 8 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo dentro del SA.

De manera particular se puede indicar que existen tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: Pachycereus pringlei (128.35), Bursera fagaroides (73.88) y Bursera microphylla (43.24).

Por otro lado, en la siguiente Tabla se presentan los resultados de la estimación de los índices de diversidad y de equidad para las especies con estrato arbóreo dentro del SA:

Tabla VI. 16 Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Pachycereus pringlei	43.00	0.3233083	-1.129149	0.3650632
Bursera fagaroides	46.00	0.3458647	-1.061708	0.3672072
Bursera hindsiana	3.00	0.0225564	-3.791737	0.0855279
Bursera microphylla	19.00	0.1428571	-1.94591	0.2779872
Ebenopsis confinis	7.00	0.0526316	-2.944439	0.1549705
Jatropha cinerea	15.00	0.112782	-2.182299	0.2461239
TOTAL	133			1.4969

Tabla VI. 17 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbóreo.

ESTRATO ARBÓREO	
RIQUEZA (S)	6
H' CALCULADA	1.4969
H' MÁXIMA=Ln (S)	1.7918
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8354
H MAX-H CAL	0.2949

El estrato arbóreo del SA posee una riqueza específica de 6 especies, y presenta un Índice de Equidad de 0.8354, el cual indica que la presencia de especies dominantes en el estrato arbóreo es reducida, siendo Pachycereus pringlei (128.35) la especie que presentó el mayor Valor de Importancia Relativa, seguido de Bursera fagaroides (73.88) y Bursera microphylla (43.24).

La máxima diversidad que puede alcanzar las especies en el estrato arbóreo es de 1.7918 y la H´ calculada es de 1.4969, lo que nos indica que este estrato tiene una diversidad baja.

- Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En los muestreos se registraron dos especies catalogadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010: Mammillaria peninsularis y Gossypium davidsonii, ambas en la categoría de Protección Especial.

De igual manera, se encontraron las siguientes especies catalogadas en el Apéndice II de la CITES: Cochemiea poselgeri, Mammillaria peninsularis, Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Stenocereus thurberi, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae y Mammillaria armillata.

Especies endémicas

En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: Cochemiea poselgeri, Mammillaria peninsularis, Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Yucca capensis, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Gossypium davidsonii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis, Hesperothamnus littoralis y Adelia brandegeei.

A continuación, se presenta la comparación entre los resultados de la composición, estructura y diversidad de la flora y la fauna registrada en el predio donde se llevará a cabo el CUSTF y la Sistema Ambiental-SA (Microcuenca).

FLORA SILVESTRE

Los muestreos realizados en el SA dieron como resultado un total de 23 especies pertenecientes a 19 géneros y a 12 familias botánicas, mientras que dentro del predio se registraron 17 especies pertenecientes a 14 géneros y a 9 familias botánicas. Estos resultados indican que la composición florística del SA presentó una mayor riqueza a comparación del área del proyecto, como se puede apreciar en la siguiente gráfica:

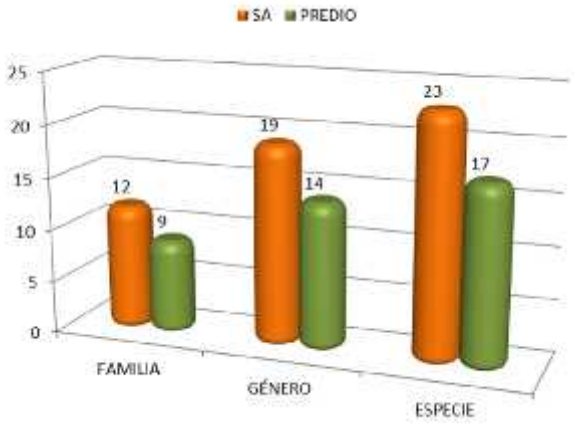


Figura VI. 9 Riqueza florística entre el SA y el predio.

La flora silvestre analizada y dividida por estratos permite visualizar lo siguientes resultado:

Estrato herbáceo. En ambos sitios, se registró una especie en este estrato: Vitis peninsularis.

Estrato de epífitas y cactáceas. En el SA se registró un total de 7 especies, y en el área del proyecto 5 especies. Lo anterior indica que en el SA hay una mayor riqueza específica con respecto al área del proyecto. Tanto en el SA como en el área del proyecto se comparten las mismas especies, mientras que en el SA se registraron 2 especies que no fueron registradas en el área del proyecto. En la siguiente gráfica se comparan los valores de importancia relativa de las especies que coinciden en las unidades de análisis.

Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato de epífitas y cactáceas del SA posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato de epífitas y cactáceas del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI. 18 Especies registradas en el ESTRATO DE EPÍFITAS Y CACTÁCEAS del SA y del predio.

ESTRATO DE EPÍFITAS Y CACTÁCEAS		SA	CUSTF
	NOMBRE CIENTÍFICO	VIR (%)	VIR (%)
1	Cochemiea poselgeri	5.87	0.00
2	Cylindropuntia cholla	38.50	72.53
3	Ferocactus peninsulae	23.66	16.93
4	Mammillaria armillata	14.17	19.66
5	Mammillaria peninsularis	7.23	0.00
6	Stenocereus gummosus	177.98	173.82
7	Stenocereus thurberi	32.59	17.06

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en el SA o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado, de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato de epífitas y cactáceas del SA y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que el SA es más diversa (H'= 1.2993) que el área de CUSTF (H'= 1.1140), tal como se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI. 19 Riqueza y diversidad en el estrato de epífitas y cactáceas del SA y predio en donde se pretende el CUSTF.

ESTRATO DE EPÍFITAS Y CACTÁCEAS		
PARÁMETROS	SA	CUSTF
RIQUEZA (S)	7	5
H' CALCULADA	1.4127	1.1140
H' MAXIMA=Ln (S)	1.9459	1.6094
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7260	0.6922
H MAX-H CAL	0.5332	0.4954

El ecosistema del SA tiene una equidad de 0.7260 y el predio tiene un valor de equidad de 0.6922, lo que indica que la distribución de los individuos por especie es similar, tanto en el SA como en el predio, siendo esta ligeramente superior en el SA.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato de epífitas y cactáceas del SA es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.

Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo del SA se registraron un total de 14 especies, mientras que en el área del proyecto se registraron 10 especies. Tanto en el SA como en el área del proyecto se comparten las mismas especies, mientras que en el SA se registraron 4 especies que no fueron registradas en el área del proyecto.

Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI. 20 Especies registradas en el estrato ARBUSTIVO del SA y del predio.

ESTRATO ARBUSTIVO		SA	CUSTF
	NOMBRE CIENTÍFICO	VIR (%)	VIR (%)
1	Adelia brandegeei	8.56	0.00
2	Bursera fagaroides	116.79	52.61
3	Bursera hindsiana	23.29	26.62
4	Bursera microphylla	21.39	29.14
5	Castela peninsularis	12.07	29.18
6	Colubrina viridis	7.23	8.40
7	Ebenopsis confinis	3.73	11.23
8	Fouquieria diguetii	10.69	9.05
9	Gossypium davidsonii	6.32	0.00
10	Hesperothamnus littoralis	8.79	14.18
11	Jatropha cinerea	46.55	116.16
12	Maytenus phyllanthoides	15.58	0.00
13	Solanum hindsianum	9.75	3.44
14	Yucca capensis	9.26	0.00

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en el SA o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado, de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbustivo del SA y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que el SA más diversa (H'=1.9509) que el área de CUSTF (H'=1.9068), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla VI. 21 Riqueza y diversidad del estrato arbustivo en el SA y predio.

ESTRATO ARBUSTIVO		
PARÁMETROS	SA	CUSTF
RIQUEZA (S)	14	10
H' CALCULADA	1.9509	1.9068
H' MAXIMA=Ln (S)	2.6391	2.3026
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7392	0.8281
H MAX-H CAL	0.6882	0.3958

Así mismo, el ecosistema de del SA presenta una menor equidad de 0.7392 que el área objeto de CUSTF, donde es de 0.8281, la cual es similar, la distribución de los individuos por especie es ligeramente más homogénea en el área del proyecto; por lo que se puede afirmar que en ambos sitios la presencia de especies dominantes es reducida.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbustivo del SA es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.

Estrato arbóreo. En el estrato arbóreo del SA se registró un total de 6 especies, mientras que en el área del proyecto se registraron 5 especies arbóreas. Lo anterior indica que existe una mayor riqueza específica en el SA con respecto al predio. Es importante mencionar que se comparten 5 especies entre el SA y el área del proyecto; asimismo en el SA hay 1 especie que no se registró en el área del proyecto.

Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI. 22 Especies registradas en el estrato ARBÓREO del SA y del predio.

ESTRATO ARBÓREO		SA	CUSTF
	NOMBRE CIENTÍFICO	VIR (%)	VIR (%)
1	Bursera fagaroides	73.88	108.12
2	Bursera hindsiana	14.15	5.29
3	Bursera microphylla	43.24	74.96
4	Ebenopsis confinis	15.18	0.00
5	Jatropha cinerea	25.21	41.78
6	Pachycereus pringlei	128.35	69.86

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en el SA o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

No obstante, a lo anterior las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbóreo del SA y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF indican que el SA es más diversa (H'=1.4969) que el área de CUSTF (H'=1.2997), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla VI. 23 Riqueza y diversidad en el estrato arbóreo del SA y el predio.

ESTRATO ARBÓREO		
PARÁMETROS	SA	CUSTF
RIQUEZA (S)	6	5
H' CALCULADA	1.4969	1.2997
H' MAXIMA=Ln (S)	1.7918	1.6094
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8354	0.8076
H MAX-H CAL	0.2949	0.3097

Así mismo, el ecosistema de del SA presenta una mayor equidad de 0.8354 que el área objeto de CUSTF que es de 0.8076, la cual es similar, la distribución de los individuos por especie es ligeramente más homogénea en el área del proyecto; por lo que se puede afirmar que en ambos sitios la presencia de especies dominantes es reducida.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbóreo del SA es más diverso que el área pretendida para el CUSTF.

En base a lo anterior es importante concluir que el CUSTF en el área de estudio no compromete la diversidad de la flora silvestre dentro del SA y a nivel del predio; pues en este último, se establecerán áreas de amortiguamiento con vegetación nativa típica como el que será afectado.

FAUNA SILVESTRE

En los siguientes apartados se muestran las técnicas de muestreo y registro utilizadas para caracterizar la fauna dentro del sistema ambiental, así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos vigentes aplicables.

Con el fin de conocer de manera precisa las especies de vertebrados presentes en la cuenca se procedió a realizar una valoración de la fauna silvestre.

MUESTREO EN LA MICROCUENCA

HERPETOFAUNA

Los métodos que aquí se describen se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, sin embargo, las variantes en los métodos que se utilizaron tienen que ver con los hábitos de vida de cada grupo y las características específicas del hábitat.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados con mayor frecuencia (Gallina y López-González, 2011).

Por su parte, los reptiles tienen un mayor rango de actividad. La mayoría de las serpientes son de hábitos nocturnos, las iguanas y lagartijas prefieren horarios de actividad durante el día, sin embargo, todas las especies de este grupo pueden observarse en las horas luz debido a que son organismos ectotérmicos, y su temperatura corporal depende y varía con la del medio ambiente (Calderón-Mandujano et al., 2009).

Anfibios

Los recorridos se realizaron en los horarios crepusculares posterior a la puesta del sol entre las 19:00 y las 22:00 hrs (Casas-Andreu et al., 1991 y Gallina, et al., 2011), que corresponde a los horarios de mayor actividad para el grupo de anfibios. Se determinaron cinco transectos con una longitud de 300 m lineales y un ancho de banda definido de 4 metros (2 m por lado del transecto). La velocidad del recorrido se mantuvo constante de 30 min por transecto. Durante los recorridos se registraron los individuos observados y de ser posible sus vocalizaciones (registro auditivo de cantos para anuros).

Reptiles

El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles (iguanas y lagartijas), fue de 09:00 a 13:00 hrs. (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, et al., 1999). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 18:00 a las 22:00 horas, este fue aplicado especialmente para serpientes (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña et al., 1999).

Durante los recorridos los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos, así como sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos (Casas-Andreu et al., 1991), esto fue llevado a cabo en todo lo largo y ancho de cada uno de los cinco transectos determinados, cabe señalar que al ir avanzando cada objeto movido fue nuevamente colocado en su lugar original, para evitar que los microhábitats no se alteren, y estos pudiesen ser revisados de nueva cuenta en los muestreos realizados posteriormente en el predio del proyecto.

El esfuerzo de muestreo se midió por unidad de superficie cubierta en hectáreas (ha) durante los recorridos (cinco transectos x 300 m de longitud x 4 m de ancho) esfuerzo fue similar en cada etapa de muestreo. Durante cada etapa se realizaron dos visitas en cada transecto determinado, por lo que al final se obtuvieron 20 muestras del área. En total se cubrió una superficie de 24,000 m^2 (2.4 ha) dentro del MC.

Aves

Los registros se realizaron de manera visual o auditiva considerando a todos los individuos que estuvieran dentro de un ancho de banda de 30 m (15 m por lado). Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes en su interior, tal como lo sugiere Wunderle (1994). Los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, no fueron contabilizados para estimar las abundancias, pero si se registraron para verificar la presencia de las especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

En total se establecieron cinco transectos de 300 m de largo, los cuales se recorrieron dos veces por cada etapa, para tener un total de 20 muestras. De acuerdo a lo anterior se cubrió una distancia total de 6,000 metros lineales por un ancho de banda de 30 m, lo que significa que se muestro un área total de 180,000 m^2 (18.0 ha) dentro del SA durante las dos etapas. Los recorridos iniciaron en las horas de mayor actividad de las aves (07:000 a 10:00 hrs y 17:000 a las 19:00 hrs).

Los registros fueron efectuados por biólogos con amplio conocimiento de la avifauna de la zona, para disminuir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, un mismo observador se encargó siempre de realizar los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. Para la observación de aves se utilizaron binoculares Vortex (8 X 42) y Bushnell (10 X 42).

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1995) para especies residentes y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2014). La nomenclatura empleada fue la establecida por CONABIO (2024). La vigencia de los nombres científicos de los organismos identificados se comprobó con el listado de la American Ornithological Society (2023).

Mamíferos

Como se ha señalado de manera previa, la presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (2009) y Aranda (2012).

El esfuerzo de muestreo para el grupo de mamíferos medianos estuvo definido por los cinco transectos con una longitud de 300 m cada uno, y con un ancho de banda de 20 m (10 m por lado). En total se recorrieron 6,000 metros lineales y se cubrió un área de 120,000 m^2 o 12.0 hectáreas durante las etapas de muestreo, esto quiere decir que en cada etapa se recorrieron 3,000 m lineales y se abarco una superficie de 60,000 m^2 (6.0 ha). Los recorridos se realizaron de día (07:000 a 11:00 hrs). La estimación de las abundancias se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2012). La nomenclatura taxonómica se basó en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). La identificación de especies se hizo con base a las guías de campo Ceballos y Oliva (2009) y Aranda (2012).

SITIOS DE MUESTREO DEL SISTEMA AMBIENTAL

En la siguiente tabla se aprecian las coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

Tabla VI. 24 Coordenadas de los transectos de muestreo para fauna.

TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	X	Y	X	Y
TR1	591149.91	2555103.89	591393.65	2555013.22
TR2	590485.00	2555649.53	590672.70	2555715.12
TR3	591617.06	2555549.52	591859.89	2555463.64

TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	X	Y	X	Y
TR4	592190.24	2555365.77	592471.45	2555377.60
TR5	591900.54	2555879.40	592067.50	2556109.91

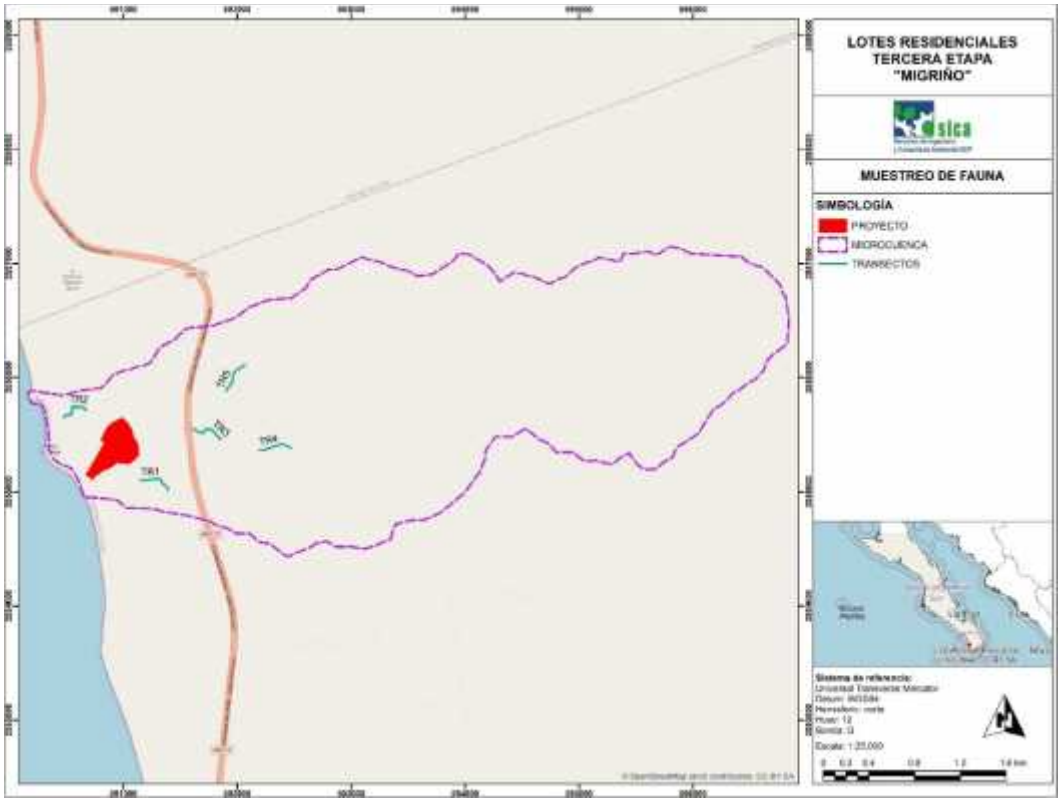


Figura VI. 10 Sitios de muestreo de la fauna silvestre en el SA.

En el ecosistema de matorral sarcocaule del SA y predio (Capítulo IV) se presentaron las siguientes abundancias para los diferentes grupos faunísticos estudiados:

ANÁLISIS Y COMPARATIVA DE AMBAS ÁREAS MUESTREADAS

De los muestreos realizados en la microcuenca se obtuvo la mayor riqueza y abundancia de especies. Durante este muestreo se registraron en total 617 individuos pertenecientes a 65 especies, mientras que en el predio del proyecto se obtuvo un total de 393 individuos de 46 especies diferentes. Como se menciono en el apartado anterior la menor riqueza de especies registrada en el predio estuvo influencia por la presencia de especies domesticas que pastorean libremente.

Tabla VI. 25 Riquezas y abundancias de los diferentes grupos registrados durante el trabajo de campo en el polígono del proyecto.

GRUPO	MICROCUENCA		PREDIO	
	RIQUEZA	ABUNDANCIAS	RIQUEZA	ABUNDANCIAS
Anfibia	0	0	0	0
Reptilia	7	33	2	16
Mammalia	8	27	7	13
Aves	50	557	37	364
TOTAL	65	617	46	393

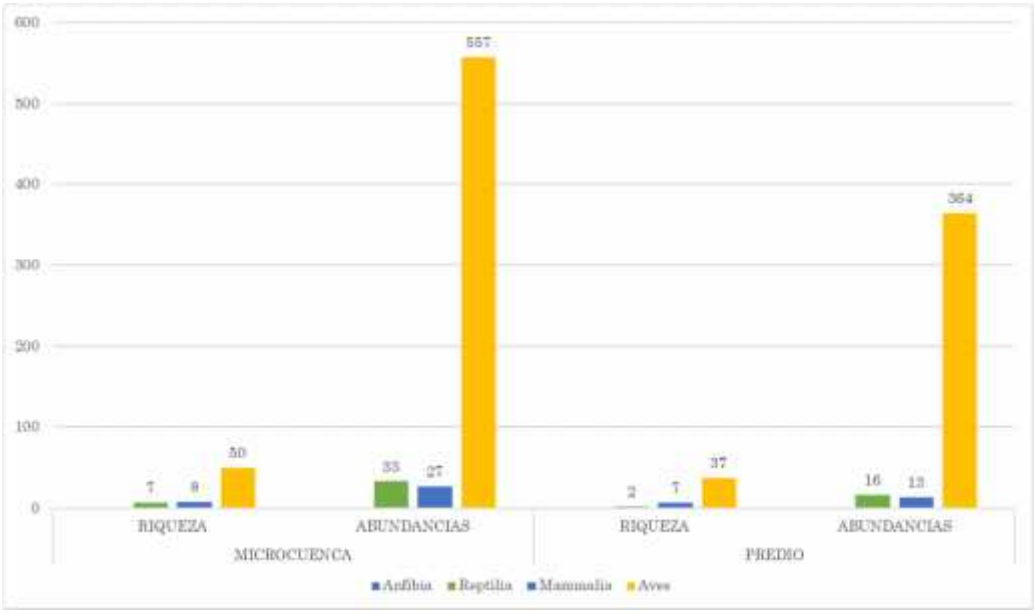


Figura VI. 11 Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrada en el predio durante las dos temporadas de muestreo.

Durante los muestreos realizados, se observó una diferencia clara en la composición faunística entre ambas áreas. En la microcuenca se registró una mayor riqueza de especies y una mayor abundancia de individuos: un total de 65 especies y 617 individuos, frente a 46 especies y 393 individuos en el predio del proyecto. Esta diferencia no solo refleja la heterogeneidad ambiental y el mejor estado de conservación de la microcuenca, sino que también está relacionada con el nivel de perturbación que experimenta cada zona.

El grupo de las aves fue el más representativo en ambas áreas, tanto en términos de riqueza como de abundancia. En la microcuenca se registraron 50 especies con 557 individuos, mientras que en el predio se contabilizaron 37 especies y 364 individuos. Esta diferencia puede deberse a que la microcuenca ofrece una mayor diversidad de microhábitats y una cobertura vegetal más estructurada, lo cual favorece tanto a aves residentes como migratorias. La estructura vegetal compleja y la menor presión antrópica permiten la presencia de especies más sensibles a la alteración del hábitat, lo que contribuye a una comunidad avifaunística más rica y diversa.

En cuanto a los reptiles, la microcuenca también mostró una riqueza y abundancia significativamente superiores (7 especies y 33 individuos) en comparación con el predio del proyecto (2 especies y 16 individuos). Esta diferencia es especialmente relevante, dado que los reptiles son altamente sensibles a las condiciones microclimáticas, la cobertura del suelo y la disponibilidad de refugios. La compactación del suelo y la pérdida de vegetación asociada al sobrepastoreo en el predio limitan los espacios disponibles para termorregulación y anidación, afectando directamente su presencia.

Los mamíferos mostraron una diferencia menos marcada, aunque también en favor de la microcuenca (8 especies y 27 individuos frente a 7 especies y 13 individuos en el predio). No obstante, la baja abundancia registrada en ambos sitios puede estar relacionada con la naturaleza críptica de muchas especies de mamíferos pequeños y la limitación temporal de los esfuerzos de muestreo. En este grupo, la presión de especies invasoras como Canis familiaris representa una amenaza directa por depredación y competencia.

La ausencia de anfibios en ambas áreas se relaciona con las características climáticas del ecosistema, dado que el matorral sarcocaule presenta condiciones de alta aridez, escasa humedad y disponibilidad limitada de cuerpos de agua superficiales, lo cual restringe la presencia de estos vertebrados.

Uno de los factores determinantes para explicar la diferencia en riqueza y abundancia entre ambas áreas es la presencia de especies exóticas invasoras en el predio del proyecto, incluyendo Bos taurus (ganado vacuno), Capra hircus (cabra doméstica), Equus asinus (burro doméstico) y Canis familiaris (perro doméstico). Estas especies introducidas ejercen presión ecológica sobre la fauna silvestre y modifican la estructura del hábitat de forma significativa. Por ejemplo, el ganado vacuno y las cabras intensifican el sobrepastoreo, provocando pérdida de cobertura vegetal, compactación del suelo y erosión, lo que afecta directamente a especies que dependen de la vegetación arbustiva o del sotobosque para refugio y alimentación. A su vez, los burros domésticos, cuando están asilvestrados, acceden a zonas de difícil acceso y degradan el hábitat en laderas y cañadas, interrumpiendo procesos ecológicos como la regeneración de la vegetación.

Por otro lado, los perros domésticos representan una amenaza directa para la fauna silvestre al actuar como depredadores no nativos. Se ha documentado su impacto negativo sobre reptiles, aves y pequeños mamíferos, ya sea por caza directa o por perturbación constante que altera el comportamiento de las especies nativas. Además, los perros pueden dispersar enfermedades y competir por recursos alimenticios con carnívoros silvestres.

En resumen, la microcuenca conserva una mayor diversidad faunística debido a su menor grado de alteración, la integridad estructural de su vegetación y la escasa presencia de especies invasoras. En cambio, el predio del proyecto refleja las consecuencias de una mayor presión antrópica, lo cual se traduce en una reducción de la riqueza y abundancia de fauna silvestre. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar medidas de manejo que reduzcan el impacto de especies exóticas invasoras y promuevan la restauración del hábitat para garantizar la conservación de la biodiversidad en zonas intervenidas.

La presencia de especies exóticas invasoras como Bos taurus, Capra hircus, Equus asinus y Canis familiaris, junto con las actividades propias del desarrollo inmobiliario proyectado, representa una amenaza significativa para la fauna silvestre y la integridad ecológica del matorral sarcocaule. Estos factores no solo alteran la estructura y composición del hábitat, sino que también generan competencia, depredación y perturbación directa sobre especies nativas, incluyendo varias de interés ecológico y en categoría de protección.

Como se puede observar en la tabla anterior, el SA presento una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la cuenca se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana alcanzar la máxima diversidad esperada, parámetros que están lejanos para el predio a afectar por CUSTF.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en el SA presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, la conclusión es: al realizar el CUSTF no se compromete la biodiversidad de la fauna silvestre.

Por todo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la biodiversidad en general con respecto al predio y a su vez al SA.

LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SE MITIGUE EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL.

Estado de conservación del suelo.

La degradación de los suelos se refiere básicamente a los procesos desencadenados por las actividades humanas que reducen su capacidad actual y/o futura para sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del aire y agua, y para preservar la salud humana. (SEMARNAT, 2004).

De acuerdo con CONAFOR-UACH (2013), la degradación de suelos inducida por el hombre o que presenta algún grado de degradación corresponde al 45.2% de la superficie del País, de la cual la degradación química representó el 17.9%, dentro de la cual la pérdida de la fertilidad de los suelos es el tipo de degradación química dominante. El segundo lugar, respecto a la superficie afectada es por erosión hídrica (11.8%), seguida por la erosión eólica (9.5%) y la degradación física representó el 6%. Resultado del mismo trabajo, se tiene que el nivel predominante de degradación es ligero con 23.2% de la superficie, seguido por moderado con 19.7%, severo con 1.4% y extremo con 0.9%.

Entre las principales causas de degradación se identificaron el cambio de uso del suelo para fines agrícolas y el sobrepastoreo con 17.5% para cada uno de estos factores, la deforestación representa el 7.4% y la urbanización el 1.5%.

Para conocer la degradación del suelo en el área de solicitud de CUSTF, se sobrepusieron el polígono que componen al proyecto sobre el “Shapefile” de degradación del suelo (SEMARNAT 2004). Se observa que el tipo de degradación dentro del área de CUSTF corresponde a degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, ocasionado principalmente por actividades agrícolas. El grado de degradación es ligero, por lo que a través de las medidas de mitigación como la reforestación y la restitución del suelo orgánico el proyecto contribuye a disminuir esta degradación.

Por otra parte, dentro de la delimitación del Sistema Ambiental se presenta en su mayoría la degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, en menor parte por degradación física por pérdida de la función productiva y por compactación.

Tasa de erosión de los suelos antes y después de la remoción de la vegetación forestal.

Metodología de estimación de la erosión hídrica.

La erosión es un fenómeno compuesto de dos procesos que consisten en el desprendimiento de las partículas del suelo y su transporte por el agente erosivo. Los agentes erosivos más importantes para el desprendimiento de estas partículas suelen ser viento y gotas de lluvia.

Para la estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica, en México, se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) propuesta por Wischmeier y Smith (1965, 1978), validada y adecuada por Figueroa et al (1991).

Wischmeier (1976) señaló que la EUPS puede usarse para los siguientes fines:

- Predecir pérdida anual de suelo promedio de un terreno con pendiente bajo y uso específico del suelo.
- Predecir los cambios en pérdida de suelo que ocurrirían al darse un cambio en prácticas de cultivo o conservación para un terreno dado.
- Estimar las pérdidas de suelo para terrenos diferentes a los agrícolas.
- Dar estimaciones de pérdida de suelo a los conservacionistas para determinar necesidades de conservación.

Para hacer la estimación de la pérdida de suelo por erosión se realizaron los cálculos a través de la EUPS, formulada en su conformación actual por Wischmeier y Smith (1965) y adecuada para México por Figueroa et al (1991).

La ecuación básica es:

$$A = RKLSCP$$

Donde:
A = Pérdida de suelo promedio anual [t/ha/año]
R = Factor erosividad de la lluvia [MJ/ha*mm/hr]
K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha. MJ*ha/mm*hr]
LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional
C = Factor de manejo de cultivos y cobertura vegetal, adimensional
P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional.

Los factores de la EUPS se desarrollaron usando una unidad de evaluación denominada lote estándar. Un lote estándar tiene 22.13 m de longitud y se encuentra ubicado en una pendiente uniforme de 9 % de inclinación. El lote se mantiene laboreado en el sentido de la pendiente y en barbecho continuo, por lo menos, durante dos años.

Cada uno de los componentes de la EUPS se describe a continuación:

a) El factor de erosividad de lluvia, R (MJ mm/ha hr año)

La erosividad de lluvia (R) está definida como la habilidad o capacidad de la lluvia para producir erosión, es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para mover y transportar las partículas del suelo. La erosividad es medida por medio de los índices de erosividad.

Existen diferentes índices para calcular la erosividad de la lluvia, sin embargo, Wischmeier y Smith (1965), señalan que el mejor estimador de la erosividad de la lluvia es el EI30, y es definido como el producto de la energía cinética total de la lluvia (E) por la intensidad máxima en 30 minutos (I30). Mide el efecto de la erosión por salpicamiento y la turbulencia del flujo se combinan con el escurrimiento para remover del terreno las partículas del suelo separado por éste.

El EI30 ha mostrado ser un índice de erosividad de la lluvia eficiente para la estimación de pérdidas de suelo en diversas partes del mundo. En el caso de México, Cortés (1991) adecuó este factor realizando un mapa de isoerosividad, a través de las 53 estaciones meteorológicas presentes en el país con periodos que variaron de cuatro a once años y así estimó el EI30 para diferentes regiones de la República Mexicana y formó un mapa subdividido en 14 regiones asociadas a modelos de regresión (ecuaciones) para estimar la erosividad de la lluvia a partir de datos de precipitación media anual, como se muestra en la figura siguiente.

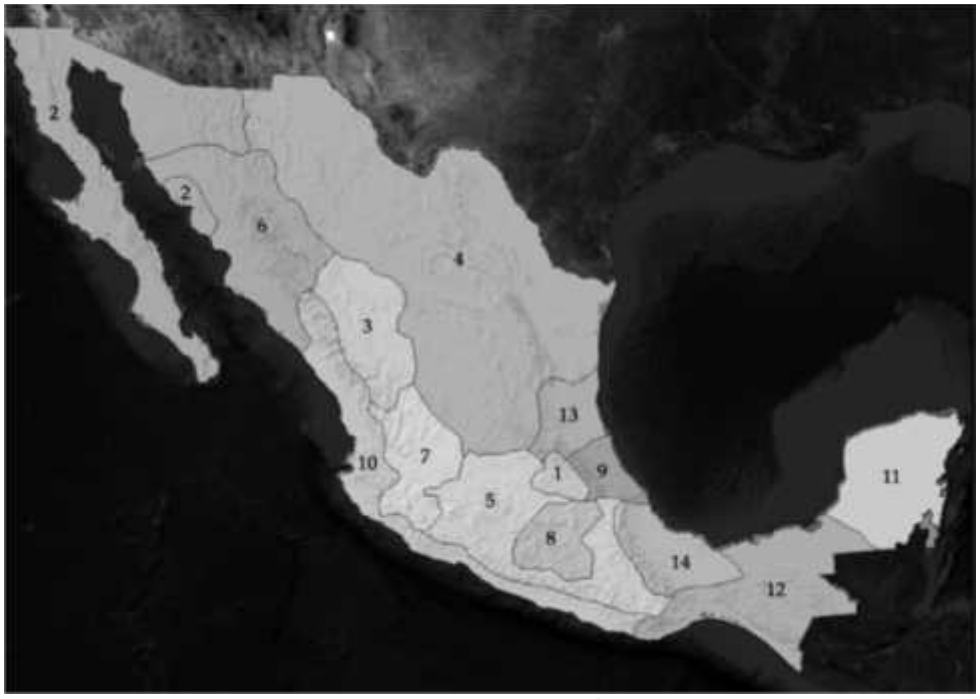


Figura VI. 12 Mapa de las regiones de Erosividad de la lluvia “R” en la República Mexicana (Becerra, 1997).

Las ecuaciones propuestas para calcular la erosividad de la lluvia por región se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VI. 26 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México

Región	Ecuación	R2
I	Y=1.2078X+0.002276X2	0.92
II	Y=3.4555X+0.006470X2	0.93
III	Y=3.6752X-0.001720X2	0.94
IV	Y=2.8959X+0.002983X2	0.92
V	Y=3.4880X-0.000188X2	0.94
VI	Y=6.6847X+0.001680X2	0.90
VII	Y=-0.0334X+0.006661X2	0.98
VIII	Y=1.9967X+0.003270X2	0.98
IX	Y=7.0458X-0.002096X2	0.97
X	Y=6.8938X+0.000442X2	0.95
XI	Y=3.7745X+0.004540X2	0.98
XII	Y=2.4619X+0.06067X2	0.96
XIII	Y=10.7427X-0.001008X2	0.97
XIV	Y=1.5005X+0.002640X2	0.95

Fuente: Cortés, 1991.

b) El factor de erosionabilidad de los suelos, K (t/ha. MJ*ha/mm*hr)

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos.

Tradicionalmente, la metodología usada para la determinación de dicho factor es el nomograma de Wischmeier et al., (1971) el cual toma en cuenta ciertas propiedades del suelo, como contenido de materia orgánica, contenido de arenas, contenido de limos, estructura y permeabilidad, entre otras.

Ahora bien, cuando no se disponga de datos necesarios para hacer uso del nomograma, se puede calcular el factor K mediante la metodología propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1980). La FAO propone calcular el factor K a partir de la textura superficial (utilizando tres grupos texturales) y la unidad de suelo a que pertenece, según la clasificación FAO/UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization).

Para el presente estudio y debido a que no se cuenta con información detallada y completa para el empleo de la metodología tradicional, se aplicó la metodología de la FAO siguiendo la propuesta de Montes-León et al (2011), empleando la información edafológica más reciente del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI): Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), que contiene información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007).

A continuación, se presenta la información con los tipos de suelos por textura para la obtención del factor K (Tabla VI.3).

Tabla VI. 27 Valores de erosionabilidad del suelo.

Clave	Nombre	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
AC	Acrisol	0.026	0.04	0.013
AL	Alisol	0.026	0.04	0.013
AN	Andosol	0.026	0.04	0.013
AR	Arenosol	0.013	0.02	0.007
CH	Chermozem	0.013	0.02	0.007
CL	Calcisol	0.053	0.079	0.026
CM	Cambisol	0.026	0.04	0.013
DU	Durisol	0.053	0.079	0.026

Clave	Nombre	Textura		
		Gruesa	Media	Fina
FL	Fluvisol	0.026	0.04	0.013
FR	Ferralsol	0.013	0.02	0.007
GL	Gleysol	0.026	0.04	0.013
GY	Gypsisol	0.053	0.079	0.026
HS	Histosol	0.053	0.02	0.007
KS	Kastanozem	0.026	0.04	0.013
LP	Leptosol	0.013	0.02	0.007
LV	Luvisol	0.026	0.04	0.013
LX	Lixisol	0.013	0.02	0.007
NT	Nitisol	0.013	0.02	0.007
PH	Phaeozem	0.013	0.02	0.007
PL	Planosol	0.053	0.079	0.026
PT	Plinthosol	0.026	0.04	0.013
RG	Regosol	0.026	0.04	0.013
SC	Solonchak	0.026	0.04	0.013
SN	Solonetz	0.053	0.079	0.026
UM	Umbrisol	0.026	0.04	0.013
VR	Vertisol	0.053	0.079	0.026

Fuente: Montes-León et al, 2010.

Factor por longitud e inclinación de la pendiente, LS (adimensional).

El factor LS es el efecto de la topografía en la erosión. La erosión aumenta conforme la longitud del terreno en el sentido de la pendiente aumenta (factor L) y la inclinación de la superficie se hace mayor (factor S).

De acuerdo con Figueroa, et al (1991) la longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen del flujo superficial a cualquiera de los siguientes puntos: (i) punto donde la pendiente decrece de tal manera que empieza a existir sedimentación o (ii) punto donde el agua de escorrentía entra a un canal bien definido que puede ser parte de una red de drenaje o un canal construido tal y como el de una terraza o zanja desviación.

El factor L se define como:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.1}\right)^{m}$$

Donde:
λ= Longitud de la pendiente m. Esta es la proyección horizontal y no la distancia paralela a la superficie del terreno como se muestra en la siguiente figura.
m = Exponente. Este valor está influenciado por interacciones de la longitud de la pendiente con la inclinación y también por las propiedades del suelo, el tipo de vegetación, y las prácticas de conservación.

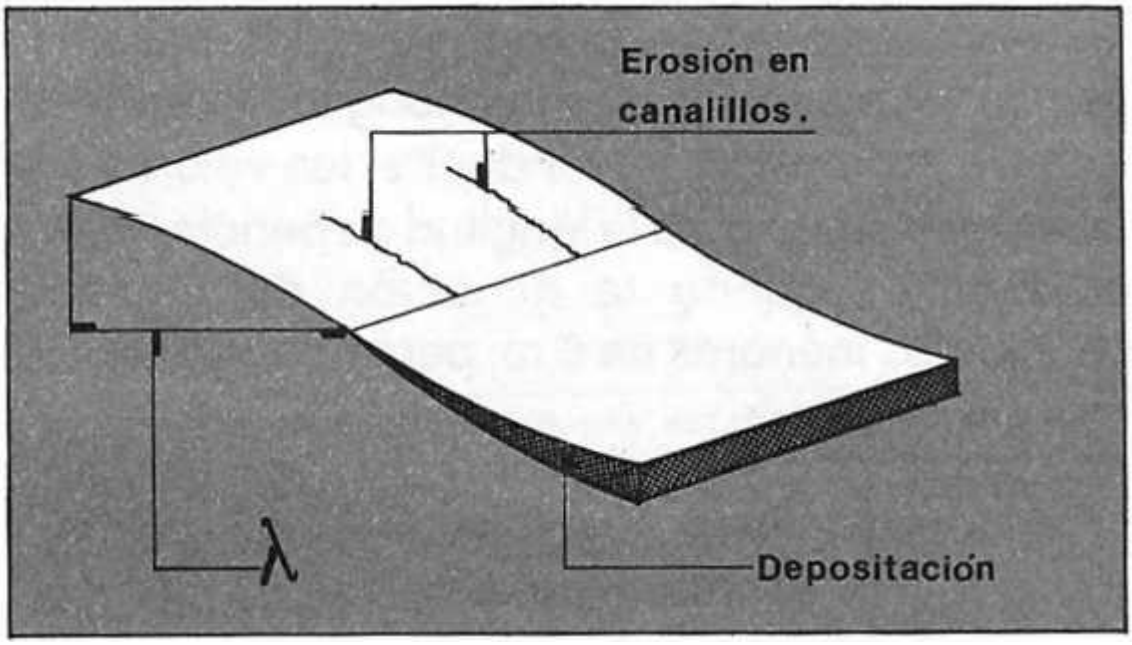


Figura VI. 13 Longitud de la pendiente (λ) Figueroa et al, 1991.

El valor del exponente m varía dependiendo de la relación β entre la erosión entre canalillos (debida al impacto de las gotas de lluvia) y en canalillos (causado por el flujo superficial) de acuerdo con la relación reportada por Foster et al (1977), y que es:

$$m = \beta/(1+\beta)$$

Los valores de la relación β para condiciones donde los suelos son moderadamente susceptibles a erosión entre canalillos y en canalillos, fueron calculados por McCool et al (1989), utilizando la relación.

$$\beta = (s \quad \frac{\theta}{0.0}) / [3.0\,(s \quad \theta)^{0.8} + 0.5 \ ]$$

Donde
θ= ángulo de la pendiente. Dado un valor de β se calcula el valor del exponente m, utilizando la relación de Foster et al (1977).

La pérdida de suelo aumenta más rápidamente con la inclinación de la pendiente que con la longitud y se evalúa utilizando la relación de McCool, et al (1977) adaptado para México por Figueroa et al, 1991.

$$S = 1 \ .8 s \quad \theta + 0.0 \quad p \quad p \quad m \quad d \quad 9\%$$
$$S = 1 \ .8 s \quad \theta - 0.5 \quad p \quad p \quad m \quad o i \quad a 9\%$$

Para nuestro caso se utilizó la fórmula anterior para pendientes menores a 9 % para obtener el Factor LS en función de la pendiente en % (S) quedando la fórmula de la siguiente manera.

$$L \ = (\frac{\lambda}{Z \ .1})^{m} \ (0.0 \quad + 0.0 \quad S + 0.0 \quad S^2)$$

Un aspecto importante en el uso de la ecuación es la determinación de la longitud de la pendiente. Aunque puede existir un número infinito de longitudes en el terreno, para aplicar la ecuación se calcula la erosión de varios de ellos y se promedia el resultado obtenido, ponderando por el área que cada longitud de pendiente representa. La determinación de la longitud de la pendiente en agostaderos y cuencas forestales es más difícil que en terrenos de cultivo debido a la presencia de vegetación permanente y a la topografía irregular de los terrenos. En estos casos, es mejor determinar la longitud de la pendiente directamente en el campo Figueroa et al (1991).

Por otro lado, Figueroa et al, 1991 afirma que para pendientes con menos de 9% de inclinación y longitudes mayores a 5 m se utilice la ecuación para pendientes menores de 9%, usando el valor de longitud de la pendiente igual a 5 m.

c) Factor de manejo y cobertura, C (adimensional).

La cubierta vegetal es el elemento natural de protección del suelo frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del suelo sino la velocidad de la escorrentía superficial, el factor C de la EUPS recoge esta influencia debida no sólo al tipo de vegetación existente, sino al manejo o disposición de los residuos que produce el suelo. Wischmeier y Smith (1978).

Figueroa et al (1991) afirma que no es posible evaluar independientemente a los factores de manejo y cobertura debido a que sus efectos están influenciados por muchas correlaciones importantes, entre ellas:

- La protección de la cobertura aérea de los cultivos depende del tipo de vegetación, su densidad y la calidad del crecimiento vegetal. Estos factores varían mucho durante el año.
- Las labores de labranza pueden dejar la superficie del suelo con residuos de la cosecha anterior o desprovista de ellos. También es posible producir una superficie rugosa, la cual aumenta la capacidad de retención de humedad y disminuye la escorrentía de los terrenos, o una superficie suavizada por las labores subsecuentes.
- La eficiencia de un cultivo para evitar la erosión depende de cuánta lluvia erosiva ocurre durante los distintos períodos de crecimiento del cultivo.

El factor C se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de C es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección).

Asimismo, Figueroa et al (1991) propone para México procedimientos para el cálculo de valores locales de C; para pastizales, agostaderos, terrenos en descanso (vegetación permanente) y para bosques no disturbados, como a continuación se presenta.

Cálculo de valores de C pastizales, agostaderos y terrenos en descanso (vegetación permanente).
En México, a las superficies dedicadas a la ganadería de tipo extensivo, generalmente con vegetación nativa se les conoce como agostaderos o pastizales. Mucho se ha discutido cuál de los dos términos es el más adecuado; existe una Sociedad Mexicana para el Manejo de Pastizales (SOMMAP) y una Comisión Técnica Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), ambas para el estudio del mismo recurso, es decir, los dos términos son usuales (INE, 1994).

Las características que les son comunes son:

- Producen un tipo de vegetación que sólo los animales pueden convertir en productos benéficos para el hombre
- No son aptas para el cultivo agrícola sostenido y son incapaces de sustentar bosques arborescentes. Sin embargo, muchos bosques pueden ser utilizados para el pastoreo sin causar daño a los árboles dentro del concepto de uso múltiple; a estos agostaderos comúnmente se les denomina "pastizales de tierras boscosas".

Aunque Aizpuru (1982) asegura que también son áreas de baja productividad potencial debido a limitaciones físicas y, por lo tanto, no son adecuadas para el cultivo. Incluye cualquier tipo de vegetación que se explote extensivamente a través del pastoreo de animales domésticos y silvestres, y que además constituyen fuentes vitales de productos maderables, agua y fauna silvestre.

Para el caso de la erosión hídrica se usará lo que se establece en el SOMMAP y COTECA, que son las instituciones oficiales para México.

Los valores que se dan en la Tabla VI.25, muestran la obtención del Fator C mediante la combinación de los factores derivados del tipo, altura y densidad de la cubierta vegetal; tipo y densidad de la cobertura en la superficie del suelo; y los efectos residuales de la presencia por un tiempo largo de una cobertura en el terreno.

Tabla VI. 28 Factor C para pastizales, agostaderos y terrenos en descanso (vegetación permanente).

Cobertura aérea Tipo y altura	Porcentaje de cobertura	Porcentaje en contacto con la superficie del suelo					
		Porcentaje de cobertura					
		Tipo*	0	20	40	60	80
Cobertura no apreciable		P	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013
		M	0.45	0.24	0.15	0.091	0.043
Malezas altas o arbustos con altura promedio de caída de gotas de 50 cm	25	P	0.36	0.17	0.09	0.038	0.013
		M	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041
	50	P	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012
		M	0.26	0.16	0.11	0.076	0.039
	75	P	0.17	0.1	0.06	0.032	0.011
		M	0.17	0.12	0.09	0.068	0.038
Arbustos numerosos con alturas promedio de caída de gotas de 2 m	25	P	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013
		M	0.4	0.22	0.14	0.087	0.042
	50	P	0.34	0.16	0.08	0.038	0.012
		M	0.34	0.19	0.13	0.082	0.041
	75	P	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012
		M	0.28	0.17	0.12	0.078	0.04
Árboles sin arbustos Promedio de caída de gotas de 4 m	25	P	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013
		M	0.42	0.23	0.14	0.089	0.042
	50	P	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013
		M	0.39	0.21	0.14	0.087	0.042
	75	P	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012
		M	0.36	0.20	0.13	0.084	0.041

Fuente: Figueroa et al 1991 (* P= Pastos, M= Malezas).

La cobertura aérea de la vegetación se refiere a las hojas y ramas que no están en contacto directo con la superficie del suelo afectan muy poco la velocidad y cantidad de las aguas de escorrentía, sin embargo, reducen la energía efectiva de las gotas de lluvia debido a que las interceptan. Aunque las gotas que caen del follaje pueden adquirir nuevamente velocidad, ésta es generalmente menor que las de las gotas de lluvia con caída libre. Por otro lado, la cobertura del suelo intercepta las gotas de lluvia tan cerca de la superficie que éstas no pueden adquirir velocidad nuevamente. Asimismo, las coberteras obstruyen el flujo superficial, reduciendo consecuentemente su velocidad y capacidad de transporte. Figueroa et al (1991).

Cálculo de valores de C para bosques no disturbados.

En los bosques no disturbados la capacidad de infiltración y contenido de materia orgánica son altos y mucha de la superficie está cubierta por un mantillo de materia orgánica en descomposición de varios centímetros de espesor. Estas capas de mantillo protegen al suelo de las fuerzas erosivas del escurrimiento y de las gotas de lluvia y son muy efectivas contra la erosión de suelo.

Tabla VI. 29 Factor C para bosques no disturbados.

% del área cubierta por el follaje de los árboles y arbustos	% del área cubierta por mantillo de más de 5 cm de espesor	Factor C
100-75	100-90	0.0001-0.001
70-45	85-75	0.002-0.004
40-20	70-40	0.003-0.009

Fuente: Figueroa et al 1991.

Cuando la cobertera de mantillo es menor de 40 % o el follaje aéreo es menor del 20 % Figueroa (1991), recomienda usar la tabla del factor C para pastos y leguminosas.

Factor por prácticas de conservación (P).

Como alternativa para reducir la erosión de los suelos, se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para que se puedan alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles. El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

Metodología de estimación de la erosión hídrica potencial.

Para hacer la estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica potencial, es decir, sin considerar la vegetación del suelo, se realizaron los cálculos a través de la EUPS sin considerar el factor C, formulada en su forma actual por Wischmeier y Smith (1962) y adecuada para México por Figueroa et al (1991).

La ecuación básica es:

$$A = R K L S$$

Donde:
A = Pérdida de suelo promedio anual [t/ha/año]
R = Factor erosividad de la lluvia [MJ/ha*mm/hr]
K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha. MJ*ha/mm*hr]
LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional

Cada uno de los componentes de la EUPS se describe a detalle en párrafos posteriores.

En los siguientes apartados se realiza el análisis de la erosión hídrica en dos escenarios y el volumen de suelo a mitigar:

1) Tasa y volumen de la erosión hídrica en las condiciones actuales, es decir sin el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (Sin CUSTF)
2) Tasa y volumen de la erosión hídrica potencial o con el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (Con CUSTF), lo cual implica la remoción de la cobertura vegetal actual.
3) Volumen de suelo a mitigar en el supuesto de que se realice el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Metodología desarrollada de la erosión hídrica.

Los datos que a continuación se desarrollan para el cálculo de la erosión hídrica en dos escenarios, es decir, con la vegetación secundaria de Matorral Sarcocaule (VS/MSC) y el suelo desnudo, se obtuvieron de fuentes oficiales como Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), así como de un intenso trabajo de campo, realizado en el área sujeta al Cambio de Uso de Suelo (CUSTF).

a) Factor R.

Para el cálculo del factor R se tomaron los valores promedio de Precipitación media anual, y temperatura media anual de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cercanos al área de CUSTF y que inciden directamente en el comportamiento de las precipitaciones dentro de esta área. A continuación, se presentan los valores obtenidos de tales estaciones para el período 1951-2010.

Tabla VI. 30 Datos meteorológicos cercanos al área sujeta al CUSTF.

Estaciones Climatológicas	Precipitación (mm)
E1 (3135 LA CANDELARIA)	329.40
X(mm)	329.40

X (m)	0.33
Factor R	1,840.26

Fuente: SMN, 2022.

Ahora bien, para obtener el Factor R se retoma la tabla de ecuaciones obtenidas por Cortés (1991), y se hizo la intersección del área sujeta a CUSTF con las XIV regiones de erosividad de la lluvia dónde se obtuvo que nuestra área de estudio se encuentra inmersa en la región XI, tal y como se muestra a continuación.

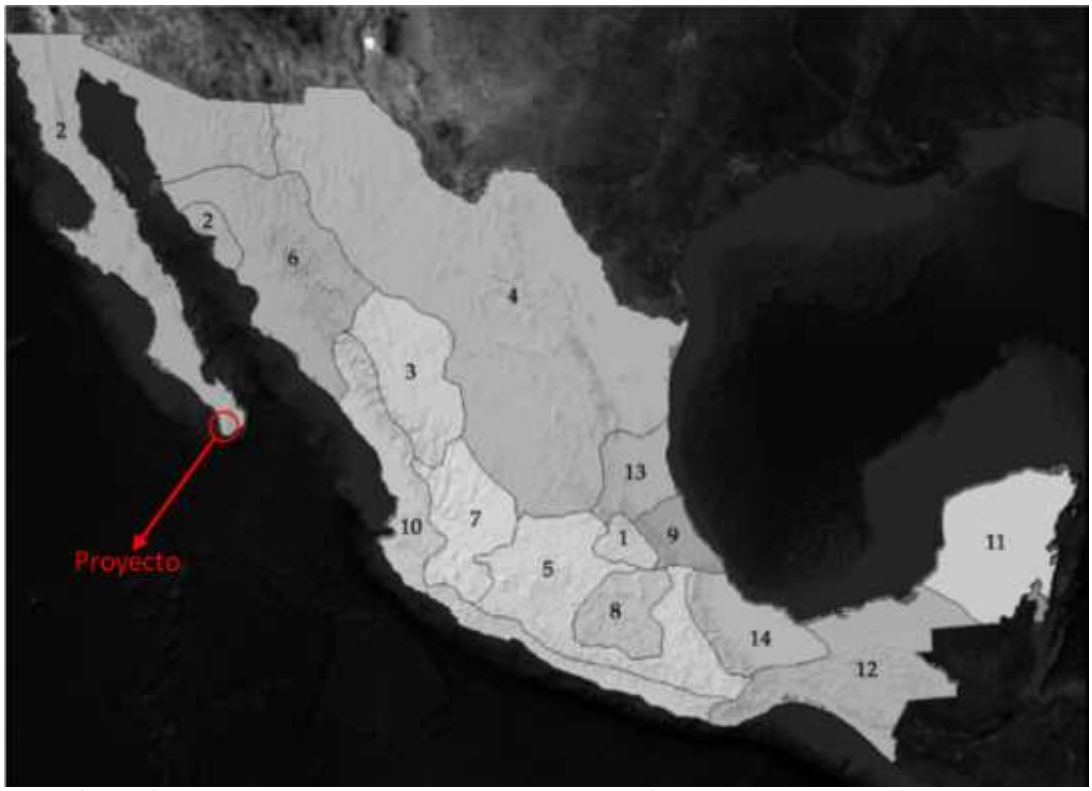


Figura VI. 14 Ubicación del área de CUSTF con respecto a la regionalización del factor R (Becerra, 1997).

De acuerdo con la figura anterior el área de estudio corresponde a la ecuación XI, y es representada por las siguientes expresiones:

$$R = 3.7 \quad P + 0.0 \quad P^2$$

Donde:
R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr
P = Precipitación media anual de la región

El valor de precipitación corresponde al valor promedio obtenido en la Tabla VI.31, siendo este de 942.65 mm anuales, por lo tanto, se obtiene que:

$$R = 3.7 \quad (3 \quad .4 \ ) + 0.0 \quad (3 \quad .4 \ )^2$$
$$R = 1,8 \quad .2 \quad M/h \quad m \quad /h$$

b) Factor K

En este caso el factor K se obtiene a partir de los valores de erosionabilidad de los suelos (K), propuestos por Montes-León et al (2010) a partir de los valores obtenidos por FAO en 1980. Para el área sujeta a CUSTF los tipos de suelos reportados por INEGI son los siguientes:

Tabla VI. 31 Valores de erosionabilidad de los suelos (K).

Tipo de suelo	Textura	Factor K
Leptosol	Gruesa	0.013

Fuente: Elaboración propia a partir de Montes-León et al, 2010.

Factor LS

Para el cálculo se ejemplifica el cálculo de la pendiente en el rango de 2-5 %.
En la parte final de este apartado se anexa el cuadro resumen con todos los valores del factor LS para cada pendiente existente en el área sujeta a CUSTF.

Factor L

El factor L se define como:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.1}\right)^{m} \rightarrow L = \left(\frac{5}{22.1}\right)^{0.0}$$
$$L = 0.9$$

Donde:
λ= Longitud de la pendiente m. Esta es la proyección horizontal y no la distancia paralela a la superficie del terreno.
m = Exponente. Este valor está influenciado por interacciones de la longitud de la pendiente con la inclinación y también por las propiedades del suelo, el tipo de vegetación, y las prácticas de conservación.

El valor de λ propuesto para esta fórmula se define a través de la visita en campo, y dado a que generalmente para el cálculo de erosión no se utiliza valores de λ altos, ya que en la realidad no existen longitudes altas de pendiente es decir que la escorrentía no recorre longitudes largas para llegar a un punto donde esta agua de escorrentía entra a un canal bien definido que puede ser parte de una red de drenaje.

Por otra parte, González (1991) afirma que el efecto de la pendiente en las pérdidas de suelo es muy variable en declives muy cortos o donde se prevé que no se van a formar regueros (se considera que los regueros aparecen en general a partir de 5 m de longitud de escorrentía), por otro lado para el caso de México Figueroa et al (1991) estimó que para pendientes con menos de 9% de inclinación y longitudes mayores a 5 m se utilice la ecuación para pendientes menores de 9%, usando el valor de longitud de la pendiente igual a 5 m, lo cual aplica a nuestra área de estudio.

El valor de exponente m varía dependiendo de la relación β entre la erosión entre canalillos (debida al impacto de las gotas de lluvia) y en canalillos (causado por el flujo superficial) de acuerdo con la relación reportada por Foster et al (1977), y que es:

$$m = \frac{\beta}{1+\beta} \rightarrow m = 0.0 \quad /(1 + 0.0 \quad)$$
$$m = 0.0$$

Los valores de la relación β para condiciones donde los suelos son moderadamente susceptibles a la erosión entre canalillos y en canalillos, fueron calculados por McCool et al (1989), utilizando la relación. Para obtener el Sen θ en Excel, se convierten los grados a radianes

$$\beta = \frac{s \quad \frac{\theta}{0.0}}{[3.0\,(s \quad \theta)^{0.8} + 0.5\ ]} \rightarrow \beta = (s \quad \frac{0.0}{0.0}) / [3.0\,(s \quad 0.0 \quad)^{0.8} + 0.5$$
$$\beta = 0.0$$

Donde:
θ= ángulo de la pendiente. Dado un valor de β se calcula el valor del exponente m, utilizando la relación de Foster et al (1977).

Factor S

Para la ejemplificación de este cálculo, la pendiente será de 0.5% y en radianes corresponde a 0.005, dicha pendiente en porcentaje fue obtenida del Modelo de Elevación Digital (MED) de INEGI.

La pérdida de suelo aumenta más rápidamente con la inclinación de la pendiente que con la longitud y se evalúa utilizando la relación de McCool, et al (1977) adaptado para México por Figueroa et al (1991) y utiliza como entrada la pendiente en %.

$$S = (0.0\ 3 + 0.0 \quad S + 0.0 \quad S^2)$$
$$S = (0.0 + 0.0 \quad (4.1) + 0.0 \quad (4.1)^2)$$
$$S = 0.0$$

Finalmente se realiza el producto de ambos factores para obtener el factor LS, valor requerido para el cálculo de la erosión hídrica.

$$L = (\frac{5}{2\ .1})^{0.0} \quad (0.0 + 0.0 \quad (0.5) + 0.0 \quad (0.5)^2$$
$$L = 0.9 \quad 0.0$$
$$F \quad L = 0.0$$

c) Factor C.

El factor de manejo y cobertura (C) varía de 0 a 1 y su valor disminuye a medida que aumenta la cobertura vegetal.

Como se mencionó en el apartado de metodología para el cálculo de la erosión hídrica por EUPS, Figueroa et al (1991) propone tablas de valores de C para Pastizales, agostaderos y terrenos en descanso (vegetación permanente), así como para terrenos forestales no disturbados. Si bien Montes-León et al (2010 propone una relación de valores de C para los diferentes tipos y/o uso de suelo de acuerdo con la serie III del INEGI, es importante recalcar que se consideró utilizar la metodología propuesta por Figueroa et al (1991) toda vez que en los muestreos de campo se obtuvieron datos de cobertura aérea y del suelo con el que se puede obtener el valor de C para la condición actual, obteniendo así un resultado más objetivo y disminuyendo el error en la estimación.

De acuerdo con los resultados del muestreo de campo y las especies encontradas, las características de la vegetación encontrado son propias de una VS/MSC. Para fines de estimación de la erosión se consideró además el estado de sucesión primario o secundario y sus fases de desarrollo (arbóreo y arbustivo) de acuerdo con la Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI.

Para la vegetación secundaria se consideró la Tabla VI.32, para terrenos en descanso con vegetación permanente. Cabe aclarar que el factor C, contempla el porcentaje de cobertura aérea y del suelo, y no el tipo de vegetación; por lo que, no se debe confundir con este.

Para la VS/MSC se consideró lo siguiente:

- Cobertura aérea de 50 % de VS/MSC.
- Cobertura de 20 % VS/MSC.

El estado actual de la vegetación y el porcentaje de cobertura aproximado se basa en los resultados del muestreo en campo realizado dentro de las áreas sujetas a CUSTF. A continuación, se presenta una memoria fotográfica del estado actual de la vegetación y de acuerdo con sus estados de sucesión y fases de desarrollo.

A continuación, se muestra en la siguiente Tabla, el factor de cobertura vegetal (C), para la vegetación secundaria se utilizó la tabla del factor para terrenos en descanso con vegetación permanente.

Para obtener el valor de C de acuerdo con las coberturas aéreas y de suelo se realizó una sencilla interpolación lineal entre las coberturas en el que se encuentre la vegetación encontrada en el área de CUSTF, mismo que se definió en los párrafos anteriores.

Tabla VI. 32 Valores del factor C para terrenos en descanso (vegetación permanente)

Cobertura aérea Tipo y altura	Porcentaje de cobertura	Porcentaje en contacto con la superficie del suelo						
		Porcentaje de cobertura						
		Tipo*	0	20	40	60	80	95
Cobertura no apreciable		P	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		M	0.45	0.24	0.15	0.091	0.043	0.011

Cobertura aérea Tipo y altura	Porcentaje de cobertura	Porcentaje en contacto con la superficie del suelo						
		Porcentaje de cobertura						
		Tipo*	0	20	40	60	80	95
Malezas altas o arbustos con altura promedio de caída de gotas de 50 cm	25	P	0.36	0.17	0.09	0.038	0.013	0.003
		M	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011
	50	P	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		M	0.26	0.16	0.11	0.076	0.039	0.011
	75	P	0.17	0.1	0.06	0.032	0.011	0.003
		M	0.17	0.12	0.09	0.068	0.038	0.011
Arbustos numerosos con alturas promedio de caída de gotas de 2 m	25	P	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		M	0.4	0.22	0.14	0.087	0.042	0.011
	50	P	0.34	0.16	0.08	0.038	0.012	0.003
		M	0.34	0.19	0.13	0.082	0.041	0.011
	75	P	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		M	0.28	0.17	0.12	0.078	0.04	0.011
Árboles sin arbustos Promedio de caída de gotas de 4 m	25	P	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
		M	0.42	0.23	0.14	0.089	0.042	0.011
	50	P	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		M	0.39	0.21	0.14	0.087	0.042	0.011
	75	P	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003
		M	0.36	0.20	0.13	0.084	0.041	0.011

Fuente**:** Figueroa et al, 1991.

De la Tabla VI.33, se consideró Árboles sin arbustos Promedio de caída de gotas de 4 m, toda vez que en la vegetación secundaria arbórea domina el estrato arbóreo y hay una menor cantidad de arbustos o no ha. Cabe aclarar que para la estimación de la erosión hídrica Wischmeier y Smith (1962) encontraron que el efecto de la altura a los 4 metros en la disminución de la erosión se vuelve poco relevante o no significativo después de esta altura por lo que la evaluación de alturas se focalizó en los rangos en donde la altura resulta crucial en la reducción del volumen de erosión por efecto de la vegetación.

Finalmente se presenta el factor C calculado para la vegetación de VS/MSC considerando sus fases de desarrollo y en el supuesto de que se elimine la vegetación.

Tabla VI. 33 Valores del factor C sin CUSTF y con CUSTF.

MSC= Matorral Sarcocaule	
Para vegetación secundaria de Matorral Sarcocaule	Valor
Cobertura aérea obtenida de campo (%)=	50
Cobertura del suelo obtenido en campo (%)=	20
Factor C	0.220

Fuente: Elaboración propia a partir de Figueroa et al, 1991.

De acuerdo con González (1991), el valor de factor C en terrenos forestales en general son valores muy pequeños; estos nos indican la dificultad de los procesos de erosión en suelos con cubierta forestal.

Factor P.

Actualmente en el área sujeta a CUSTF no se realizan obras o prácticas de conservación del suelo y agua, por tanto, el valor del factor P es 1.

Resultados de la estimación de erosión hídrica sin CUSTF.

Las memorias de cálculo de la estimación de la erosión hídrica en los dos escenarios se presentan en el Anexo 7.

La estimación de la erosión actual se obtiene al realizar el producto de la EUPS con los valores previamente obtenidos para cada factor.

Tabla VI. 34 Valores de la EUPS utilizados para el escenario sin CUSTF.

ID	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C
1	1,840.26	0.013	0.017	0.084

A continuación, se presenta las tasas y el volumen de erosión hídrica en las condiciones actuales para los polígonos de CUSTF.

Tabla VI. 35 Tasas y volumen de erosión hídrica actual en el área de CUSTF.

PoI CUSTF	Superficie ha	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Tasa de erosión (ton/ha/año)	Volumen (ton/año)
1	12.702	1,840.26	0.013	0.014	0.22	0.07	0.94
					TOTAL	0.07	0.94

Como se observa en la Tabla VI.35, las tasas de erosión en las condiciones actuales, es decir con la cobertura vegetal de la VS/MSC, en sus diferentes fases de desarrollo así como por los tipos de suelo y texturas de suelo; se tiene que, en el área de CUSTF se presenta una tasa de erosión de 0.07 ton/ha/año, es decir, el área de estudio no está afectada por la erosión hídrica y su grado de erosión de acuerdo a CONAFOR-UACH (2013) es nula, ya que se refiere a una pérdida menor a 5 ton/ha/año tal y como se presenta a continuación en la siguiente Figura:

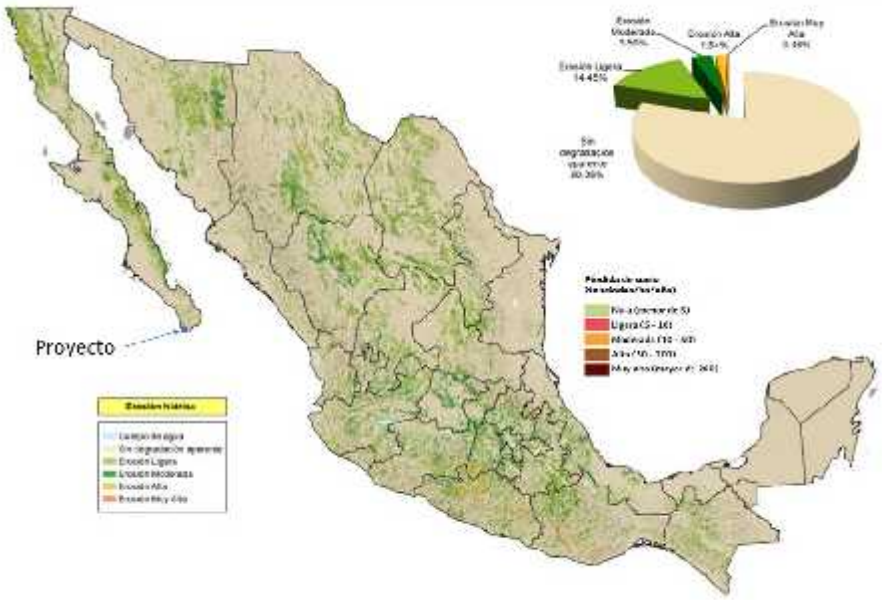


Figura VI. 15 Erosión hídrica estimada por RUSLE (CONAFOR-UACH, 2013).

Por otro lado, el volumen de suelo erosionado por superficie, es decir en toneladas por año para las 12.702 hectáreas de la superficie de CUSTF en las condiciones actuales son 0.94 toneladas/año, lo que representa una erosión hídrica nula.

Resultados de la estimación de erosión hídrica con CUSTF.

Las memorias de cálculo de la estimación de la erosión hídrica en el escenario de haber removido la vegetación y que a continuación se detalla se presenta en el Anexo 7.

La estimación de la erosión potencial o con CUSTF se obtiene al realizar el producto de la EUPS con los valores previamente obtenidos para cada factor.

Para el escenario con CUSTF no se tomó en cuenta el factor C, tal y como lo establece la metodología y se consideraron los siguientes valores.

Tabla VI. 36 Valores de la EUPS utilizados para el escenario con CUSTF

Id	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C
1	7,592.23	0.007	0.017	1.000

A continuación, se presenta las tasas y el volumen de erosión hídrica en el supuesto de haber removido la vegetación para cada uno de los polígonos de CUSTF.

Tabla VI. 37 Tasas y volumen de erosión hídrica potencial en el área de CUSTF.

PoI CUSTF	Superficie ha	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Tasa de erosión (ton/ha/año)	Volumen (ton/año)
1	12.702	1,840.26	0.013	0.014	1.00	0.34	4.26
					TOTAL	0.34	4.26

Como resultado de la Tabla VI.37, las tasas de erosión potencial tienen de 0.34 ton/ha/año. De acuerdo con la evaluación de la degradación del suelo causado por el hombre elaborado por SEMARNAT y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) en el 2002, la erosión potencial presente en el área de CUSTF va de erosión Nula, tal y como se muestra en la Figura siguiente:

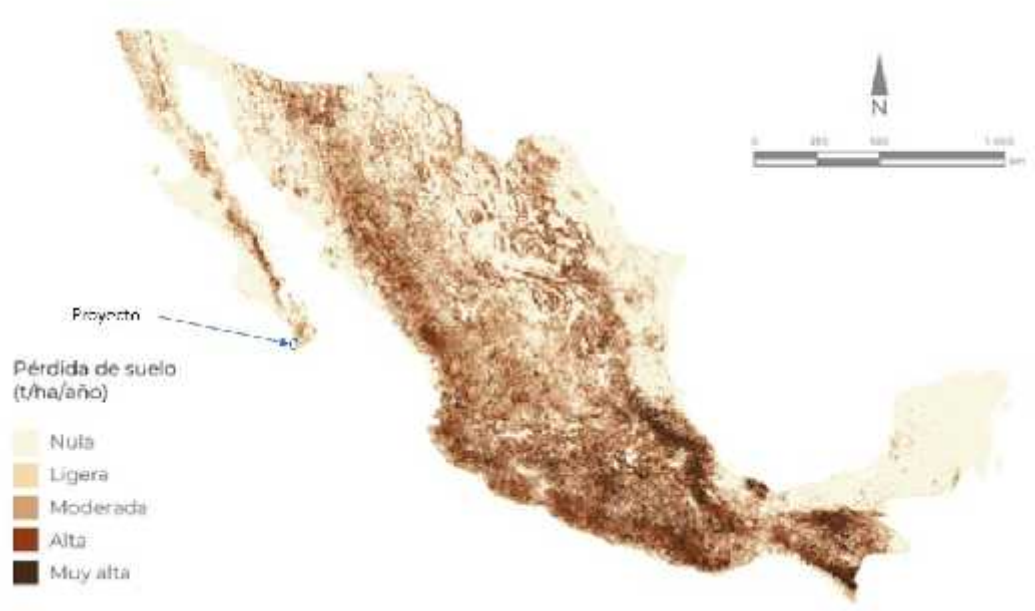


Figura VI. 16 Erosión hídrica potencial según SEMARNAT-UACH, 2003.

Por la escala de trabajo hay una variación no significativa en las tasas de erosión ya que en nuestro caso la estimación fue a nivel local, mientras que lo realizado por SEMARNAT-UACH (2002) fue a escala 1:1,000 000, por lo que la precisión fue mayor, aunado al intenso muestreo realizado en campo para obtener las condiciones actuales del sitio.

La erosión hídrica potencial indica que, si no existe cobertura del suelo y no se tienen prácticas de conservación del suelo y agua, se perderían 4.26 ton/año en 12.702 hectáreas del área de CUSTF:

Como se mencionó en los apartados anteriores la erosión hídrica actual en CUSTF es 0.94 ton/año, y erosión potencial es 4.26 ton/año por tanto se tiene una erosión a mitigar de 3.33 ton/año dentro de las 12.702 hectáreas.

De esta forma, bajo el escenario de haber realizado el CUSTF se tiene que el suelo erosionado tiende a aumentar como consecuencia de la eliminación de la cobertura, por lo que para efectos de demostrar que el cambio de uso de suelo no implica el aumento de la erosión, con las medidas de compensación se tiene que recuperar las condiciones actuales del área de CUSTF en el área a mitigar y con ello captar 3.33 toneladas de la diferencia entre los dos escenarios analizados (Condiciones actuales y posterior al CUSTF).

Metodología para la estimación de la erosión eólica.

La erosión eólica comparte con la erosión hídrica dos de los factores que controlan su tasa y magnitud, estos son la erodabilidad y la presencia de la vegetación, sin embargo, en este proceso, la rugosidad del suelo y el clima también desempeñan papeles significativos. Este tipo de erosión afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Su presencia está asociada a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad" (SEMARNAT, 2016).

La erosión eólica se calcula mediante el método de Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) (1988) y es el producto del índice de agresividad del viento (IAVIE), la calificación de la textura del suelo (CATEX) y el factor por uso del suelo (CAUSO) y se expresa en ton/ha/año.

Los factores que afectan o condicionan la erosión eólica son clima, suelo y vegetación. La topografía parece tener porca importancia, aunque la longitud de la superficie erosionable tiene gran influencia en el movimiento del suelo, al conjugarse estos factores bajo determinadas condiciones propician o restringen este tipo de erosión. Generalmente la erosión eólica se presenta bajo condiciones de escasa precipitación, fuertes oscilaciones térmicas entre el día y la noche, así como vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo.

Dentro de la expresión matemática mencionada anteriormente, cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones y valores ya determinados.

$$E = I \quad C \quad C$$

Donde:
Ee=Erosión eólica (ton/ha/año)
IAVIE= índice de agresividad del viento
CATEX= Clasificación de la textura
CAUSO= Valor de uso del suelo

a) Índice de Agresividad del viento (IAVIE).

El índice de agresividad del viento se calcula a partir de PECRE, con la siguiente fórmula:

$$I \quad = 1 \quad .8 \quad - (0.7 \quad P \quad)$$

Donde PECRE es el período de crecimiento, el cual se define como el número de días al año en el que hay disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (estos valores son medias anuales). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$P \quad C \quad = 0.2 \quad (P \quad) - 0.0 \quad \left(P \quad ^2\right) - 3 \quad .1$$

Donde:
PREC = Precipitación anual (mm)
Donde PREC es la precipitación media anual en mm. Esta se obtiene a partir de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional en un periodo de 50 años.

Clasificación de la textura (CATEX).

La calificación de la textura se obtiene a partir de la textura y fase del tipo de suelo. El tipo de suelo se obtiene a partir del conjunto de datos vectoriales de la carta Edafológica escala 1:250 000 del INEGI. El valor se obtiene de las siguientes tablas para tipos de suelos que son calcáreos o no son calcáreos y que se deben considerar si están o no, presentes en el área de CUSTF.

Tabla VI. 38 Tipos de suelos calcáreos.

Nombre	Símbolo
Cambisol cálcico	Bk
Chernozem Cálcico	Ck
Rendzina	E
Gleysol calcárico	Gc
Feozem calcárico	Hc
Fluvisol calcárico	Jc
Castañozem cálcico	Kk
Luvisol cálcico	Lk
Regosol calcárico	Rc
Xerosol cálcico	Xk
Yermosol cálcico	Yk

Fuente: SEDUE, 1988

Tabla VI. 39 Valores para la textura de suelos no calcáreos.

CATEX	Textura y Fase
3.5	1 (gruesa)
1.25	2 (media)
1.85	3 (fina)
1.75	1 fase gravosa o pedregosa
0.62	2 fase gravosa o pedregosa
0.92	3 fase gravosa o pedregosa

Fuente: SEDUE, 1988

Tabla VI. 40 Valores para la textura de suelos calcáreos.

CATEX	Textura y Fase
3.5	1 (gruesa)
1.75	2 (media)
1.85	3 (fina)
0.87	fase gravosa o pedregosa

Fuente: SEDUE, 1988

b) Valor de uso del suelo (CAUSO).

La calificación del uso del suelo y tipo de vegetación se obtiene a partir del conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie VII y de la tabla propuesta por SEDUE.

Los valores de la variable CAUSO se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VI. 41 Valores para el cálculo de CAUSO

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Acuícola	0
Agricultura de humedad anual	0.2
Agricultura de humedad anual y permanente	0.2
Agricultura de humedad anual y semipermanente	0.2

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Agricultura de humedad permanente	0.2
Agricultura de humedad semipermanente	0.2
Agricultura de humedad semipermanente y permanente	0.2
Agricultura de riego anual	0.2
Agricultura de riego anual y permanente	0.2
Agricultura de riego anual y semipermanente	0.2
Agricultura de riego permanente	0.2
Agricultura de riego semipermanente	0.2
Agricultura de riego semipermanente y permanente	0.2
Agricultura de temporal anual	0.7
Agricultura de temporal anual y permanente	0.7
Agricultura de temporal anual y semipermanente	0.7
Agricultura de temporal permanente	0.7
Agricultura de temporal semipermanente	0.7
Agricultura de temporal semipermanente y permanente	0.7
Asentamientos humanos	0
Bosque cultivado	0.2
Bosque de Ayarín	0.2
Bosque de cedro	0.2
Bosque de encino	0.2
Bosque de encino-pino	0.2
Bosque de galería	0.15
Bosque de mezquite	0.3
Bosque de oyamel	0.2
Bosque de pino	0.2
Bosque de pino-encino	0.2
Bosque de táscate	0.2
Bosque inducido	0.2
Bosque mesófilo de montaña	0.2
Chaparral	0.15
Cuerpo de agua	0
Desprovisto de vegetación	0.5
Manglar	0.05
Matorral Crasicaule	0.15
Matorral desértico Micrófilo	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Matorral espinoso tamaulipeco	0.15
Matorral rosetófilo costero	0.15
Matorral sarco-crasicaule	0.15
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.15
Matorral sarcocaule	0.15
Matorral submontano	0.15
Matorral subtropical	0.15
Mezquital tropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.15
País extranjero	0
Palmar inducido	0.3
Palmar natural	0.3
Pastizal cultivado	0.3
Pastizal gipsófilo	0.3
Pastizal halófilo	0.3

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Pastizal inducido	0.3
Pastizal natural	0.3
Popal	0.05
Pradera de alta montaña	0.3
Sabana	0.3
Sabanoide	0.3
Selva alta perennifolia	0.1
Selva alta subperennifolia	0.1
Selva baja caducifolia	0.1
Selva baja espinosa caducifolia	0.1
Selva baja espinosa subperennifolia	0.1
Selva baja perennifolia	0.1
Selva baja subcaducifolia	0.1
Selva baja subperennifolia	0.1
Selva de galería	0.05
Selva mediana caducifolia	0.1
Selva mediana perennifolia	0.1
Selva mediana subcaducifolia	0.1
Selva mediana subperennifolia	0.1
Sin vegetación aparente	0.4
Tular	0.05
Vegetación de desiertos arenosos	0.5
Vegetación de dunas costeras	0.5
Vegetación de galería	0.05
Vegetación de Petén	0.05
Vegetación gipsófila	0.3
Vegetación halófila hidrófila	0.05
Vegetación halófila xerófila	0.3
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Ayarín	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de cedro	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de galería	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de táscate	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	0.21
Vegetación secundaria arbórea de manglar	0.05
Vegetación secundaria arbórea de palmar natural	0.3
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva de galería	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia	0.11

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de vegetación de Petén	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Ayarín	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de cedro	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de chaparral	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de matorral Crasicaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico Micrófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral rosetófilo costero	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarco-crasicaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarco-crasicaule neblina	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital tropical	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de palmar natural	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal gipsófilo	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal halófilo	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de galería	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila hidrófila	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	0.5
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino-pino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino-encino	0.21

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Vegetación secundaria herbácea de bosque de táscate	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque mesófilo de montaña	0.21
Vegetación secundaria herbácea de manglar	0.05
Vegetación secundaria herbácea de matorral Crasicaule	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral de coníferas	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral desértico Micrófilo	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral desértico rosetófilo	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral espinoso tamaulipeco	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral rosetófilo costero	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral sarco-crasicaule	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral sarco-crasicaule de neblina	0.16
Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	0.3
Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de vegetación halófila xerófila	0.3
Zona urbana	0

Fuente: INEGI a partir de SEDUE, 1988.

Metodología para la estimación de la erosión eólica potencial.

La erosión eólica potencial, considerando un suelo desnudo o sin vegetación se calcula mediante el método de SEDUE (1988) y es el producto del índice de agresividad del viento (IAVIE), la calificación de la textura del suelo (CATEX) y el factor por uso del suelo (CAUSO) y se expresa en ton/ha/año.

$$E = I \quad C \quad C \quad (s \quad v \quad ón)$$

Para el escenario donde se considera un suelo desnudo, es decir, sin vegetación se toma el valor correspondiente de la siguiente tabla.

Para nuestro caso en particular es “Desprovisto de vegetación” con un valor de CAUSO de 0.5 adimensional.

Tabla VI. 42. Valores para el cálculo de CAUSO

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Acuícola	0
Agricultura de humedad anual	0.2
Agricultura de humedad anual y permanente	0.2
Agricultura de humedad anual y semipermanente	0.2
Agricultura de humedad permanente	0.2
Agricultura de humedad semipermanente	0.2
Agricultura de humedad semipermanente y permanente	0.2
Agricultura de riego anual	0.2
Agricultura de riego anual y permanente	0.2
Agricultura de riego anual y semipermanente	0.2
Agricultura de riego permanente	0.2
Agricultura de riego semipermanente	0.2

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Agricultura de riego semipermanente y permanente	0.2
Agricultura de temporal anual	0.7
Agricultura de temporal anual y permanente	0.7
Agricultura de temporal anual y semipermanente	0.7
Agricultura de temporal permanente	0.7
Agricultura de temporal semipermanente	0.7
Agricultura de temporal semipermanente y permanente	0.7
Asentamientos humanos	0
Bosque cultivado	0.2
Bosque de Ayarín	0.2
Bosque de cedro	0.2
Bosque de encino	0.2
Bosque de encino-pino	0.2
Bosque de galería	0.15
Bosque de mezquite	0.3
Bosque de oyamel	0.2
Bosque de pino	0.2
Bosque de pino-encino	0.2
Bosque de táscate	0.2
Bosque inducido	0.2
Bosque mesófilo de montaña	0.2
Chaparral	0.15
Cuerpo de agua	0
Desprovisto de vegetación	0.5
Manglar	0.05
Matorral Crasicaule	0.15
Matorral desértico Micrófilo	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Matorral espinoso tamaulipeco	0.15
Matorral rosetófilo costero	0.15
Matorral sarco-crasicaule	0.15
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.15
Matorral sarcocaule	0.15
Matorral submontano	0.15
Matorral subtropical	0.15
Mezquital tropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.15
País extranjero	0
Palmar inducido	0.3
Palmar natural	0.3
Pastizal cultivado	0.3
Pastizal gipsófilo	0.3
Pastizal halófilo	0.3
Pastizal inducido	0.3
Pastizal natural	0.3
Popal	0.05
Pradera de alta montaña	0.3
Sabana	0.3
Sabanoide	0.3
Selva alta perennifolia	0.1
Selva alta subperennifolia	0.1

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Selva baja caducifolia	0.1
Selva baja espinosa caducifolia	0.1
Selva baja espinosa subperennifolia	0.1
Selva baja perennifolia	0.1
Selva baja subcaducifolia	0.1
Selva baja subperennifolia	0.1
Selva de galería	0.05
Selva mediana caducifolia	0.1
Selva mediana perennifolia	0.1
Selva mediana subcaducifolia	0.1
Selva mediana subperennifolia	0.1
Sin vegetación aparente	0.4
Tular	0.05
Vegetación de desiertos arenosos	0.5
Vegetación de dunas costeras	0.5
Vegetación de galería	0.05
Vegetación de Petén	0.05
Vegetación gipsófila	0.3
Vegetación halófila hidrófila	0.05
Vegetación halófila xerófila	0.3
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Ayarín	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de cedro	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de galería	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de táscate	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	0.21
Vegetación secundaria arbórea de manglar	0.05
Vegetación secundaria arbórea de palmar natural	0.3
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva de galería	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de vegetación de Petén	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Ayarín	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de cedro	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.2

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de chaparral	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de matorral Crasicaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico Micrófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral rosetófilo costero	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarco-crasicaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarco-crasicaule neblina	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital tropical	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de palmar natural	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal gipsófilo	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal halófilo	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de galería	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila hidrófila	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	0.5
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino-pino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino-encino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de táscate	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque mesófilo de montaña	0.21
Vegetación secundaria herbácea de manglar	0.05
Vegetación secundaria herbácea de matorral Crasicaule	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral de coníferas	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral desértico Micrófilo	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral desértico rosetófilo	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral espinoso tamaulipeco	0.16

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Vegetación secundaria herbácea de matorral rosetófilo costero	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral sarco-crasicaule	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral sarco-crasicaule de neblina	0.16
Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	0.3
Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de vegetación halófila xerófila	0.3
Zona urbana	0

Fuente: INEGI a partir de SEDUE, 1988

A continuación, en los siguientes apartados se realiza el análisis de la erosión eólica en dos escenarios y la estimación del suelo a mitigar resultante de la diferencia entre el escenario 2 y el escenario 1.

1) Tasa y volumen de la erosión eólica en las condiciones actuales, es decir sin el cambio de uso del suelo (Sin CUSTF)
2) Tasa y volumen de la erosión eólica potencial o posterior al cambio de uso del suelo en terrenos forestales (Con CUSTF)
3) Volumen de suelo a mitigar en el supuesto de que se realice el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Metodología desarrollada de la erosión eólica.

Para obtener la tasa de erosión eólica en la condición Sin CUSTF y con CUSTF se realiza el producto de los factores anteriores, sustituyendo la ecuación inicial:

$$E = I \quad C \quad C$$

a) IAVIE.

Para el cálculo del índice de erosividad del viento se utilizaron las siguientes estaciones meteorológicas del SMN. Las estaciones climatológicas aquí presentadas fueron consideradas por su cercanía con el área de proyecto.

Tabla VI. 43. Estaciones meteorológicas utilizadas para estimar IAVIE

Estaciones Climatológicas	Precipitación (mm)
E1 (3135 LA CANDELARIA)	329.40
mm	329.40
m	0.3294

A continuación, se presenta el cálculo sustituyendo los valores correspondientes:

$$P = 0.2408\,(329.40) - 0.0000372(329.40)^2 - 33.1019$$

$$P = 42.18$$

$$I = 42.18 - 0.7660\,(42.18)$$

$$I = 128.51$$

b) CATEX.

En el área de CUSTF se encontró un tipo de suelo: Leptosol con texturas gruesa. Así mismo el suelo Leptosol se encuentra en la categoría de los suelos calcáreos.

Tabla VI. 44. Tipos de suelos en el área de CUSTF y su fase

Tipo de suelo	Calcáreo o no calcáreo	Textura	Fase	CATEX
LEPTOSOL (LP)	Si	Gruesa	Pedregosa	3.5

Fuente: Elaboración propia a partir de SEDUE, 1988.

c) CAUSO

En este caso el valor CAUSO se toma de acuerdo con el estado de la vegetación, en nuestro caso los escenarios son: Sin CUSTF, es decir con la cobertura vegetal actual y con CUSTF, sin la cobertura producto del desmonte y despalme.

Tabla VI. 45. Valores de CAUSO antes del CUSTF y con CUSTF

Escenario	Tipo de Vegetación	CAUSO
Sin CUSTF	Matorral sarcocaule	0.15
Con CUSTF	Desprovisto de vegetación	0.50

Fuente: Elaboración propia a partir de SEDUE 1998, INEGI Serie VII, 2021.

Resultados de la estimación de la erosión eólica sin CUSTF.

A continuación, se presenta la tasa de erosión eólica por unidad de suelo, así como también por unidad de superficie en el área solicitada para el CUSTF.

Tabla VI. 46. Factores para la estimación de la erosión eólica sin CUSTF

PECRE	IAVE	CATEX	CAUSO
42.18	128.51	3.50	0.15

De la Tabla VI.46, se realiza la multiplicación de las variables de la ecuación con la superficie referida y se obtiene las tasas de erosión y la cantidad o volumen de erosión para el área de CUSTF en el escenario sin CUSTF.

Tabla VI. 47. Tasas y volumen de erosión eólica actual en el área de CUSTF

Pol CUSTF	Superficie (ha)	PECRE	IAVE	CATEX	CAUSO	Tasa de erosión ton/ha/año actual	Volumen actual ton/año
1	12.7024	42.18	128.51	3.50	0.15	67.47	857.03
					MIN	67.47	857.03

Como se observa en la Tabla VI. 47, las tasas de erosión en el escenario sin CUSTF, es decir en las condiciones actuales con una VS/MSC se presenta un valor de 67.47 ton/ha/año de erosión eólica y aplicado a la superficie del área de CUSTF se tiene un volumen de suelo anual de 857.03 toneladas/año.

De acuerdo con CONAFOR-UACH (2013) el área de CUSTF se encuentra en el rango de moderada por la erosión eólica.

La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Sus causas también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad, lo cual no corresponde a las condiciones que se presentan en área de estudio ya que se tienen altos niveles de humedad, precipitación y una cubierta vegetal permanente de VS/MSC.



Figura VI. 17 Grado de la superficie afectada por erosión eólica. Elaboración propia a partir de la Ecuación de Erosión Eólica (Wind Erosion Equation, Woodruff, 1965), adaptado para las condiciones de México por Figueroa, et. al. (1991) y la metodología SEMARNAT-UACh, (2002).

Resultados de la estimación de la erosión eólica con CUSTF.

Para las condiciones después del CUSTF se tomó el valor CAUSO de 0.5 que corresponde a "Desprovisto de vegetación", así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VI. 48. Valores de CAUSO después del CUSTF.

Tipo de Vegetación	CAUSO
Desprovisto de vegetación	0.50

Fuente: Elaboración propia a partir de SEDUE, 1988

A continuación, se presenta la tasa de erosión eólica por unidad de suelo, así como también por unidad de superficie en el área solicitada para el CUSTF.

Tabla VI. 49. Factores para la estimación de la erosión eólica con CUSTF.

Tipo de suelo	Textura	Fase	calcáreo / no calcáreo	PECRE	IAVE	CATEX	CAUSO
LEPTOSOL (LP)	Gruesa	Pedregosa	Si	42.18	128.51	3.50	0.50

Con la información presentada en la Tabla VI. 49, se realizó la multiplicación de las variables de la ecuación y la multiplicación con la superficie del polígono y así se obtiene la tasa de erosión y la cantidad de erosión respectivamente; en el escenario con proyecto o con CUSTF, es decir en el supuesto de haber removido la vegetación.

Tabla VI. 50. Tasas y volumen de erosión eólica potencial en el área de CUSTF

Pol CUSTF	Superficie (ha)	PECRE	IAVE	CATE X	CAUSO	Tasa de erosión ton/ha/año	Volumen ton/año
1	12.7024	42.18	128.51	3.50	0.50	224.90	2856.77
					TOTAL	224.90	2856.77

La tasa de erosión potencial en el área de CUSTF es de 224.90 ton/ha/año y en caso de que se ejerza el CUSTF el volumen de suelo erosionado resultante con este rango en tasa de erosión dentro de las 12.702 ha se estima en 2856.77 ton/año.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos en las tasa de erosión conforme a las condiciones actuales y las que se tendrían en el supuesto de llevar a cabo el CAUSTF son concordantes con las reportadas por SEMARNAT-UACH (2002) en su estudio :"Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Méxicana", en donde se puede observar que el área solicitada para autorización de CAUSTF en sus condiciones actuales presenta una nivel Nulo de erosión y en el supuesto de realizarse la remoción de vegetación se presentaría una pérdida Ligera.

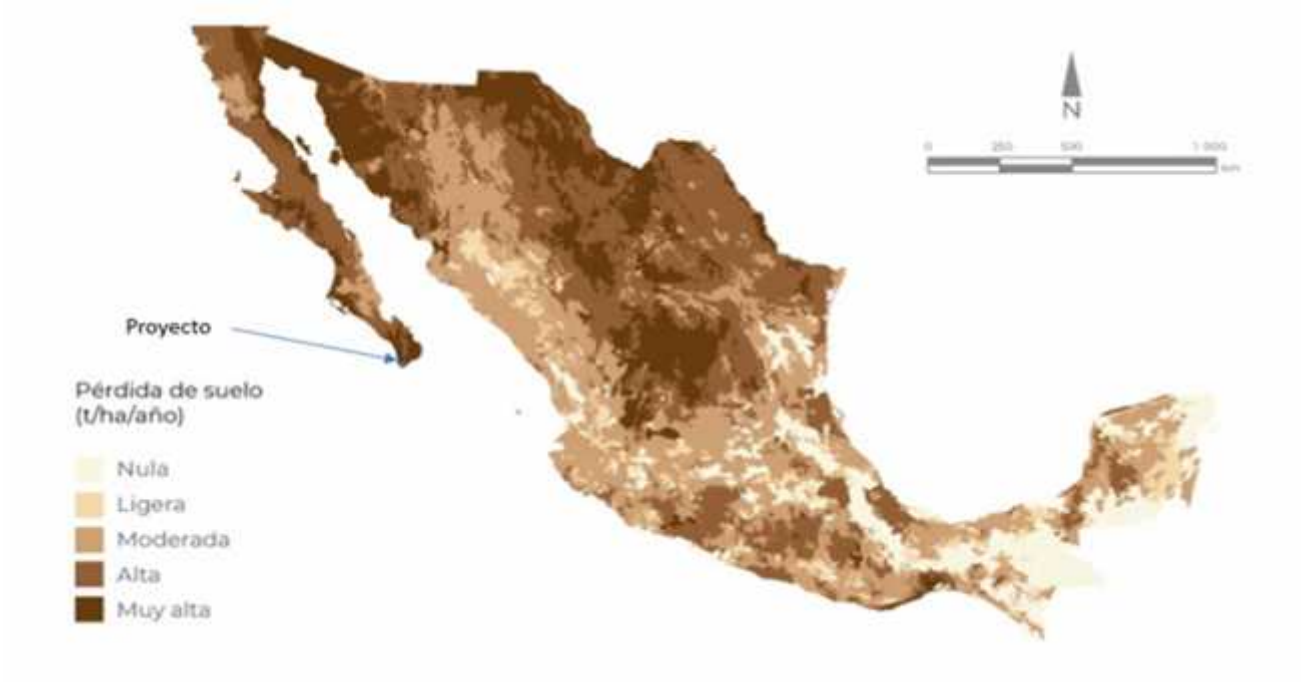


Figura VI. 18 Erosión eólica potencial conforme SEMARNAT-UACH, 2002.

Como se ha mencionado en los apartados anteriores el volumen de erosión eólica en las condiciones actuales en el área de CUSTF es de 857.03 ton/año, y la erosión potencial es de 2856.77 ton/año por lo tanto, se estima una erosión a mitigar de 1,999.74 ton/año en las 12.702 hectáreas del proyecto.

De esta forma, bajo el escenario de haber realizado el CUSTF se tiene que el suelo erosionado por acción eólica tiende a aumentar como consecuencia de la eliminación de la cobertura vegetal, por lo que para efectos de demostrar que el cambio de uso de suelo es ecológicamente viable conforme a las condiciones del suelo se mitigará la afectación de la erosión eólica, con las medidas de mitigación y compensación se tendrá que recuperar el suelo perdido por el CUSTF y con ello recuperar las 1,999.74 toneladas resultantes de la diferencia entre los dos escenarios: previo al CUSTF y posterior al CUSTF.

Volumen de suelo a mitigar por efectos del CUSTF.

Con base en el análisis realizado de la erosión dentro del CUSTF, se obtuvo que la cantidad total de pérdida de suelo por factores eólicos e hídricos en las condiciones actuales es de 857.97 ton/año, una vez realizado el desmonte del área solicitada para CUSTF se estima un aumento a 2,861.04 ton/año, de esta forma se estima que con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se compromete un total de 2,003.07 toneladas de suelo por erosión tal y como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla VI. 51. Erosión hídrica y eólica dentro del área de CUSTF.

Erosión	Sin CUSTF (ton/año)	Con CUSTF (ton/año)	Volumen a mitigar (toneladas)
Hídrica	0.94	4.26	3.33
Eólica	857.03	2,856.77	1,999.74
Total	857.97	2,861.04	2,003.07

Las medidas de mitigación y estimación de la erosión en el escenario de restaurar un área degradada conforme a sus condiciones actuales y las estimadas posteriormente revegetar mediante actividades de reforestación y reubicación de flora silvestre se desarrollan a detalle en párrafos posteriores de este estudio técnico.

Los cálculos y el desarrollo de la metodología con todas las variables implicadas para la estimación de la erosión hídrica y eólica, así como el volumen a mitigar se presentan en el anexo Anexo 7.

Resultados de la estimación de la erosión hídrica y eólica en el área de rescate y reubicación de flora con las condiciones actuales (Escenario 3).

Para mitigar el volumen de suelo a afectar por motivo de CUSTF el proyecto aplicará dos medidas de mitigación:

- Realizar actividades de rescate y reubicación mediante técnicas de reforestación de especies de plantas nativas en 5.00 ha de terreno.
- Realizar el acomodo de material vegetal muerto en curvas de nivel en 1.50 ha de terreno.

A continuación, se describe la manera de cómo estas medidas permiten mitigar las pérdidas de suelo del proyecto:

Realizar actividades de rescate y reubicación mediante técnicas de reforestación de especies de plantas nativas en 5.00 ha de terreno. Las condiciones actuales de esta área permiten que se puedan establecer las medidas antes mencionadas, ya que al ser un terreno degradado que fue afectado por actividades antropogénicas; mejoraran ampliamente la ecología del sitio, acelerando el proceso de sucesión natural y protegiendo el suelo y agua de los agentes erosivos.

Resultados de la estimación de la erosión hídrica en el área de reubicación. El desarrollo paulatino de la vegetación a través de los años irá aumentando conforme se establezca la reforestación y la reubicación de flora nativa por un lapso de tiempo propuesto para la evaluación de la reforestación (Ver el porgrama de rescate y reubicación en el Anexo 6). La cobertura actual del área propuesta es de 0-5 %, tomando valores de C para terrenos en descanso, siendo que el sitio estuvo afectado por diversas actividades agropecarias y por ende, a un proceso de intemperización por erosión laminar y en canalillos y se tiene como meta el establecimiento de una cobertura de hasta el 70 % con vegetación secundaria de Matorral Sarcocaule.

Se propone que las medidas de mitigación se realicen en un polígono con una relación 1:0.4 en superficie con respecto al área de CUSTF. Se presenta la estimación de la erosión hídrica del área propuesta, así mismo el comportamiento de la erosión aplicando medidas de mitigación.

Los valores del Factor C por reforestación (interporalación lineal por cobertura), se muestra la siguiente tabla:

Tabla VI. 52. Recuperación de las tasas y volumen de erosión hídrica en el área de reforestación y reubicación de flora.

Escenario	Año	Cobertura		Tasa de erosión (ton/ha/año)	Volumen (ton/año)	Volumen recuperado anualmente (ton)	Volumen acumulado (ton)
		Ärea	Suelo				
1	Sin CUSTF	25-50	0.07	0.94	0.000	0.000	0.000
2	Con CUSTF	0	0	0.34	4.26	0.000	0.000
3	1	10	10	0.12	0.18	0.035	0.035
	2	15	12	0.12	0.17	0.004	0.039
	3	20	14	0.10	0.16	0.016	0.055
	4	25	17	0.10	0.16	0.000	0.055
	5	30	17	0.10	0.15	0.003	0.057
	6	40	19	0.09	0.14	0.012	0.069
	7	50	20	0.08	0.13	0.016	0.085
	8	60	22	0.08	0.12	0.009	0.094
	9	65	25	0.07	0.11	0.006	0.100
	10	70	27	0.07	0.11	0.005	0.104
	Volumen acumulado recuperado en 10 años					0.104	-3.221

El volumen de suelo perdido por erosión hídrica como consecuencia del cambio de uso del suelo en terrenos forestales no es mitigado bajo las condiciones y dimensiones del área de reforestación manejada por el proyecto en un horizonte de evaluación de 10 años. En lapso de este horizonte de evaluación, en el año 1 se tendrá un desarrollo de cobertura aérea y una cobertura de suelo del 10%, una tasa de erosion de 0.94 ton/ha/año, con un volumen recuperado de 0.035 ton/año y un volumen acumulado de 0.035 toneladas, el el año 5 se tendrá un desarrollo de cobertura aérea de 30%, una cobertura de suelo del 17%, una tasa de erosion de 0.10 ton/ha/año, con un volumen recuperado de 0.003 ton/año y un volumen acumulado de 0.057 toneladas, finalmente el año 10 se tendrá un desarrollo de cobertura aérea del 70%, una cobertura de suelo del 27%, una tasa de erosion de 0.07 ton/ha/año, con un volumen recuperado de 0.005 ton/año y un volumen acumulado de 0.104 toneladas, tal como se puede apreciar el volumen acumado recuperado en 10 años (0.104 toneladas) no mitigan el volumen pretendido (3.33 toneladas), motivo por el cual se presenta párrafos posteriores otra medida para la mitigación de la erosion en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Resultados de la estimación de la eólica hídrica en el área de reubicación. Tal como se abordo el apartado de erosion hídrica, el escenario 3 con respceto a la erosion eólica se ralizará de manera gradual y paulatina en un horizonte de evaluación de 12 años, considerando un aumento gradual de la cobertura como consecuencia del desarrollo de los ejemplares incorporados, hasta alcanzar las mismas coberturas que se presentan actualmente en el área de CUSTF.

La cobertura actual del área propuesta es de 0-5 %, tomando valores de CAUSO para tipo de vegetación "Sin vegetación aparente", siendo que el sitio estuvo afectado en su superficie y su copa, así como actividades agropecuarias y por ende a un proceso de intemperización por erosión laminar y en canalillos, la meta a alcanzar es la obtención de una cobertura mayor a 70 % con vegetación secundaria de Matorral Sarcocaule.

Los valores del CAUSO por reforestación (interporalación lineal por cobertura), se muestra la siguiente tabla:

Tabla VI. 53. Recuperación de las tasas y volumen de erosión eólica en el área de reforestación y reubicación de flora.

Escenario	Año	% de cobertura total	Causo estimado	Tasa de erosión (ton/ha/año)	Volumen (ton/año)	Volumen recuperado anualmente (ton)	Volumen acumulado (ton)
1	Sin CUSTF	25-50	0.15	67.47	857.03	0.000	0.000
2	Con CUSTF	0	0.50	224.90	2,856.77	0.000	0.000
3	1	10	0.38	168.68	253.01	8.4338	8.4338
	2	15	0.36	163.05	244.58	8.4338	16.8675

Escenario	Año	% de cobertura total	Causo estimado	Tasa de erosión (ton/ha/año)	Volumen (ton/año)	Volumen recuperado anualmente (ton)	Volumen acumulado (ton)
	3	20	0.35	157.43	236.15	8.4338	25.3013
	4	25	0.34	151.81	227.71	8.4338	33.7350
	5	30	0.33	146.19	219.28	8.4338	42.1688
	6	40	0.30	134.94	202.41	16.8675	59.0363
	7	50	0.28	123.70	185.54	16.8675	75.9038
	8	60	0.25	112.45	168.68	16.8675	92.7713
	9	70	0.23	101.21	151.81	16.8675	109.6388
	10	80	0.20	89.96	134.94	16.8675	126.5063
	11	90	0.18	78.72	118.07	16.8675	143.3738
	12	100	0.15	67.47	101.21	16.8675	160.2413
	Volumen acumulado recuperado en 10 años					160.2413	-1,839.4999

El volumen de suelo perdido por erosión eólica como consecuencia del cambio de uso del suelo en terrenos forestales no se mitiga en el horizonte de evaluación de 12 años con las medidas aplicadas para la superficie de reforestación manejada. En lapso de este horizonte de evaluación, a partir del año 1 se tendrá un desarrollo de cobertura total del 10%, con un CAUSO estimado de 0.15, una tasa de esorio eólica de 168.68 ton/ha/año, un volumen acumulado de 8.4338 ton/año y un volumen recuperado de 8.4338 toneladas. En lo sucesivo en el año 5 se tendrá una cobertura total del 40% con un CAUSO estimado de 0.33, una tasa de esorio eólica de 146.19 ton/ha/año, un volumen recuperado de 8.4338 ton/año y un volumen acumulado de 42.1688 toneladas, finalmente para el año 12 se tendrá una cobertura total del 100% con un CAUSO estimado de 0.15, una tasa de erosion eólica de 67.47 ton/ha/año, un volumen recuperado de 16.8675 ton/año y un volumen acumulado de 160.2413 toneladas. Estos resultados indican que a pesar de realizar actividades de rescate y reubicación mediante técnicas de reforestación de especies de plantas nativas no se logra mitigar el volumen de suelo que se pierde por erosion eólica (1,999.74 toneladas) en las áreas de CUSTF. Debido a lo anterior se contempla la aplicación de una medida para mitigar la erosion en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal, esta consiste en el acomodo de material vegetal muerto en curvas de nivel, cuya metodología se describe a continuación:

Realizar el acomodo de material vegetal muerto en curvas de nivel en 1.5 ha de terreno. Esta actividad consiste en la formación de cordones de material vegetal muerto acomodados a curva de nivel con el fin de disminuir la velocidad de los escurrimientos superficiales, retener azolves y evitar la propagación acelerada de incendios. Esta obra se realiza utilizando estacas y alambres de amarre para la conformación de la faja, debe tener una longitud máxima de 50 metros, dejando 4 metros sin material para evitar la propagación de incendios, en caso de provocarse un incendio. Cabe hacer mención de que el alto y ancho del acordonamiento debe ser de al menos 0.40 m y la separación entre líneas varía de acuerdo a la pendiente y a la perdida de suelo (CONAFOR, 2013).

Esta formación de cordones de material vegetal muerto leñoso existente en el terreno, resultante de aprovechamientos forestales, podas, preaclareos, aclareos o material proveniente de incendios forestales (Imagen VI. 19).



Figura VI. 19 Ejemplificacion del acomodo de material vegetal, como parte de las obras para ejecutar en el proyecto.

A continuación, se presenta el calculo del volumen de retención de sedimentos por metro lineal de acomodo de material vegetal muerto:

Mediante el uso de una fórmula trigonométrica se obtuvo la dimensión del lado b de la siguiente manera:

$$t \quad \square = \left(\frac{a}{b}\right)$$

Datos:
Pendiente (%)= 0.041
Altura (a) del acomodo de material vegetal muerto (m)= 0.40

Sustitución en la formula:

$$0.041 = \left(\frac{0.40}{b}\right)$$

$$b = \left(\frac{0.40}{0.041}\right) = 9.76\ m$$

Entonces, se pudo calcular el área de la figura:

$$\text{Á}r \quad = \left(\frac{b \times a}{2}\right)$$

Datos:
Longitud del lado b, pendiente (m)= 9.76
Altura (a) del acomodo de material vegetal muerto (m)= 0.40

Sustitución en la formula:

$$\text{Á}r \quad = \frac{9.76 \times 0.40}{2} = \frac{3.902}{2} = 0.28\ m^2$$

$$\text{Á}r \quad = \frac{3.902}{2} = 0.28\ m^2$$

$$\text{Á}r \quad = 0.28\ m^2$$

Por lo que el volumen de retención en un metro de acomodo de material vegetal es:

$$V \quad = \text{Á}r \quad \times 1\ m = 1.95\ m^3$$

Datos:
Área de sedimentación (m^2)= 1.95
Superficie de referencia de sedimentación (ml)= 1.00

Transformando el volumen de suelo en peso conforme a lo especificado en el “Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales” de la CONAFOR, se tiene que:

$$D \quad a \quad = \frac{P}{V}$$

Datos:
Densidad aparente del suelo de referencia (ton/m^3)= 1.2
Volumen (m^3)= 1.95

Por lo que al despejar el peso y sustituir los valores correspondientes al suelo Leptosol, Franco Arcilloso que es el que se tiene en mayor proporción en el área propuesta se tiene:

$$P \quad = D \quad a \quad \times V$$

Sustitución en la formula:

$$P \quad = 1.2 \frac{t}{m^3} \text{ x } 1.95\ m^3 = 2.34\ t$$

Por lo tanto se determina los metros de obra con la siguiente formula:

$$M \quad d \quad o \quad = \frac{E \quad \acute{o}n\ a\ m \quad (t \quad)}{P \quad r \quad \left(\frac{t}{m}\right)}$$

Datos:
Erosión a mitigar (ton)= 2003.07
Peso retenido (ton/m)= 2.34

Sustitución en la formula:

$$M \quad d \quad o \quad = \frac{2003.07\ t}{2.34\ \frac{t}{m}}$$

$$M \quad d \quad o \quad = 855.48\ \frac{t \quad \text{x}\ m}{t} = 855.48\ m$$

$$M \quad d \quad o \quad = 855.48\ m$$

Mediante la siguiente formula se puede calcular la superficie de terreno necesario para la obra y mitigación total de la erosión:

$$\frac{N}{ha} = \frac{10{,}000\ m^2}{d^2 x\ 0.866}$$

Datos:
Terreno de referencia (ha)= 10,000.00 m^2
d^2 = 54 m entre pieza y 15 m entre hileras
0.866= Valor de la tangente trigonométrica

Sustitución en la formula:

$$\frac{N}{ha} = \frac{10{,}000\ m^2}{810\ x\ 0.866} = 14.26\ \text{pz/ha}$$

Número de piezas = 14.26 pz/ha
Superficies (ml/ha) = 712.80 ml/ha
Superficie total requerida = 1,069.20 ml
EROSIÓN MITIGADA (Ton)= 2,503.49 Ton

Comparación de la erosión total a mitigar y mitigado mediante la aplicación de medidas.

Con base a lo antes planetado se tiene que la erosion mitigada con el procedimiento de acomodo de material vegetal muerto en curvas de nivel logra mitigar 2,503.49 Toneladas de suelo en una superficie de 1.50 ha, mitigando asi la perdida de 2003.07 toneladas de suelo en una superficie de 12.7024 toneladas por motivo de CUSTF.

Tabla VI. 54 Erosión a mitigar dentro del área de CUSTF.

Erosión	Sin CUSTF (ton/año)	Con CUSTF (ton/año)	Volumen a mitigar (ton)
Hídrica	0.94	4.26	3.33
Eólica	857.03	2856.77	1999.74
Total a mitigar	857.97	2861.04	2003.07

Total MITIGADO con medidas antierosivas= 2503.49 Ton.

Para el cálculo del costo que implica llevar a cabo el acordonamiento de material vegetal muerto se tomaron en cuenta los costos considerados por la CONAFOR para dicha actividad que es de $5.64 por metro. Por lo tanto, el costo que conlleva realizar el acomodo de material vegetal muerto en 1.50 hectáreas del área propuesta, representa un monto de $84,600.00 pesos.

LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO SE MITIGUE EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN.

Los ecosistemas terrestres representan un importante depósito del carbono en la biósfera, para conocer este reservorio es importante cuantificar las densidades de carbono por uso del suelo. De acuerdo con un estudio reportado por Masera et al. (2001) se tienen las siguientes densidades de carbono por uso del suelo/clase de cobertura en México:

Tabla VI. 55 Densidades de carbono por uso del suelo/clase de cobertura en México:

Land use/cover class	Total carbon (Mg C ha $^{-1}$)	Vegetation carbon (Mg C ha $^{-1}$)	Soil carbon (Mg C ha $^{-1}$)
Unmanaged forest			
Temperate confer	257	118	120
Temperate broadleaf	236	105	126
Tropical evergreen	305	186	115
Tropical decidaous	154	54	100
Semi-arid forests	80	19	60
Degraded forest	122	42	81
Plantations			
Long rotation	191	78	108
Short rotation	154	42	96
Restoration plantations	180	89	84
Bioenergy plantations	281	42	96
Managed forests			
Temperate conifer	234	118	120
Tropical evergreen	309	180	115
Protected forests			
Temperate	240	134	123
Tropical evergreen	305	223	115
Tropical decidaous	154	64	100
Wetlands	282	223	115
Semi-arid forests	97	49	60
Other uses			
Agriculture	89	9	81
Pasture	95	16	81
Agroforestry	159	63	97

Nota: El carbono total no es la suma del carbono de la vegetación más el carbono del suelo, ya que también incluye el carbono presente en la materia en descomposición, los productos forestales y la sustitución de combustibles fósiles, cuando corresponde. Fuente: Masera O.R., A.D. Cerón y A. Ordóñez (2001). Forestry mitigation options for Mexico: Finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 6: 291-312.

Considerando que el ecosistema a intervenir por motivo de CUSTF es la Vegetación de Matorral Sarcocaule, este tipo de vegetación se encuentra incluido dentro de los bosques semiaridos (Matorral xerófilo y vegetación semiárida (Matorral sarcocaule)) de la tabla de la izquierda. De acuerdo a esta tabla el ecosistema con Vegetación de Matorral sarcocaule tiene una capacidad de captación de Carbono total de 80 ton/ha, en donde 19 ton/ha de Carbono se encuentra en la vegetación, 60 ton/ha en el suelo y 1 ton/ha se encuentra en materia en descomposición.

Tomando de base los datos de la Captura de carbono del ecosistema de Matorral sarcocaule antes presentado, se procedió a realizar las estimaciones de la captura de carbono del área pretendida de CUSTF por el presente proyecto, tal como sigue:

Tabla VI. 56 Captura de carbono en los escenarios 1 y 2.

Escenario 1 Sin CUSTF						
Asociación vegetal	Existencias totales de carbono (Ton/ha)				Superficie que se solicita para CUSTF (ha)	Existencias de carbono total en la superficie solicitada para CUSTF (Ton)
	Vegetación	Suelo	Materia en Descomposición	Total		
Matorral sarcocaule	19	60	1	80	12.70	1016.19
Total					12.70	1016.19
Escenario 2 Con CUSTF						
Asociación vegetal	Existencias totales de carbono (Ton/ha)				Superficie que se solicita para CUSTF (ha)	Existencias de carbono total en la superficie solicitada para CUSTF (Ton)
	Vegetación	Suelo	Materia en Descomposición	Total		
Matorral sarcocaule	0	60	1	61	12.70	774.85
Total					12.70	774.85
Volumen a MITIGAR (ton)						241.35

Tabla VI. 57 Captura de carbono en los escenarios 3.

Escenario 3. Captura de carbono mediante la aplicación de rescate y reubicación de flora silvestre (PRyR)				
Periodo	Asociación vegetal	Existencias totales de carbono (Ton/ha)	Superficie para el PRyR (ha)	Existencias de carbono en la superficie para la PRyR (Ton)
Año 1	Matorral sarcocaule	5	5.00	25
Año 2		10		50
Año 3		20		100
Año 4		30		150
Año 5		40		200
Año 6		50		250
Año 7		60		300
Año 8		70		350
Año 9		80		400
Año 10		80		400
Volumen a MITIGADO (ton)				2225.00

Como se puede observar, la diferencia neta de la capacidad de captura de carbono antes del CUSTF y despues del mismo en el área del proyecto indica que en el área de estudio se da un servicio ambiental de captura de carbono de 1016.19 ton actualmente y que caso de llevarse a cabo el CUSTF se perdería una capacidad de captación de carbono de 241.35 ton. Por lo que, este sería a su vez el volumen de Carbono a mitigar para hacer del proyecto viable ambientalmente. Al respecto, el proyecto al aplicar como medida de mitigación el rescate y reubicación de plantas nativas en 5 ha de terreno con una cobertura de 5% y en un horizonte de evaluación de 10 años, permitorá un paulatino incremento en la capacidad de captación de carbono a traves del paso de los años del rodal y en donde se espera que en el año 6 de plantación se mitigue completamente la capacudad de afectación de la captura de carbono por motivo de CUSTF, permitiendo para entonces una captura de 250 ton cuando se tenía que mitigar unicamente 241.35 ton.

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.

- Calidad del agua.

La calidad del agua es un atributo que se define en función del uso que se le asigna (por ejemplo, como agua potable, para recreación, para uso agrícola o industrial), lo que implica necesariamente la existencia de estándares de calidad específicos para los distintos usos (United Nations Development Programme UNDP et al., 2000). La calidad del agua de un cuerpo superficial o subterráneo depende de múltiples factores, algunos de los cuales la reducen directa o indirectamente, mientras que otros pueden revertir los efectos de la contaminación y, por lo tanto, mejorarla. Entre los factores que reducen la calidad del agua, destacan las descargas directas de agua o residuos sólidos provenientes de las actividades domésticas, agropecuarias o industriales; la disposición inadecuada en el suelo de residuos sólidos urbanos o peligrosos puede ocasionar, indirectamente, que escurrimientos superficiales y lixiviados contaminen los cuerpos de agua y los acuíferos. Por otro lado, y actuando para mejorar la calidad del agua, está la capacidad natural de los ecosistemas acuáticos para descomponer o inmovilizar los contaminantes (SEMARNAT, 2012).

En este sentido, la Comisión Nacional del Agua cuenta con una Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA) en cuerpos de agua nacionales, cuyos objetivos, son conocer las condiciones actuales de la calidad de las aguas, analizar las tendencias a largo plazo, e identificar los factores que afectan a la calidad de las aguas (CONAGUA, 2020).

De acuerdo con los datos de RENAMECA los sitios (sitios), las más cercanas al área de estudio: (sitios cercanos al polígono donde se pretende el desarrollo del presente proyecto) presentan una calidad de agua catalogados en el semáforo de calidad de color verde, es decir si cumplen con los ocho parámetros indicadores antes señalados y son aptos para el consumo humano.
Calidad del agua subterránea.

Para determinar la calidad de agua subterránea, CONAGUA a considerado en el periodo de 2012-2023 la evaluación de 14 indicadores fisicoquímicos y microbiológicos: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total. La calidad del agua se determinó a través de un semáforo el cual considera 3 colores, verde, amarillo y rojo, y se obtiene integrando los resultados de los 14 indicadores antes mencionados. El semáforo verde indica que un determinado sitio estudiado cumplió con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados., es semáforo amarillo cuando presentan incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total y por último, es semáforo rojo cuando el sitio de muestreado presentó incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total (https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua).

A continuación, se presenta los resultados de la evaluación de la calidad del agua subterránea de cuatro pozos (con claves: DLBAJ10, DLBAJ110, DLBAJ92 y DLBAJ202) cercanos al área de estudio:

Tabla VI. 58 Resultado del análisis de la calidad del agua en pozos cercanos al área del proyecto.

CLAVE	DLBAJ108	DLBAJ110	DLBAJ92	DLBAJ202
SITIO	POZO A.P. CNA 7 (ANTES POZO A.P. CNA 6)	POZO 26, SAN JUAN	POZO SAN BERNABE	HIELERA
ORGANISMO_DE_CUENCA	PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA	PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA
ESTADO	BAJA CALIFORNIA SUR	BAJA CALIFORNIA SUR	BAJA CALIFORNIA SUR	BAJA CALIFORNIA SUR
MUNICIPIO	LA PAZ	LA PAZ	LOS CABOS	LOS CABOS
SUBTIPO	POZO	POZO	POZO	POZO
LONGITUD	-110.221	-110.214	-109.7	-109.897
ALC_mg/L	142.04	137.3	91.225	119.2

CONDUCT_mS/cm	569	458.3	372	951
FLUORUROS_mg/L	0.3226	0.3443	0.3273	0.2671
DUR_mg/L	193.53556	168.42495	98.28768889	220.32775
COLI_FEC_NMP/100_mL	10	31	10	<1.1
N_NO3_mg/L	6.38202	3.9853735	2.905006	10.89334
AS_TOT_mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
CD_TOT_mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
CR_TOT_mg/L	<0.021	<0.021	<0.021	<0.021
HG_TOT_mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PB_TOT_mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
MN_TOT_mg/L	<0.012	<0.012	0.013514444	<0.012
FE_TOT_mg/L	<0.025	0.03471	0.0281875	0.143332222
SEMAFORO	Verde	Verde	Verde	Verde

ALC_mg/L=Valor de Alcalinidad Total, en miligramos por litro; CONDUCT_mS/cm=Valor de Conductividad en microSiemens por centímetro; SDT_mg/L=Valor de Solidos Disueltos Totales, en miligramos por litro;; FLUORUROS_mg/L=Valor de Fluoruros Totales (F-), en miligramos por litro; DUR_mg/L=Valor de Dureza Total, en miligramos por litro; COLI_FEC_NMP/100_Ml=Valor de Coliformes Fecales, en Numero Mas Probable por 100 mililitros; N_NO3_mg/L=Valor de Nitrógeno de Nitratos, en miligramos por litro; AS_TOT_mg/L=Valor de Arsenico Total, en miligramos por litro; CD_TOT_mg/L=Valor de Cadmio Total, en miligramos por litro; CR_TOT_mg/L=Valor de Cromo Total, en miligramos por litro; HG_TOT_mg/L=Valor de Mercurio Total, en miligramos por litro; PB_TOT_mg/L=Valor de Plomo Total, en miligramos por litro; MN_TOT_mg/L=Valor de Manganeso Total, en miligramos por litro, FE_TOT_mg/L=Valor de Hierro Total, en miligramos por litro. SEMAFORO= Indica el nivel de contaminación de acuerdo a los contaminantes presentes

De acuerdo con los datos de RENAMECA los sitios (Pozos) cercanos al área de estudio: (sitios cercanos al polígono donde se pretende el desarrollo del presente proyecto) presentan una calidad de agua catalogados en el semáforo de calidad de color verde, es decir si cumplen con los 14 parámetros indicadores antes señalados y son aptos para el consumo humano.

No obstante, para que el proyecto contribuya a proteger y conservar la calidad del agua de la zona de estudio, este aplicará una serie de medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales tales como:

para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales de origen sanitario provenientes de los frentes de trabajo (durante la preparación del sitio y construcción de las obras del presente proyecto que nos ocupa, se contratará una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 letrina por cada 10-15 trabajadores por frente de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizará la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado.

Es importante destacaer que el proyecto se conectará a la PTAR del desarrollo inmobiliario colindante.

Supervisión técnica: Al momento de llevarse a cabo el CUSTF y el desarrollo del proyecto tendrá impactos tangibles sobre el ambiente y por lo cual se recomienda que se cuente con la supervisión de personal altamente capacitado al momento del desmonte y despalme de la vegetación ya que durante el proceso de construcción pueden darse, posibles derrames de gasolina, diésel o cualquier otro residuo peligroso, mala disposición de desechos sólidos urbanos, repercusiones sobre la flora y fauna silvestre, etc. Por tal motivo, como parte de las responsabilidades de la empresa que llevará a cabo el proyecto antes mencionado deberá llevar a cabo vigilancia ambiental durante las diferentes actividades del proyecto. De esta forma la supervisión ambiental contribuirá a la correcta realización de la obra en concordancia con la compatibilidad y normatividad ambientales vigente.

Todo lo anterior, permitirá la continuidad de los servicios ambientales en el área de estudio, tales como la formación y protección de los suelos, captación e infiltración del agua, disponibilidad de hábitat, etc.

- Cantidad de agua.

Captación e infiltración del agua en el área solicitada después de la remoción de vegetación forestal.

La infiltración se puede definir como el proceso por el cual el agua penetra en los estratos de la superficie del suelo y su desplazamiento hacia el manto freático, la cual depende de factores como degradación, textura y compactación del suelo. El régimen de infiltración o captación de agua en el suelo es sensible a condiciones cercanas a la superficie y está sometido a un cambio significativo debido a su uso, manejo que se le da y el tiempo, así mismo, la infiltración también se puede ver modificada por el desarrollo de la vegetación, la estructura y agregación del suelo y a la materia orgánica estable.

Metodología para la estimación del potencial de infiltración.

El balance hidrológico supone que las pérdidas son despreciables (se considera, por tanto, que la cuenca es impermeable), y admite que las variaciones del agua almacenada en la cuenca son despreciables para un período suficientemente largo (normalmente un año).

El balance hídrico es empleado para el cálculo de la oferta hídrica superficial, es decir al volumen de aguan continental de los sistemas de drenaje superficial en un período determinado de tiempo. La ecuación para el balance hídrico propuesta por Poveda et al. (2007) se representa por la siguiente expresión:

$$\frac{d\ (t)}{d} = P(t) - E(t) - R(t)$$

Donde:
S(t): representa el almacenamiento de agua en el suelo como una función del tiempo
P(t): Precipitación en mm por unidad de tiempo
E(t): evapotranspiración real o efectiva en mm por unidad de tiempo
R(t): escorrentía incluyendo el flujo base en mm por unidad de tiempo

a) Volumen precipitado (VP).

La cuenca comienza con el ciclo hidrológico, el cual a su vez inicia con la precipitación, siendo esta la fuente primaria de agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua (Aparicio, 1992).

La precipitación se considera como las partículas de agua liquidas o sólidas que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre y su proceso se da a partir de que las masas de aire adquieren humedad al pasar sobre masas de agua cálida o sobre superficies de tierra mojada. La humedad, o vapor de agua, es elevada entre las masas de aire por turbulencia y convección. Este transporte necesario para enfriar y condensar el vapor es el resultado de varios procesos, y su estudio suministra una clave para la comprensión de la distribución de las lluvias en las distintas partes del mundo. Entendiendo la precipitación anual y sus variaciones durante el año se puede decir que tenemos los elementos más importantes para determinar un balance de humedad (Faustino, 2005).

Para el cálculo del volumen precipitado se utilizó la metodología descrita en la NOM-011-CONAGUA 2015 en una superficie delimitada, en donde se considera la altura de la precipitación media anual en metro, multiplicada por la superficie en metros cuadrados. La ecuación de volumen precipitado se representa por la siguiente expresión:

$$V = P \square S$$

Donde:
Vp: Volumen precipitado (m^3/año)
P: Precipitación media anual (m)
SCUSTF: Superficie del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (m2)

Para la aplicación de la ecuación se ocupan los datos de precipitación anual de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua para un periodo de 50 años

b) Volumen evapotranspirado (VETP).

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

La evaporación (Ev); es el proceso por el cual el agua es transferida desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Incluye tanto la evaporación de agua líquida o sólida directamente desde el suelo o desde las superficies vegetales vivas o muertas (rocío, escarcha, lluvia interceptada por la vegetación), como las pérdidas de agua a través de las superficies vegetales, particularmente las hojas. En este último proceso, denominado transpiración, el agua absorbida por medio de las raíces, se transfiere a la atmósfera fundamentalmente a través de las estomas situadas en las hojas. Estos conceptos conforman el de evapotranspiración (ET) definida como la suma de las cantidades de agua evaporada desde el suelo y traspirada por las plantas (Ortiz, 1987).

Las dificultades en la medida de evapotranspiración y en la discriminación entre evaporación y transpiración, hizo que muchos autores se inclinaran por suponer unas condiciones ideales de humedad del suelo y desarrollo vegetal, dos de las variables más difíciles de medir, y admitidas éstas, correlacionar la ETP con uno o varios factores que influyen en ella, se introdujo entonces el término evapotranspiración potencial (ETP) de forma independiente por Penman-Monteith y Thornthwaite en 1948, en un intento de optimizar el contenido de humedad en el suelo.

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de Coutagne descrito en el libro Procesos del Ciclo Hidrológico (1998) de Campos Aranda, en donde hace referencia a la fórmula de Coutagne tipo II para el cálculo de la evapotran spiración real basado exclusivamente en datos de temperatura media (C°) anual y precipitación anual (m) tal y como se describe a continuación:

$$E' = P - (X) \square (P^2)$$

Donde
ETR = Evapotranspiración real (m/año)
P = Precipitación media anual (m)
T = Temperatura media anual en °C
X= $1/(0.8 + 0.1 \square (T)$

La fórmula sólo es aplicable para valores de la precipitación media anual (P) comprendidos entre 1/8 X y 1/2X, estando ETR y P en metros y T en C°.

Si P es menor que 1/8X la ETR es igual a la precipitación, es decir, no existe escurrimiento; si la precipitación P es mayor que ½ X la ETR es prácticamente independiente de P y su valor está dado por la ecuación siguiente:

$$E' = 0.2 + 0.0 \square T$$

Donde
ETR = Evapotranspiración real (m/año)
P = Precipitación media anual (m)
t = Temperatura media anual en °C

El resultado de la ETP obtenido se multiplica por el área sujeta a CUSTF y con ello se obtiene el volumen evapotranspirado (VETP):

$$V = E \square S$$

Donde:
VETP= Volumen evapotranspirado (m^3/año)
ETP= Evapotranspiración potencial (m)
SCUSTF= Superficie del área a evaluar (m^2)

c) Volumen escurrido (VEA).

El escurrimiento superficial es la porción de la lluvia que fluye sobre la superficie del suelo a través de los canales hacia las corrientes mayores. Este fenómeno ocurre cuando la intensidad de precipitación es mayor que la evaporación y de la infiltración (Becerra, 1999).

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se utilizó la metodología descrita en la NOM-011-CONAGUA-2015, así como información del INEGI y datos de campo, de esta forma, de acuerdo con las siguientes tablas se determinó, en base al tipo de suelo y sus características de cobertura.
La ecuación para el coeficiente de escurrimiento se representa por la siguiente expresión:

$$C = \frac{K(P-2)}{2} + \frac{K-0.1}{1.5}$$

Donde:
K= Parámetro que depende del tipo y uso del suelo
P= Precipitación media anual (mm)

Tabla VI. 59. Valores de "K" para el Coeficiente de Escurrimiento

Uso del suelo	Tipo de suelo		
	A*	B*	C*
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En Hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% -Regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -Excesivo-	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30
*A. Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos. *B. Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos. *C. Suelos impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.			
K; Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)		
Si K resulta menor o igual que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000		
Si K es mayor que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) /1.5		
Donde, P= Precipitación media anual, en mm			

Fuente: NOM-011-CONAGUA-2015

Para determinar el volumen de escurrimiento en una superficie delimitada se determinó mediante la siguiente expresión:

$$V = P \cdot S \cdot Ce$$

Donde:
VAE: Volumen de escurrimiento (m^3/año)
P: Precipitación media anual (m)

SCUSTF: Superficie de CUSTF (m^2)
Ce: Coeficiente de escurrimiento

d) Volumen infiltrado (VI)

La infiltración es otro factor que influye en el balance de humedad y se define como el movimiento del agua, a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares. La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y el que escurre por su salida recibe el nombre genérico de pérdidas. La infiltración tiene un papel de primer orden en la relación lluvia-escurrimiento. El agua que precipita puede tomar tres caminos a seguir: infiltrarse, escurrirse y evaporarse (Aparicio, 1992). Y se representa en la ecuación siguiente:

$$P = I + R + E$$

Donde:
I= Infiltración
R= Escurrimiento
ET= Evaporación

El parámetro precipitación se mide mediante pluviómetros en estaciones meteorológicas, y se obtiene en unidades de longitud (usualmente mm/año). La escorrentía superficial a partir del coeficiente de escurrimiento, la precipitación media anual, etc. La evapotranspiración se calcula usualmente mediante métodos empíricos, como la Ecuación de Turc o Thornthwaite, y se expresa en unidades de longitud (mm/año).

El cálculo del potencial de infiltración se obtiene mediante un simple despeje de la ecuación inicial y queda de la siguiente manera:

$$I = P - R - E$$

Donde:
I= Infiltración+
P= Precipitación (mm)
R= Escurrimiento (m^3)
ET= Evaporación (mm)

La siguiente expresión es para obtener el volumen infiltrado en el área sujeta a CUSTF.

$$\text{Precipitación} = V_{EA} - V_{ETP} - V_{I}$$

Donde:
Vp: Volumen precipitado (m^3/año)
VEA: Volumen de escurrimiento (m^3/año)
VETP: Volumen evapotranspirado (m^3/año)
En los siguientes apartados se realiza el análisis del balance hídrico en dos escenarios:

1) Volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales, es decir sin el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (Sin CUSTF)

2) Volumen de agua que se infiltra con el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (Con CUSTF)

3) Volumen de agua a mitigar en el supuesto de que se realice el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Metodología desarrollada para la estimación del potencial de infiltración.

EL balance hídrico es empleado para el cálculo de la oferta hídrica superficial, es decir, al volumen de aguan continental de los sistemas de drenaje superficial en un período determinado de tiempo. La ecuación para el balance hídrico propuesta por Poveda et al. (2007) se representa por la siguiente expresión:

$$\frac{d\ (t)}{d} = P(t) - E(t) - R(t)$$

Donde:
S(t): representa el almacenamiento de agua en el suelo como una función del tiempo
P(t): Precipitación en mm por unidad de tiempo
E(t): evapotranspiración real o efectiva en mm por unidad de tiempo
R(t): escorrentía incluyendo el flujo base en mm por unidad de tiempo

a) Volumen precipitado (VP).

Para el cálculo del volumen precipitado se utilizó la metodología descrita en la NOM-011-CONAGUA 2015 en una superficie delimitada, en donde se considera la altura de la precipitación media anual en metro, multiplicada por la superficie en metros cuadrados. La ecuación de volumen precipitado se representa por la siguiente expresión:

$$V = P \square S$$

Donde:
Vp= Volumen precipitado (m^3/año)
P=Precipitación media anual (m)
SCUSTF= Superficie del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (m^2)

$$V = 0.3 \quad m/año \square 1 \quad ,0 \quad .0 \quad m^2$$

Para la aplicación de la ecuación se ocupan los datos de precipitación anual de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua para un periodo de 50 años.

Tabla VI. 60. Valores de precipitación anual de las estaciones analizadas para el área de CUSTF.

ESTACIÓN	NOMBRE	VARIABLE
E1	3135 LA CANDELARIA	329.40
	mm	329.40
	m	0.3294

b) Volumen evapotranspirado (VETP).

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de Thornthwite , tal como sigue:

$$ETP=16[10(T/I)]\alpha$$

Dónde:
ETP=Evapotranspiración potencial en mm
T= Temperatura media anual en °C
I=Índice de calor
α=0.000000675I3-0.0000771I2+0.01792I+0.49239

Tabla VI. 61. Temperatura media anual registrada en la estación meteorológica 3135 LA CANDELARIA.

TEMPERATURA ºC	
MES	MÍNIMA
ENERO	19.5
FEBRERO	19.5
MARZO	20.6
ABRIL	21.7
MAYO	22.6

TEMPERATURA ºC	
MES	MÍNIMA
JUNIO	24.2
JULIO	27.5
AGOSTO	28.3
SEPTIEMBRE	27.5
OCTUBRE	26.1
NOVIEMBRE	23.3
DICIEMBRE	20.2
ANUAL	23.4

Tabla VI. 62. Cálculo del índice de calor (I) para el área de estudio.

MES	T	i
ENERO	19.5	7.8500
FEB	19.5	7.8500
MARZO	20.6	8.5301
ABRIL	21.7	9.2291
MAYO	22.6	9.8148
JUNIO	24.2	10.8857
JULIO	27.5	13.2102
AGOSTO	28.3	13.7963
SEPTIEMBRE	27.5	13.2102
OCTUBRE	26.1	12.2054
NOVIEMBRE	23.3	10.2787
DICIEMBRE	20.2	8.2806
I =		125.14

Aplicando la fórmula del método de Thornthwaite se obtiene lo siguiente:

Tabla VI. 63 Cálculo del ETP del área de estudio en donde se pretende el CUSTF.

VARIABLES	
T	23.40
I	125.14
α	2.85
ETP (mm)	147.65
ETP (m)	0.095

El resultado de la ETP obtenido se multiplica por el área sujeta a CUSTF y con ello se obtiene el volumen evapotranspirado (VETP):

$$V = E \quad S$$

Donde:
VETP= Volumen evapotranspirado (m^3/año)
ETP= Evapotranspiración potencial (m)
SCUSTF= Superficie del área a evaluar (m^2)

$$V \quad = 0.0 \quad \square 1 \quad ,0 \quad .0 \quad m^2$$

c) Volumen escurrido (VEA).

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se utilizó la metodología descrita en la NOM-011-CONAGUA-2015, así como información de INEGI y datos de campo, de esta forma, de acuerdo con la información presentada en la Tabla. VI. 60, se determinó el parámetro K, necesario para la estimación del coeficiente de escurrimiento.

La ecuación para el coeficiente de escurrimiento se representa por la siguiente expresión:

$$C = \frac{K(P - 2)}{2} + \frac{K - 0.1}{1.5}$$

$$C = \frac{0.2 \quad (0.3 \quad - 2)}{2} + \frac{0.2 \quad - 0.1}{1.5}$$

Donde:
Ce= Coeficiente de escurrimiento anual
K= Parámetro que depende del tipo y uso del suelo
P= Precipitación media anual (mm)

Para la determinación de los valores utilizados para el parámetro K, se realizó un promedio de los valores para las diferentes texturas y tipos de suelo mostrados en la Tabla VI. 60.

Tabla VI. 64 Valores de "K" para el Coeficiente de Escurrimiento

Tipo de suelo	Textura	Valor de K	Ce
Leptosol	Gruesa	0.28	0.10

Fuente: Elaboración propia a partir CONAGUA, 2015

Para determinar el volumen de escurrimiento en una superficie delimitada se determinó mediante la siguiente expresión:

$$V \quad = P \square S \quad \square C$$

Donde:
VEA= Volumen de escurrimiento (m^3/año)
P= Precipitación media anual (m)
SCUSTF= Superficie de CUSTF (m^2)
Ce= Coeficiente de escurrimiento

$$\mathbf{V} \quad = 0.3 \quad \square 1 \quad ,0 \quad .0 \quad \square 0.1$$

d) Volumen infiltrado (VI)

La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y el que escurre por su salida recibe el nombre genérico de pérdidas. La infiltración tiene un papel de primer orden en la relación lluvia-escurrimiento. El agua que precipita puede tomar tres caminos a seguir: infiltrarse, escurrirse y evaporarse (Aparicio, 1992). Y se representa en la ecuación siguiente:

$$P = I + R + E$$

Donde:
P: Precipitación
I= Infiltración
R= Escurrimiento
ET= Evaporación

El parámetro precipitación se mide mediante pluviómetros en estaciones meteorológicas, y se obtiene en unidades de longitud (usualmente mm/año). La escorrentía superficial a partir del coeficiente de escurrimiento, la precipitación media anual, etc. La evapotranspiración se calcula usualmente mediante métodos empíricos, como la Ecuación de Turc o Thornthwaite, y se expresa en unidades de longitud (mm/año).

El cálculo del potencial de infiltración se obtiene mediante un simple despeje de la ecuación inicial y queda de la siguiente manera:

$$I = P - R - E$$

Donde:
I= Infiltración
P= Precipitación
R= Escurrimiento
ET= Evaporación

La siguiente expresión es la que se utilizó para obtener el volumen infiltrado en el área sujeta a CUSTF.

$$\text{P} \quad \text{d} \quad \text{ii} \quad \text{ón} = \text{V} \quad - \text{V} \quad - \text{V}$$

Donde:
Vp: Volumen precipitado (m^3/año)
VEA: Volumen de escurrimiento (m^3/año)
VETP: Volumen evapotranspirado (m^3/año)

$$\text{P} \quad \text{d} \quad \text{ii} \quad \text{ón} = 4\ ,8\ \ .7\ \ -1\ ,0\ \ .6\ \ -4,0\ \ .4$$

Resultados del balance hídrico superficial sin CUSTF.

Para realizar la estimación de la tasa de infiltración actual en el poligino que se solicita a CUSTF bajo las condiciones actuales de cobertura vegetal y suelo, se realizó el cálculo de acuerdo con la fórmula antes presentada.

Con base en el análisis realizado para el poligono que se solicita a CUSTF, bajo las condiciones actuales (Escenario 1), se estima que el volumen de infiltración es de 26,241.78 m^3 anuales dentro de las 127,024.08 ha como se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla VI. 65 Volumen de infiltración actual dentro del polígono de CUSTF.

No. POL CUSTF	Tipo de vegetación	Superficie (m^2)	VP(m^3)	VETP (m^3)	VAE(m^3)	VOL PI (m^3)
1	MSC	127,024.08	41,841.73	12,099.66	3,500.28	26,241.78
TOTAL		127,024.08	41,841.73	12,099.66	3,500.28	26,241.78

Resultados del balance hídrico superficial con CUSTF.

Para estimar cuál será el volumen de infiltración en la superficie del CUSTF una vez que se lleve a cabo el desmonte, se realizó el cálculo del volumen de agua utilizando la metodología antes mencionada. Para este escenario se realizó un promedio de los valores correspondientes al parámetro K para los valores de cobertura correspondiente a suelo de área desnuda.

De acuerdo con el resultado de las estimaciones realizadas para el volumen de agua que se infiltraría en el suelo una vez removida la vegetación forestal (escenario 2), se obtuvo que la infiltración disminuiría a un volumen de 25,650.67 m^3 al año debido a que se incrementa el escurrimiento superficial y la evaporación como consecuencia directa de la pérdida de cobertura vegetal.

Tabla VI. 66 Estimación del volumen de infiltración una vez realizado el CUSTF.

No. POL CUSTF	Tipo de vegetación	Superficie (m^2)	VP(m^3)	VETP (m^3)	VAE(m^3)	VOL PI (m^3)
1	MSC	127,024.08	41,841.73	12,099.66	4,091.40	25,650.67
TOTAL		127,024.08	41,841.73	12,099.66	4,091.40	25,650.67

Es importante mencionar que, entre la etapa de desmonte y la construcción de la obra transcurrirá en un lapso temporal, por lo que, se estaría comprometiendo un volumen menor al estimado, durante la duración del desmonte, despalme y limpieza del terreno; siendo que, posterior a la construcción del proyecto, se contará con infraestructura que permitirá la captación y direccionamiento del agua pluvial dentro de la zona de obra (el suelo no queda descubierto como se espera en el desmonte) y la infraestructura contará con pendientes y obras de drenaje que permitirán la infiltración del agua precipitada en terrenos aledaños e inclusive en áreas dentro del sitio.

Dentro del anexo Anexo 7, se presentan las bases de datos en formato Excel con los cálculos realizados con base en la metodología descrita.

Volumen de agua a mitigar por efectos del CUSTF.

Con base en los análisis del cálculo de la estimación de la infiltración realizados anteriormente (Escenario 1 sin CUSTF y Escenario 2 posterior al CUSTF), se estimó que el volumen potencial de infiltración disminuiría bajo el supuesto de haber realizado el CUSTF, obteniendo un volumen de 25,650.67 m^3, es decir, el 2.25% de la infiltración total anual que ocurre actualmente dentro del área de CUSTF, lo anterior como resultado del incremento en el escurrimiento.

Tabla VI. 67 Comparativa de infiltración en los escenarios 1 y 2.

Variable	Escenario 1 m^3/año	Escenario 2 m^3/año	Volumen a mitigar m^3/año
Potencial de infiltración	26,241.78	25,650.67	591.11

Derivado de lo anterior, se contempla la aplicación de medidas de mitigación dentro del área establecida para la reforestación y rescate y reubicación de especies.

Infiltración bajo el supuesto de llevar a cabo la reforestación y reubicación en los polígonos de compensación (Escenario 3).

Para realizar la estimación de la cantidad de agua que se infiltra en los polígonos donde se llevaran a cabo las actividades de reubicación de flora, se realizó un cálculo de la infiltración actual de acuerdo con la metodología antes presentada, a partir de los valores obtenidos para cada parámetro según las condiciones observadas en campo para cada sitio.

Infiltración Actual (Primer Escenario):

Estimación de la tasa de infiltración actual en el suelo los polígonos donde se propone la reubicación de flora bajo las actuales condiciones de cobertura vegetal y suelo.

Con base en el análisis con anterioridad, realizado para el polígono, bajo las condiciones actuales, se estima que el volumen total de infiltración es de 3,042.9932 m^3 anuales en las 5.00 ha, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VI. 68 Infiltración actual de los polígonos donde se realizará la reforestación y reubicación de flora.

NP	Superficie (ha)	VP (m^3)	VETP (m^3)	VEA (m^3)	VOL PI (m^3)
1	1.5000	4,941.00	1,428.82	469.18	3,042.9932
TOTAL	1.5000	4,941.00	1,428.82	469.18	3,042.9932

Infiltración bajo el supuesto de llevar a cabo la reforestación y reubicación en los polígonos de compensación (Segundo Escenario):

Para estimar cuál será el volumen de infiltración en la superficie de compensación una vez que se lleve a cabo la reforestación y reubicación de flora se prosiguió a calcular el volumen de agua utilizando la misma metodología, pero esta vez asignándole a los polígonos un valor de cobertura correspondiente a las etapas de crecimiento de una cobertura forestal en un lapso de 10 años (Ver tabla siguiente).

La cobertura actual del área propuesta es de 5%, tomando valores de K para terrenos en descanso, siendo que el sitio estuvo afectado por diversas actividades como las agropecarias y por ende, a un proceso de intemperización por erosión laminar y en canalillos, la meta es obtener una cobertura de hasta el 70 % con vegetación secundaria de Matorral Sarcocaule.

Tabla VI. 69 Infiltración estimada de en los polígonos donde se realizará la reforestación y reubicación de flora.

Año	Cobertura (%)	K	Ce	VEA (m^3)	VOL PI (m^3)	VOL RECUPERDO (m^3)	VOLUMEN ACUMUDADO (m^3)
1	10	0.27	0.09	455.22	3,056.95	2,465.84	2,465.84
2	15	0.27	0.09	441.26	3,070.91	13.96	2,479.80
3	20	0.26	0.09	427.30	3,084.88	13.96	2,493.76
4	25	0.26	0.08	413.34	3,098.84	13.96	2,507.72
5	30	0.26	0.08	399.38	3,112.80	13.96	2,521.68
6	40	0.25	0.08	371.46	3,140.72	27.92	2,549.61
7	50	0.24	0.07	343.54	3,168.64	27.92	2,577.53
8	60	0.23	0.06	315.62	3,196.56	27.92	2,605.45
9	65	0.23	0.06	301.66	3,210.52	13.96	2,619.41
10	70	0.22	0.06	287.70	3,224.48	13.96	2,633.37
Volumen recuperado en 10 años						2,633.37	
Volumen a mitigar						591.11	
Diferencia a favor						2,042.26	

Como se observa en la tabla anterior, una vez que se realice la reforestación y reubicación de flora en las áreas destinadas, el primer año se incrementará la infiltración a un volumen de 2,465.84 m^3, el quinto año a 2,521.68 m^3, el séptimo año a 2,577.53 m^3, el noveno año a 2,619.41 m^3 y el decimo año a 2,633.37 m^3.

De esta forma, con lo anterior se estarán infiltrando en lo general durante estos 10 años un total de 2,633.37 m^3 dentro de las 5.00 ha de compensación. Por lo cual se demuestra que el precepto normativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que indica que no se deberá disminuir la captación de agua o infiltración.

Tabla VI. 70 Recuperación del volumen de infiltración en el área de reforestación y reubicación con respecto al CUSTF.

Año	Cobertura (%)	K	Ce	VEA (m^3)	VOL PI (m^3)	VOL RECUPERDO (m^3)	VOLUMEN ACUMUDADO (m^3)
Sin CUSTF	25-50	0.26	0.08	3,500.28	26,241.78		
Con CUSTF	0	0.28	0.10	4,091.40	25,650.67		
1	10	0.27	0.09	455.22	3,056.95	2,465.84	2,465.84
2	15	0.27	0.09	441.26	3,070.91	13.96	2,479.80
3	20	0.26	0.09	427.30	3,084.88	13.96	2,493.76
4	25	0.26	0.08	413.34	3,098.84	13.96	2,507.72
5	30	0.26	0.08	399.38	3,112.80	13.96	2,521.68
6	40	0.25	0.08	371.46	3,140.72	27.92	2,549.61
7	50	0.24	0.07	343.54	3,168.64	27.92	2,577.53

Año	Cobertura (%)	K	Ce	VEA (m^3)	VOL PI (m^3)	VOL RECUPERDO (m^3)	VOLUMEN ACUMUDADO (m^3)
8	60	0.23	0.06	315.62	3,196.56	27.92	2,605.45
9	65	0.23	0.06	301.66	3,210.52	13.96	2,619.41
10	70	0.22	0.06	287.70	3,224.48	13.96	2,633.37
Volumen recuperado en 10 años						2,633.37	
Volumen a mitigar						591.11	
Diferencia a favor						2,042.26	

Nota: La cobertura que aquí se presenta es estimada, ya que el dato definitivo se obtendrá una vez establecida la reforestación, mismo que será evaluado para así garantizar que cuando menos se cumplan con estas coberturas estimadas.

Con estos resultados se demuestra que la afectación al recurso agua será temporal y se ajustará únicamente al área de CUSTF, con lo que se cumple con los preceptos de excepcionalidad del Artículo 93 de la LGDFS que a la letra dice:

"…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 de su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal."

Los cálculos de los datos del balance hídrico sin CUSTF, Con CUSTF y medida de mitigación se encuentran en el anexo Anexo 7 de este estudio técnico.

VI.2 Justificación económica que motive la autorización excepcional del cambio de uso de suelo

Para la puesta en marcha del proyecto, se requerirá de una inversión aproximada de $250,435,000.00 de pesos, tal monto incluye los gastos por seguimiento ambiental.

Por otra parte, todo tipo de proyectos traen consigo además del beneficio de oferta y demanda de la materia prima, otros beneficios asociados, como son las inversiones necesarias para su realización, lo que implica la contratación de empresas que ejecutarán las obras, la compra de insumos, así como los pagos de permisos y derechos. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona; impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al municipio, al gobierno estatal y federal.

De acuerdo a lo anterior, el valor total económico estimado del aprovechamiento de los recursos biológicos-forestales del predio que derivarán del cambio de uso de suelo, asciende a $9,281,085.00 por lo que este valor representa únicamente el 3.7 % de la inversión total para el proyecto.

Considerando lo anterior y la vocación del uso del suelo establecido por los instrumentos de planeación vigentes y aplicables al predio donde se pretende el desarrollo del proyecto.

El presente proyecto es de gran importancia para desarrollo local y regional principalmente, y considerando la utilidad bruta por el costo de los recursos biológicos-forestales a afectar por el cambio de uso de suelo, se considera totalmente viable y justificable su desarrollo.

VI.3 Justificación social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo

El área del proyecto por su ubicación, los datos socioeconómicos que aquí se plantean aplica al municipio en el contexto general.

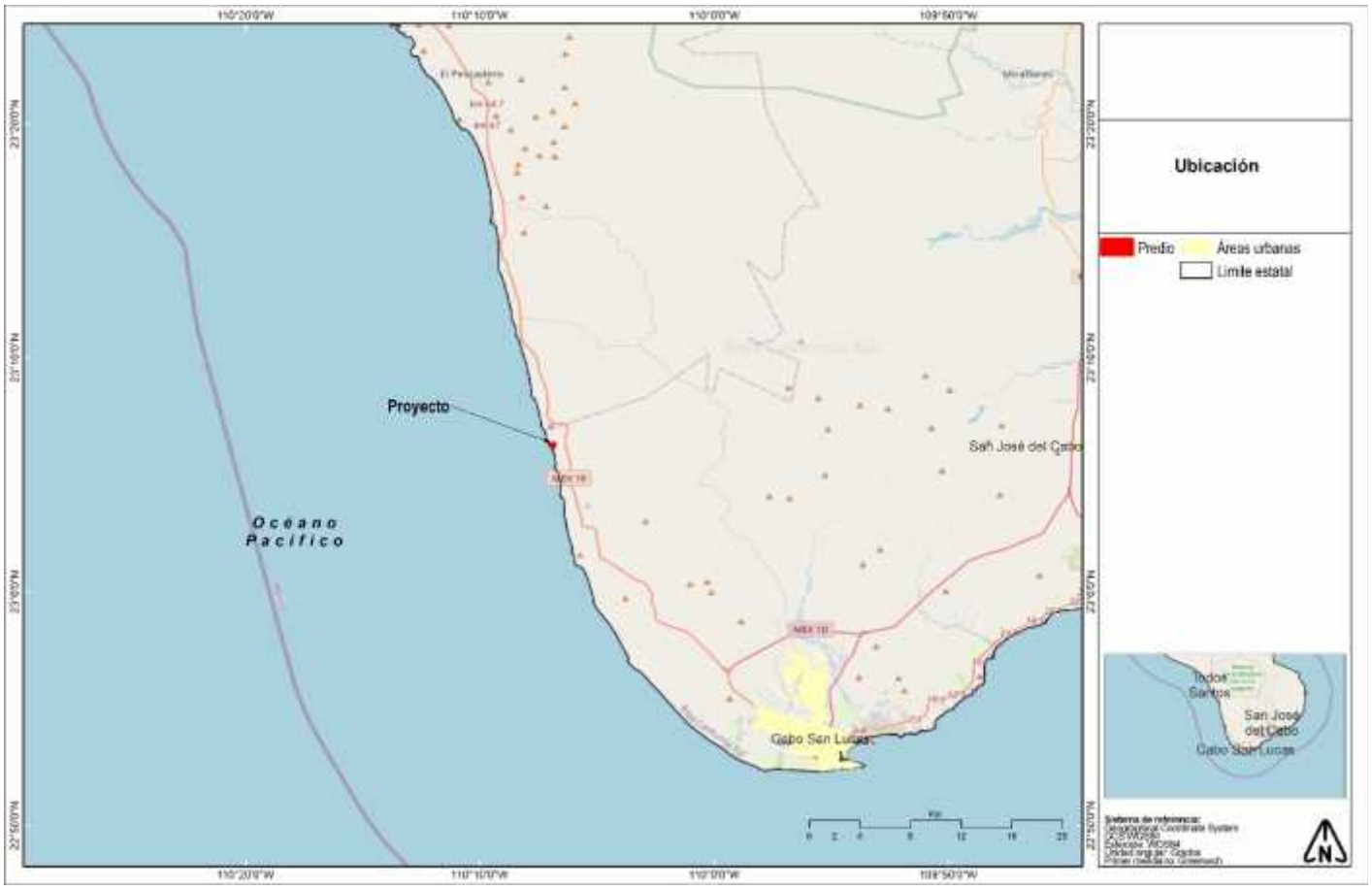


Figura VI. 20 Ubicación del proyecto en relación al municipio.

DEMOGRAFÍA. El Municipio de Los Cabos tiene una población total de 351,111 habitantes, de los cuales 180,944 (51.15 %) son hombres y la población de mujeres suma 170,167 (48.5 %). La densidad de población es de 93.6 habitantes por km^2, siendo el municipio más densamente poblado, que contrasta con el promedio estatal de 10.8 habitantes por km^2. De manera complementaria, en la tabla siguiente se resumen los datos poblacionales más relevantes para el municipio, en comparación el resto del estado.

Tabla VI. 71 RAlgunos datos poblacionales más relevantes para el municipio.

CONCEPTO	Los Cabos
Población	351,111
Población Masculina	180,944
Población Femenina	170,167
Población de 3 años o más que habla lengua Indígena	7,630

La población de 3 años o más que habla al menos una lengua indígena fue 7,630 personas, lo que corresponde a 2.17 % del total de la población de Los Cabos. Las lenguas indígenas más habladas son náhuatl (2,710 habitantes), Mixteco (1,128 habitantes) y Zapoteco (608 habitantes).

Los Cabos destaca a nivel demográfico, ya que, a nivel nacional tiene altas tasas de crecimiento anual. Mientras que la tasa de crecimiento promedio anual de la entidad se estima en 2.3 % (2010-2020), en Los Cabos ésta se perfila en un 4.0 %, en el mismo periodo, además se refleja una inmigración importante de personas en busca de mejores opciones de trabajo, detonadas por el dinamismo de este municipio en materia de turismo.

De acuerdo al INEGI, en Los Cabos se tiene el conteo de 101,934 viviendas particulares habitadas, esto en el año 2020; a nivel municipal el promedio de ocupantes por vivienda es de 3.4 personas, similar al promedio estatal (3.3). El promedio de cuartos por vivienda es de 3.7, ligeramente inferior a la media estatal (3.8).

ECONOMÍA. La economía del municipio de Los Cabos está fundamentalmente sustentada en el turismo. En cuanto a empleos, en el tercer trimestre de 2024, la tasa de participación laboral en Baja California Sur fue 69.6 %, lo que significa un aumento de 0.83 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior, es decir, de 68.8 %. La tasa de desocupación fue de 2.52 %, es decir, contempla 12 mil personas, lo que implicó un aumento de 0.11 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior, de 2.41 %. La población ocupada en Baja California Sur en el tercer trimestre de 2024 fue 469 mil personas, siendo superior en 2.8 % al trimestre anterior (456 mil ocupados). El salario promedio mensual en el tercer trimestre de 2024 fue de $ 12,000.00 siendo superior en $ 625.00 respecto al trimestre anterior ($ 11,400.00).

De acuerdo a los datos anteriores y tomando en cuenta la gran oportunidad de empleo que se generará a través de este proyecto, es factible el mayor impulso del sector primario por lo que en suma este proyecto detonara la actividad económica a nivel local, así como el estatal y nacional.

JUSTIFICACIÓN SOCIAL. Considerando lo anteriormente expuesto, se prevé que el presente proyecto contribuirá firmemente al crecimiento controlado de la población, al contribuir con la construcción de un desarrollo inmobiliario (lotes residenciales) cuyas características sean más compatibles con el medio ambiente.

Así mismo, representará oportunidades de trabajo, fuentes de ingreso y de mejora al bienestar a nivel local y municipal, tanto por la generación de empleo directo, la promoción de empleo indirecto mediante la contratación de personal por parte de las empresas contratistas trabajando en el sitio del proyecto ocupando perfiles diversos, y por la activación del comercio en la zona por la necesidad de materiales, herramienta e insumos.

CONTENIDO

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
VII.1 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación 1
VII.2 Impactos Residuales. 13
VII.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 15
VII.4 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo. 15

TABLAS

Tabla VII. 1 Preceptos normativos de excepcionalidad y servicios ambientales utilizados para la descripción de las medidas de prevención y mitigación. 1
Tabla VII. 2 Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales. 2
Tabla VII. 3 Impactos identificados como acumulativos. 13
Tabla VII. 4 Impactos Residuales 14
Tabla VII. 5 Especies de plantas registradas en una hectárea del terreno de estudio. 15
Tabla VII. 6 Especies consideradas para la reforestación en el área sujeta a CUSTF en el predio bajo estudio. 17
Tabla VII. 7 Costo por hectárea de la mano de obra para realizar el proyecto durante 15 años. 22
Tabla VII. 8 Costo de los principales insumos a utilizar en la reforestación de una hectárea. 23
Tabla VII. 9 Resumen de costos para reforestar en el área de estudio. 23
Tabla VII. 10 Rescate de semillas y siembra por voleo. 24
Tabla VII. 11 Resumen de costos para la restauración de la cubierta vegetal del predio sometido a CUSTF. 24
Tabla VII. 12 Valoración económica de la implementación de obras de conservación de suelos. 27

FIGURAS

Figura VII. 1 Impactos Acumulativos. 12
Figura VII. 2 Ejemplificación del acomodo de material vegetal muerto. 24
Figura VII. 3 Ejemplificación del espaciamiento del acomodo de material vegetal muerto. 25
Figura VII. 4 Troncos y material vegetal sin ramas. 25
Figura VII. 5 Uso de estacas para reforzar el cordón. 26
Figura VII. 6 Ejemplificación de tejido y amarre del material vegetal a las estacas, para mayor estabilidad. 26
Figura VII. 7 Separación entre cordones y acomodo en tresbolillo. 27

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo se proponen las medidas de prevención o mitigación para reducir, eliminar o compensar los impactos ambientales negativos que se anticipan por la puesta en marcha de este proyecto que implica el cambio de uso de suelo; impactos que en general son poco significativos. Al respecto, las medidas propuestas en el presente estudio se establecen siempre con la intención de evitar las posibles afectaciones al medio; sin embargo, es bien sabido que en algunos casos los impactos no pueden evitarse y por tanto únicamente se ven disminuidos.

VII.1 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

Considerando lo estipulado en el artículo 3 fracciones XIII y XIV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que a la letra establecen:

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;

XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas;

La descripción de las medidas de prevención y mitigación, se enfocan en el desahogo de los preceptos normativos de excepcionalidad que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con base en los factores y servicios ambientales que se exponen en el Artículo 7, Fracción XXXIX de la misma ley que se verían afectados por la implementación del CUSTF del proyecto (tabla siguiente).

Tabla VII. 1 Preceptos normativos de excepcionalidad y servicios ambientales utilizados para la descripción de las medidas de prevención y mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL	EXCEPCIONALIDADES ARTÍCULO 117 LGDFS	SERVICIOS AMBIENTALES ARTÍCULO 7 LGDFS, FRACCIÓN XXXIX
Flora	No se compromete la biodiversidad	Protección de la biodiversidad
Fauna		
Suelo	No se provocará la erosión de los suelos	Protección y recuperación de suelos
		Regulación del ciclo de nutrientes en el suelo y pérdida de productividad
Agua	No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación	Provisión del agua en calidad y cantidad
Aire		Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales
Paisaje	-	-
Socioeconómico	Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.	-

Para describir las medidas propuestas se utilizaría cierta simbología que se describe a continuación, es conveniente mencionar que se especifica el tipo de medida a implementar, el componente del medio ambiente afectado, la etapa en que es aplicable la medida

y los medios necesarios para dar seguimiento a cada acción realizada, de manera que funcionen como evidencias documentales, de control y cumplimiento ambiental de las actividades.

Tabla VII. 2 Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales.

Tipo de medida	Etapa del proyecto
Prevención P Mitigación M Compensación C	Preparación del sitio Ps Construcción C Operación y mantenimiento Om

Medidas de prevención y mitigación de impactos en los componentes ambientales agua, aire y suelo

A) Mantenimiento de maquinaria. Las unidades y maquinaria deberán tener un mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor para minimizar la emisión de ruido, polvo y gases a la atmósfera. Se realizarán revisiones periódicas que aseguren el correcto funcionamiento de la maquinaria.
Tipo de medida: P
Etapa del proyecto: Ps, C

Objetivos	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
1-. Reducir las emisiones contaminantes a la atmosfera originadas de los motores de la maquinaria y vehículos en el área del proyecto. 2-. Minimizar el ruido en áreas colindantes. 3-. Evitar la contaminación del suelo y del acuífero por hidrocarburos.	1-. Se reducirá la cantidad de emisiones de contaminantes a la atmosfera proveniente de los motores de los vehículos y maquinaria, en consecuencia, se mejorará el gasto de combustible. 2 -. Coadyuva a la reducción de emisiones de ruido en las áreas colindantes. 3-. Se reduce la posibilidad de alguna contingencia que pueda llevar a un derrame de hidrocarburos en el suelo y en el freático	1-. Revisar toda la maquinaria que ingrese al predio, verificar que se encuentre en buenas condiciones y retirar la que presente escurrimientos de hidrocarburos. 2-. En caso de detectar fallas en la maquinaria o equipo que pudiera dar lugar a escurrimientos durante su operación, trasladarlos para cualquier tipo de reparación y/o mantenimiento necesario al taller habilitado dentro del predio o talleres fuera de las instalaciones del predio donde se cuente con la infraestructura requerida para el desarrollo de estas actividades, y sin riesgo para el ambiente. 3-. En caso de no poder trasladar la maquinaria o equipo a un taller, se deberá impedir el escurrimiento de cualquier hidrocarburo al suelo, utilizando charolas y cubetas, cartón o aserrín que pueden ayudar a contener los posibles derrames. El material recuperado de los escurrimientos debe ser contenido por un envase debidamente etiquetado y enviado al almacén temporal de residuos	El encargado de obra será el responsable de vigilar el estado de los vehículos en la obra registrando en una bitácora los días de mantenimiento de la maquinaria. Tales acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente.

		peligrosos para después ser entregado a la empresa autorizada para su correcto manejo. 4-. Todo material impregnado con hidrocarburos, deberá ser manejado como residuo peligroso.	
B) Utilización de baños portátiles. El uso de sanitarios portátiles es una medida que se implementará para asegurar el manejo adecuado de aguas residuales con el objetivo de prevenir la contaminación de los componentes abióticos. Tipo de medida: P Etapa del proyecto: Ps, C			
1. Evitar fecalismos al aire libre. 2. Evitar la contaminación del suelo, agua y atmósfera. 3. Evitar afectación a la salud. 4. Evitar malos olores y la proliferación de fauna nociva.	1. Previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por fecalismo al aire libre.	1-. Se debe rentar una letrina por cada 15 trabajadores. Las letrinas deberán ubicarse en áreas de fácil acceso. En caso de no existir sombra natural deberá instalarse una techumbre. 2-. En los contratos que se establezcan con la empresa prestadora de servicio de baños portátiles, deberá especificarse la obligatoriedad de brindar mantenimiento preventivo periódico para asegurar una óptima operación y evitar la infiltración de aguas residuales al suelo y manto freático. 3-. Será obligatorio para los trabajadores utilizar los baños portátiles señalando las medidas en caso de incumplimiento de las partes.	El encargado de obra será el responsable de vigilar el estado de las letrinas portátiles y que los trabajadores hagan uso de las mismas, registrando en una bitácora las contingencias que llegarán a ocurrir y la frecuencia en el aseo de las letrinas. Tales acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente. Se deben conservar las facturas de renta de las letrinas móviles, memoria fotográfica de su colocación, supervisión en campo de uso y de retiro de las aguas residuales.
C) Manejo adecuado de residuos sólidos urbanos. Se incluyeron procedimientos (Anexo 5) de manejo de residuos sólidos urbanos que se generen durante todas las etapas del proyecto. En él, se prevén las estrategias para reducir los volúmenes de generación, para el almacenamiento y correcta disposición, dirigido a evitar la afectación al medio ambiente. Tipo de medida: P, M Etapa del proyecto: Ps, C			
1-. Establecer estrategias adecuadas para manejar correctamente los residuos sólidos urbanos que se generen durante las etapas de preparación	1-. Previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por la disposición inadecuada de residuos. 2-. Reduce la proliferación de fauna nociva.	1-. El manejo de los residuos deberá sustentarse en un procedimiento, el cual deberá apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. 2-. Dicho procedimiento establece los procesos y procedimientos para el manejo de cada tipo de residuos	Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará el seguimiento de medidas registrándolas en una bitácora y cuyas acciones se reportarán por medio de un

del sitio y construcción del proyecto. 2-. Evitar afectaciones a los distintos factores del medio por una mala disposición y manejo de los residuos sólidos urbanos.	3-. Evita el deterioro del paisaje. 4-. Promueve la salud y calidad de vida de los trabajadores.	sólidos, así como la infraestructura necesaria para su almacenamiento y disposición. 3-. Para la ejecución de la presente medida, se necesitará de la contratación de personas quienes se encargarán de la colocación de los recipientes para la recolección de residuos. Y para el manejo y disposición final de los residuos, se contratará una empresa autorizada para tal fin. 4-. Los materiales necesarios para realizar esta medida son: recipientes de 200 litros, señalizaciones para identificar los recipientes	informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente, en la operación será el promovente el encargado de dar seguimiento a la separación de residuos.
D) Manejo adecuado de residuos peligrosos. Se incluyeron procedimientos (Anexo 5) de manejo de residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto. En él, se prevén las estrategias para reducir los volúmenes de generación, para el almacenamiento y correcta disposición, dirigido a evitar la afectación al medio ambiente. Debido a las dimensiones del proyecto, no se prevé el uso de maquinaria pesada de manera prolongada, debido a esto la generación de residuos peligrosos será muy escasa, no obstante, como medida de prevención y mitigación, se incluye un procedimiento de manejo de residuos peligrosos. Tipo de medida: P Etapa del proyecto: Ps, C			
1-. Establecer estrategias adecuadas para manejar correctamente los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto. 2-. Evitar afectaciones a los distintos factores del medio por una mala disposición y manejo de los residuos peligrosos.	1-. Previene la contaminación del aire, del suelo y del agua subterránea, por la disposición inadecuada de residuos peligrosos. 2-. Evita el deterioro del paisaje. 3-. Promueve la salud y calidad de vida de los trabajadores.	1-. El manejo de los residuos deberá sustentarse en un procedimiento, el cual deberá apegarse a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y a las NOM-052-SEMARNAT-2010 y NOM-054-SEMARNAT- 1993. 2-. Dicho procedimiento establece los procesos y procedimientos para el manejo de los residuos peligrosos, así como la infraestructura necesaria para su almacenamiento y disposición.	Contratación de una empresa y/o técnico supervisor en materia ambiental, que dará el seguimiento de medidas registrándolas en una bitácora y cuyas acciones se reportarán por medio de un informe de seguimiento, documentado con registro fotográfico y la documentación pertinente, en la operación será el promovente el encargado de dar seguimiento al manejo de los residuos peligrosos.

Medidas de prevención y mitigación de impactos en los componentes ambientales agua y suelo

E) Planta de tratamiento de aguas residuales. En la preparación del sitio y cosntrucción se contempla la utilización de letrinas portátiles arrendadas., en la operación el proyecto se conectará con la PTAR del desarrollo vecino.
Tipo de medida: M
Etapa del proyecto: Ps, C, Om, A

Objetivos	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
1-. Evitar fecalismos al aire libre. 2-. Evitar la contaminación del suelo y agua. 3-. Evitar afectación a la salud. 4-. Evitar malos olores	1-. Previene la emisión de malos olores a la atmosfera, la contaminación del suelo y del agua subterránea, al evitar que las aguas residuales se viertan sin tratamiento en el suelo.	1. Se contempla la renta de un sanitario portátiles por cada 15 trabajadores.	El promovente tomará fotografías de los sanitarios y solicitará las facturas del prestador del servicio.

Medidas de prevención y mitigación de impactos en los componentes ambientales suelo, flora y fauna

F) Delimitación área del cambio de uso del suelo y remoción de la vegetación.
Esta medida se refiere a la delimitación de la zona de remoción de la vegetación la cual será de manera paulatina de manera tal, que permita a la fauna migrar a sitios de menor perturbación, en el Anexo 5 del estudio en evaluación se incluye el procedimiento.
Tipo de medida: P
Etapa del proyecto: Ps

Objetivo	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
1-. Establecer los pasos a seguir para la delimitación del área autorizada para el CUSTF 2-. Establecer los pasos a seguir para la ejecución de la remoción de la vegetación, y reducir la afectación de áreas adyacentes al proyecto 3-. Prevenir la afectación por la remoción de vegetación en superficies que no corresponden al CUSTF.	1-. Mitiga la afectación a la fauna por la reducción de su hábitat, dándole oportunidad de desplazarse a sitios con menor perturbación. 2-. Evita la generación de gran cantidad de partículas suspendidas como polvos al exponerse el suelo sin vegetación por más tiempo del necesario. 3-. Evita la afectación a otras zonas de vegetación no autorizadas.	1-. Las áreas autorizadas para el CUSTF se verificarán con el plano del proyecto autorizado y con apoyo de GPS para encontrar las coordenadas delimitantes de los polígonos de CUSTF autorizados. 2-. La delimitación del área de CUSTF se realizará con ayuda de materiales tales como la cal, pintura, varillas, estacas o cintas de señalización que permitan ubicar visualmente los límites del área autorizada. 3-. La remoción de la vegetación será hacia el área de cambio de uso de suelo y	El supervisor de las actividades de desmonte será el encargo de verificar que se cumpla con esta medida.

		no hacia los costados, facilitando así el desplazamiento de la fauna hacia las áreas colindantes.	
G) Procedimiento de desmonte direccionado Esta medida hace referencia al procedimiento a seguir para la realización de las actividades de remoción de vegetación. En el Anexo 5 del estudio en evaluación se incluye el procedimiento. Tipo de medida: M Etapa del proyecto: Ps, C			
Objetivos	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
Este procedimiento tiene como finalidad establecer los lineamientos necesarios la ejecución del desmonte y despalme durante la preparación del sitio para la operación del proyecto con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental que representa esta actividad.	1-. Mitiga la afectación a la flora, ya que promueve la concientización del personal. 2-. Establece las pautas a seguir para la ejecución del desmonte, para que se realice de manera direccionada y progresiva. 3-. Reducir la afectación de áreas adyacentes al proyecto.	1-. La remoción de la vegetación será realizada en forma mecanizada y manual, además dicha actividad se realizará conforme avance el proyecto. 2-. No se permitirá el uso de herbicidas u otros productos químicos para remover la vegetación. 3-. La remoción de vegetación será progresiva, desmontando una superficie determinada y posteriormente otra superficie adyacente, cuando esta vaya a aprovecharse. De esta forma, se dará oportunidad a la fauna de desplazarse hacia sitios colindantes. 4-. Los resultantes del desmonte no serán quemados.	El residente de obra, o su designado, es responsable de que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento. Todo el personal involucrado en las actividades es responsable de ejecutar los trabajos como se describe en este procedimiento.
H) El personal empleado no deberá encender fogatas, quemar residuos o restos de vegetación seca Tipo de medida: P Etapa del proyecto: Ps, C			
Objetivos	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
1-. Evitar incendios que provoquen cambios en las propiedades físico-químicas de los suelos	1-. Evitar el deterioro del suelo. 2-. Evita incendios que pueden destruir la flora y fauna.	1. Se hará del conocimiento de los trabajadores esta medida que prohíbe el uso de fogatas.	Supervisión en campo del cumplimiento de esta medida.

2-. Evitar la destrucción de flora y fauna. 3-. Evitar emisiones de CO^2 a la atmosfera.	3-. Evita la emisión de gases contaminantes a la atmosfera	2.-. Aplicar sanciones a los trabajadores que incumplan con esta medida.	

Medidas de prevención y mitigaciones del componente ambiental flora

I) Rescate y reubicación de flora. consiste en la extracción de especies vegetales previo al inicio de obra. Dicha extracción apoyada en un proceso de selección que será basado en las características intrínsecas de la especie, así como su valor de importancia, estatus jurídico, capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez o catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, también se evita que se extraiga clandestinamente a la flora local. En el Anexo 6 del se incluye un programa de rescate y reubicación de flora detallado. Tipo de medida: M Etapa del proyecto: Ps			
Objetivo	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
1-. Minimizar el impacto sobre la biodiversidad contribuyendo a la conservación de las poblaciones de especies vegetales nativas de la región. 2-. Mitigar el impacto sobre la vegetación que conlleva el desarrollo del proyecto. 3-. Identificar mediante criterios legales, ecológicos y particulares, aquellas especies de ser rescatadas; y en cuyo caso, su rescate contribuirá con la conservación de la flora nativa de la región. 4-. Contribuir a salvaguardar el germoplasma de las especies silvestres sobre todo las listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, también se dará prioridad a especies como cactáceas debido a lento crecimiento, y a las siguientes especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei,	1-. Minimiza los impactos derivados del desmonte del predio, contribuyendo a salvaguardar el germoplasma de las especies seleccionadas dentro de las que se consideran las especies citadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.	1-. Entre las especies que se seleccionen para rescatar deberán considerarse las que se encuentran bajo status de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. 2-. Si algunas de las especies registradas en el predio presentan características no deseables o representan un riesgo al momento de ser manipuladas, serán descartadas del programa con base en las consideraciones: • La especie es exótica o introducida y su desarrollo puede resultar en la competencia por el espacio con las especies de flora nativa. • La especie se considera peligrosa por ser tóxica o urticante, debido a la presencia de espinas, resinas o insectos que cohabitan con ella (también se considerará el rescate de un mínimo de estas especies). • La especie es característica de vegetación secundaria por lo que se considera oportunista, lo cual le confiere un valor mínimo de importancia biológica. • Con base en información previa se ha determinado que la especie no es apropiada para el trasplante, ya que durante el proceso presenta alto índice de mortalidad.	Desarrollar y/o contratar de un técnico en materia ambiental, que dará seguimiento a esta medida, registrando las actividades correspondientes en una bitácora, mismas que se reportarán por medio de un informe de seguimiento, complementado con un registro fotográfico y la documentación pertinente.

Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis.		En seguida se describen los criterios considerados para la selección de las especies a rescatar, citados en orden de mayor a menor importancia: 1. Importancia legal. La especie está incluida en alguna categoría de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 2. Importancia ecológica. La especie representa una fuente de alimento, refugio o hábitat para la fauna local, y en su caso, el rescate de la misma contribuye a la conservación de la biodiversidad de la flora nativa en la región. 3. Importancia ornamental. La especie es importante desde el punto de vista estético o de ornato y por lo tanto es susceptible de ser incorporada. Las plantas que se rescaten deberán mantenerse en un vivero provisional para su posterior traslado al área de reubicación. Deberá llevarse una bitácora en la que se registren las acciones implementadas, misma que servirá de base para la elaboración de los informes a la autoridad. En ésta deberán registrarse las especies rescatadas, el número de individuos por especie rescatados, número de individuos por especie que no sobrevivan al rescate; número de individuos por especie que sean reintroducidos a otras áreas del predio; sitio de traslocación; insumos de mantenimiento de las plantas en el vivero; fecha en que se ejecuta cada acción y datos del responsable de ejecutarlas. 4. Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. 5. Estas actividades de rescate darán prioridad a especies silvestres sobre todo las listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, también se dará prioridad a especies como cactáceas debido a lento crecimiento, y a las siguientes	

		especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis.	

Medidas de prevención y mitigación del factor ambiental fauna

J) Programa de rescate y protección de fauna silvestre. Previo a las actividades de desmonte se recorrerán los sitios de cambio de uso de suelo con el fin de verificar presencia de nidos, madrigueras o especies de lento desplazamiento Tipo de medida: M Etapa de aplicación: Ps			
objetivo	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
1-. Favorecer el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habita o incide en el predio que ocupará el proyecto, durante las etapas que implique el desarrollo del mismo. 2-. Establecer los procedimientos para evitar o mitigar los impactos negativos de las especies consideradas. 3-. Establecer las acciones que promuevan el respeto a la fauna silvestre que habite y/o pueda incidir de manera temporal en el predio.	1-. Minimiza los impactos que pudieran derivarse del desarrollo de las obras sobre las poblaciones animales, favoreciendo su libre desplazamiento, principalmente de aquellas especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT- 2010. Para el polígono del proyecto, como se mencionó anteriormente únicamente se registró una especie catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cachora de árbol cola negra (Urosaurus nigricauda).	1-. Se deberá favorecer el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habita o incide en el predio que ocupará el proyecto durante las etapas que implique el desarrollo del mismo. 2-. Se establecerán las acciones que promuevan el respeto a la fauna silvestre que habite y/o pueda incidir de manera temporal en el predio. 3-. Se promoverán estrategias de conservación de la fauna silvestre, fomentando los vínculos de convivencia. Las acciones señaladas podrán consistir en talleres o pláticas sobre importancia de especies de fauna silvestre, así como la impresión de folletos y rótulos alusivos al respeto de la fauna.	Desarrollar y/o contratar de un técnico supervisor en materia ambiental, que dará seguimiento a esta medida, registrando las actividades correspondientes en una bitácora, mismas que se reportarán por medio de un informe de seguimiento, complementado con un registro fotográfico y la documentación pertinente.
K) Queda prohibido molestar, dañar, capturar, comercializar, y la cacería de la fauna silvestre en especial las que estén incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de desmonte-despalme del terreno y construcción. Tipo de medida: P Etapa del proyecto: Ps, Om, A			

1-. Evitar afectaciones a la fauna silvestre que transitan por el área de aprovechamiento.	1-. Protege a la fauna, evitando afectaciones y reducción en su número.	1-. Hacer del conocimiento de trabajadores esta medida de prevención. Aplicar sanciones a aquellos no cumplan con lo establecido	Supervisión en campo diariamente para asegurarse que el personal que se contrate no realice ninguna acción negativa que afecta a la fauna silvestre. res

Medidas de prevención y mitigación del factor ambiental aire

Se deberá humedecer los caminos de terracería previo a la construcción de las vialidades en el área del proyecto. Tipo de medida: P Etapa del proyecto: C			
objetivos	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
Minimizar la emisión de polvos a la atmósfera	1-. Evita la dispersión de polvos a la atmósfera. 2.- Minimiza la contaminación del aire, la dispersión de partículas y polvos.	1-. Humedecer los caminos periódicamente, cuando sean utilizados.	Supervisión en campo del cumplimiento de esta medida. Evidencia fotográfica.

Medidas de prevención y mitigación de todos los factores ambientales anteriores

Capacitación del personal Se le brindará capacitación al personal previo al inicio de actividades del proyecto sobre consideraciones para las etapas de preparación de sitio y construcción: las medidas de protección que se deben seguir para prevenir accidentes, manejo adecuado de las herramientas, uso obligatorio de equipos de protección personal, manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y peligrosos, prohibición de la extracción de especies de flora y fauna. Tipo de medida: P, M y C Etapa de operación: Ps, C			
Objetivos	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
Prevenir accidentes laborales mediante el manejo adecuado de materiales y herramientas, y correcto uso del equipo de protección personal. Prevenir la contaminación del suelo, agua y aire mediante la separación y manejo adecuados de los residuos sólidos urbanos y peligrosos. Evitar la extracción ilegal de especies de flora y fauna.	Previene la contaminación de los componentes ambientales por la inadecuada disposición de residuos, previene la extracción ilegal de las especies presentes en el predio o en las cercanías. Previene posibles accidentes laborales que afecten la salud de los trabajadores.	Capacitación del personal operativo para el buen desempeño laboral y evitar accidentes, así como con servicios de atención y equipamiento contra eventualidades menores. La gerencia del proyecto se encargará de organizar y preparar una plática para los trabajadores con apoyo del supervisor ambiental, donde	La capacitación del personal se realizará previo al inicio de actividades de las etapas del proyecto, sin embargo, las medidas expuestas durante la capación deberán aplicarse en las etapas de preparación del sitio y construcción, a fin de cumplir con los objetivos propuestos.

		el tema central sea la importancia, manejo y cuidado de los recursos flora y fauna silvestre, así como, los recursos suelo y agua. Previo al inicio de actividades se tomará de 1 a 2 horas para impartir la plática en el área de trabajo. Se deberá proporcionar al personal el equipo de protección personal (botas, guantes, tapones auditivos, etc.) según los requerimientos de las actividades que se realicen para su uso permanente.	Se tomará lista de asistencia y memoria fotográfica de todos los presentes, para tener como evidencia de la realización de la plática.

Medidas de seguridad

Se deberá dotar del equipo mínimo de protección personal a los trabajadores (EPP) Tipo de medida: P Etapa de operación: Ps, C			
Objetivos	Impactos potenciales que previene, mitiga o corrige/ efectos	Especificaciones	Método de supervisión y evidencia
1-. Proteger a los trabajadores para prevenir la ocurrencia de algún accidente durante alguna de las etapas del proyecto. 2-. Promover la salud y calidad de vida de los trabajadores.	Previene que los trabajadores involucrados sufran accidentes durante las etapas del proyecto.	1-. Proporcionar el equipo requerido por la actividad: cascos protectores, camisas de algodón de manga larga, lentes de seguridad y botas de trabajo. 2-. Los trabajadores deberán portar el equipo de protección durante todo el tiempo que se permanezca en el sitio. 3-. Para las actividades de acarreo de material o ruptura de piedra y paleo de trozado de la vegetación los trabajadores involucrados además del EPP mínimo deberá de contar con guantes. 5-. Los operadores de maquinaria pesada además del EPP mínimo usarán lentes de seguridad y tapones	1-. El encargado de obra será el encargado de dotar a los trabajadores del EPP necesario en cada etapa del proyecto. 2-. El encargado de obra será el encargado de vigilar que los trabajadores utilicen correctamente el EPP. 3-. Evidencia fotográfica de los trabajadores portando el EPP.

		auditivos (casco de seguridad sólo si están fuera de la cabina de la maquina).	

INDICADORES DE FUNCIONABILIDAD DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

- No hay evidencias de defecación al aire libre por parte de los trabajadores.
- No hay malos olores provenientes de fecalismo al aire libre.
- No hay evidencia de la presencia de fauna nociva.
- No hay evidencia física de quemas dentro del predio.
- No hay evidencia física de contaminación del suelo con grasas, aceites, lubricantes, hidrocarburos u otros químicos. Ni de residuos de estopas o envases impregnados de dichas sustancias.
- Los residuos peligrosos se disponen en un sitio especialmente para su almacenamiento temporal y la recolección estará a cargo de una empresa debidamente certificada y autorizada.
- Hay evidencia física de los recipientes contenedores para residuos sólidos urbanos localizados en puntos estratégicos.
- Se realiza el rescate de vegetación previo al inicio de actividades y se asegura su sobrevivencia, ya sea dentro o fuera del predio.
- Las áreas que conservan la vegetación deben estar libres de residuos sólidos domésticos, de construcción.
- No se realizan obras diferentes a las autorizadas.

Impactos Acumulativos

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la "línea base o cero" originada por efectos aditivos (siguiente figura). Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del Proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SA, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

El reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, en su artículo 3o, fracción VII define el Impacto ambiental acumulativo como: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

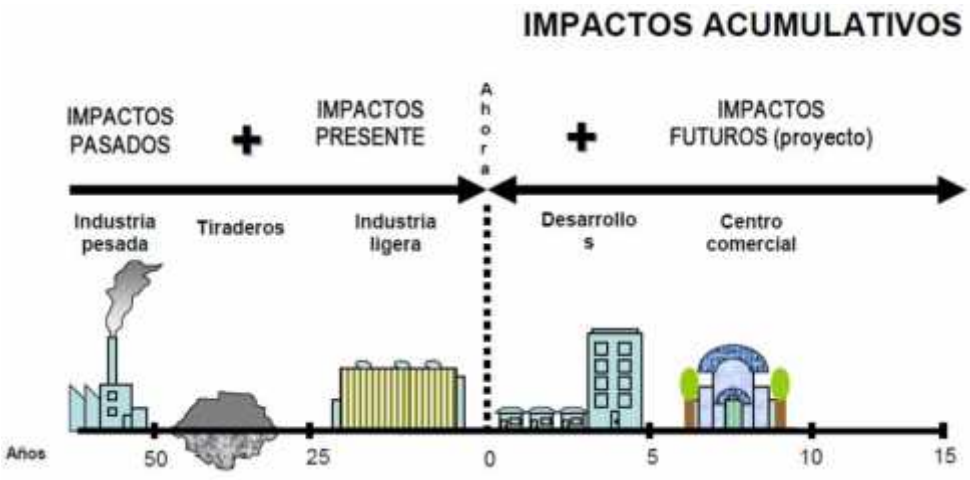


Figura VII. 1 Impactos Acumulativos.

Como se mencionó con anterioridad, considerando que las matrices de interacción y las listas de chequeo tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, serán retomados para su análisis dentro de la descripción de impactos presentada a continuación:

- Pérdida de cobertura vegetal
- Pérdida de suelos
- Pérdida de biodiversidad a nivel de individuos
- Reducción de Hábitats
- Pérdida de organismos de especies animales
- Desplazamiento de fauna silvestre fuera de las zonas del Proyecto

Para el Proyecto se tienen los siguientes impactos que presentan conectividad y que algunos son resultado de la presencia de otros.

Tabla VII. 3 Impactos identificados como acumulativos.

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Desmonte y Despalme	La pérdida de la vegetación en las 12.7024 ha correspondientes al CUSTF genera en secuencia efectos negativos en el sitio de obra, como son la pérdida de fauna o su ahuyenta, si no se utiliza, se promueven procesos de erosión en el sitio.
Pérdida de suelos (características fisicoquímicas, estructura y calidad):	La pérdida del suelo generada durante las actividades de desmonte y despalme pueden ocasionar erosión de los suelos si no se toman las medidas preventivas necesarias.
Pérdida de biodiversidad a nivel de individuos	Como consecuencia en forma continua, la pérdida de vegetación, de hábitat para la fauna, obliga que ésta sea ahuyentada a otras zonas, provocando su expulsión o extinción en el sitio específico de obra.
Disminución de hábitats	Como un efecto producto de la pérdida de vegetación, excavación y ahuyentado de la fauna, se pierden los espacios ocupados por las especies. En un proceso ecosistémico, se pierden los elementos que conforman al hábitat.
Pérdida de organismos de especies animales	Asociado a los anteriores los organismos se pierden en el sitio del Proyecto.
Desplazamiento de fauna silvestre fuera de la zona de obra	

VII.2 Impactos Residuales

De acuerdo al reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental en el artículo 3o. Fracción X. se define el impacto ambiental residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Tabla VII. 4 Impactos Residuales

TIPO DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	IMPLICACIONES
Residuales	Incremento de la biodiversidad local	La reubicación de especies rescatadas previo al desmonte, incrementará la biodiversidad local respecto a la actualmente existente y a la presente en las colindancias inmediatas del terreno. No obstante, esta modificación permanente del sistema se considera positiva, puesto que involucrará especies nativas y del tipo de vegetación (matorral sarcocaule). Se espera que, con la aplicación del programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre.
	Incremento en la Pérdida o transformación del hábitat	Se dará principalmente en la etapa de preparación del sitio por el desmonte de la superficie del proyecto y continuará en las etapas subsecuentes de este. Se considera un impacto residual ya que a pesar de que se prevén medidas como el rescate y reubicación de flora y fauna, la remoción de vegetación a pesar de estar afectada por la actividad antropogénica y ser utilizada por individuos faunísticos para su desarrollo (alimentación, reproducción, anidación, entre otros).
	Pérdida de la cubierta forestal	Este impacto también es considerado de tipo residual, dado que se contempla remover una extensión de 127,024.08 m^2 de superficie forestal por el desmonte. Asimismo, se acumulará con los impactos de este tipo por la misma actividad en la región, por lo cual cada vez la superficie forestal se reduce. Sin embargo, podrán llevarse a cabo acciones para la afectación al componente ambiental "Flora" por acción de este impacto, como el rescate y reubicación de flora.
	Incremento del Efecto barrera	Al igual que el impacto anterior, se considera un impacto residual en virtud de que afectará directamente a especies e individuos tanto de flora como de la fauna al impedir su movimiento natural y de sus estructuras reproductivas, dándose primordialmente en la etapa de preparación del sitio e intensificándose en la etapa de operación del Proyecto. El proyecto considera un área de reubicación de flora y fauna, en donde los individuos rescatados puedan continuar su desarrollo biológico.
	Modificación de las cualidades del paisaje	La modificación de las cualidades y características del paisaje natural, se consideró un impacto residual al presentarse en todas las etapas del proyecto por diversas actividades y por permanecer enteramente en la zona, no obstante, se consideran diversas medidas que podrán atenuar las afectaciones a mediano plazo y también dependerá de asegurar la conservación de zonas aledañas al proyecto. Asimismo, se pretende que el proyecto sea compatible ambientalmente, al incorporar elementos (como individuos de flora rescatados) en el diseño del paisaje que se planea para el proyecto. La idea es que estén involucrados más elementos ambientales en el diseño del proyecto.
	Generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	Derivado de las actividades de las etapas de preparación de sitio y construcción, se espera la generación de diferentes tipos de residuos. Como medida de mitigación ante esto, se dispondrá de contenedores metálicos en toda la superficie del proyecto.

VII.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental

Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

La fianza deberá fijarse tomando en cuenta el monto aproximado estimado en el programa de manejo ambiental ($ 585,000.00) más un 20% adicional, es decir se deberá fijar sobre un monto de $ 702,000.00 pesos.

VII.4 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

ESPECIES FORESTALES PRESENTES.

Actualmente en el área de Cambio de Uso del Suelo se encuentran las siguientes por hectárea de terreno:

Tabla VII. 5 Especies de plantas registradas en una hectárea del terreno de estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Burseraceae	Bursera fagaroides	Torote	2002
Burseraceae	Bursera hindsiana	Copal colorado	710
Burseraceae	Bursera microphylla	Torote prieto	874
Simaroubaceae	Castela peninsularis	Amargoso	1380
Rhamnaceae	Colubrina viridis	Costilla de vaca	354
Cactaceae	Cylindropuntia cholla	Choya pelona	123
Fabaceae	Ebenopsis confinis	Ébano peninsular	318
Cactaceae	Ferocactus peninsulae	Biznaga barril	13
Fouquieriaceae	Fouquieria diguetii	Palo Adán	283
Fabaceae	Hesperothamnus littoralis	ND	637
Euphorbiaceae	Jatropha cinerea	Sangrengrado	3479
Cactaceae	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete	23
Cactaceae	Pachycereus pringlei	Cardón	35
Solanaceae	Solanum hindsianum	Mariola	106
Cactaceae	Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California	188
Cactaceae	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	13
Vitaceae	Vitis peninsularis	ND	80
TOTAL			10,614

Como puede observarse dentro del área de estudio se registraron 10,614 individuos de plantas en una hectárea. Siendo la especie más abundante Jatropha cinérea con 3479, seguido de Bursera fagaroides con 2,002 y Castela peninsularis con 1380 individuos.

Con base en el registro de las especies por hectárea del terreno bajo estudio se procedió a lo siguiente:

Objetivos del programa de restauración.

Objetivo General.

El programa de restauración para el proyecto tendrá como objetivo, realizar la restauración y recuperación de algún área deteriorada dentro de las áreas destinadas como de conservación del presente proyecto, empleando la técnica de "enriquecimiento" que consiste en establecer por plantación especies presentes actualmente en la misma y dar seguimiento al desarrollo de los individuos establecidos y de las condiciones bióticas del área, para asegurar al máximo la recuperación ambiental de la zona.

El proyecto se enmarca dentro de una estrategia de ordenación para restaurar la vegetación secundaria removida y contiene dentro de sus objetivos y metas, aspectos relacionados con los contextos ecológico, económico y socio cultural, que son la base de un manejo sostenible.

Objetivos Específicos.

- Identificar los impactos reales que se ocasionaron y las áreas de restauración prioritarias presentes dentro del área de conservación del predio bajo estudio.
- Identificar las áreas propicias para la reforestación y recuperación de áreas forestales deterioradas presentes dentro del área de conservación del proyecto.
- Contribuir a frenar el deterioro de la vegetación, mediante la ejecución de programas de recuperación, prácticas de cultivo para promover la regeneración natural y reforestación dentro del área de conservación del proyecto.
- Proponer las especies de flora apropiada para la restauración de la cobertura vegetal.
- Enriquecer la biodiversidad de la zona, ayudando a la naturaleza.
- Aplicar técnicas que permitan la recuperación del horizonte orgánico, se fomente la regeneración natural y se mejore el sitio a través de plantación de especies nativas de la región.
- Desarrollar un programa de monitoreo de las áreas de reforestación trazadas dentro del predio bajo estudio.

Metodología para la restauración.

Considerando que en el predio donde se desarrollará el proyecto quedarán áreas con vegetación, similar a la de la superficie que será afectada, se estima que la forma más eficiente y rápida para lograr su restauración es empleando una plantación de "enriquecimiento" con especies de la misma zona, por lo que este será el método a emplear para este proyecto que se plantea.

Ubicación del área a restaurar

Considerando que en las áreas de conservación permanecerá la vegetación sin mayor alteración y asumiendo que las condiciones ecológicas y las características son muy semejantes a las del área que será afectada, la superficie a restaurar puede ser ubicada en dichas áreas, buscando alguna parte donde se requiera con mayor urgencia la restauración, tales como partes sin o con poca vegetación y exposición del suelo.

Como ya se señaló, se establecerá una plantación de enriquecimiento con especies que fueron identificadas en los muestreos.

Cultivo al suelo. Entre las actividades primordiales en la ejecución de la restauración de la vegetación forestal en el área, es importante iniciar prácticas de cultivo al suelo para promover la regeneración natural aprovechando el banco de semillas en el suelo del sitio o bien establecer plántulas de especies propias de la región reforestando el área.

Es importante señalar que el banco de semillas en el suelo, presente en la zona, contiene semillas de las especies pioneras de la región y se encuentra en los primeros horizontes del suelo y que si se aplica un rastreo al mismo, se mejorarán las condiciones para que se inicie la germinación de la semilla de muchas especies, especialmente leguminosas presentes.

Además de lo anterior, se propiciará la regeneración de muchas especies por brote de raíz, acelerando con ello el tiempo necesario para que se recupere y alcance parámetros similares a los que actualmente contiene.

También es importante que todo el material proveniente de ramas y ramillas delgadas obtenidas en los trabajos del desarrollo habitacional sea picado y esparcido en el sitio con la finalidad de contribuir a la formación de suelo orgánico y a la aportación de nutrientes para el desarrollo de la vegetación resultante.

Contribuir al enriquecimiento del suelo natural permitirá que, con las semillas presentes en el banco y la dispersión natural de semillas, se dé inicio al proceso de regeneración de la flora en el área.

Con la finalidad de reforzar y acelerar la restauración del área, se desarrollará un programa de reforestación de enriquecimiento en las áreas con poca o nula vegetación en las áreas de conservación del proyecto, que aumente las probabilidades de recuperación de la vegetación.

Se establecerán especies que se encuentran en la zona y que se señalan posteriormente y considerando que en la etapa de sucesión en que se encuentra la vegetación, actualmente existen 10,614 individuos de plantas por hectárea, por lo que se propone enriquecer hipotéticamente la misma población estableciendo una densidad similar a la antes mencionada. Adicionalmente se considera un 10% de especies de plantas a rescatar como medida precautoria de posibles muertes.

Las plantas se distribuirán aleatoriamente en el terreno seleccionado, cubriendo los huecos existentes, para que al cabo del tiempo requerido para alcanzar los parámetros actuales de la masa forestal y descontando aquellas plantas que mueran, se tenga por lo menos el mismo número de individuos por hectárea que originalmente existe como fue mencionado con anterioridad.

La semilla puede obtenerse directamente mediante su recolección en las poblaciones naturales, cumpliendo con la normatividad vigente al respecto o bien adquirirse a través de organizaciones o casas comerciales, dedicadas a estas labores, en el mercado nacional, cuidando que la procedencia sea de la misma zona donde se realiza el proyecto.

Especies a utilizar en la rehabilitación. Para realizar el proyecto de rehabilitación y considerando la filosofía, tanto del término rehabilitación, como del espíritu que conlleva la legislación ambiental y forestal en la materia, para el presente proyecto se utilizará planta de las especies presentes en el predio, entre ellas las que se encuentran las más numerosas y típicas de la vegetación de duna costera y que pueden observarse a continuación.

Tabla VII. 6 Especies consideradas para la reforestación en el área sujeta a CUSTF en el predio bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Burseraceae	Bursera fagaroides	Torote
Burseraceae	Bursera hindsiana	Copal colorado
Burseraceae	Bursera microphylla	Torote prieto
Simaroubaceae	Castela peninsularis	Amargoso
Rhamnaceae	Colubrina viridis	Costilla de vaca
Cactaceae	Cylindropuntia cholla	Choya pelona
Fabaceae	Ebenopsis confinis	Ébano peninsular
Cactaceae	Ferocactus peninsulae	Biznaga barril
Fouquieriaceae	Fouquieria diguetii	Palo Adán
Fabaceae	Hesperothamnus littoralis	ND
Euphorbiaceae	Jatropha cinerea	Sangrengrado
Cactaceae	Mammillaria armillata	Biznaga de brazalete
Cactaceae	Pachycereus pringlei	Cardón
Solanaceae	Solanum hindsianum	Mariola
Cactaceae	Stenocereus gummosus	Pitaya de Baja California
Cactaceae	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce
Vitaceae	Vitis peninsularis	ND

Producción de planta a raíz cubierta. Se propone esta modalidad de producción de planta para obtener las necesarias para este proyecto. Esta modalidad de producción de planta es utilizada por la gran mayoría de los viveristas de México; para efectos del proyecto que nos ocupa se utilizará la siembra directa en el envase.

La metodología que se propone para la fase de vivero está tomada del trabajo realizado por Patiño y Marín (1993[1]) sobre viveros forestales y para el establecimiento de plantaciones del trabajo de Patiño y Marín (2009[2]).

La técnica de siembra directa en el envase es viable, prácticamente para todas las especies independientemente del tamaño de su semilla, pues tiene ventajas operativas sobre todo para aquellas que son sensibles a la manipulación de sus raíces. Antes de realizar la siembra, los envases se riegan abundantemente en la platabanda, hasta humedecer bien el sustrato para iniciar la distribución de las semillas, que puede ser manual, para el caso de especies con semilla grande, o con sembradores manuales para las pequeñas, depositando un número variable de semillas en función al tamaño de éstas.

Para especies con semilla grande, se coloca una semilla por envase; para otras especies de semilla más pequeña y en función también del porcentaje de germinación del lote de semillas, se depositan de 2 a 3 semillas por envase. Una vez sembrados los envases, se procede a colocar una capa fina de tierra cernida de algún sustrato sobre la semilla, de tal forma que la protejan y le eviten daños por desecamiento, por pájaros o cualquier otro agente que pueda disminuir su germinación y en consecuencia afectar la producción de plantas.

Una protección usual consiste en cubrir la parte superior de los envases con una capa de sustrato aplicándolo al voleo en capas de 0.5 cm. El grosor de la capa de protección es importante, pues si ésta es excesiva puede dificultar, atrasar o evitar la germinación de la semilla.

Cuando las plántulas tienen por lo menos cuatro pares de hojas definitivas y el sistema radicular presenta raíces secundarias, se puede proceder a eliminar algunas plántulas de los envases en los que hayan germinado más de una semilla; en éstos se deberá dejar una sola planta cuidando de que quede la mejor y más vigorosa.

Cuando las plantas alcanzan el tamaño adecuado en el envase, que generalmente es de 20 a 25 cm de altura en promedio, se deben remover los envases de la cama de crecimiento, con la finalidad de separar las plantas según su altura, debiéndose cortar las raíces que hayan penetrado al piso de la platabanda. Después de esta operación, las plantas se deben regar y dejarse en recuperación por un período de cuatro a cinco días antes de enviarlas al campo.

Con la finalidad de darle mayor resistencia a la planta es conveniente que, tres o cuatro meses antes de que salga del vivero hacia la plantación, se le disminuya paulatinamente la frecuencia de riegos en el vivero, lo que resulta en una mayor adaptación y sobrevivencia, por el endurecimiento a que se le somete.

Los lotes de plantas seleccionados en el vivero por sus características y calidad deben enviarse al campo en forma separada, en función a su tamaño, con la finalidad de que se uniformice lo más posible la planta y evitar competencias indeseables o poblaciones heterogéneas, que puedan afectar la productividad de la población.

Establecimiento de la plantación. La plantación es, sin duda, el momento más crítico para la planta, la cual es trasladada desde el ambiente protegido del vivero al lugar definitivo, en donde estará sometida a una fuerte competencia por el agua y los nutrientes disponibles en el suelo, a períodos prolongados de sequía; al efecto del viento y a otra serie de factores físicos y bióticos que harán difícil su establecimiento.

Para que la planta logre superar con éxito esta etapa, es fundamental el empleo de las técnicas de establecimiento adecuadas a las condiciones del sitio en donde se pretende establecer la plantación.

Las técnicas de plantación son muy variadas y no sólo dependen del monto de precipitación existente en el área, si no de muchos otros factores, entre los que se pueden mencionar la topografía, las condiciones del suelo, sobre todo su profundidad, la vegetación existente, la pedregosidad y aún condiciones ajenas al establecimiento mismo de las plantas como son las condiciones

[1] Patiño, V. F. y Marín, Ch. J., 1993. Viveros forestales: planeación, establecimiento y producción de planta. Serie: Libro Técnico. INIFAP. CIR Sureste. 159 p.
[2] Patiño, V. F. y Marín, Ch. J., 2009. Manual para el establecimiento de plantaciones forestales (en proceso de publicación)

socioeconómicas imperantes en el área en donde se realiza la rehabilitación o reforestación, ya que esto puede afectar la disponibilidad y costo de mano de obra.

Considerando las características del predio y la vegetación presente en el mismo, se decidió que las áreas que se requiere reforestar se ubiquen en áreas con poca vegetación y en los claros naturales del área de conservación del proyecto.

Preparación del sitio. La preparación del sitio para la plantación es un factor de gran importancia, ya que de ella depende en gran medida la supervivencia, el crecimiento inicial y en consecuencia la futura densidad y homogeneidad de la población.

Muchas especies son muy susceptibles a la competencia, especialmente del pasto y otra maleza y requieren un adecuado tratamiento al suelo para un buen desarrollo inicial de sus raíces. Por lo tanto, mientras mejor sea la preparación del sitio, mejores serán los resultados de establecimiento y crecimiento.

El mayor gasto que implica una preparación de sitio más intensiva es ampliamente justificado por los dividendos que pueden obtenerse de una población densa, uniforme y sana.

Como preparación del sitio se consideran los procesos de limpia, tratamiento al suelo y control de la competencia.

Previo a la plantación de cualquier especie forestal, es necesario limpiar el terreno, si éste está cubierto con vegetación arbórea o arbustiva. Considerando el tipo de vegetación existente y la topografía del lugar, la limpia podrá hacerse empleando herramientas manuales, sobre todo considerando que se trata de una restauración de terreno forestal.

La remoción de materiales leñosos y la pica después de la limpia de materiales más delgados, es una práctica bastante común, ya que la eliminación de casi la totalidad del material leñoso facilita las labores de plantación produce un buen control de la competencia.

Si es necesaria la quema de materiales leñosos que se consideren como combustibles peligrosos en el terreno, debe realizarse formando pequeñas pilas y tomando todas las precauciones necesarias, esto facilita un buen establecimiento y desarrollo inicial de la plantación y reduce el peligro de incendios, al eliminar los desechos de la limpia, además pone a disposición de la planta nutrientes minerales esenciales para su crecimiento.

La quema, sin embargo, tiene efectos negativos, ya que daña los microorganismos del suelo; produce importantes pérdidas de materia orgánica y de nutrientes por volatilización, arrastre de cenizas y lixiviación, dejando el suelo muy expuesto a la erosión, lo cual sin duda afecta la productividad del sitio en el largo plazo.

Por lo tanto, cuando los desechos son manejables y por su cantidad no constituyen un gran aumento en el peligro de incendios, pueden apilarse en fajas evitándose la quema.

La preparación del suelo es uno de los factores fundamentales en el establecimiento de plantaciones forestales, especialmente en zonas en donde se encuentran suelos delgados, erosionados y de escasa fertilidad.

Donde las condiciones de sitio son favorables, y el establecimiento se hace en suelos forestales profundos y de texturas medias a livianas, el tratamiento al suelo pierde importancia relativa, en relación a otros tratamientos, como por ejemplo el control de la competencia. A pesar de esto, un adecuado tratamiento al suelo siempre tendrá un efecto positivo en la plantación, ya que favorece el desarrollo radicular de las plantas y en consecuencia aumenta la posibilidad de absorción de nutrientes, facilita la infiltración de agua en el suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y disminuye la competencia producida por la vegetación existente en el lugar de plantación.

Básicamente las prácticas de preparación del suelo se orientan a favorecer el crecimiento de las raíces de las plantas de las especies forestales establecidas.

Lo anterior es consecuencia de la reducción de competencia de la maleza, además de mejorar en cierto grado las propiedades físicas del suelo, lo que permitirá una expansión más libre del sistema radicular y en consecuencia la planta tendrá mayores posibilidades de obtener nutrientes y de crecer.

El sistema de preparación del suelo, así como su intensidad varían de acuerdo con la especie a ser plantada, con las condiciones del suelo, sobre todo, las propiedades físicas, con el clima, topografía y localidad donde se realice.

Considerando las características del suelo del predio que se va a reforestar, se considera como más adecuado el establecimiento de la plantación empleando cepa común. La cepa común es un método de preparación de suelo que puede tener variaciones, especialmente en el volumen de tierra removida.

La elaboración de pocetas o cepas para plantación, de diversas dimensiones, presenta varios inconvenientes, desde un bajo rendimiento operacional, hasta consideraciones importantes como es la restricción del crecimiento de las raíces al volumen de la poceta.

La especie establecida presenta por lo general un crecimiento lento en los primeros dos años de vida, sufriendo además una fuerte competencia con maleza y plantas invasoras más adaptadas a las condiciones de compactación de suelos.

Dentro de todo el proceso, el establecimiento de la plantación es tal vez el de mayor importancia. Por muy eficientes que hayan sido los tratamientos aplicados en el vivero o las técnicas de preparación del sitio, si la plantación no se realiza en la forma y época adecuadas, las probabilidades de éxito serán escasas.

Una vez preparado el suelo, se inician las labores de plantación. Si el suelo ha sido bien preparado, la plantación puede realizarse con cualquier herramienta diseñada para este fin, por ejemplo, pala recta, pico y azadón.

La planta deberá enterrarse derecha y por lo menos hasta el cuello de la raíz, y luego apisonarse en forma suave para evitar que queden espacios con aire en la zona de las raíces. Un apisonamiento excesivo, puede producir falta de aireación y cuando se hace con el tacón puede alterar la posición de la raíz, causando una mal formación que puede traducirse en un mal crecimiento, inestabilidad e incluso en el quiebre de la planta a nivel del cuello de la raíz.

Cuando se emplea como maceta una bolsa plástica o de cualquier material que no se degrada rápidamente, debe ser removida, no basta con hacerle cortes u hoyos.

Época de plantación. El momento más apropiado para el establecimiento de la plantación, es cuando existen las mejores condiciones de humedad en el suelo, lo cual coincide con la temporada de lluvias.

En la Península de Yucatán y específicamente en la zona del proyecto, ésta se presenta desde mediados de junio hasta finales de octubre, con un período de sequía, a finales de julio o principios de agosto, conocido comúnmente como "canícula".

Por tal motivo se recomienda iniciar la plantación en los meses de Julio Agosto, pudiéndose también plantar y lograr una alta sobrevivencia en los meses de septiembre y octubre donde se obtienen los mejores resultados, debido a que en esta época se presenta lluvias abundantes (nortes o ciclones) y las condiciones ambientales presentan días nublados que permiten un mejor "prendimiento" de las plantas.

Se recomienda plantar, si esto es posible, en días nublados, habiéndose humedecido la tierra dentro de la poceta, de tal manera que las raíces lleguen a un ambiente fresco. Si se planta en días soleados debe cuidarse de humedecer las pocetas lo suficiente y realizar la plantación en las primeras horas de la mañana o de preferencia por la tarde.

Espaciamiento o densidad de plantación. La elección del espaciamiento de plantación depende de una serie de factores, entre los que se incluyen la calidad del sitio, los objetivos de la plantación, además de consideraciones netamente económicas o bien restricciones de algún programa o normatividad. El espaciamiento normalmente se expresa como la distancia entre árboles, dentro y entre hileras o a veces como un número de árboles por hectárea, entendiéndose un determinado espaciamiento. Por lo que, el presente ecosistema a intervenir es una vegetación de duna costera con un espaciamiento no tan riguroso por el dosel de las plantas que la componen.

Trazo de la plantación. Debido a que la plantación es de rehabilitación y dentro de un ecosistema natural de vegetación secundaria de duna costera, el arreglo topológico que se pretende seguir en este proyecto consiste en seguir los patrones de distribución natural

de las especies formando bosquetes o conjuntos de las especies propias de la zona, tomando como modelo el número de especies más comunes por hectárea.

Plantación manual. El paso inicial consiste en marcar los sitios donde serán establecidas las plantas, operación que puede realizarse de diferente forma: ya sea utilizando cables acotados a la distancia de plantación, reglas de madera, o cualquier otra herramienta, o bien el método citado en el apartado anterior, de tal forma que se permita distribuir en forma de conglomerados tratando de respetar la manera en que se distribuyen en la naturaleza.

La distribución de las plantas también es hecha manualmente por un operario que las lleva en una caja y las va depositando en los lugares previamente marcados. Posteriormente, otros operarios que vienen detrás del distribuidor cortan el envase para quitarlo y dejar el cepellón del sustrato y establecen las plantas en su lugar definitivo.

Reposición de plantas. En caso de que algunos de los individuos no sobreviva al establecimiento en campo, se procederá a sustituirlo por otras plantas que se encuentren en el vivero.

Para la reposición se utilizarán plantas desarrolladas en el vivero. Posterior a su plantación, se le darán los cuidados ya señalados anteriormente y en caso necesario, deberás regarse para facilitar su adaptación y sobrevivencia.

Debe recordarse que es mejor realizar la replantación en la temporada de lluvias, de julio a octubre. Si es posible ejecutar la replantación en otros meses siempre que exista la posibilidad de aplicar riegos de apoyo.

Tratamientos silvícolas y culturales.

El problema por el cual las plantaciones forestales, tanto de rehabilitación como de reforestación, en las zonas tropicales de México no han tenido éxito y tienen incrementos bajos, es la falta de manejo, ya que el no realizar ninguna labor complementaria, hace que la sobrevivencia y los incrementos de los individuos que logran desarrollarse, sean pobres y ocasiona que muchas plantas sean suprimidas por la competencia y no sobrevivan.

Control de maleza. Las plantas en su fase inicial de crecimiento son altamente sensibles a la competencia de maleza, por lo que el control y combate de esta vegetación indeseable, son operaciones indispensables, hasta la etapa en la que la población alcanza el crecimiento suficiente en la que dominan a la vegetación espontánea, eliminando su competencia.

Por lo general, para especies de rápido crecimiento establecidas con técnicas adecuadas a los 24 meses de edad, ya dominaron a la maleza. Es recomendable que se realicen tres limpias y cultivo al suelo por lo menos durante los dos primeros años, después del segundo año rara vez se hace necesario dar una limpieza, excepto en donde haya una excesiva competencia.

Además de los beneficios obtenidos como la mayor sobrevivencia y el mejor crecimiento de la población, las prácticas de limpieza y cultivo al suelo, ayudan a prevenir los riesgos de incendio y facilitan el control de algunas plagas como hormigas.

La maleza compite por espacio, nutrimentos y luz de forma muy eficiente, en algunos casos son portadoras y favorecen enfermedades entre las plantas. Para el control de las mismas se debe realizar su control de preferencia en forma manual, en este caso el manejo se realizará después de que las plantas utilizadas en la reforestación se encuentren aclimatadas totalmente.

Monitoreo de la plantación.

Para controlar la sobrevivencia, el estado sanitario y el vigor de los árboles y arbustos establecidos en la plantación, será necesario un proceso de monitoreo y verificación de cada uno de ellos.

El monitoreo puede realizarse ya sea mensualmente o cada dos meses y tomar información de los individuos, destacando aquellos eventos en que existan árboles muertos o dañados, que deberán sustituirse. Se puede utilizar una pequeña ficha que contenga la información mínima necesaria para el seguimiento, por ejemplo:

A. Especie
B. Localización

C. Fecha de plantación
D. Número de individuos, vivos y muertos por especie.

Lo anterior se realizará para llevar un control de las plantas establecidas y darle seguimiento a su desarrollo y adaptación, para en caso necesario proceder a su replantación, ya que las diversas especies serán colocadas en áreas de aclimatación diferentes.

Al momento de la plantación se registrará el número de individuos de cada una de las especies establecidas y se dibujará un croquis de la distribución en el cual se dará seguimiento a la sobrevivencia y estado físico.

Monitoreo de sobrevivencia. Se sugiere realizar un monitoreo cada dos meses durante el primer cuatrimestre después del establecimiento de la plantación; posteriormente se sugiere efectuar dos monitoreos más, con intervalo de tres meses; durante los monitoreos se contabilizarán los individuos para obtener el índice de sobrevivencia de la plantación, que puede obtenerse mediante la siguiente fórmula (Krebs, 1989)
S.= «2 / «1 x 100

Dónde: S.= Porcentaje de individuos vivos en un periodo determinado
«2 = Núm. Individuos vivos del segundo monitoreo
«1= Núm. Individuos vivos del primer monitoreo*

Informe de actividades realizadas.

Para el seguimiento de la plantación se considera como tiempo de ejecución del proyecto por lo menos cuatro meses después del establecimiento.

Al término del periodo programado deberá entregarse el reporte final, para proceder a la liberación del predio de la falta ambiental que motivó la elaboración del proyecto.

Costos de la reforestación.

Los costos por mano de obra e insumos que se requieren para establecer 25,924 plantas por hectárea y la reposición, en su caso, se muestran a continuación; considerando un seguimiento de 15 años para que la plantación alcance un desarrollo semejante a las condiciones que existen actualmente en la vegetación de la zona.

Tabla VII. 7 Costo por hectárea de la mano de obra para realizar el proyecto durante 15 años.

CONCEPTO	JORNALES	COSTO POR JORNAL	AÑO 1	AÑO 2-15	SUMAS
Limpia	5	$200.00	$1,000.00		$1,000.00
Pocetas	5	$200.00	$1,000.00		$1,000.00
Transporte	3	$200.00	$600.00		$600.00
Plantación	3	$200.00	$600.00		$600.00
Replantación	2	$200.00	$400.00		$400.00
Fertilización	2	$200.00	$400.00		$400.00
Mantenimiento 1	1	$200.00	$200.00	$2,800.00	$3,000.00
Mantenimiento 2	1	$200.00	$200.00	$2,800.00	$3,000.00
SUMAS			$4,400.00	$5,600.00	$10,000.00

En la tabla anterior se pueden observar los costos anuales por hectárea de la mano de obra necesaria, a emplear durante la vida del proyecto, destacado el primer año, en el que se concentran los costos de preparación del sitio de la plantación y el mantenimiento, que ascienden a $ 10,000.00.

De acuerdo a lo anterior, por ejemplo, si se realizará una reforestación de una superficie similar a la afectada por CUSTF (12.702408 ha) el costo por este concepto será de $127,024.08.

Los insumos necesarios para el desarrollo del proyecto de reforestación se pueden apreciar en la tabla siguiente.

Tabla VII. 8 Costo de los principales insumos a utilizar en la reforestación de una hectárea.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	AÑO 1	SUMAS
Plántulas	10614	$5.00	$53,070.55	$53,070.55
Plantas Replantación	1061	$5.00	$5,305.00	$5,305.00
Fertilizante (Kg.)	10	$50.00	$500.00	$500.00
Otros	Lote	$500.00	$500.00	$500.00
Herramientas	Lote	$3,500.00	$3,500.00	$3,500.00
Agroquímicos	Lote	$500.00	$500.00	$500.00
TOTAL			$63,375.55	$63,375.55

El costo de los insumos requeridos para establecer la reforestación que se plantea en el proyecto es de $63,375.55, por hectárea que se ejercen el primer año del mismo. Por lo tanto, el costo de los insumos que serán requeridos por ejemplo para 12.702408 hectáreas si este fuera la superficie a restaurar asciende a $805,022.13.

El monitoreo de la plantación, para observar su sobrevivencia y la presencia de plagas y enfermedades, se realizará efectuando dos visitas en el primer año y dos en el segundo y posteriormente una visita anual durante los años 3 a 5, por lo cual se realizarán 5 visitas de monitoreo con la finalidad de documentar la sobrevivencia y estado que guardan las especies plantadas.

Cada visita será de un día, y se estima recorrer 200 kilómetros en el viaje de ida y vuelta. El costo de cada visita se compone de gasolina (50 litros a $ 27.19 por litro: $1359.50, honorarios de un técnico que toma la información ($ 500.00), otros costos imprevistos ($ 100.00).

En total, cada viaje de monitoreo que se realice tendrá un costo de $ 1,959.50; por lo tanto, el costo de los 18 viajes para monitorear el estado de la reforestación tendrá un costo estimado de $ 35,271.00.

Tabla VII. 9 Resumen de costos para reforestar en el área de estudio.

Concepto	Cantidad
Mano de obra en el proyecto	$127,024.08
Insumos mínimos necesarios	$805,022.13
Visitas técnicas	$35,271.00
TOTAL	$967,317.22

Sin embargo, para contribuir a alcanzar no solamente la presencia de las especies forestales arriba mencionados; sino también la estructura (incluyendo especies herbáceas, cactáceas, epifitas y arbustivas) en sí de la comunidad vegetal originalmente presente en el área hipotéticamente sometido a CUSTF, se realizarán colectas de semillas de las diferentes especies y formas de vida florística (germoplasma) como se comentó en párrafos anteriores en las áreas directamente colindantes al área de CUSTF y predios vecinos. Una parte de estas semillas serán sometidas a escarificación y en conjunto con otras sin escarificar serán esparcidas y sembradas por voleo directamente por todo el terreno sometido a CUSTF.

Esta actividad tendrá el siguiente costo:

Tabla VII. 10 Rescate de semillas y siembra por voleo.

CONCEPTO	JORNALES	COSTO POR JORNAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	SUMAS
Recolección de semillas	5	$250.00	$1,250.00	$1,250.00	$1,250.00	$3,750.00
Escarificación de semillas	3	$250.00	$750.00	$750.00	$750.00	$2,250.00
Siembra por voleo	3	$250.00	$750.00	$750.00	$750.00	$2,250.00
TOTAL						$8,250.00

En suma, las actividades de restauración de la cubierta vegetal del ecosistema bajo el supuesto de que se haya llevado a cabo el CUSTF en el área de 12.702408 ha seria aproximadamente de $975,567.22 pesos, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla VII. 11 Resumen de costos para la restauración de la cubierta vegetal del predio sometido a CUSTF.

Concepto	Cantidad
Reforestación de especies nativas	$967,317.22
Rescate de semillas y siembra por voleo de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas	$8,250.00
TOTAL	$975,567.22

La presencia de la masa vegetal a través del paso de los años contribuirá a la llegada paulatina de la fauna silvestre típica de la región, tales como las especies de los diferentes grupos faunísticos registrados en el predio hipotéticamente sometido a CUSTF.

Estimación de los costos de la implementación de las obras de conservación de suelo.

Acomodo de material vegetal muerto

Es la formación de cordones de material vegetal muerto leñoso existente en el terreno, resultante de aprovechamientos forestales, podas, preaclareos, aclareos o material proveniente de incendios forestales (foto 73).

El acomodo de estos materiales en curvas a nivel proporciona protección al suelo, disminuye la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepta azolves y favorece la regeneración natural. Es importante resaltar que, el correcto acomodo del material muerto evita la propagación acelerada de incendios forestales.



Figura VII. 2 Ejemplificación del acomodo de material vegetal muerto.

Proceso de construcción.

Primer paso. Determinar el espaciamiento entre cordones de material acomodado. El espaciamiento se determina utilizando las fórmulas de intervalo vertical (IV) y horizontal (IH) o eligiendo un espaciamiento a criterio del asesor técnico, en función de la pendiente, el escurrimiento, la erosión o la cantidad de material disponible en el terreno (Figura VII. 2.).



Figura VII. 3 Ejemplificación del espaciamiento del acomodo de material vegetal muerto.

El trazo de la línea madre, se realiza con base en el espaciamiento definido, posteriormente, se trazan y señalan las curvas a nivel.

Segundo paso. Acarrear el material a la línea donde se construirá el acordonamiento y colocar estacas para estabilidad de la obra.

Si el material tiene secciones muy largas, se debe trozar para evitar que las ramas laterales dificulten la compactación y amarre del cordón, logrando uniformidad en la obra (Figura VII. 3).



Figura VII. 4 Troncos y material vegetal sin ramas.

Previo a la formación de los cordones se colocan las estacas, las cuales evitarán la deformación del cordón. El estacado debe realizarse en ambos lados de la barrera, es decir, colocarse tanto aguas abajo como aguas arriba de la misma (foto 76). La longitud de las estacas deben ser de al menos 60 centímetros, y con un distanciamiento de 3 metros por estaca; ya que debe enterrarse 20 centímetros y 40 centímetros (cuando lo permita la profundidad del suelo) para sostener la barrera.



Figura VII. 5 Uso de estacas para reforzar el cordón.

Tercer paso. Distribuir y acomodar el material a lo largo del cordón.

En algunas zonas tropicales y dependiendo del tipo de material, se puede entretejer entre las estacas para dar mayor estabilidad a la obra (Figura VII. 4).



Figura VII. 6 Ejemplificación de tejido y amarre del material vegetal a las estacas, para mayor estabilidad.

Es importante que el acomodo se realice colocando en primer lugar el material con mayor diámetro y, posteriormente, el de menor diámetro; de esta manera el cordón tendrá más estabilidad y acumulará más sedimentos y azolves.

Las dimensiones de la barrera deben ser de 40 centímetros de alto, 40 centímetros de ancho y el material debe tener al menos 4 centímetros de diámetro o grosor. Cuando el material tenga un diámetro o grosor mayor de 10 centímetros, el ancho de la barrera podrá ser de mínimo 30 centímetros.

Cuarto paso. Formar secciones de acomodo de material con una longitud máxima de 50 metros.

Se considera una separación de entre tres y cuatro metros, sin acordonamiento, sobre la misma curva a nivel, para continuar con la siguiente sección.

El siguiente cordón de material vegetal muerto debe construirse aguas abajo en “tresbolillo”, esto evita la propagación de incendios y zonas donde el escurrimiento y los sedimentos bajen por el terreno de forma no uniforme (Figura VII.7).

Es importante que el acomodo se realice colocando en primer lugar el material con mayor diámetro y, posteriormente, el de menor diámetro; de esta manera el cordón tendrá más estabilidad y acumulará más sedimentos y azolves.

Las dimensiones de la barrera debe ser de 40 centímetros de alto, 40 centímetros de ancho y el material debe tener al menos 4 centímetros de diámetro o grosor. Cuando el material tenga un diámetro o grosor mayor de 10 centímetros, el ancho de la barrera podrá ser de mínimo 30 centímetros.

Cuarto paso. Formar secciones de acomodo de material con una longitud máxima de 50 metros.

Se considera una separación de entre tres y cuatro metros, sin acordonamiento, sobre la misma curva a nivel, para continuar con la siguiente sección.

El siguiente cordón de material vegetal muerto debe construirse aguas abajo en "tresbolillo", esto evita la propagación de incendios y zonas donde el escurrimiento y los sedimentos bajen por el terreno de forma no uniforme (Figura VII.7).

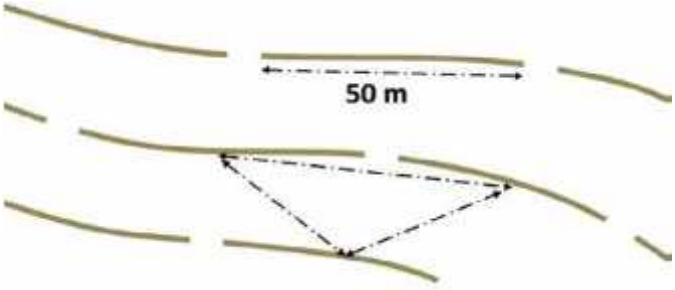


Figura VII. 7 Separación entre cordones y acomodo en tresbolillo.

Para el cálculo del costo que implica llevar a cabo el acordonamiento de material vegetal muerto se tomaron en cuenta los costos considerados por la CONAFOR para dicha actividad que es de $5.64 por metro. Por lo tanto, el costo que conlleva realizar el acomodo de material vegetal muerto en las áreas propuesta, representa un monto de $6,030.28 pesos.

Tabla VII. 12 Valoración económica de la implementación de obras de conservación de suelos.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO m ($)	CANTIDAD REQUERIDA (m)	COSTO DE LA ACTIVIDAD ($)
Acordonamiento de material vegetal muerto	m	5.64	1069	6,030.28
TOTAL				6,030.28

CONTENIDO

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 1
VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. 4
VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 6
VIII.4 Pronóstico ambiental 9
VIII.5 Programa de manejo ambiental 10
VIII.6 Seguimiento y control 12

TABLAS

Tabla VIII. 1 Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto. 11

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

De acuerdo a los trabajos de campo y revisiones bibliográficas se da el siguiente diagnóstico ambiental del área de estudio:

FLORA. Las características de vegetación del predio corresponden a una vegetación de MATORRAL SARCOCAULE. La composición, estructura y diversidad por estratos de la vegetación dentro del predio pretendido para el CUSTF consisten en lo siguiente:

Dentro del estrato herbáceo solo se registró una especie: Vitis peninsularis.

En el estrato de epífitas y cactáceas se registró una riqueza de cinco especies. De manera particular se puede indicar que las especies representativas fueron aquellas con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR), entre los que se pueden mencionar: Stenocereus gummosus (173.82), Cylindropuntia cholla (72.53) y Mammillaria armillata (19.66). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que, para este estrato, se obtuvo un valor de 1.1140, y para la distribución se obtuvo un índice de 0.6922, con el cual se afirma la presencia de especies dominantes en el estrato de epífitas y cactáceas.

En el estrato arbustivo se registró una riqueza específica de 10 especies. De acuerdo con las estimaciones del Valor de Importancia Relativo, entre las especies más representativas se encuentran Jatropha cinerea (116.16), Bursera fagaroides (52.61) y Castela peninsularis (29.18). Por otra parte, en cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, se le calculó un valor de 1.9068, indicador de una diversidad media; en cuanto a la equidad, se obtuvo un valor de 0.8281, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida, sin embargo, se destacan las mayores abundancias de las especies Jatropha cinerea, Bursera fagaroides y Castela peninsularis.

Finalmente, en el estrato arbóreo se registró una riqueza específica de cinco especies. De acuerdo con el Valor de Importancia Relativo (VIR), entre las especies más representativas del estrato se encuentran Bursera fagaroides (108.12), Bursera microphylla (74.96) y Pachycereus pringlei (69.86). En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, se le estimó un valor de 1.2997, que indican una baja diversidad en el área de estudio; en cuanto a la equidad, se obtuvo un valor de 0.8076, con el que se concluye que hay cierta dominancia de especies en el estrato arbóreo, entre los que se destacan las especies Bursera fagaroides, Pachycereus pringlei y Bursera microphylla.

La vegetación en el área del proyecto corresponde a matorral sarcocaule de acuerdo con los muestreos realizados y a la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI, este tipo de vegetación está caracterizado por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos frecuentemente retorcidos y algunos con corteza papirácea.

No obstante, a lo anterior, de acuerdo a comparaciones realizadas entre el predio y microcuenca, que se pueden revisar en el Capítulo IV, indican que el predio es menos diverso, complejo y en recuperación aun todavía.

En cuanto a especies en riesgo, dentro del área del predio no se observaron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se encontraron las siguientes especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii, Ebenopsis confinis, Castela peninsularis, Vitis peninsularis y Hesperothamnus littoralis.

FAUNA. De acuerdo con los muestreos realizados en campo se registraron un total de 46 especies y 393 individuos para los cuatro grupos de vertebrados terrestres analizados. En cuanto a importancia y representatividad por grupos faunísticos se tiene que las aves son las más importantes con un total de 37 especies registradas, seguido por el grupo de los mamíferos con seis especies, sin embargo, dentro de este grupo se encuentran dos especies consideradas como exóticas e invasores, a este grupo le siguieron los reptiles con dos especies, y por último para el grupo de los anfibios no se tuvieron registros.

La ausencia de anfibios es ocasionada por las características climáticas del ecosistema, dado que el matorral sarcocaule presenta condiciones de alta aridez, escasa humedad y disponibilidad limitada de cuerpos de agua superficiales, lo cual restringe la presencia de estos vertebrados.

Los Reptiles registraron una riqueza específica de dos especies con abundancia de 16 individuos. En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, únicamente se registró una especie, la cachora de árbol cola negra (U. nigricauda). No se registraron endemismos. El índice de Shannon-Wiener y la Equidad indica un valor de 0.6931 y 0.9544. En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 1.9378. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 1.8824. Como se puede apreciar son valores cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo (2 especies).

Para el caso de las Aves fueron se registradas una riqueza específica de 37 especies con abundancia de 364 individuos. No se registraron endemismos ni especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El índice de Shannon-Wiener, y Equidad indica un valor de 3.2667 y 0.9047. En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 26.2259. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 20.9845.

Por último, los Mamíferos permitieron un registro de tres especies con abundancia de 13 individuos. No se registraron endemismos ni especies catalogadas en la NOM-59-SEMARNAT-2010. El índice de Shannon-Wiener y Equidad indica un valor de 3.2667 y 0.8113. En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para el exponencial de Shannon 2.6750. En el caso del inverso de Simpson se tuvo un valor de 2.4493. Como se puede apreciar son valores cercanos a la riqueza de especies obtenida durante el presente muestreo.

De todas las especies registradas, se reportó una especie considerada como Amenazada (A) de acuerdo a la información recopilada dentro del polígono del proyecto, la cachora de árbol cola negra (Urosaurus nigricauda). Para el caso de las especies endémicas, se cuenta con cuatro especies registradas, únicamente dentro del grupo de las aves: Basilinna xantusii y Toxostoma cinereum como endémicas, Pheucticus melanocephalus y Empidonax wrightii como semiendémicas.

Por otra parte, se reportó la presencia de cinco especies exóticas dentro del predio: Passer domesticus, Bos Taurus, Capra hircus, Equus asinus y Canis familiaris.

Sin embargo, debido a la vegetación presente en el área de estudio es vegetación de matorral sarcocaule, las condiciones de aridez, altas temperaturas, y al estado de conservación del ecosistema presente en el predio, no se reportó una amplia riqueza de especies. De las 662 especies de fauna de las que se tiene registro en el estado de Baja California Sur, para el predio se reportaron 37 especies, es decir, el 5.58 %.

SUELO. En el área de estudio se observó suelos de tipo Leptosol eútrico. El término leptosol deriva del vocablo griego “leptos” que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos. Asimismo, se observaron suelos de tipo Regosol epiesquelético. El término Regosol deriva del vocablo griego “rhegos” que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Los Regosoles se caracterizan por ser suelos con muy poco

desarrollo y el material que los forma tiene una gran semejanza con el que les ha dado origen, debido a que prácticamente no ha sido afectado por procesos edáficos. También se encuentran en las llanuras y las mesas de las inmediaciones de la microcuenca, en donde pueden alcanzar profundidades superiores a un metro.

AGUA. No se observaron cuerpos de agua superficiales o subterráneos en el área de estudio. El área de estudio se localiza en la Región Hidrológica No. 3 RH3 Baja California Sur Oeste (Magdalena). Respecto a la hidrología subterránea, el área del proyecto se encuentra inmersa en el Acuífero 0315 Plutarco Elías Calles. La cuenca hidrológica que engloba completamente a la zona de estudio es la Cuenca A; Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria. A su vez, este se encuentra en la Subcuenca RH03Aa Arroyo Candelaria. En dicha área se reporta la presencia de una red de escurrimientos de tipo intermitente, que solamente transportan agua en temporada de lluvias y principalmente en temporada de huracanes, los cuales desembocan en el Océano Pacífico. La escasa precipitación y su naturaleza torrencial, son características determinantes para que no haya suficiente agua para alimentar corrientes permanentes, ya que los escurrimientos que se generan son de régimen efímero que sólo llevan agua cuando se presenta una lluvia de considerable magnitud e inmediatamente después de ésta.

PAISAJE. No existen singularidades paisajísticas naturales a excepción de la presencia de vegetación de matorral sarcocaule, la cual se verá mediadamente susceptible a los cambios. Por otra parte, en el área de influencia existen singularidades paisajísticas de origen artificial, tal como construcciones de otros desarrollos inmobiliarios de lotes residenciales, y la colindancia con la carretera Cabo San Lucas – Todos Santos.



Figura VIII. 1 Panorama actual del paisaje del área del proyecto.

Como se observa en la figura anterior, el paisaje está conformado principalmente por la vegetación, en la que dominan las especies arbustivas de tallos suculentos y ramificados como Jatropha, Bursera y Fouquieria, así como cactáceas columnares como Stenocereus thurberi y Pachycereus pringlei. Esta cobertura vegetal también proporciona refugio, alimento y microhábitats esenciales para una gran variedad de especies de fauna silvestre que han desarrollado estrategias para adaptarse a condiciones de aridez extrema, suelos pobres y amplitudes térmicas significativas.

Se prevé que el impacto ocasionado por el desarrollo del proyecto sobre la visibilidad del paisaje será bajo debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área. Al estar en una zona con vegetación de matorral sarcocaule, no se alterará significativamente la calidad paisajística, aunado a que en la zona se encuentran otras obras de carácter similar o diferentes a este proyecto. No obstante, la vegetación presente es vulnerable ante los cambios drásticos, y debido a que se registraron especies endémicas dentro del predio y otras de importancia ecológica, se ejecutará un programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestres.

A continuación, en los siguientes apartados, se presenta la descripción y análisis del escenario con el proyecto, pero sin aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación, y el escenario con proyecto y la aplicación de las medidas:

VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

La remoción de la vegetación de MATORRAL SARCOCAULE en una superficie de 12.702408 ha que representa el 1.47% del matorral sarcocaule de la Microcuenca (SA), donde ocasiona una modificación al paisaje. La eliminación de la vegetación y de la capa superficial del suelo afecta de manera parcial este predio, pero sus impactos son locales. Esta remoción de vegetación y suelo pone en riesgo ninguna especie protegida, compromete la biodiversidad, provoca la contaminación del suelo, y del manto acuífero.

Durante las labores de desmonte y despalme también se verá afectada de manera temporal y local la calidad del aire, ya que se generan gases, polvos y contaminación sonora provenientes del equipo y maquinaria a utilizar. El suelo se verá afectado debido a que se removerá la capa superficial en el área de cambio de uso de suelo, lo que favorece la perdida de suelo y la erosión de la misma al exponer sus partículas al aire en las condiciones de aridez que se presentan en el ecosistema, y se provoca la destrucción de estos por los cortes y movimientos de tierra. En general existe una modificación del paisaje y de las condiciones micro-climáticas locales del área afectada.

El proyecto en este escenario se realiza tomando como base las tendencias esperadas de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generaría el proyecto en este predio.

Sin las medidas de mitigación en el desarrollo del proyecto no se tendrán control sobre las áreas a afectar, y a su vez se podrían dañar superficies no autorizadas, o no implementar los programas y procedimientos como se plantearon en el estudio de impacto ambiental correspondiente.

Si no se aplicaran las medidas de prevención y mitigación para el manejo de residuos sólidos urbanos, estos estarían dispersos por toda el área del proyecto, siendo posibles focos de infección y fuentes de fauna nociva que pudiesen causar perjuicios a la salud de los trabajadores en el área. No se prevendrían los impactos ocasionados al suelo y a fuentes de agua subterráneas a causa de los residuos sanitarios, y derrames de aceite y diésel por el uso de vehículos y maquinaria defectuosa. Se remarca que, al no aplicar medidas de prevención, compensación y mitigación, todos los componentes ambientales bióticos y abióticos se verían afectados.

Al finalizar las etapas de preparación de sitio y construcción, se tendría un escenario drástico con el entorno, ya que, al dañar la vegetación, consecuentemente, se estaría perjudicando a la fauna que utilice las zonas con vegetación, y a los componentes abióticos.

Por otra parte, un efecto favorecedor que traerá el proyecto para el municipio de Los Cabos, es que representará oportunidades de trabajo, fuentes de ingreso y de mejora al bienestar a nivel local, tanto por la generación de empleo directo, la promoción de empleo indirecto mediante la contratación de personal por parte de las empresas contratistas trabajando en el sitio del proyecto ocupando perfiles diversos, y por la activación del comercio en la zona por la necesidad de materiales, herramienta e insumos.

A continuación, se analizan y describen los componentes ambientales del escenario considerando el desarrollo del proyecto, pero sin la aplicación de las medidas de prevención, compensación y mitigación, y el efecto que tendría esto sobre el medio ambiente:

- Agua: El proyecto podrá tener una influencia potencialmente negativa sobre las aguas subterráneas a causa de los escurrimientos accidentales de lixiviados de los residuos sólidos urbanos que no se depositen en contenedores metálicos y de aguas residuales generadas por el fecalismo al aire libre que pudiesen darse en el sitio. Además, con la ejecución de las actividades de remoción de vegetación se afectará la captura de agua dentro de la superficie donde se ejecutarán las actividades, en las que se verá agravado este impacto durante la etapa de construcción,

al comenzar las obras en cada uno de los lotes. Es importante hacer énfasis en que el proyecto no afectaría cuerpos de agua, ya que no se encuentra cerca de alguno de estos. Tampoco afectaría el mar, ya que, si bien, el predio sí se encuentra en una zona costera, no se encuentra de manera contigua a la playa.

- Suelo: Las actividades de construcción, traslado de materiales y obra civil, provocarán la dispersión de polvo. Adicionalmente, todas las áreas en dónde se removería la vegetación por motivo de CUSTF quedarían expuestas a la erosión. Por otro lado, en caso de no contar con medidas de protección de derrames y de manejo de residuos y sustancias se pudiera ocasionar contaminación y derrames menores en el suelo natural. La disminución de la calidad del suelo, es un factor que consiste básicamente en alteraciones físicas derivadas de las actividades de remoción de vegetación. Este se presentaría principalmente sobre las áreas destinadas a las construcciones del proyecto (lotes residenciales y las vialidades). Estas alteraciones físicas, y posteriormente cuando el suelo sea mezclado y tenga áreas construidas, perderá cualidades físicas y biológicas. La importancia del impacto a este componente abiótico, se deriva principalmente a que el factor que será afectado es uno de los recursos naturales más importantes en el que se llevan a cabo una serie de procesos, ya que tiene la capacidad de albergar elementos naturales y seres vivos. En este escenario, con un grado de incidencia de acción inmediato una vez que inicie la ejecución de las actividades, la capacidad del suelo de recuperarse después de ser modificado es baja.

- Aire: El flujo de vehículos y maquinaria aumentará considerablemente durante las etapas de preparación del sitio y construcción principalmente, así como se incrementará la dispersión de polvos y la generación de ruidos, durante las mismas etapas del proyecto. Por otra parte, si no se le realiza mantenimiento previo a la maquinaria, estas podrían ser importantes fuentes emisoras de gases contaminantes a la atmósfera. El impacto sobre el factor aire será provocado por la generación de polvos y ruidos durante las actividades de remoción de vegetación y despalme, por la operación de maquinaria y equipo dentro del proyecto, así como el tránsito de personal que se encuentre laborando por las diferentes áreas.

- Ruido: Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, las fuentes generadoras de ruido serán los vehículos y maquinaria pesada utilizada para el desarrollo del Proyecto. El ruido proveniente de estas actividades será de corta duración y únicamente durante la etapa de preparación y construcción.

- Flora: El proyecto requerirá de CUSTF, al no aplicar un Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y sin medidas de prevención, mitigación o compensación se perdería en su totalidad la vegetación y los servicios ambientales que estos prestan, se afectaría considerablemente la biodiversidad de la región y las poblaciones silvestres de flora. Su importancia deriva del efecto que pudiera tener sobre otros elementos naturales (suelo, fauna y paisaje, principalmente), considerando que la vegetación que forma parte de las áreas cercanas se encuentra ligeramente alterada por las actividades que se desarrollan en la zona.

- Fauna: De acuerdo con las características del proyecto implican una afectación y disminución del hábitat de fauna silvestre, tomando en cuenta que en la superficie donde se pretende desarrollar el proyecto se presentan características que le permite consolidar nichos ecológicos de los ejemplares de fauna silvestre que se desarrollan en la zona. Al no implementarse un Programa de Rescate y Protección de Fauna Silvestre, se prevé la afectación de algunos individuos por los trabajos de desmonte, pero no se afectarán poblaciones de especies. Algunas especies se desplazarán debido al ruido generado por las actividades del proyecto, el cual se trata de fauna compuesta por animales terrestres pequeños con un alto grado de tolerancia a la presencia humana.

- Paisaje: La pérdida de singularidad del paisaje que se presenta en el proyecto, se debe a la ejecución de las actividades de limpieza y deshierbe manual con machete, remoción de vegetación y la operación de maquinaria de equipo, siendo la actividad de remoción de vegetación por el CUSTF la que causará mayor impacto sobre este

elemento. El paisaje sufre cambios en cuanto a su estructura, pasando a consolidar un nuevo paisaje que integra los nuevos elementos.

- Componente social: La salud de los trabajadores podría verse afectada al no utilizarse equipos de protección personal y no tomarse las medidas de seguridad necesarias. Los impactos sobre los componentes ambientales podrían verse agravados si no se da un manejo adecuado de residuos sólidos urbanos y a las aguas residuales, al igual que el mal manejo de especies de flora y fauna. Por otra parte, el proyecto representaría oportunidades de trabajo, fuentes de ingreso y de mejora al bienestar a nivel local, tanto por la generación de empleo directo, la promoción de empleo indirecto mediante la contratación de personal por parte de las empresas contratistas trabajando en el sitio del proyecto ocupando perfiles diversos, y por la activación del comercio en la zona por la necesidad de materiales, herramienta e insumos.

VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El proyecto contempla áreas de amortiguamiento, en ellos permanecerá con suelo natural y vegetación nativa típica de matorral sarcocaule. Estas áreas serán respetadas en cuanto a la flora y fauna silvestre que se encuentren en ellas y su contribución es significativa para mantener a largo plazo la representatividad de las especies de flora y fauna típicas de la región. Por otro lado, esta área también protegerá el tipo de suelo presente en la zona de estudio, Leptsol eútrico. Esta área es de suma importante; pues permitirá la continuidad en la prestación de servicios ambientales diversos (protección del suelo y formación del mismo, captación de agua en cantidad y calidad, protección de la biodiversidad, protección de terrenos forestales, generación de oxígeno y captura de carbono, etc) en la región. Debido a la importancia que enmarca la medida de mitigación anterior se deberá delimitar y colocar señalamientos donde se advierta la prohibición del uso de esta zona como tiradero.

Antes de llevar a cabo el CUSTF (desmonte y despalme) se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de la flora y fauna silvestre de importancia ecológica de la región.

En el momento del CUSTF se recomienda que el desmonte se inicie manualmente y posteriormente con la participación de maquinaria pesada. El desmonte deberá realizarse conforme al avance del proyecto para permitir a la fauna presente trasladarse hacia los sitios vecinos que aún conservan vegetación natural y a su vez, exposición del suelo a intemperismos que pudieran provocar erosión del mismo. De igual manera para evitar afectar la vegetación en áreas diferentes a las solicitadas para CUSTF se aplicará un Procedimiento de desmonte direccionado (Anexo 5), cuya finalidad es la proteger la integridad de la vegetación de las colindancias.

Se implementaría un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos que evitara la contaminación de contaminación del suelo y el agua de la región.

Por otro lado, con relación a la medida de mitigación al impacto que ocasionaría la defecación al aire libre, se deberá instalar 1 sanitario portátil por cada 15 trabajadores desde el inicio de actividades para el cambio de uso de suelo hasta la finalización de las actividades de construcción; para la etapa de operación y mantenimiento se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales

Para evitar la defecación al aire libre, todos los trabajadores durante el desmonte o remoción de vegetación del proyecto y construcción, deberán utilizar los sanitarios portátiles que se instalarán temporalmente en la obra. Los sanitarios o letrinas portátiles deberán recibir mantenimiento periódicamente por la empresa prestadora del servicio.

A continuación, se analizan y describen los componentes ambientales del escenario considerando el desarrollo del proyecto con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación:

- Agua: En un escenario modificado por el proyecto y con la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas, no se prevé alteración a este factor ambiental ni contaminación por causa del proyecto a los cuerpos de agua presentes en el SA. Se implementarán sanitarios portátiles para uso obligatorio de los trabajadores para evitar el fecalismo al aire libre, la empresa arrendadora de los sanitarios será la encargada de dar el servicio de limpieza, por lo que las aguas residuales generadas no se filtrarán al suelo. Más adelante, durante la etapa de operación del proyecto, se dispondrá de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), por lo que no se contaminarán aguas subterráneas ni se afectará la calidad del agua. Es importante hacer énfasis en que el desarrollo del proyecto no afectará cuerpos de agua superficiales, subterráneos, o el mar, debido a que no se encuentra cerca de alguno de estos; aunado a esto, todas las aguas residuales serán tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

- Suelo: La alteración a la estructura actual del suelo ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Durante esta etapa se implementará el Procedimiento de desmonte direccionado. La vegetación que deba de ser removida será rescatada y trasplantada a áreas designadas para favorecer la restitución de los servicios ambientales que proporcionaba originalmente en la zona. De igual manera, se implementará el Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos para manejar correctamente los residuos que se generen durante las dos primeras etapas del proyecto, al igual que un Procedimiento de manejo de residuos peligrosos por posibles derrames de aceites o combustible que pudieran ocurrir, dicho procedimiento cumplirá con la normatividad correspondiente para el manejo de residuos peligrosos NOM-054-SEMARNAT-1993. Como parte de estos procedimientos se colocarán contenedores con tapa para la recolección de basura. Se deberá privilegiar la separación en orgánicos e inorgánicos para su posterior almacenamiento y disposición final en los sitios que señale la autoridad local competente. Se efectuarán riegos frecuentes con agua tratada, en las superficies de construcción para disminuir la generación de polvos.

- Aire: El impacto del proyecto sobre este componente ambiental será mínimo, ya que se le brindará mantenimiento previo a los vehículos y maquinaria requeridos, con esta medida se reducirá la cantidad de emisiones de los motores de los vehículos y con ello se mejorará el gasto de combustible y reparaciones. Por otra parte, la dispersión de polvos se evitará colocando lonas sobre los camiones de traslado de materiales pétreos, previniendo la afectación a la calidad del aire. En cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero, se tendrán en consideración los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015 para vehículos que utilizan gasolina como combustible y la NOM-045-SEMARNAT-2017 para vehículos que utilizan diésel como combustible.

- Ruido: Si bien durante la construcción se generará ruido por las actividades que impliquen el uso de vehículos y maquinaria, se implementarán las medidas necesarias como el mantenimiento y afinación mayor de la maquinaria para evitar que la generación de ruido perturbe a receptores sensibles y al medio ambiente, además, es importante mencionar que la generación de ruido será un impacto local y de corta duración, y las actividades se realizarán siempre en horario diurno. Asimismo, se tendrán en consideración los límites máximos permisibles de decibeles establecidos por las NOM-080-SEMARNAT-1994, por lo que las actividades se realizarán en horario diurno para evitar afectación a la salud humana y de los trabajadores.

- Flora: Debido a que las actividades de preparación de sitio implican la remoción de la cobertura vegetal para la instalación del proyecto de interés, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora, el cual fue elaborado considerando los resultados de abundancia y diversidad estimados en la superficie

cubierta por MATORRAL SARCOCAULE que se verá afectado con el CUSTF propuesto. Mediante el cual se realizará el rescate y trasplante de los individuos que se encuentren en las áreas sujetas a CUSTF a afectar de acuerdo con su importancia taxonómica, su estado de conservación y abundancia, considerando con mayor énfasis aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que sean endémicas. En el predio no se encontró alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, se encontraron las siguientes especies catalogadas en el Apéndice II de la CITES: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Stenocereus thurberi, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae y Mammillaria armillata. En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii y Castela peninsularis, las cuáles serán prioritarias para su rescate y reubicación.

- Fauna: Se llevará a cabo la implementación del Programa de Rescate y Protección de Fauna, con el objetivo de implementar técnicas de amedrentamiento que ahuyenten a los animales grandes hacia áreas aledañas que permitan su establecimiento, y medidas de rescate y reubicación para los animales de lento desplazamiento (anfibios, reptiles, mamíferos pequeños). Este Programa se implementará previo al inicio de las actividades de preparación del sitio. Se registró una especie de fauna enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: Urosaurus nigricaudus, bajo la categoría de Amenazadas. Para el caso de las especies endémicas, se cuenta con cuatro especies registradas, únicamente dentro del grupo de las aves: Basilinna xantusii y Toxostoma cinereum como endémicas, Pheucticus melanocephalus y Empidonax wrightii como semiendémicas. Respecto a las especies en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémicas reportadas en el estudio, se prevé la afectación de algunos individuos por los trabajos de desmonte, pero no se afectarán poblaciones de especies. Aunado a esto, el ruido ocasionado por la actividad en el sitio ocasionará el desplazamiento natural de la fauna, por lo que esta no se verá afectada por las actividades realizadas con maquinaria y por la construcción. Asimismo, se programarán las actividades de remoción de vegetación de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna y para evitar la mortalidad incidental de animales.

- Paisaje: La pérdida de singularidad en el paisaje que se presentaría en el proyecto se debería a la ejecución de actividades de limpieza y deshierbe manual con herramienta como machetes, remoción de la vegetación y la operación de maquinaria de equipo, siendo el CUSTF la actividad que mayor impacto ocasionará sobre el elemento paisaje. Con la ejecución del proyecto se verá afectada la calidad paisajística, no obstante, con las medidas de prevención, mitigación y compensación.

- Componente social: El Proyecto implementará las medidas de condiciones laborales y de seguridad e higiene a fin de garantizar la salud e integridad de todos los trabajadores involucrados en el mismo; previo al inicio de actividades se impartirán pláticas de capacitación. Se impartirán pláticas de capacitación y educación ambiental donde se prohibirán actividades que tengan que ver con caza furtiva y aprovechamiento completo, por partes o derivados de la fauna silvestre en el proyecto. Si bien el proyecto en cuestión ocasionará impactos económicos positivos se está procurando tener un impacto social positivo y se espera que en un escenario con proyecto todas las partes sean beneficiadas, ocasionando un impacto positivo con relación a un escenario sin proyecto.

La aplicación de los procedimientos y programas citados en los párrafos siguientes evitara daños a la vegetación presente en áreas no solicitadas para el CUSTF y a la fauna silvestre. Así mismo, evitara la contaminación del suelo y el agua de la región. Aunado a lo anterior el proyecto propone la permanencia de áreas verdes con especies de plantas nativas, fauna y suelos típicos de la región que permitirán llevar a cabo servicios ambientales como la captación del agua, captura de carbono, liberación de oxígeno, continuidad en la formación y protección de los suelos, y la protección de la biodiversidad misma. Con las medidas a implementar durante el CUSTF no pone en riesgo especies protegidas, ni se compromete la biodiversidad, tampoco de provocará la contaminación del suelo, ni del manto acuífero.

VIII.4 Pronóstico ambiental

El proyecto en la que se tendrá que reemplazar una superficie de 12.702408 ha por motivo de cambio de suelo de vegetación de MATORRAL SARCOCAULE en el municipio de Los Cabos, Baja California Sur, en un predio particular es congruente con el escenario que se tiene considerado en los instrumentos de planeación estatal y municipal, Ordenamientos municipales y locales. Por lo que el proyecto no se contrapone absolutamente a los planes y programas rectores de desarrollo anteriormente planteados.

No se afectará en lo absoluto áreas de importancia biológica como Área Natural Protegida, Áreas de Importancia para la protección de las Aves, Corredores Biológicos y Región Hidrológica Prioritaria. No obstante, el predio se encuentra en dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) Barra de Malva – Cabo Falso; asimismo, se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) Sierra de la Laguna y Oasis Aledaños.

Actualmente, en el sistema ambiental de este proyecto existen numerosos asentamientos humanos dispersos y extensas áreas con vegetación, de igual manera en el área de influencia de este proyecto prevalecen condiciones semejantes, aunque varían en proporción. De igual manera dentro del predio, por las características y condiciones de desarrollo de la vegetación, se reconocen que estas comunidades se han visto severamente afectadas por diversos fenómenos y actividades en años anteriores.

Una vez concluida la remoción de la vegetación se produce una modificación al paisaje del área, misma que se mitiga con los programas de rescate y reubicación usando técnicas de reforestación, no poniendo en riesgo alguna especie en protección, ni la biodiversidad, no provocando contaminación del suelo, ni del manto acuífero, por efecto de la generación de residuos sólidos y la defecación al aire libre, ya que se contemplan medidas de prevención aplicables como se señalan en los numerales anteriores.

El proyecto contempla áreas de amortiguamiento en las que serán reubicadas usando técnicas de reforestación las especies nativas producto del rescate de las especies forestales en el área de CUSTF.

Evaluación de las alternativas

El área en el cual se pretende realizar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales para el proyecto, es considerada el terreno idóneo para el mismo. Este predio está poblado por una vegetación de matorral sarcocaule en donde el uso que se pretende llevar a cabo en dicho sitio no se contrapone con los usos permitidos en la zona de acuerdo a los ordenamientos locales.

Como se ha demostrado en los apartados anteriores el presente CUSTF para el proyecto no afectará de manera importante la calidad y cantidad de agua, no erosionará al suelo, no afectará la biodiversidad y el proyecto es más productivo a largo plazo a si en la región se siguiera llevando a cabo los usos actuales del predio.

El área en donde se pretende llevar a cabo el proyecto no se puede considerar como un ecosistema excepcionalmente conservado; ya que se encuentra en un estado de recuperación baja-mediana cuya vegetación se encuentra poblada con elementos arbustivos. De manera general se observó una vegetación totalmente entremezclada sin una clara definición de los estratos arbustivo y arbóreo, con escasa vegetación herbácea. La vegetación presenta una composición, estructura y diversidad de menor valor que el presenta en la microcuenca, tal como se demostró en el capítulo correspondiente.

En cuanto a la fauna silvestre se registraron especies generalmente presentes en áreas abiertas y perturbadas por la actividad antropogénica.

VIII.5 Programa de manejo ambiental

El programa de manejo ambiental contempla la aplicación independiente de los siguientes Procedimientos y programas aplicables al proyecto:

PROCEDIMIENTOS APLICABLES AL PROYECTO:

Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos. Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos que se generen durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y construcción del proyecto en el área de estudio (Ver Anexo 5 de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente $ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.).

Procedimiento de manejo de residuos peligrosos. Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos peligrosos que se generen durante el CUSTF y construcción del proyecto en el área de estudio (Ver Anexo 5 de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente $ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.).

Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado. Delimita las áreas de desmonte para el CUSTF y el área de amortiguamiento del proyecto, cuya última finalidad es evitar afectar vegetación diferente a la solicitada para CUSTF. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente $ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.).

Procedimiento de supervisión ambiental. Este procedimiento la llevara a cabo una empresa y/o técnico supervisor competente en materia ambiental o forestal, que dará seguimiento y garantizará el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestas en los documentos que pretenden regularizar el proyecto en materia ambiental y forestal; así como, de los términos y condicionante que la autoridad competente sujete al proyecto. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente 20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.).

PROGRAMAS APLICABLES AL PROYECTO:

Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF. En el área del proyecto no se encontró ninguna especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, se encontraron las siguientes especies catalogadas en el Apéndice II de la CITES: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Stenocereus thurberi, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae y Mammillaria armillata. En el área bajo estudio se registraron las siguientes especies endémicas: Stenocereus gummosus, Cylindropuntia cholla, Pachycereus pringlei, Ferocactus peninsulae, Bursera hindsiana, Fouquieria diguetii y Castela peninsularis, las cuáles serán prioritarias para su rescate y reubicación. Pero adicionalmente se afectarán otras especies de importancia ecológica y forestal por motivo del CUSTF por el proyecto. Por la razón antes mencionada se propone la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF, incluyendo las dos especies antes mencionadas más otras de importancia ecológica en la definición de la estructura de la vegetación forestal a afectar. Con estas prácticas se generan beneficios adicionales al utilizar estos recursos dentro del proyecto, por lo que se recomienda que antes del inicio de obras se ejecute el presente programa. Las especies nativas rescatadas, posteriormente serán reubicadas usando técnicas de reforestación en áreas de claros naturales o con poca vegetación y fuera del área de afectación (Ver Anexo 6 de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa de rescate de flora son de $140,000.00 pesos (ciento cuarenta mil pesos 00/100 M.N.), considerando gastos diversos (viáticos, mano de obra de los 5 jornaleros, un biólogo e ingeniero forestal).

Programa de acción para la protección de la fauna silvestre. El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados, permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar la protección de la fauna propensa a afectación

que es el objetivo fundamental de este programa. La captura de fauna silvestre requiere emplear personal capacitado en la captura y manipulación de fauna silvestre, por lo que el personal que intervenga en esta actividad deberá demostrar que cuenta con la suficiente experiencia de trabajos de este tipo en la zona. En cuanto a la fauna silvestre se registraron especies generalmente presentes en áreas abiertas y perturbadas por la actividad antropogénica (agropecuaria, influencia de la carretera federal entre Cabo San Lucas – Todos Santos, presencia de residuos sólidos urbanos dentro del predio, presencia de especies exóticas invasoras). Se registró una especie enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: Urosaurus nigricaudus, bajo la categoría de Amenazada. Para el caso de las especies endémicas, se cuenta con cuatro especies registradas, únicamente dentro del grupo de las aves: Basilinna xantusii y Toxostoma cinereum como endémicas, Pheucticus melanocephalus y Empidonax wrightii como semiendémicas. Es necesario que los individuos rescatados sean liberados en un lapso no mayor a una semana de su captura y en sitio adecuado con un hábitat similar al que fueron extraídos, de acuerdo a lo que proceda en el "Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa contemplan la contratación temporal de un grupo de especialistas y una cuadrilla de trabajadores de campo por lo que los costos totales estimados son de $ 30,000.00 pesos (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

Programa de conservación de suelos: Con la ejecución de las actividades del programa de restauración se compensará la pérdida de suelo y se generará mayor retención del mismo, evitando el aumento de los índices de erosión en las superficies y degradación del suelo (Ver Anexo 6 de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa contemplan la contratación temporal de un grupo de especialistas y una cuadrilla de trabajadores de campo por lo que los costos totales estimados son de $ 350,000.00 pesos (trescientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.).

Tabla VIII. 1 Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	IMPORTE
Costo del manejo de los residuos sólidos urbanos	$ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.)
Costo del manejo de los residuos peligrosos	$ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.)
Costo de las actividades del desmonte direccionado del arbolado	$ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.)
Costo de las actividades de supervisión ambiental	$ 20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por CUSTF	$140,000.00 (ciento cuarenta mil pesos 0/100 M.N.).
Costo de las actividades de acción para la protección de la fauna silvestre	$ 30,000.00 pesos (treinta mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de conservación de suelos	$ 350,000.00 pesos (trescientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.)
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	$ 585,000.00 (quinientos ochenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.)

VIII.6 Seguimiento y control

Para este fin se conformará un equipo de trabajo especializado en conjunto con la ayuda del procedimiento de supervisión ambiental con la finalidad de dar el seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas, cuya función sea en primera instancia asegurar el cumplimiento de las medidas que sean incluidas en los resolutivos de autorización.

Como parte de su trabajo deberá comprobar el cumplimiento de las medidas y proponer otras nuevas medidas de mitigación o control, en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas. De igual manera, se deberán detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar las medidas de mitigación pertinentes. Con ello, se retroalimentará el programa de manejo ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación. Para hacer más eficiente el seguimiento y control, este equipo deberá auxiliarse del empleo de indicadores, tanto para los impactos, como para las medidas de prevención, mitigación o compensación.

CONTENIDO

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 1
IX.1 Presentación de la información 1
IX.1.1 Cartografía 1
IX.1.2 Fotografías 1
IX.1.3 Videos 1
IX.2 Otros anexos 1
IX.2.1 Memorias 1

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

IX.1 Presentación de la información

Dos documentos impresos con los diferentes capítulos que conforma el Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Particular para el Cambio de Uso del suelo en Terrenos Forestales para el proyecto

Adicionalmente se incluyen tres discos compactos con la información digital completo del Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Particular del proyecto antes mencionado.

IX.1.1 Cartografía

Anexo 1. Ubicación
Anexo 2. Planos del proyecto

IX.1.2 Fotografías

Anexo 4. Memoria Fotográfica

IX.1.3 Videos

No se realizaron

IX.2 Otros anexos

Anexo 3. Responsable de la elaboración del estudio del DTU
Anexo 5. Procedimientos aplicables a la obra
Anexo 6. Programas aplicables a la obra
Anexo 8. Matriz de impacto ambiental
Anexo 9. Resumen ejecutivo
Anexo 10. Documentación legal del promovente

IX.2.1 Memorias

Anexo 7. Memorias y base de datos (se ingresan de manera digital)