MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Figura 1. Propuesta para el eje de la cortina del bordo Azteca Izquierdo.

Proyecto: "Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."

Ubicación: Altura del trébol de acceso a Juriquilla, aproximadamente un kilómetro hacia el este de dicha estructura, justo a un costado de un banco de materiales.

Modalidad: Particular, Hidráulica

Promovente: COMPLEJOS RESIDENCIALES, S.A. DE C.V.

Fecha de Elaboración: Noviembre 2018

M. en C. ANAHI SILVA SANCHEZ

RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CONTENIDO

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 5

I.1 Proyecto 5

I.1.1 Nombre del proyecto 5

I.1.2 Ubicación del proyecto 5

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto 6

I.1.4 Presentación de la documentación legal 6

I.2 Promovente 6

I.2.1 Nombre o razón social 6

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 7

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 7

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal 7

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 8

I.3.1 Nombre o razón social 8

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 8

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 8

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 8

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

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto se denomina **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."**

I.1.2 Ubicación del proyecto

El **Bordo Azteca Izquierdo** se ubicará a la altura del trébol de acceso a Juriquilla, aproximadamente un kilómetro hacia el este de dicha estructura, justo a un costado de un banco de materiales.

Las coordenadas UTM aproximadas al centro de la cortina son X = 351,689 m y Y = 2'288,579 m.

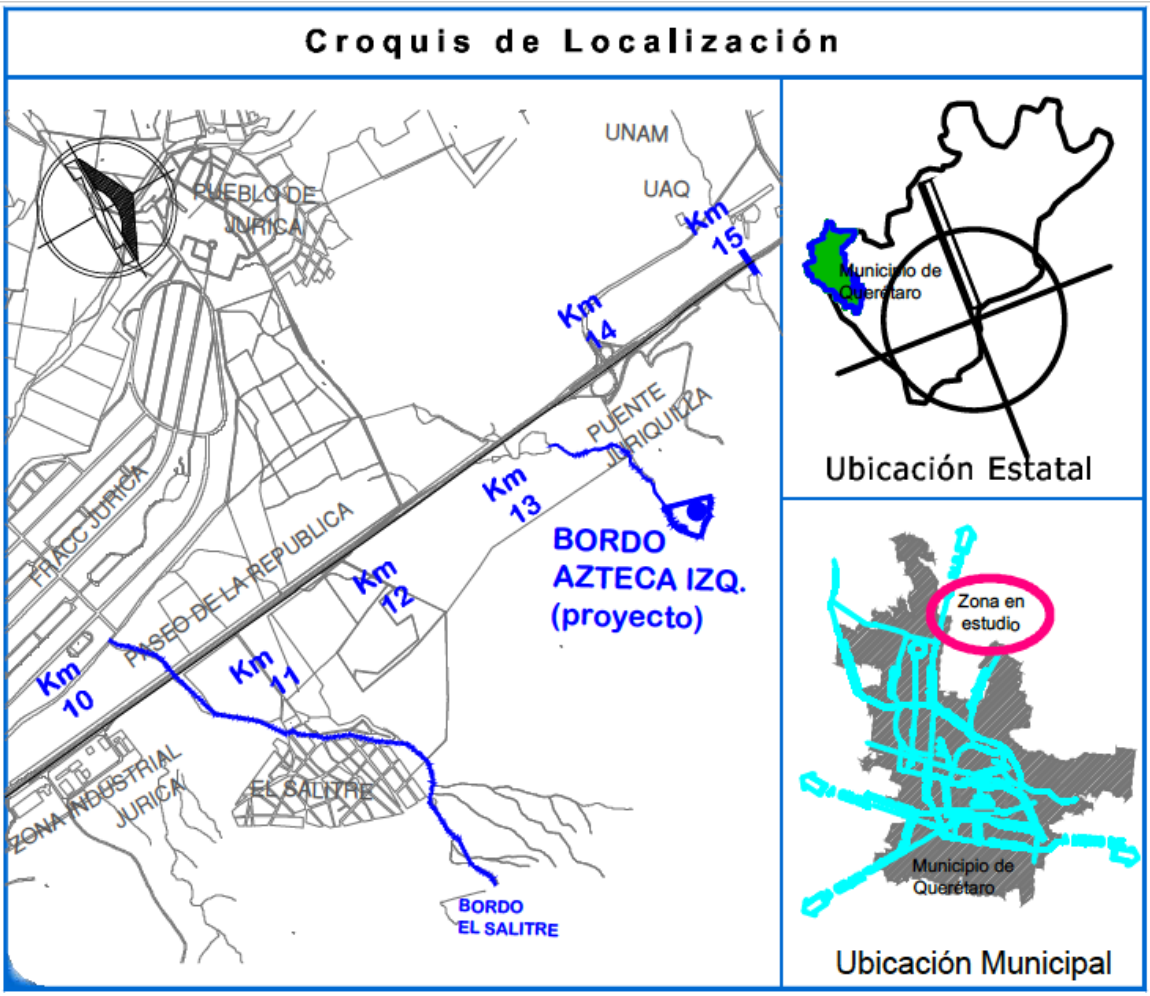


Figura I.1 Croquis de localización del área del proyecto

En la siguiente figura, se puede ver la ubicación del sitio propuesto para el eje de la cortina.

Figura 1. Propuesta para el eje de la cortina del bordo Azteca Izquierdo.

Figura 1. Localización del área del proyecto.
Propuesta para el eje de la cortina del bordo Azteca Izquierdo
Fuente: Google Earth ©.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

20 años

I.1.4 Presentación de la documentación legal

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

COMPLEJOS RESIDENCIALES, S.A. DE C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1
II.1 Información General del Proyecto 4
II.1.1 Naturaleza del proyecto 4
II.1.2 Selección del sitio 7
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 12
II.1.4 Inversión Requerida 16
II.1.5 Dimensiones del proyecto 16
II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 18
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 22
II.2 Características particulares del proyecto 23
II.2.1 Programa General de Trabajo 24
II.2.2 Preparación del sitio 24
II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 30
II.2.4 Etapa de construcción 30
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento 41
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto 41
II.2.7 Etapa de abandono del sitio 54
II.2.8 Utilización de explosivos 54
II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 54
II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 55

II. Descripción del Proyecto

El proyecto se denomina **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."**, la presente propuesta incluye la construcción de un bordo de regulación a base de una cortina de mampostería con una longitud de 161 metros y altura de 7 metros, con sus respectivas obras hidráulicas complementarias como son la obra de excedencias y la obra de toma, el cual cuenta con una superficie de 43,840 m², con un Área de inundación de 65,115 m².

La Comisión Estatal de Aguas (CEA), organismo público descentralizado del Gobierno del Estado, solicita que el presente proyecto sea promovido por la empresa COMPLEJOS RESIDENCIALES, S.A. DE C.V. por así convenir a sus intereses.

Objetivo del proyecto:

El objetivo principal del proyecto **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."** controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio.[1]

El proyecto **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."** contempla las siguientes acciones:

- Construcción de **cortina de mampostería** de 161 metros de longitud y 7 metros de altura.
- Construcción de **obra hidráulica complementaria la obra de excedencias** de 10 metros de largo por 1.5 m de alto.
- Construcción de **hidráulica complementaria la obra de toma** con un diámetro de 24 pulgadas.

Justificación del proyecto:

La Comisión Estatal de Aguas (CEA) es un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado, que tiene como función la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y está facultado para planear, programar, construir, mantener, administrar, operar, conservar, rehabilitar y controlar los sistemas para la prestación de los servicios en el ámbito de su circunscripción territorial, actuando además como coordinador y coadyuvante con autoridades federales, estatales y municipales en todas estas actividades, para beneficio de los habitantes del Estado.

El crecimiento poblacional acelerado en el municipio de Querétaro en los últimos años se refleja en la creación de nuevas zonas habitacionales y comerciales que permitan dar alojamiento a los habitantes. Con este fenómeno

[1] Fuente: Memoria Técnica-Descriptiva

de urbanización, la superficie impermeable crece lo que se manifiesta en un aumento de los escurrimientos pluviales.

Por esta razón es importante implementar obras de regulación que permiten controlar los escurrimientos y evitar inundaciones, toda vez que se cuenta con una alta vulnerabilidad y riesgo por lluvias extraordinarias.

La Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEA) tiene muy claro este reto y se ha preparado para hacerle frente. Desde hace algunas décadas ha implementado acciones tendientes a optimizar la distribución, servicio y re-uso del recurso a base de sistemas que le han permitido hasta cierto punto sostener el crecimiento de la ciudad de Querétaro.

II.1 Información General del Proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Para justificar la realización del proyecto **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."** se analiza el comportamiento hidrológico de la red de drenaje pluvial en su conjunto, y posteriormente se dimensiona el bordo de regulación con el fin de evitar riesgos tanto en la vialidad Paseo de la República como a otras zonas ubicadas aguas abajo.

La subcuenca hidrológica en la que se localiza el presente proyecto es la denominada Azteca-Salitre, debido a que los bordos Azteca y El Salitre representan una frontera obligada que divide a cada subcuenca en dos.

Por necesidades del proyecto, fue necesario subdividir a su vez la subcuenca del bordo Azteca en cuatro subcuencas, pues de acuerdo con la información recabada existen dos obras de regulación importantes sobre los arroyos Las Cuevas y Los Cajones, por lo que se formaron sus respectivas subcuencas.

El resto de la subcuenca Azteca se subdividió en otras dos subcuencas siguiendo un criterio hidrográfico similar, formándose así las subcuencas Baja Cuevas-Cajones, que abarca desde la salida de los bordos respectivos hasta el bordo Azteca. La cuarta subcuenca se forma por una cañada que entra directo al bordo Azteca por el lado Izquierdo, denominándolo subcuenca Azteca Izquierda. Esta última subcuenca es la que corresponde para el diseño del bordo de regulación del mismo nombre.

La siguiente figura muestra la localización de la subcuenca Azteca-Salitre;

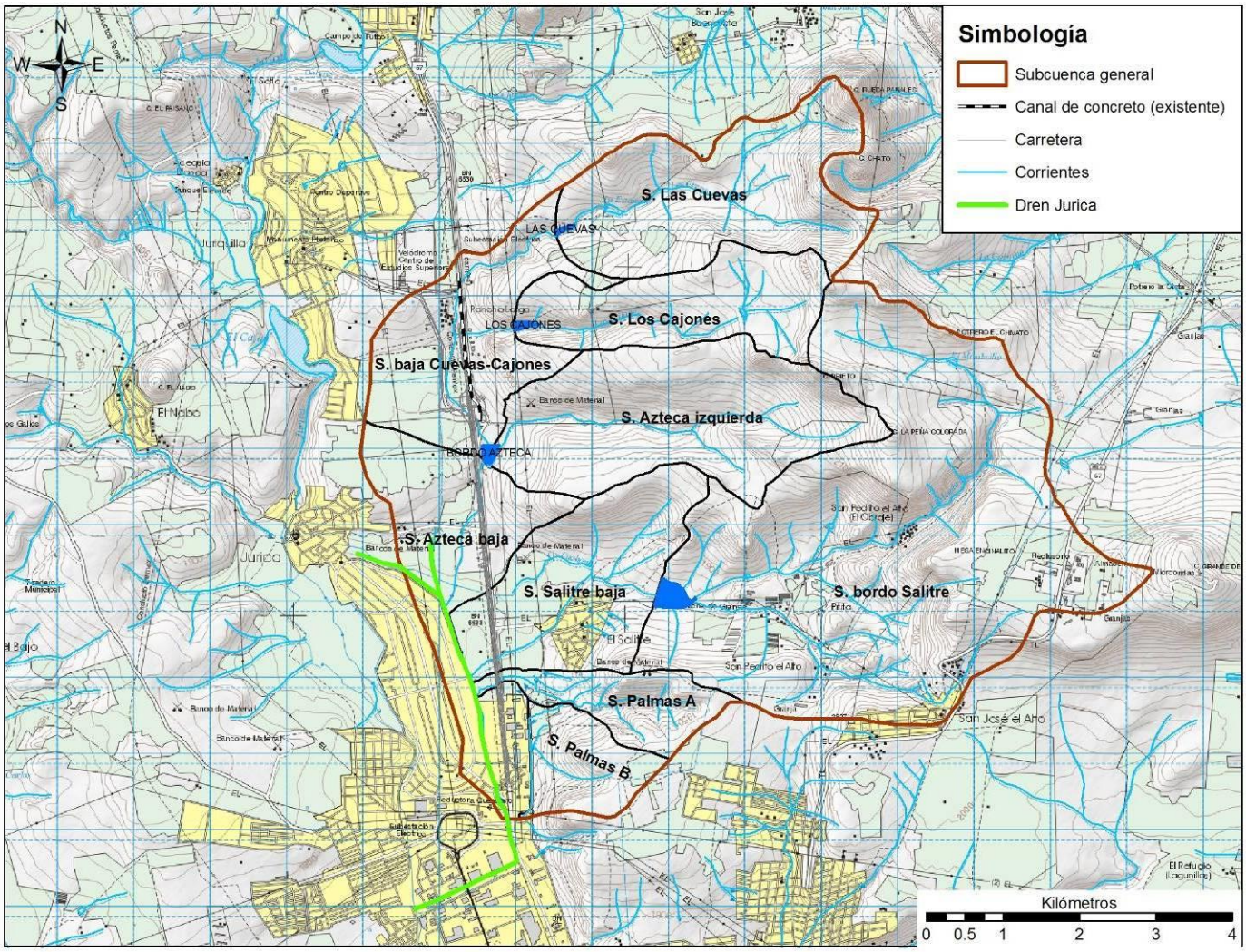


Figura II.1. Subdivisión de la cuenca completa para el análisis de los escurrimientos en subcuenca Azteca Salitre por donde se desarrolla el proyecto.

Como se puede ver en la siguiente tabla, la subcuenca Azteca Izquierda, donde se desarrolla el presente proyecto, tiene un área de 7.48 km², una longitud de cauce principal de 5,596 m con una pendiente de 5.63 %.

Tabla II.1 Características más relevantes de las subcuencas en estudio y sus cauces

Subcuenca	Superficie en km^2	Longitud del cauce en m	Desnivel del cauce en m	Pendiente general del cauce en %
Borde Salitre	20.85	8431	300	3.56
Azteca Izquierda	7.48	5596	315	5.63
Las Cuevas	6.62	4489	220	4.90
Azteca Baja	5.43	5013	56	1.12
Salitre Baja	5.35	3170	43	1.35
Baja Cuevas-Cajones	5.08	4101	120	2.93
Los Cajones	4.13	4099	230	5.61
Palmas A	2.00	3353	119	3.55
Palmas B	1.86	1817	31	1.70

Si bien la obra bordo Azteca tuvo como objetivo original servir como presa derivadora para riego, actualmente su función de regulación como estructura rompe picos ha sido fundamental para evitar la saturación del arroyo El Arenal, localizado aguas abajo ya que actualmente su capacidad hidráulica está rebasada.

Al igual que el bordo Azteca, el bordo El Salitre tuvo como objetivo original la captación de agua para riego agrícola para el ejido Jurica y El Salitre, pero actualmente esas superficies de riego han disminuido por la fuerte presión demográfica, hasta prácticamente desaparecer.

Al igual que en el bordo Azteca, aguas abajo del bordo El Salitre y hasta el dren auxiliar Jurica, los escurrimientos se conducen por las subcuencas bajas sin tener un cauce bien definido, debido a que paulatinamente estos han sido rellenados u ocupados por terraplenes y obras civiles en la parte baja, hasta prácticamente no dejar una cubeta visible, razón por la cual se justifica la necesidad de una nueva obra de regulación en la zona.[2]

[2] Fuente: Estudio Hidrológico Bordo Azteca Izquierdo

Si bien dentro de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se preverán los posibles impactos ambientales y las medidas idóneas para su prevención y mitigación, también para el proyecto "Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro." se realiza un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) destinado a demostrar que la obra de la construcción del bordo tiene previsto controlar la afectación en grado admisible y por lo tanto no comprometerá la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua y la afectación de su captación; y que el uso alternativo del suelo que se proponga será más productivo a largo plazo. El ETJ manifiesta que las diversas disposiciones que contempla la normatividad federal aplicable en relación a los procesos de cambio de uso del suelo en terrenos forestales han sido revisadas cuidadosamente, atendiendo a lo dispuesto por el Artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Es importante mencionar que la superficie sujeta a CUSTF es de 4.0840 Ha de la superficie total del proyecto que equivale a 4.28 Ha. La SEMARNAT cuenta con la atribución necesaria para la evaluación del presente proyecto.

II.1.2 Selección del sitio

Criterios Ambientales

- Aguas abajo del proyecto serán beneficiadas las comunidades urbanas, toda vez que el proyecto les dará un servicio de prevención de inundaciones, mientras que no se afectará la capacidad hidrológica de la cuenca, toda vez que el bordo retendrá agua que será depositada en la misma cuenca en un tiempo razonable para su integración en la misma sin causar efectos adversos a las estructuras y población. Como se verificó el suelo no será sujeto a sellamiento, por lo que seguirá habiendo infiltración de agua al suelo, aunque también es cierto que, en menor medida, por lo que se deberá tomar en cuenta al momento de evaluar los impactos ambientales.
- El proyecto se encuentra rodeado de una matriz natural, así como es parte de la zona de colindancia con terrenos urbanizados o que se encuentran en reserva para su urbanización. Así también, la frecuencia de personas únicamente será modificada durante la construcción del proyecto en un plazo menor a 1 año.
- No existe actividad volcánica en el área de estudio.

Técnicos

- Existen vialidades en buen estado para arribar al sitio del proyecto

Socioeconómicos

- Como se mencionó aguas abajo del proyecto existen zonas habitacionales de alto impacto que serán beneficiadas toda vez que el proyecto les dará un servicio de prevención de inundaciones debido a la alta vulnerabilidad y riesgo por lluvias extraordinarias.
- Generará fuentes locales de trabajo para mejorar la economía de la zona.
- Existen medios de comunicación como carretera, telefonía y otros.

La siguiente tabla muestra un resumen de los criterios de selección del sitio

Tabla II.2 Criterios de selección del sitio

Selección	Criterio	Cumplimiento		
		Mínimo	Adecuado	Favorable
Ambiental	Área con infraestructura de servicios.	X		
	Predio sin vegetación (no forestal)	X		
	Predio sin arroyos o cuerpos de agua dentro o cerca.		X	
	Zona con poca biodiversidad (no afectación a flora o fauna).	X		
	No presencia de especies de fauna en algún estado de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		X	
	Predio fuera de áreas naturales protegidas (ANP), Regiones Terrestres Prioritarias de México (RTPM), Áreas de Interés para la Conservación de Aves (AICAS) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).			X
	Estado o municipio con regulaciones adecuadas a favor del ambiente.			X
	Predio fuera de áreas tipificadas en los ordenamientos ecológicos como de CONSERVACIÓN (C) o RESTAURACIÓN (R).			X
	Predio en zonas sin escasez de agua.		X	
	Predios planos y con poca fragilidad del paisaje.	X		

Selección	Criterio	Cumplimiento		
		Mínimo	Adecuado	Favorable
	Disponibilidad de servicios básicos: agua, energía eléctrica, drenaje, telefonía, gas, etc.			X
	Vías de acceso y comunicación.			X
	Predio plano con tipo de suelo compatible con construcciones.		X	
Técnico	Predio con poca labor de preparación (sin vegetación, tiraderos de escombro, despalme, sin arroyos o escurrimientos, poca remoción de suelo o poco tratamiento, entre otros aspectos)			X
	Disponibilidad de materiales para la construcción, incluyendo bancos de materiales cercanos y autorizados.		X	
	Disponibilidad de recursos humanos.			X
	Se ubiquen centros de población cerca del predio de proyecto.			X
	No se prevean o existan conflictos sociales.		X	
	Se dispongan de recursos humanos.			X
Económico	Generación de empleos y mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores aledaños.			X
Legal	No se tenga impedimento legal para el establecimiento del proyecto (uso de suelo).			X

El proyecto presenta un enfoque a la conservación de los recursos naturales y las actividades de bajo impacto ambiental, son pocos los recursos a afectar. A continuación de señalan los que se afectan y su magnitud.

Tabla II.3 Recursos naturales a afectar

Recurso	Afectación	Impacto
Suelo	SI	Para establecer el grado de afectación del suelo por acción de la erosión hídrica y la erosión eólica, se evaluaron a través de la WEQ (Ecuación de Erosión Eólica) y USLE (Ecuación Universal de Pérdida de Suelos) ***a. Erosión hídrica*** De acuerdo a los resultados obtenidos, alrededor del 81.39% de la superficie de la microcuenca presenta la categoría nula con una tasa media de 1.0769 t/ha/año, mientras que el 9.35% de la superficie tiene una perdida ligera con una tasa de erosión de 7.0555 t/ha/año, 8.44 % presenta una pérdida moderada con una pérdida de 20.0878 t/ha/año, el 0.81 % presenta una erosión alta con una tasa de erosión de 74.6894 t/ha/año y solo el 0.01% de la microcuenca presenta un grado de erosión muy alto con una tasa de erosión de 288.9460 t/ha/año. Por lo que se pierden **22,751.6597** t/año en la microcuenca, con una media para toda la zona de estudio de **3.8744** t/ha/año. Debido a que los valores de erosión hídrica obtenidos por medio de la metodología empleada representan un valor indicativo de degradación, en el cual nos permite identificar las zonas con problemas de pérdidas de suelos las cuales se localizan en los suelos con pendientes más pronunciadas, donde las intensidades de lluvia que se presentan son las más altas y donde las condiciones del uso de suelo, así como su cobertura son bajas. ***a. Erosión eólica*** La pérdida del suelo afectada por el viento, verificando y actualizando los factores que definen la erosión eólica obtuvimos que las pérdidas de erosión se concentran en una clase nula en el 90.78% de la microcuenca y de manera aislada en clase ligera a moderada en las áreas con déficit

Recurso	Afectación	Impacto
		fuerte de humedad, baja cobertura vegetal y alta velocidad del viento. Con base a lo anterior la superficie afectada por algún grado de erosión eólica nos genera una pérdida anual de 8,829.9726 toneladas, arrojando una tasa promedio de 1.5037 t/ha/año en la microcuenca.
Flora	SI	Existen dentro del predio especies de difícil regeneración como cactáceas, así como no existe alguna especie listada dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual se deberá tomar en cuenta al momento de establecer medidas de prevención y mitigación
Fauna	SI	Se realizará un programa de rescate y reubicación de toda la fauna que se encuentre en el predio, una semana antes del inicio de la obra y tres días durante su inicio, rescatando todos los individuos que se encuentren integrados en una zona conservada parte del sistema ambiental y de preferencia con estatus de conservación en ordenamientos jurídicos. Cabe resaltar que dentro del predio se encontraron tres especies de reptiles dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-2010, la *Crotalus molossus, Micrurus browni y Sceloporus grammicus*.
Agua	SI	Uso de agua para sanitarios, el agua residual será tratada por el concesionario de los sanitarios. Los resultados indican que no existirá sellamiento de suelo por lo que no se verá afectado el proceso de infiltración de agua al subsuelo.
Aire	SI	Incremento de los indicadores de contaminantes (emisiones de gases de camiones, maquinaria y equipo con motores de combustión interna)

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se localiza en la ciudad de Querétaro, dentro de la subcuenca hidrológica Azteca Izquierda, localizado a la altura del trébol de acceso a Juriquilla, aproximadamente un kilómetro hacia el este de dicha estructura, justo a un costado de un banco de materiales.

A continuación, se detallan las coordenadas **UTM DATUM 14Q** de las poligonales del proyecto:

Tabla II.4 Coordenadas UTM DATUM 14Q

LADO		V	COORDENADAS	
EST	PV		Y	X
		A	2,288,679.7800	351,677.1000
A	B	B	2,288,660.1500	351,702.9400
B	C	C	2,288,587.0000	351,903.8800
C	D	D	2,288,546.0100	351,903.8800
D	E	E	2,288,546.0100	351,951.7500
E	F	F	2,288,489.2300	351,951.7500
F	G	G	2,288,489.2500	351,688.9700
G	H	H	2,288,496.7400	351,619.1800
H	I	I	2,288,623.6900	351,628.2500
I	A	A	2,288,679.78	351,677.10

La siguiente figura muestra el polígono del proyecto, obtenido de la captura de las coordenadas UTM DATUM 14 Q presentadas en la tabla anterior;

Figura II.2 Polígono del proyecto
Fuente: Elaboración propia (Google Earth)

La principal obra del proyecto consiste en la construcción de una **cortina de mampostería** de 161 metros de longitud y 7 metros de altura, las coordenadas UTM aproximadas al centro de la cortina son **X = 351,689 m y Y = 2'288,579 m**

La siguiente tabla muestra las coordenadas UTM de los puntos inicial y final de la cortina de mampostería:

Tabla II.5 Coordenadas UTM cuadro de construcción (eje de la cortina)

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN (eje de la cortina)						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,288,675.6907	351,690.4624
1	2	S 00°27'27.40 W	196.48	2	2,288,479.0490	351,688.8918
LONGITUD = 196.648 m						

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos inicial y final de la cortina de mampostería, así como el centro de la cortina, obtenido de la captura de las coordenadas UTM presentadas en la tabla anterior;

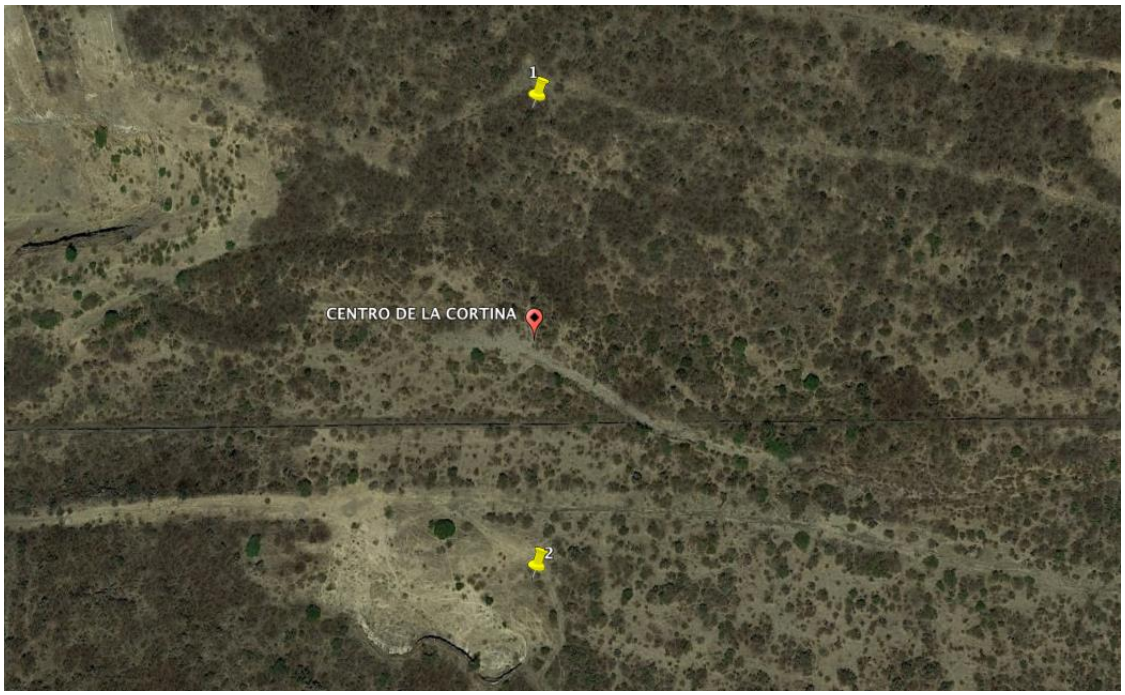


Figura II.3 Eje y centro de la cortina
Fuente: Elaboración propia (Google Earth)

A continuación, se muestran las figuras indicando la localización del proyecto;

Figura II.4 Localización del área del proyecto;
Propuesta para el eje de la cortina del bordo Azteca Izquierdo
Fuente: Google Earth ©.

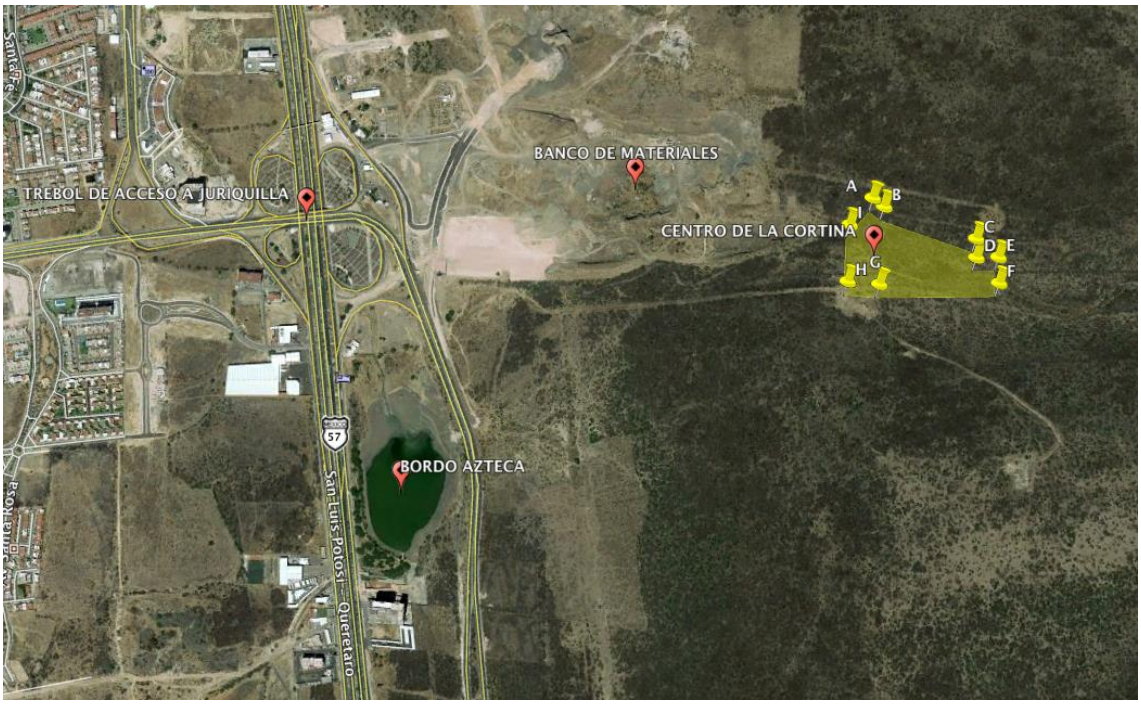


Figura II.5 Localización del área del proyecto
Fuente: Elaboración propia (Google Earth)

La principal vía de acceso al proyecto es por la Carretera Federal No.57 Santiago de Querétaro – San Luis Potosí y por el Anillo Vial Fray Junípero Serra.

Figura II.6 Vía de acceso al proyecto; Carretera Federal No.57 Querétaro – San Luis Potosí

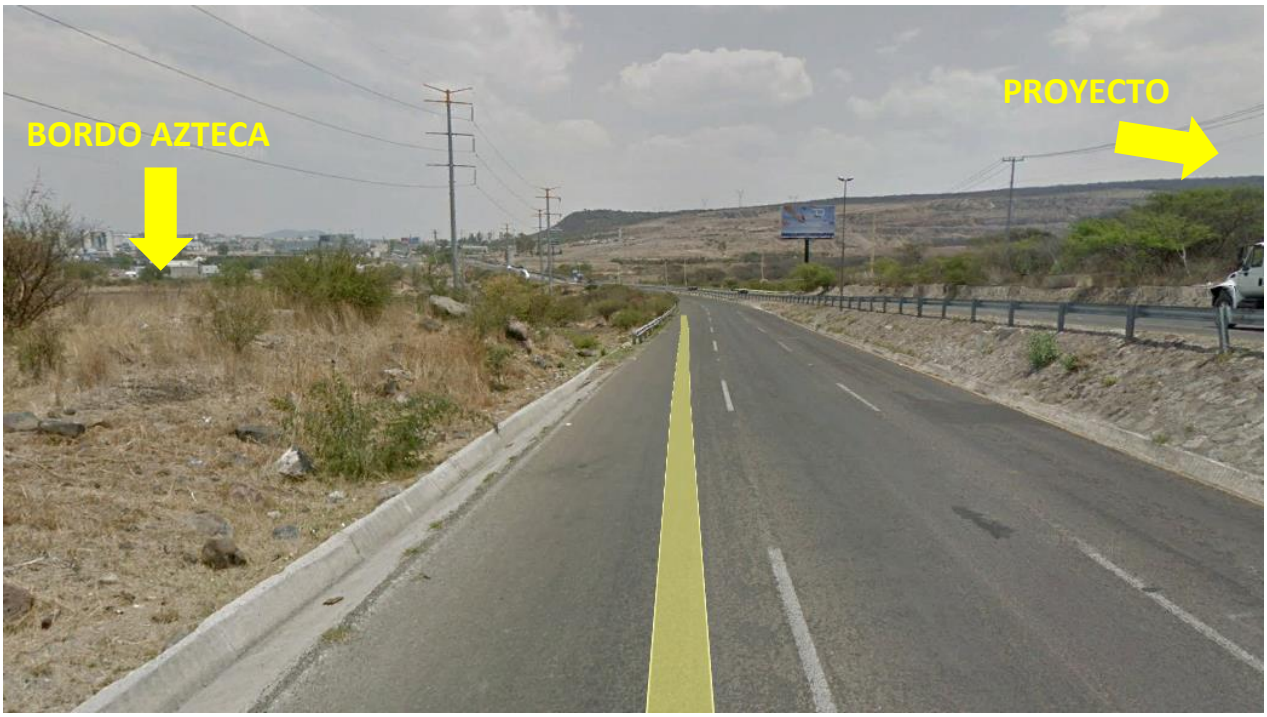


Figura II.7 Vía de acceso al proyecto; Anillo Vial Fray Junípero Serra

II.1.4 Inversión Requerida

La estimación de la inversión requerida corresponde a 40.85 MDP, el promovente se limita en presentar el desglose, sin embargo, si es requerida por la Autoridad se proporcionarán dichos datos.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El proyecto se denomina **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."**, contempla la construcción de un bordo de regulación a base de una cortina de mampostería con una longitud de 161 metros y altura de 7 metros, con sus respectivas obras hidráulicas complementarias como son la obra de excedencias y la obra de toma, el cual cuenta con una superficie de 43,840 m², con un Área de inundación de 65,115 m².

El objetivo principal del proyecto **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."** controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio.

La siguiente figura muestra la planta general del bordo de regulación Azteca Izquierdo;

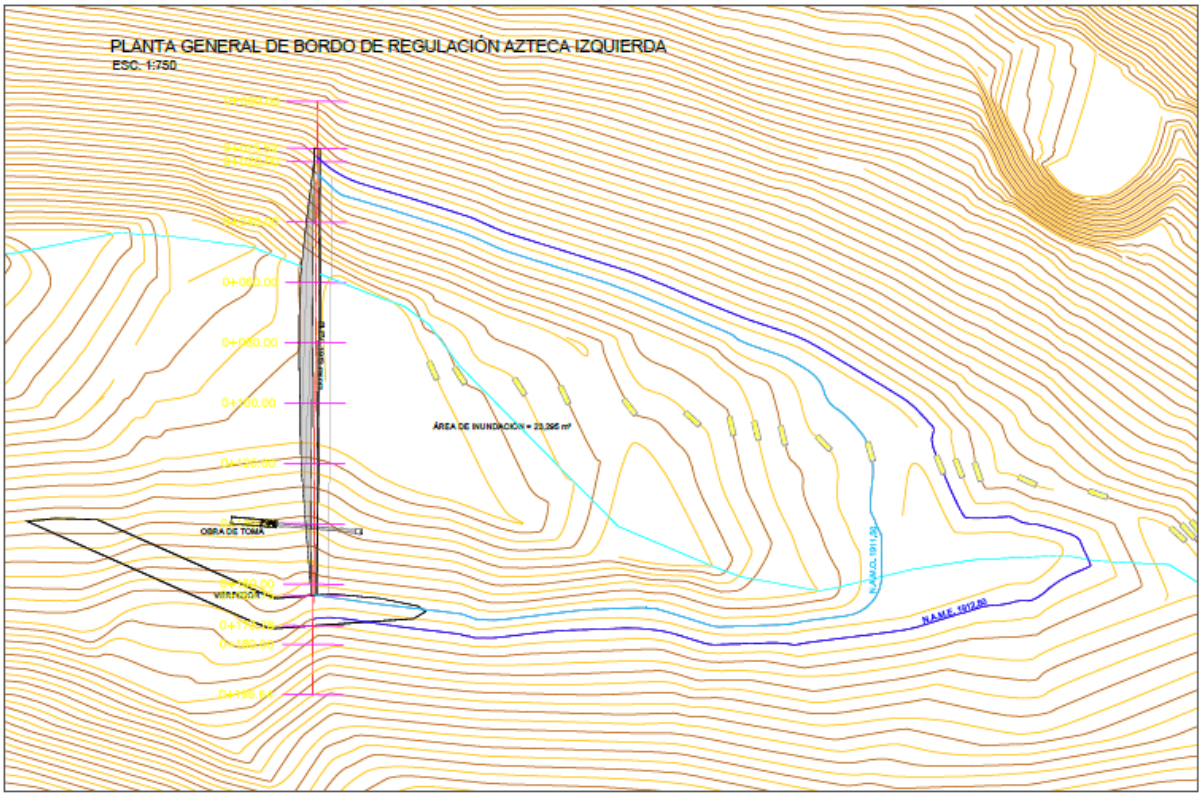


Figura II.8 Planta general de Bordo de regulación Azteca Izquierdo

Con el objeto de controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio, el presente proyecto contempla las siguientes acciones:

- Construcción de **cortina de mampostería** de 161 metros de longitud y 7 metros de altura.
- Construcción de **obra hidráulica complementaria la obra de excedencias** de 10 metros de largo por 1.5 m de alto.
- Construcción de **hidráulica complementaria la obra de toma** con un diámetro de 24 pulgadas.

La siguiente tabla muestra los datos del proyecto, entre los cuales se indica la capacidad de regulación requerida;

Tabla II.6 Datos de proyecto
Fuente: Planos del proyecto

Gasto de diseño, Tr = 1000 años	43.58 m³/s
Capacidad de regulación requerida	285,000 m³
Altura de cortina	10.00 m

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Longitud de corona	165.70 m
Área de inundación	65,115 m²
Volumen de material para la cortina[3]	29,368 m³

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

Cuerpos de agua:

El presente proyecto se localiza en la subcuenca hidrológica denominada Azteca-Salitre, debido a que los bordos Azteca y El Salitre representan una frontera obligada que divide a cada subcuenca en dos.

Por necesidades del proyecto, fue necesario subdividir la subcuenca del bordo Azteca en cuatro subcuencas, pues de acuerdo con la información recabada existen dos obras de regulación importantes sobre los arroyos Las Cuevas y Los Cajones, por lo que se formaron sus respectivas subcuencas.

El resto de la subcuenca Azteca se subdividió en otras dos subcuencas siguiendo un criterio hidrográfico similar, formándose así las subcuencas Baja Cuevas-Cajones, que abarca desde la salida de los bordos respectivos hasta el bordo Azteca. La cuarta subcuenca se forma por una cañada que entra directo al bordo Azteca por el lado Izquierdo, denominándolo subcuenca Azteca Izquierda. Esta última subcuenca es la que corresponde para el diseño del bordo de regulación del mismo nombre.

La siguiente figura muestra el cuerpo de agua donde se desarrollará el proyecto, subcuenca Azteca Izquierda, así como los cuerpos de agua cercanos.

[3] Proyectado sobre el terreno natural, sin considerar la profundidad de cimentación

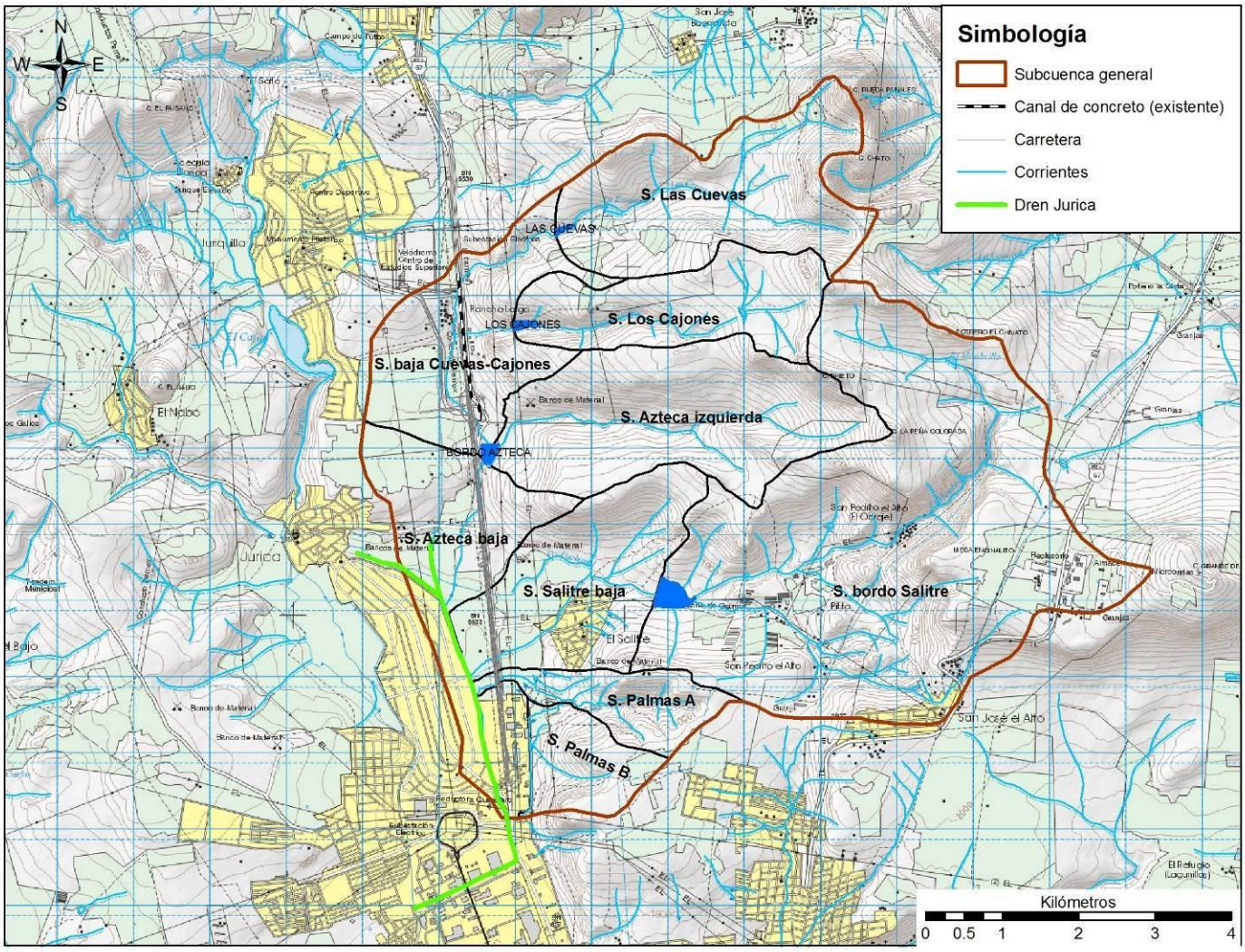


Figura II.9 Subdivisión de la cuenca completa para el análisis de los escurrimientos en subcuenca Azteca Salitre por donde se desarrolla el proyecto.

Uso actual del suelo:

De acuerdo con la información de gabinete y mediante verificaciones en campo, se pudo observar que en las cuatro subcuencas que forman la subcuenca del bordo Azteca predominan actualmente cuatro tipos de vegetación y usos de suelo, los cuales son, para fines hidrológicos:

- Matorral
- Pastizal
- Agrícola
- Urbano

Los terrenos identificados como Matorral, tienen una cobertura vegetal compuesta por arbustos de baja altura y cactáceas, sobre todo nopal silvestre. Su estado de conservación es muy bueno. La mayor parte de la cuenca (85%) cuenta con estas características, sobre todo las subcuencas Las Cuevas, Cajones y Azteca Izquierda.

Los terrenos de Pastizal, se caracterizan por tener escasa vegetación, se encuentran en ladera, pero cuentan con una cobertura de vegetación de plantas de tallo corto que en temporada de estiaje se secan. Esta cobertura se observa principalmente en la subcuenca Baja Cuevas-Cajones.

La superficie identificada como Agrícola, se refiere a parcelas de temporal que representan siembra de granos y forrajes sin explotación intensiva y escasa tecnificación. Esta zona se localiza en la parte baja de la subcuenca. En la zona éste uso tiende a desaparecer por la presión demográfica de esta parte de la ciudad.

Tabla II.7. Composición actual del uso de suelo y vegetación en la subcuenca Azteca Izquierda

Condiciones actuales, Subcuenca Azteca Izquierda						
Uso del Suelo	Condiciones de uso	Pendiente %	Grupo de suelo	N	% de la cuenca	N ponderado
Matorrales	Matorral, maleza	entre 2% y 7%	C	71	97.74	69.40
Pastizales	Hierba o pasto	entre 2% y 7%	C	79	-	0.00
Agrícola	Cultivo en surco	entre 2% y 7%	C	83	-	0.00
Urbano existente	H2 pavimentado	entre 2% y 7%	C	90	2.26	2.03
Totales					100.00	71.43

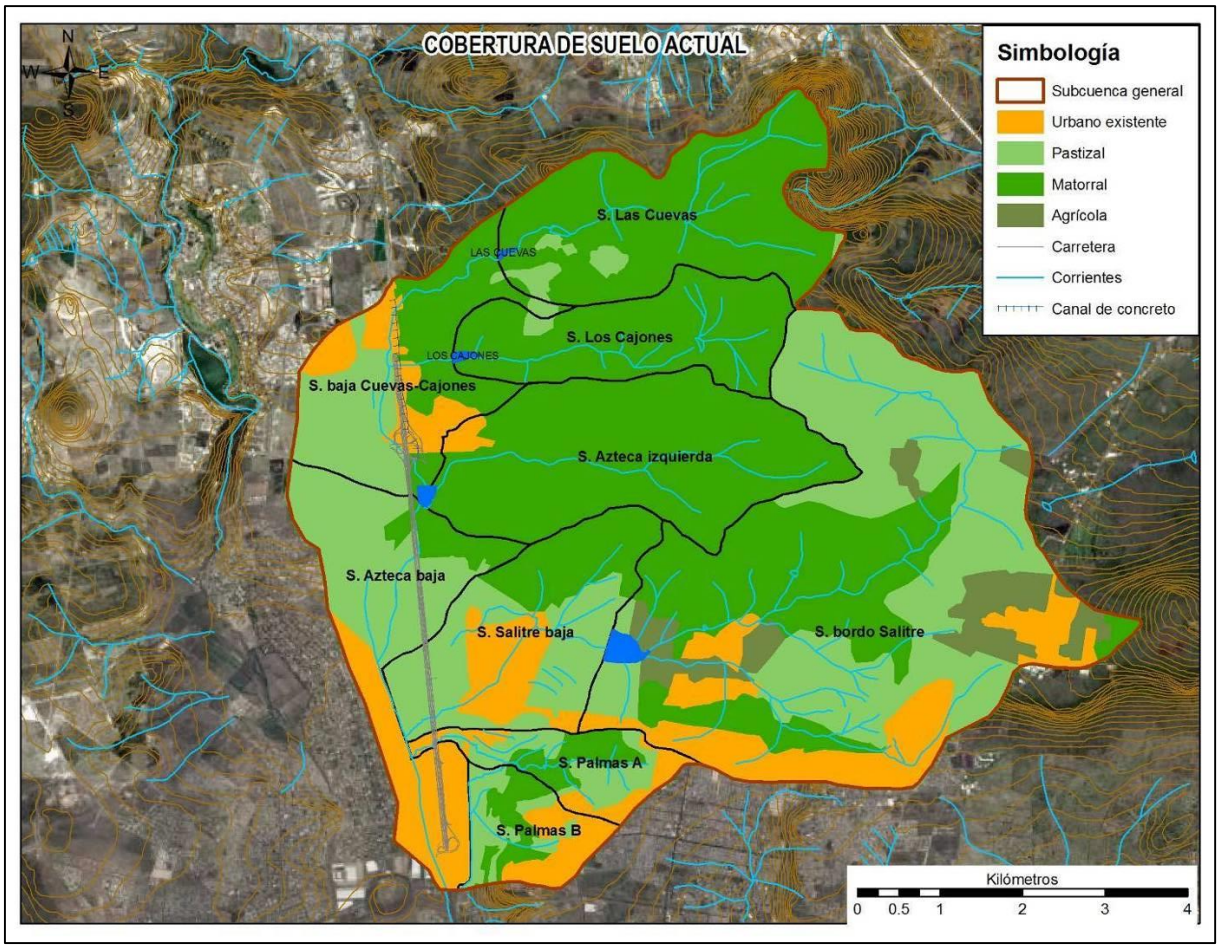


Figura II.10 Cobertura vegetal y uso de suelo en las subcuencas para las condiciones actuales.
Fuente: Elaboración con información de INEGI y recorridos de campo.

Derivado del estudio hidrológico realizado para el proyecto, se obtuvo la determinación del número de escurrimiento N en la cuenca condiciones de uso de suelo y cobertura vegetal al año 2025.

Para determinar el número de N de escurrimiento en la subcuenca, se recopiló información sobre el Plan de Desarrollo Urbano al 2025, misma que fue proporcionada por la Subsecretaría de Desarrollo Urbano de la SDUOP en formato Shape. En esta se plasman básicamente las áreas Urbanizables y No urbanizables, incluyendo las áreas de protección decretadas y áreas de protección propuestas.

Con los polígonos que indican los diferentes usos de suelo al año 2025, se sobrepusieron los límites de las subcuencas y luego se determinaron las áreas que tendrán cambios de uso de suelo por urbanización comparando la cobertura actual con la cobertura planteada en el Plan de Desarrollo Urbano.

De acuerdo con los trabajos desarrollados, al año 2025 las subcuencas Las Cuevas y Los Cajones no tendrán cambios en su cobertura actual (Matorral principalmente), pues estas dos subcuencas caen totalmente dentro de una superficie marcada como Área de Conservación Propuesta. Y a pesar de no encontrarse en área de conservación decretada, es razonable suponer que es posible su conservación, básicamente por existir antecedentes para su protección ecológica.

De esta manera, el resto de las subcuencas si tendrán cambios en el uso de suelo al año 2025, de acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Querétaro.

La distribución porcentual de los usos de suelo al año 2025 en la subcuenca del estudio, se muestra en la tabla siguiente:

En este caso de la subcuenca Azteca Izquierda, el número N se altera muy poco para las condiciones al año 2025 respecto a las condiciones actuales. El numero N en condiciones con proyecto se incrementa 0.75% respecto a la condición actual (de 71.43 a 71.95).

Tabla II.8 Numero N de escurrimiento de la subcuenca Azteca Baja en condiciones de uso de suelo y cobertura vegetal al año 2025.

Modificando el uso de suelo, Subcuenca Azteca baja						
Uso del Suelo	Condiciones de uso	Pendiente %	Grupo de suelo	N	% de la cuenca	N ponderado
Agricola	Cultivo en surco	hasta 2%	C	83	-	0.00
Matorral	Matorral, maleza	hasta 2%	C	70	4.73	3.31
Pastizales	Hierba o pasto	hasta 2%	C	79	0.41	0.32
Zona urbana	75% promedio de impermeabilidad considerado	hasta 2%	C	92	94.86	87.27
Totales					100.00	90.91

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

La localidad más cercana al área del proyecto es Juriquilla, zona de la ciudad de Santiago de Querétaro localizada al norte de la ciudad, dentro de la delegación Santa Rosa Jáuregui, México.

En la localidad hay 6,370 hombres y 6,939 mujeres. La ratio mujeres/hombres es de 1,089. Del total de la población, el 63,20% proviene de fuera del Estado de Querétaro Arteaga. El grado de escolaridad es del 13.70 (14.30 en hombres y 13.17 en mujeres).

Hay un total de 1,559 hogares en Juriquilla. De estos hogares 1,922 son casas normales o departamentos. 7 hogares tienen piso de tierra y 13 consisten en un cuarto solo. En Juriquilla hay 1,399 viviendas que cuentan con instalaciones sanitarias, 1,387 viviendas que están conectado a la red pública y 1,398 viviendas tienen acceso a la luz eléctrica. De los hogares en Juriquilla aproximadamente 1,027 tienen una o más computadoras, 1,309 cuentan por lo menos con una lavadora y 1,391 viviendas tienen uno o más televisores. La información sobre Juriquilla está basada en el Censo del 2005 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

Esta zona se caracteriza por tener varias "Colonias" o barrios de nivel socioeconómico alto, así como el llamado "Pueblo de Juriquilla", además cuenta con un lago artificial (represa), club de yates, club de golf, hotel gran turismo, plaza de toros, cuatro campus universitarios (CINVESTAV, UNAM, UAQ y UVM), sumado a esto se encuentran diferentes escuelas de varios niveles, entre las que se destaca Sun Hills, la cual cuenta con niveles de kínder a preparatoria y próximamente universidad, centro de exposiciones, centros comerciales, centros de investigación y el llamado Omnicentro, el cual es un desarrollo aún en construcción donde habrá centro cultura, comercial, hospitalario, departamentos y oficinas.

Por otro lado, Juriquilla ha pasado de ser una zona aislada a una extensión de la ciudad con el desarrollo de nuevos centros comerciales como el Urban Center, el Omnicenter, Town Center o el mismo Antea.

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en una obra de regulación de drenaje pluvial, se denomina **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."**, se ubica en la subcuenca hidrológica Azteca Izquierda y contempla la construcción de un bordo de regulación a base de una cortina de mampostería con una longitud de 161 metros y altura de 7 metros, con sus respectivas obras hidráulicas complementarias como son la obra de excedencias y la obra de toma, el cual cuenta con una superficie de 43,840 m², con un Área de inundación de 65,115 m².

El objetivo principal del proyecto **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."** controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio.

Con el objeto de controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio, el presente proyecto contempla las siguientes acciones:

- Construcción de **cortina de mampostería** de 161 metros de longitud y 7 metros de altura.

- Construcción de **obra hidráulica complementaria la obra de excedencias** de 10 metros de largo por 1.5 m de alto.
- Construcción de **hidráulica complementaria la obra de toma** con un diámetro de 24 pulgadas.

A continuación, se detallan las características particulares del proyecto.

II.2.1 Programa General de Trabajo

El programa de trabajo se muestra en la siguiente tabla, en donde se establece el inicio y terminación de las diferentes fases que involucran el proyecto.

Las actividades a desarrollar durante las obras de construcción de la estación de servicio, comprenden un periodo de 5 meses, distribuidas en 4 secciones de obra. (**Anexo**)

Tabla II.9 Programa de ejecución de los trabajos

QUERETARO Comisión Estatal de Aguas

COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS
GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO
DIRECCIÓN DIVISIONAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Sistema: Drenaje Pluvial	Localidad: Santiago de Querétaro
Proyecto: "Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."	Municipio: Querétaro
Obra: Drenaje Pluvial	Empresa: CEA

Concepto	Meses						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Preparación de terrenos							
2. Movimiento de tierras							
3. Construcción de cortina y vertedor							
4. Obra de toma							

II.2.2 Preparación del sitio

Las actividades a desarrollar durante las obras de construcción del proyecto, comprenden un periodo de cinco meses, distribuidas en 4 partidas de obra.

Las obras a desarrollar en la realización del proyecto, así como los servicios de apoyo requeridos son:

Etapa de preparación del sitio:

Se cubrirán los conceptos de preparación de terrenos y movimientos de tierras. Estas actividades consistirán en realizar el desmonte del terreno para la construcción de la obra y el trazo y nivelación para desplante de estructuras.

1.- Preparación de terrenos:

La siguiente tabla muestra las actividades necesarias para llevar a cabo la preparación del terreno, así como indicar la superficie en la que se realizarán dichas actividades.

Tabla II.10 Descripción de las actividades a realizar para la etapa de preparación de terrenos

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
1. PREPARACIÓN DE TERRENOS			
1.1	**Desmontes**		
1.11	Desmonte de terreno para construcción de obra. [4]	m^2	1,117.27
1.2	**Trazo y nivelación**		
1.21	Trazo y nivelación para desplante de estructuras.	m^2	1,117.27

A continuación, se detalla en qué consisten las actividades requeridas en la etapa de preparación de terrenos:

DESMONTES: Este trabajo consiste en eliminar de acuerdo con lo señalado en el proyecto, toda vegetación existente en las áreas destinadas a la construcción de las obras, en las correspondientes a bancos de préstamo o almacenamiento de materiales de construcción y comprende alguna, algunas o todas las operaciones siguientes:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza que consiste en quitar la maleza, hierbas, zacate o residuos de las siembras.
- Desenraices, que consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando éstas, hasta una profundidad de sesenta (60) cm.
- Limpia que consiste en retirar el producto del desmonte al lugar que indique la Comisión, estibarlo y cubrir con tierra lo no utilizable, a criterio de la supervisión.

[4] Se presenta como Anexo digital el Catálogo de ´Especificaciones técnicas´ para mayor detalle de cada una de las actividades a realizar

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Las operaciones de desmonte deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

TRAZO Y NIVELACIÓN: Se entenderá por trazo y nivelación a las actividades involucradas con el trazo y la nivelación para definir puntos, distancias, ángulos y cotas requeridos para localizar, alinear y marcar los ejes horizontales y verticales de cortina, vertedor, obra de toma y demás trazas del proyecto en el campo por el contratista, partiendo de los planos del proyecto y datos que le serán suministrados, siendo de su total responsabilidad la localización general, alineamientos y niveles que se fijen, estableciendo bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir, así mismo en el alcance de este concepto está implícito la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos.

2.- Movimiento de tierras:

La siguiente tabla muestra las actividades necesarias para llevar a cabo el movimiento de tierras, así como indicar la superficie en la que se realizarán dichas actividades.

Tabla II.11 Descripción de las actividades a realizar para la etapa movimiento de tierras

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS			
2.1	**Excavaciones**		
2.11	Excavación a máquina en material "común" en seco, para desplante de estructuras.	m^3	1,280.25
2.12	Excavación a máquina en material "roca" en seco, para desplante de estructuras.	m^3	1,920.37
2.13	Carga de material producto de la excavación, a máquina.	m^3	3,200.62
2.14	Acarreo de material producto de la excavación, 1er.km.	m^3	3,200.62
2.15	Acarreo de material producto de la excavación, kilómetros subsecuentes.	m^3/km	38,407.39
2.16	Tendido y conformación de plataforma de material producto de las excavaciones con medios mecánicos en banco de tiro	m^3	3,200.62

A continuación, se detalla en qué consisten las actividades requeridas en la etapa de movimiento de tierras:

EXCAVACIONES: Operaciones que consisten en el afloje, afine a mano, extracción, remoción y traspaleo de materiales hasta el sitio que indique el Ingeniero, de acuerdo con lo fijado en el proyecto para construir, desplantar, alojar o que formen parte de las obras contempladas en el proyecto.

Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por "material común", la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico o equipo mecánico (retroexcavadoras o excavadoras con cucharón), sin que sea necesario el empleo de métodos para romper material de alta dureza (roca o tepetate consolidado), así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., cuyo diámetro sea igual o menor a 8", y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Se entenderá por "roca fija" la que se encuentra en mantos con dureza y con textura que solo pueda ser aflojada o resquebrajada con equipo mecánico, neumático, etcétera. También se consideran dentro de esta Clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta, o peñascos cuyo diámetro sea mayor a 8", que cubiquen en conjunto dentro de la sección de excavación más de 0.75 de metro cúbico, en caso contrario será considerado como material común.

CARGA CAMIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN O DESPALME: La suma de maniobras que se deban de realizar para cargar un camión con medios mecánicos o manuales, de material producto de excavación y otro tipo de materiales es lo que se valúa con la presente especificación, dentro de estos incluye las posibles maniobras, acarreos y manejos que se requieran.

Para el trabajo de carga del material producto de la excavación y/o despalme se deberá considerar la mano de obra, camión inactivo, maquinaria y equipo, necesarios para la recolección del material ubicado dentro de la zona de libre colocación o en aquella que señale la supervisión.

Se entenderá por zona de libre colocación, la faja de terreno comprendida dentro de un radio 60 (sesenta) metros.

Para clasificar material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar este compuesto por volúmenes parciales de material común y roca fija se determinará en forma estimativa el porcentaje en que cada uno de estos materiales interviene en la composición del volumen total.

ACARREOS DE MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN Y/O DESPALME: Se entenderá por acarreos de materiales al primer kilómetro y km subsecuentes a la transportación de los mismos desde el sitio de carga hasta el punto de tiro autorizado por el Ingeniero.

Personal aproximado a emplear durante el transcurso de la obra (ligado al programa de trabajo GANTT): Se presenta como **Anexo** para su mejor visualización, incluyendo la periodicidad, el cuadro básico de personal se muestra a continuación;

Tabla II.12 Personal requerido

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad
AYUDANTE007	AYUDANTE GENERAL	JOR	6,144.84993
CADENERO	CADENERO	JOR	3.99983
HERRERO	HERRERO	JOR	23.73805
HMENOR	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.03000
OF-AL	OFICIAL ALBAÑIL	jor	231.99200
OF03	OFICIAL ESPECIALIZADO	JOR	231.99200
OFICIALALBAÑ	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	5,105.93134
OFICIALPINTOI	PINTOR	JOR	24.06176
OFICIALPLOME	FONTANERO	JOR	20.35166
TOPOGRAFO	TOPOGRAFO	JOR	1.99991
H	HERRAMIENTA MENOR	(%)MO	0.03000
PRECONCRET	CONCRETO PREMEZCLADO (BOMBEABLE) R.N. F'C=200 KG/CM2 REV-14 CM. AGREGADO MÁXIMO 3/4"	m3	1,302.28350
PRECONCRET	BOMBEO DE CONCRETO DE 0.00 A 24.00 MTS.	M3	1,240.27000
PRECONCRET	BOMBEO DE CONCRETO DE 0.00 A 24.00 MTS.	M3	281.64650

Se presenta como **Anexo** para su mejor visualización, incluyendo la periodicidad, el cuadro básico del programa de utilización de maquinaria y equipo;

Tabla II.13 Maquinaria y equipo

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad
BOMBAPRUEBA	BOMBA PARA PRUEBA DE TUBERÍAS MARCA "MYMACO".	HR	65.41120
CAMIONVOLTEO	CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 7 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P.	HR	3,143.97625
COMPACTADOR7	COMPACTADOR MANUAL DE PLACA VIBRATORIA DYNAPAC CH-13 MOTOR DE GASOLINA 8 H.P.	HR	21.90438
COMPRESOR01	COMPRESOR PORTATIL	HR	18.35520
EQUIPOOXICORTE	EQUIPO DE CORTE DE OXI-ACETILENO CON ACCESORIOS HARRIS	HR	69.42961
EQUIPOSOLDAR	SOLDADOR DE ARCO ELECTRICO MILLER MODELO M1250 CD TRANSFORMADOR RECTIFICADOR	HR	85.21414
EQUIPTERMO0120	EQUIPO DE TERMOFUSIÓN CON MOTOR 12 H.P CON ACCESORIOS COMPLETOS, MCA TECHING	HR	30.83395
EXCAVADORA320	EXCAVADORA CATERPILLAR 320-B CON MARTILLO HIDRÁULICO	HR	255.98532
GRUAHIAB	GRÚA HIAB PARA UNA CAPACIDAD DE 15 TON.	HR	34.78265
MOTONIVELADOR1	MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120B MOTOR DIESEL DE 125 H.P.	HR	16.00310
MOTOSIERRA	MOTOSIERRA STIHL MS381 BARRA DE 30"	hora	0.44691
NIVEL	NIVEL PARA MEDICIÓN K-E, TIPO DUMPY, MODELO 503	HR	22.34540
PAYLODER4	CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS CATERPILLAR 950B MOTOR DIESEL 155 H.P.	HR	29.12564
RETROEXCAVA215	EXCAVADORA CATERPILLAR 215 SA CAPACIDAD DE 380 A 960 LITROS MOTOR DIESEL DE 90 H.P.	HR	329.75984
REVOLVEDORA03	REVOLVEDORA PARA CONCRETO MIPSA-KOHLER R-10 8 H.P. 1 SACO	HR	183.57657
TRACTORD8	TRACTOR DE CADENAS CATERPILLAR D8L MOTOR DIESEL DE 335 H.P.	HR	31.92040
TRANSITO	TRANSITO PARA MEDICION K-E, MODELO CH5	HR	22.34540
VIBRADOR02	VIBRADOR PARA CONCRETO DYNAPAC-KOHLER K-91 4 H.P. LONGITUD 14 PIES INCLUYE OPERACION	HR	1,405.89781
PRECONCRETO070	CONCRETO PREMEZCLADO (BOMBEABLE) R.N. F'C=200 KG/CM2 REV-14 CM. AGREGADO MÁXIMO 3/4"	m3	1,302.28350
PRECONCRETO150	BOMBEO DE CONCRETO DE 0.00 A 24.00 MTS.	M3	1,240.27000
PRECONCRETOBOME	BOMBEO DE CONCRETO DE 0.00 A 24.00 MTS.	M3	281.64650

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Las obras provisionales que serán necesarias durante las etapas de preparación del sitio y construcción son las siguientes:

- Delimitación de áreas de trabajo
- Rescate y reubicación de fauna y flora
- Instalación de áreas temporales de trabajo.
- Instalación de sanitarios portátiles para el uso del personal tipo "Sanirent" (un sanitario portátil por cada 25 empleados).
- Señalización de accesos y salidas de camiones de carga
- Colocación de contenedores de basura para ser recolectados por una empresa especializada
- Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación
- Implementación del programa de manejo de residuos
- Mantenimiento de áreas de conservación
- Implementación del programa de conservación de suelos.

II.2.4 Etapa de construcción

El proyecto se denomina **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."**, se trata de una obra de regulación de drenaje pluvial y consiste en la construcción de un bordo de regulación a base de una cortina de mampostería con una longitud de 161 metros y altura de 7 metros, con sus respectivas obras hidráulicas complementarias como son la obra de excedencias y la obra de toma.

Con el objeto de controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio, se realizarán en la etapa de construcción las siguientes acciones:

- Construcción de **cortina de mampostería** de 161 metros de longitud y 7 metros de altura.
- Construcción de **obra hidráulica complementaria la obra de excedencias** de 10 metros de largo por 1.5 m de alto.
- Construcción de **hidráulica complementaria la obra de toma** con un diámetro de 24 pulgadas.

II.2.4.1 Descripción de la etapa del Proceso constructivo:

La construcción de las obras hidrosanitarias se apegará a las normas y especificaciones que marque el manual para las instalaciones de agua potable de la CEA.

En todas las líneas y redes de agua potable, deberá colocarse una cinta plástica dentro de la zanja que contenga la leyenda CEA-línea de conducción de agua potable tel (442) 211 0066, en color azul rey, esta deberá ser colocada en forma longitudinal al interior de la zanja a 40 cm de profundidad y posteriormente se continuará con el relleno de la zanja de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."

3.- Construcción de cortina y vertedor:

La siguiente tabla muestra las actividades necesarias para llevar a cabo la construcción de cortina y vertedor, así como indicar la superficie en la que se realizarán dichas actividades.

Tabla II.14 Descripción de las actividades a realizar para la etapa de la construcción de cortina y vertedor

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
3. CONSTRUCCIÓN DE CORTINA Y VERTEDOR			
3.1	**Estructuras de mampostería**		
3.11	Construcción de cuerpo de cortina a base de mampostería de 3era clase.	m^3	19,223.95
3.12	Construcción de cuerpo de cortina a base de mampostería de 1era clase.	m^3	572.32
3.2	**Estructuras de concreto**		
3.21	Suministro y colocación de concreto ciclópeo hecho en obra f´c=200 kg/cm2.	m^3	1,159.96
3.22	Suministro y colocación de concreto premezclado (bombeado) resistencia normal f´c=200 kg/cm^2, tamaño máximo de agregado 3/4", rev. 14 cm.) incluye aditivo inclusor de aire para concreto que cumpla con la norma ASTM C-260 Alto desempeño.	m^3	1,240.27
3.23	Suministro y colocación de concreto hecho en obra resistencia normal f´c=200 kg/cm^2, tamaño máximo de agregado 3/4", rev. 14 cm. incluye aditivo inclusor de aire para concreto que cumpla con la norma ASTM C-260 Alto desempeño.	m^3	25.31

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
3.24	Suministro y colocación de concreto premezclado (bombeado) resistencia normal f´c=250 kg/cm^2, tamaño máximo de agregado 3/4", rev. 14 cm. incluye aditivo inclusor de aire para concreto que cumpla con la norma ASTM C-260 Alto desempeño.	m^3	261.77
3.25	Suministro y colocación de concreto hecho en obra resistencia normal f´c=250 kg/cm^2 y tamaño máximo de agregado 3/4". incluye aditivo inclusor de aire para concreto que cumpla con la norma ASTM C-260 Alto desempeño.	m^3	5.34
3.28	Suministro, habilitado y armado del acero de refuerzo, Fy = 4200 kg/cm2, de 1/2" de diámetro (# 4).	ton	21.06
3.29	Suministro, habilitado y armado del acero de refuerzo, Fy = 2300 kg/cm2, de alambrón de 1/4" de diámetro.	ton	0.52
3.30	Plantilla de concreto simple f'c=100 kg/cm2. de 10 cm de espesor.	m^2	71.66
3.3	**Juntas y Sellos en estructuras de concreto**		
3.31	Suministro y colocación de banda de cloruro de polivinilo de 15cm ancho.	m	185.00
3.32	Suministro y colocación de junta a base de material comprimible.	m^2	140.00

A continuación, se detalla en qué consisten las actividades requeridas en la etapa de la construcción de cortina y vertedor:

ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA: Se entenderá por estructura de mampostería a la obra formada por fragmentos de roca sana unidas con mortero cemento arena con la proporción indicada en el proyecto, producto de excavaciones previas o bancos de préstamo.

Se requiere que la piedra utilizada para la construcción de la cortina y vertedor, tenga una resistencia promedio a la compresión de 1,600.00 kg/cm² y una densidad promedio de 2.75, deberá ser de buena calidad, homogénea, fuerte, durable y resistente al intemperismo, sin grietas ni partes alteradas, sus dimensiones serán fijadas por el Ingeniero tomando en cuenta las dimensiones de la estructura correspondiente. No se admitirán piedras de forma redondeada.

La construcción de la cortina y vertedor se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje natural de las misma.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO: Se entenderá por concreto, el producto endurecido resultante de la combinación y mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos en proporciones adecuadas, pudiendo o no tener aditivos para su mejoramiento.

La construcción de estructuras y el revestimiento de canales con concreto, deberá hacerse de acuerdo con las líneas, elevaciones y dimensiones que señale el proyecto y/u ordene el Ingeniero. Las dimensiones de las estructuras que señale el proyecto quedarán sujetas a las modificaciones que ordene el Ingeniero cuando así lo crea conveniente. El concreto empleado en la construcción, en general, deberá tener una resistencia a la compresión por lo menos igual al valor indicado para cada una de las partes de la obra, conforme a los planos y estipulaciones del proyecto, para lo cual la Contratista deberá presentar las pruebas de resistencia correspondientes. El Contratista deberá proporcionar las facilidades necesarias para la obtención y manejo de muestra representativas para pruebas de concreto en las plantas mezcladoras.

SUMINISTRO HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO: Se entenderá por suministro Y colocación de acero de refuerzo al conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de fierro de refuerzo utilizadas para la formación de concreto reforzado.

El acero de refuerzo que proporcione el Contratista, deberá llenar los requisitos señalados para ese material en la Norma B-6-1955 de la Dirección General de Normas.

La varilla de alta resistencia deberá satisfacer los requisitos señalados para ella en las Normas A-431 y A-432 de la A.S.T.M.

El acero de refuerzo deberá ser enderezado en la forma adecuada, previamente a su empleo en las estructuras.

Las distancias a que deban colocarse las varillas de refuerzo que se indiquen en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas, deberán ser las que se consignan en los planos o las que ordene el Ingeniero.

Antes de proceder a su colocación, las superficies de las varillas y de los soportes metálicos de éstas, deberán limpiarse de óxido, polvo, grasa u otras substancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

Las varillas deberán ser colocadas y aseguradas exactamente en su lugar, por medio de soportes metálicos, etc., de manera que no sufran movimientos durante el vaciado del concreto y hasta el fraguado inicial de éste. Se deberá tener el cuidado necesario para aprovechar de la mejor manera la longitud de las varillas de refuerzo.

SUMINISTRO E INSTALACION DE BANDA FLEXIBLE DE PVC: Se entenderá por suministro de banda flexible de PVC, el que haga el contratista o proveedor de aquellas que se requiera para el sello retenedor de agua en juntas frías por diseño constructivo en elementos de concreto.

Las bandas a suministrar deberán ser fabricadas a base de cloruro de vinilo (PVC) en forma de tira continua, de gran flexibilidad y elasticidad.

Su diseño deberá contener dos semibulbos y un bulbo central para que permitan soportar movimientos de las estructuras.

SUMINISTRO E INSTALACION DE JUNTA DE EXPANSIÓN: Se entenderá por suministro de junta de expansión, el que haga el contratista o proveedor de aquellas que se requiera como relleno premoldeado para juntas de expansión a base de fibras de celulosa impregnada con asfaltos especiales y conservadores para formar un cojín comprimible que sirva de relleno y base para selladores elásticos.

La siguiente figura muestra el perfil del eje de la cortina, en la cual se indica la elevación de la cortina y el vertedor;

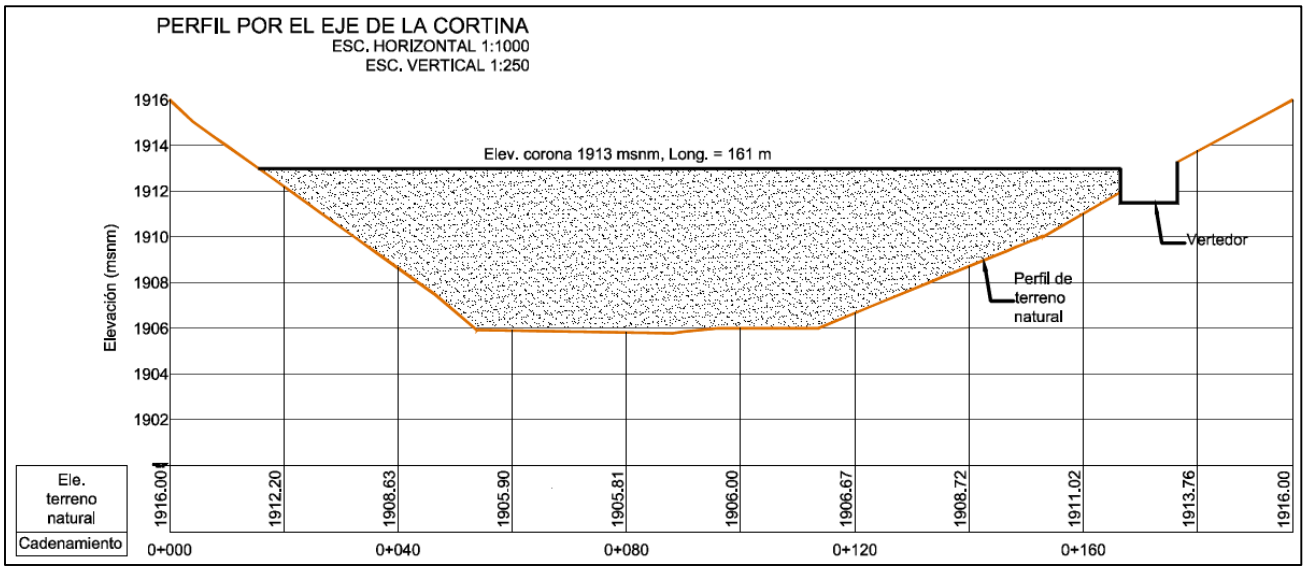


Figura II.11 Perfil por el Eje de la Cortina

La siguiente tabla muestra las coordenadas del cimacio[5];

Tabla II.15 Coordenadas del Cimacio

COORDENADAS DEL CIMACIO		
H = 0.50 m		
Punto	**X**	**Y**
0	0.00	0.000

[5] CIMACIO: Es una moldura curva en forma de S, con función tanto estética como estructural. Su sección se compone de dos arcos de circunferencia enlazados tangencialmente.

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3579118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

COORDENADAS DEL CIMACIO		
H = 0.50 m		
Punto	X	Y
1	0.10	0.015
2	0.20	0.053
3	0.30	0.109
4	0.40	0.181
5	0.50	0.270
6	0.60	0.374
P.T.	0.70	0.491
Xc = 0.10 m Yc = 0.02 m R = 0.23 m		
Unidades en metros		

Estructuras de concreto

Las siguientes figuras muestran las especificaciones y características de los parapetos[6] aguas arriba y aguas abajo;

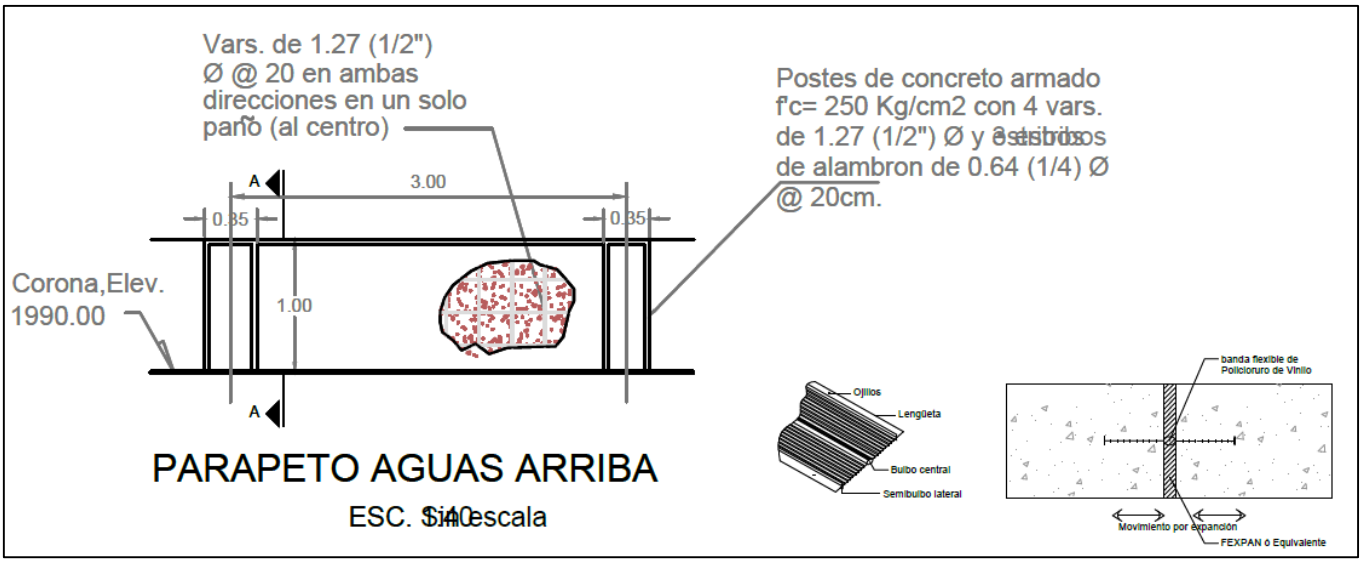


Figura II.12 Parapeto aguas arriba

[6] PARAPETO: Es un elemento arquitectónico de protección que sirve para evitar la caída al bordo de personas.

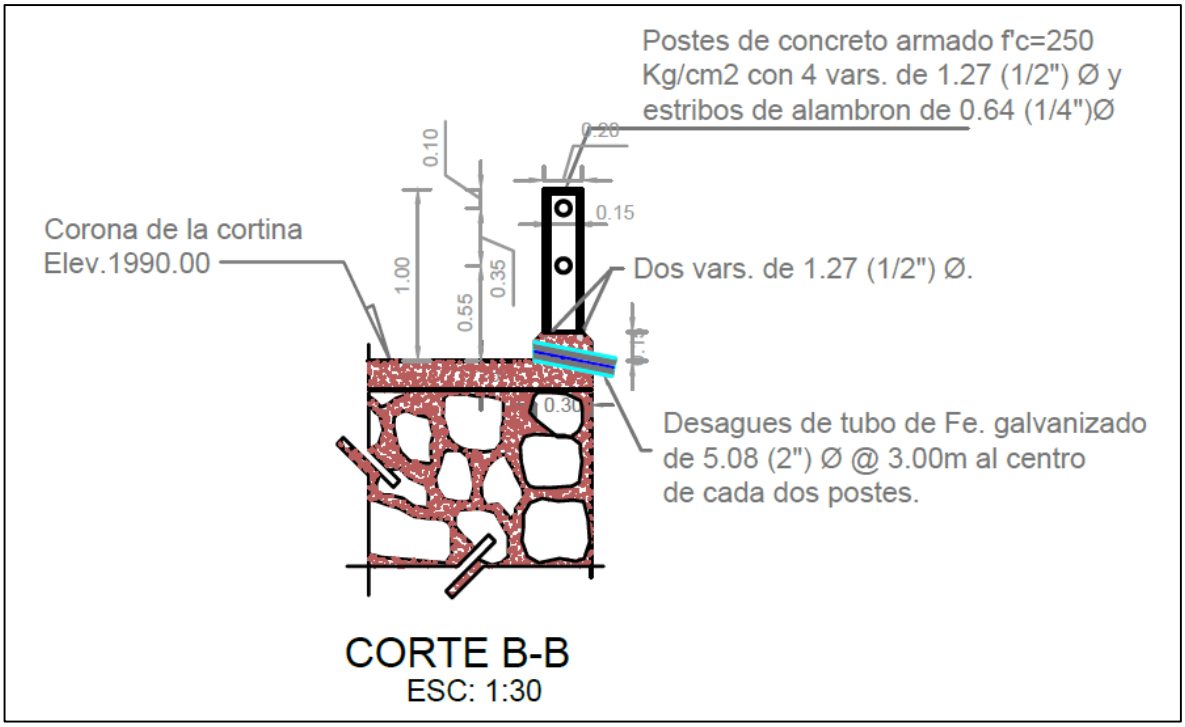


Figura II.13 Corte B-B

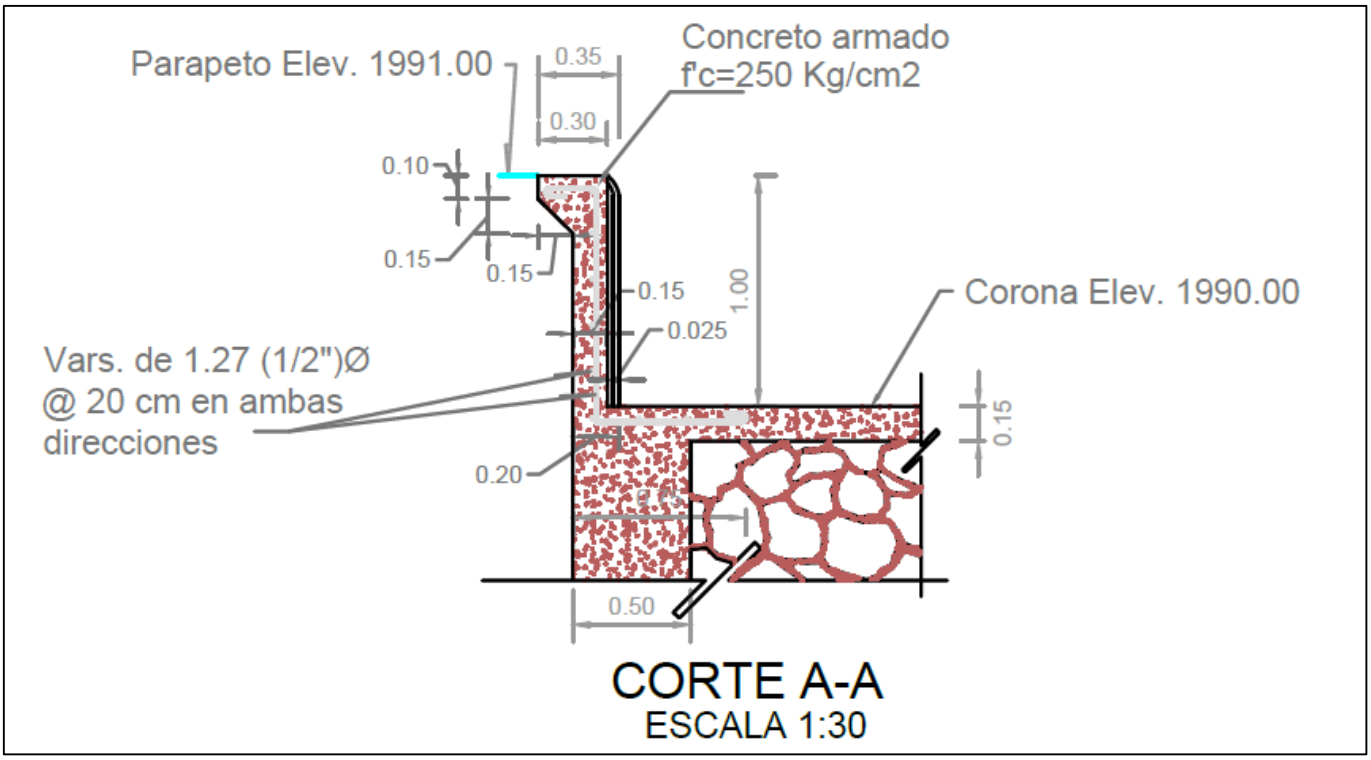


Figura II.14 Corte A-A

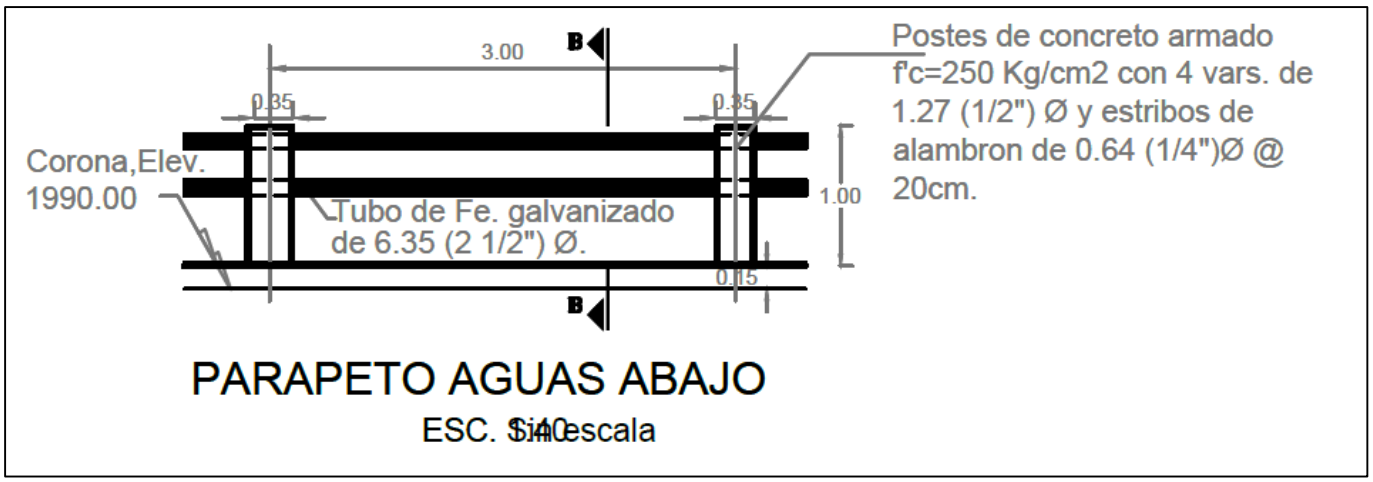


Figura II.15 Parapeto aguas abajo

DETALLES ADICIONALES VERTEDOR

Las figuras II.16 a la II.18 muestran los detalles adicionales del vertedor, así como la sección vertedora de la cortina, el NAMO[7], el muro guía del vertedor, la corona de la cortina y los postes de concreto;

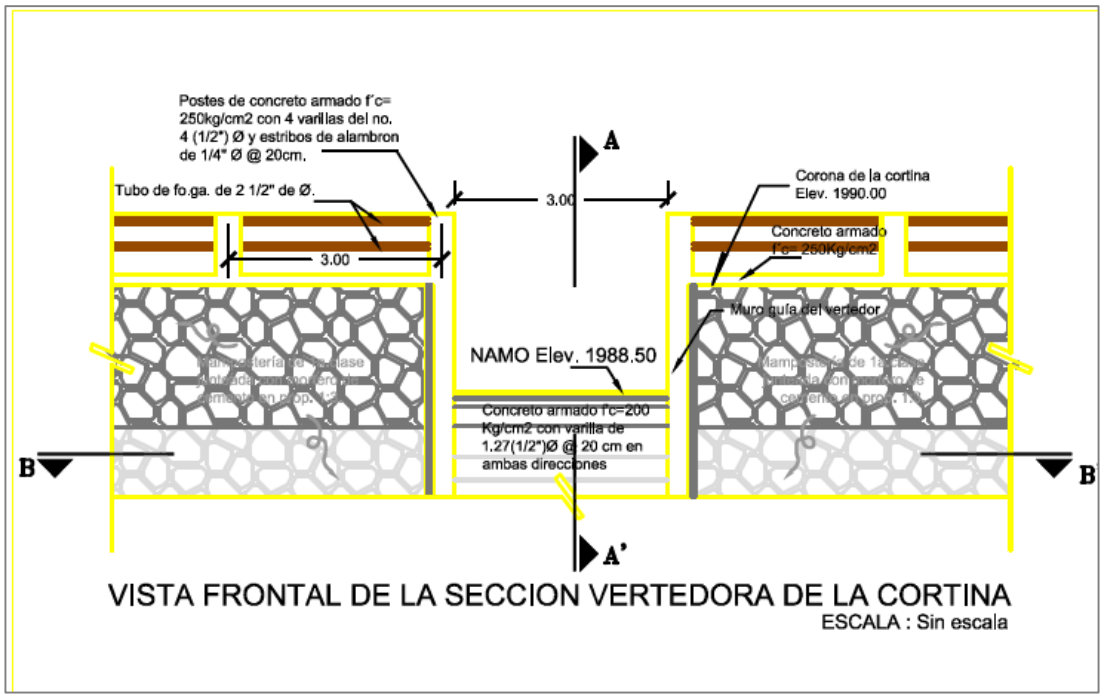


Figura II.16 Vista frontal de la sección vertedora de la cortina

[7] NAMO: La operación del bordo se lleva a cabo entre el NAMINO (Nivel de Aguas Mínimas de Operación) y el NAMO, que es el máximo nivel con que se puede operar el bordo para satisfacer las demandas; cuando el vertedor de excedencias no es controlado por compuertas, el NAMO coincide con su cresta o punto más alto del vertedor.

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

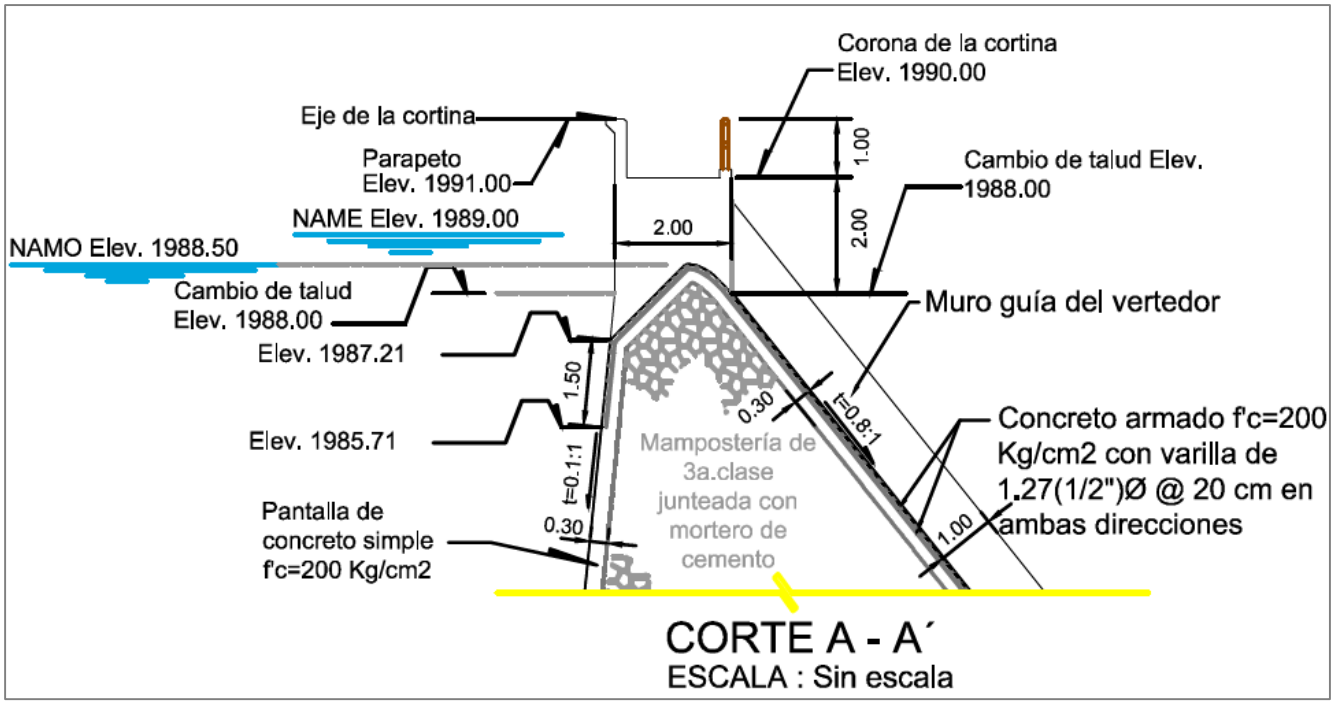


Figura II.17 Corte A-A'

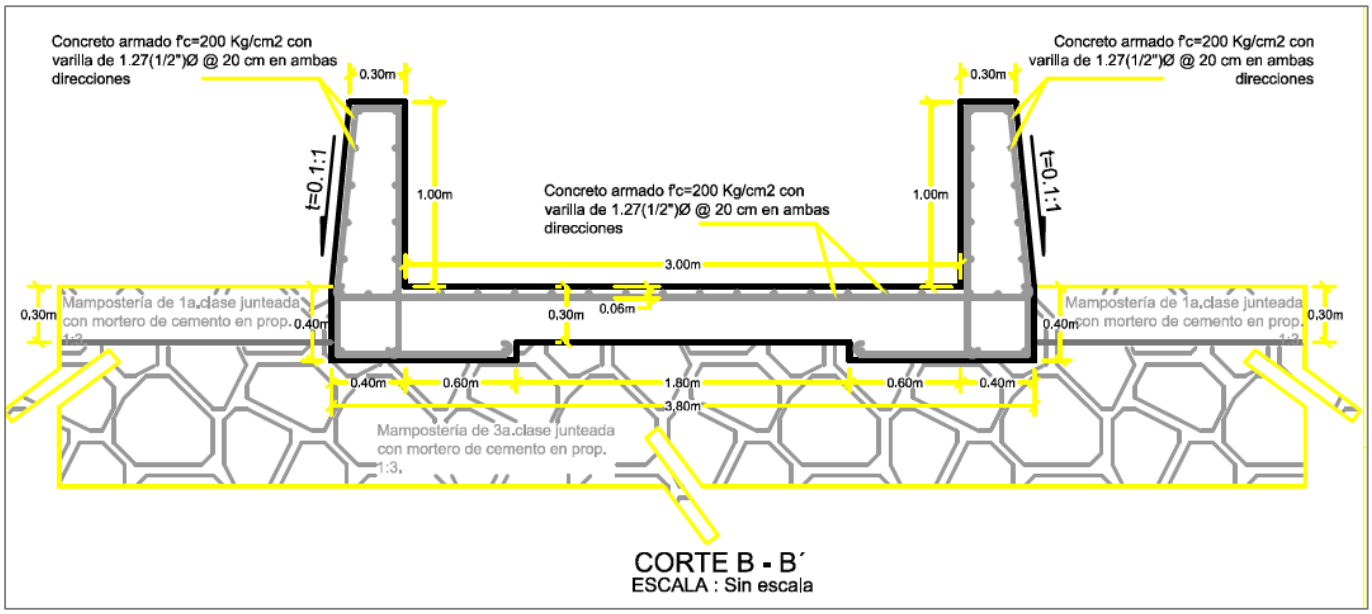


Figura II.18 Corte B-B'

DETALLE ADICIONALES DE PARAPETOS

Las figuras II.19 a la II.21 muestran los detalles adicionales de los parapetos de la cortina, así como la sección vertedora de la cortina, el NAMO, el muro guía del vertedor, la corona de la cortina y los postes de concreto;

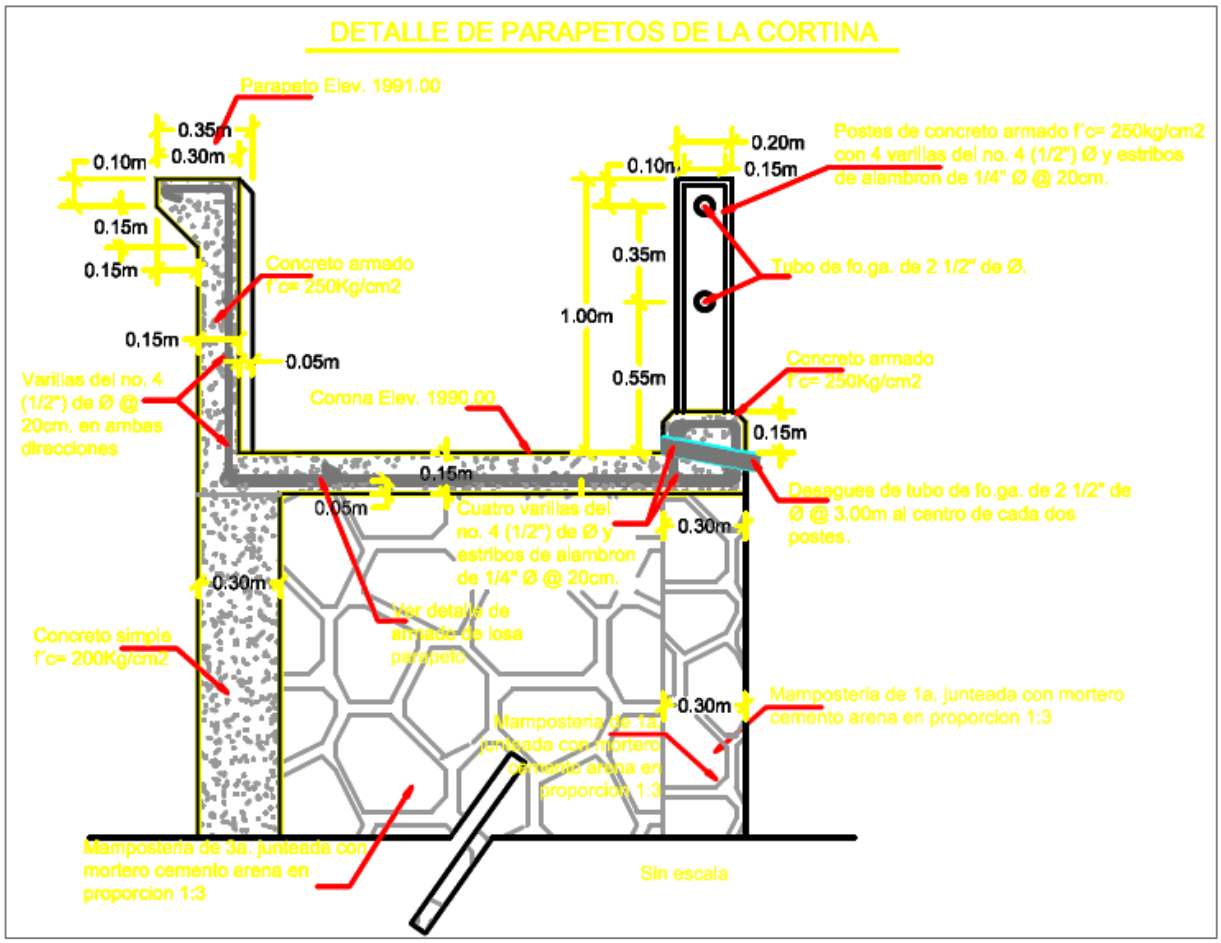


Figura II.19 Detalle de parapetos de la cortina

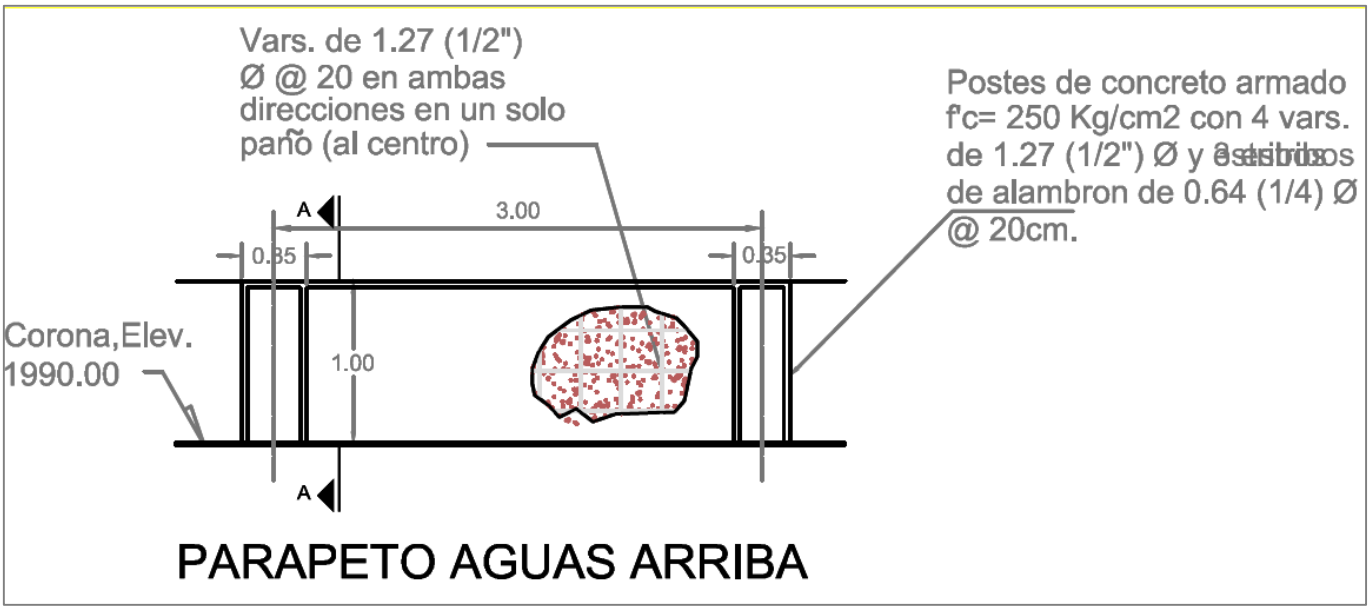


Figura II.20 Parapeto aguas arriba

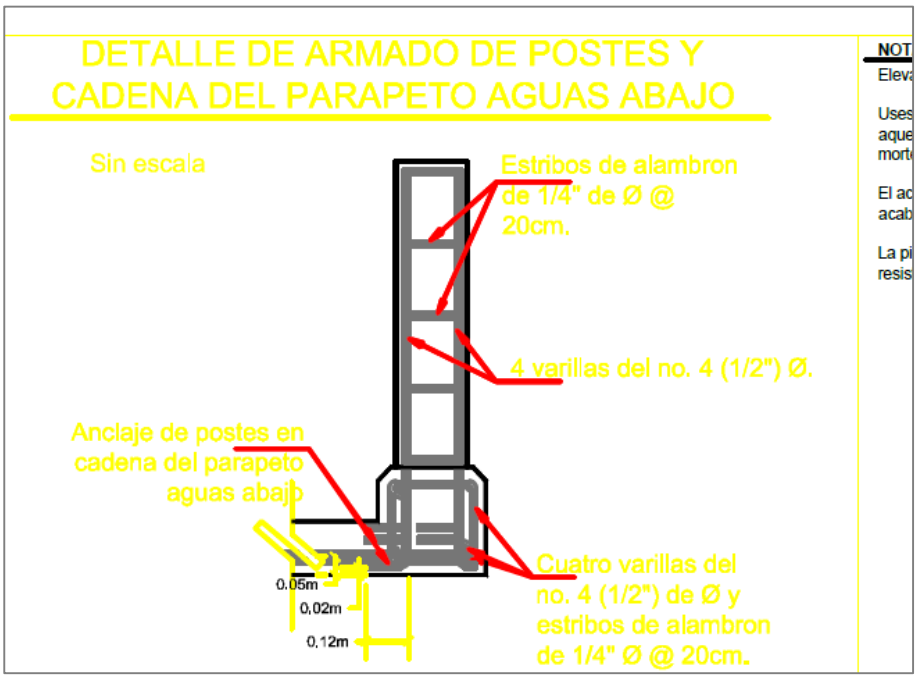


Figura II.21 Detalle de armado de postes y cadena del Parapeto aguas abajo

Para el correcto funcionamiento del proyecto se requiere la realización de obras hidráulicas como son la construcción de obra de toma y la colocación de los barandales y letreros indicativos, mismas que serán detalladas en la sección II.2.6 descripción de obras asociadas al proyecto.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Una vez finalizado el proyecto será entregado al organismo operador que será responsable de la etapa de operación y mantenimiento.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

4.- Construcción de obra de toma:

La siguiente tabla muestra las actividades necesarias para llevar a cabo la construcción de obra de toma, así como indicar la superficie en la que se realizarán dichas actividades.

Tabla II.16 Descripción de las actividades a realizar para la etapa de la construcción de obra de toma

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
5. CONSTRUCCIÓN DE OBRA DE TOMA			
5.1	**Fontanería**		
5.11	Suministro e instalación de tubería de acero liso biselado de 30" ø con costura longitudinal, grado B, ASTM A-53, espesor de pared 1/4".	m	95.60
5.12	Suministro e instalación de válvula de mariposa de hierro fundido, diámetro nominal de 30"; extremos bridados ANSI B16.1 CLASE 125; para una presión de trabajo de 150 psi.	pza	1.00
5.13	Fabricación de estructuras de acero en obra de toma.	ton	0.17
5.14	Suministro brida acero soldable (150 lbs) de 30".	pza	2.00
5.15	Suministro empaque de neopreno de 30".	pza	2.00
5.16	Suministro tornillo cabeza y tuerca hexagonal de 1 1/2 x 8 3/4".	pza	56.00
5.17	Fabricación, suministro e instalación de abrazadera tipo omega, para tubería de 30" de diámetro a base de solera de 5x3/8".	pza	1.00
5.18	Instalación de piezas de acero.	kg	1,015.38
5.19	Suministro e instalación de marco con tapa hierro fundido dúctil tipo pesado de 80 cm de diámetro. Incluye: materiales, mano de obra y equipo cumpliendo especificación	pza	1.00
5.20	Suministro e instalación de escalón marino encapsulado a alta presión de polipropileno.	pza	16.00
5.201	Cama de arena para asentar tubería. Incluye: el suministro del material, maniobras y acarreos locales, así como la mano de obra.	m^3	10.52
5.202	Relleno compactado al 95% proctor con medios mecánicos con material de banco (tepetate) en capas de 20cm De espesor. Incluye la selección, volteo y adición del agua necesaria. (incluye el suministro de tepetate).	m^3	109.50

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
5.2	**Estructuras de concreto en obra de toma**		
5.21	Suministro y colocación de concreto premezclado (bombeado) resistencia normal f´c=200 kg/cm^2, tamaño máximo de agregado 3/4", rev. 14 cm.	m^3	18.93
5.22	Suministro y colocación de concreto premezclado (bombeado) resistencia normal f´c=250 kg/cm^2, tamaño máximo de agregado 3/4", rev. 14 cm.	m^3	5.20
5.25	Suministro, habilitado y armado del acero de refuerzo, Fy = 4200 kg/cm2, de 1/2" de diámetro (# 4) para construcción de estructuras en obra de toma.	ton	0.55
5.26	Cimentación a base de mampostería de 3era Clase junteada con mortero en proporción 1:3.	m^3	4.80
5.3	**Silletas**		
5.31	Suministro y colocación de concreto hecho en obra resistencia normal f´c=150 kg/cm2 y tamaño máximo de agregado 3/4".	m^3	2.73
5.32	Suministro, habilitado y armado del acero de refuerzo, Fy = 4200 kg/cm2, de 3/8" de diámetro (# 3) para construcción de estructuras en obra de toma.	ton	0.06

A continuación, se detalla en qué consisten las actividades requeridas en la etapa de la construcción de obra de toma:

SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA DE ACERO: La tubería suministrada por el Contratista deberá satisfacer los requisitos establecidos por ASTM A-53 grado "B" referente a la composición química, propiedades mecánicas, dimensiones, inspección no destructiva, prueba hidrostática, etc., y deberá cumplir las indicaciones de carácter complementario que aparecen en el párrafo Fabricación, que predominaran sobre lo establecido en la norma antes señalada.

Por otra parte, el proveedor entregará certificados de calidad tanto de cada placa que utilice en la fabricación, al momento de recibirla, como de la tubería al suministrarla, anexando a ésta documentación de copia de todos los registros de inspección, así como de la calificación de los procedimientos de la fabricación. Estos últimos deberán ser mostrados a los supervisores de la Comisión anticipadamente para su aprobación, reservándose ésta el derecho de verificar sin costo alguno para el proveedor si dichos procedimientos son adecuados.

SUMINISTRO DE VÁLVULA DE MARIPOSA PARA UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 150 PSI (10.5 kg/cm²) DE 2" A 48": Se entenderá por suministro de válvula de mariposa, al número de unidades que el proveedor entregue en el almacén de la comisión o en lugar que indique el ingeniero.

FABRICACION DE ESTRUCTURAS DE ACERO EN OBRA DE TOMA: Se entenderá por fabricación de estructuras de acero en obra de toma, el conjunto de todas las maniobras y trabajos que deba ejecutar el Contratista, para la elaboración del portal de entrada de la obra de toma de la cortina, así como el soldado de anclas a la tubería de descarga de la obra de toma o en el sitio que designe la Comisión.

Para la fabricación de las estructuras se deberá emplear soldadura eléctrica como fondo e 6010 y e 7018 paso caliente dejando libre de escoria en cada una de las aplicaciones, garantizando que la soldadura quede libre de poro.

SUMINISTRO DE BRIDAS DE ACERO SOLDABLE: Se entenderá por suministro de bridas de acero soldable, el que haga el contratista o proveedor de aquellas que se requiera como para la unión de piezas especiales, válvulas o cualquier elemento que cuente con extremos bridados a tuberías o piezas especiales que puedan ser sujetas mediante soldadura eléctrica.

Las bridas a suministrar deberán ser tipo Cuello deslizable (slip on).

SUMINISTRO DE EMPAQUE DE NEOPRENO: Se entenderá por suministro de empaque de neopreno, al número de unidades que el contratista suministre en obra, para el sello entre bridas necesarias para la unión de piezas en los sistemas de agua potable, cumpliendo las normas y especificaciones que señale el proyecto.

SUMINISTRO DE TORNILLERIA: Se entenderá por suministro de tornillería, al número de unidades que el contratista suministre en obra, para la unión de piezas necesarias en los sistemas de agua potable, cumpliendo las normas y especificaciones que señale el proyecto, así como el conjunto de operaciones que deberá realizar el Contratista para colocar según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, las válvulas y piezas especiales que formen parte de redes de distribución de agua potable.

FABRICACION, SUMINISTRO E INSTALACION DE ABRAZADERA TIPO OMEGA: Se entenderá por fabricación, suministro e instalación de abrazadera tipo omega, al número de unidades que el contratista suministre y coloque en obra, necesarias para la sujeción de la tubería a silletas o elementos de concreto.

Las abrazaderas a suministrar e instalar deberán cumplir con las siguientes características:

- La abrazadera deberá ser fabricada a base de solera de 5"x3/8" con dimensiones de acuerdo al diámetro de la tubería a sujetar.
- Se deberá colocar un recubrimiento anticorrosivo primer antes de la instalación, deberá contener un anillo de caucho de 1/8" de espesor del mismo ancho de la solera.

- La instalación será mediante dos espárragos de 1 ¼"x16" con 2 tuercas hexagonales de 1 ¼", los cuales deberán ser anclados a una silleta de concreto reforzado según dimensiones de proyecto**.**

INSTALACION DE PIEZAS DE ACERO: Se entenderá por instalación de piezas de acero al conjunto de todas las maniobras y trabajos que deba ejecutar el Contratista, para la debida instalación de las piezas de acero en las diferentes estructuras de la obra de toma, o en el sitio que designe la Comisión.

Se entenderá por piezas de acero a las estructuras de acero fabricadas en el lugar de las obras, así como las bridas necesarias para la unión de válvulas, piezas especiales bridadas y todo aquel elemento con extremos bridados.

SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONTRAMARCO MARCO Y TAPA DE HFD: Se entenderá por suministro de marco con tapa de hierro fundido dúctil, al número de unidades que el proveedor entregue en el almacén de la Comisión o en el lugar donde indique el Ingeniero.

SUMINISTRO Y COLOCACION DE ESCALON MARINO DE POLIPROPILENO ENCAPSULADO A ALTA PRESION: Se entenderá por suministro y colocación de escalón marino encapsulado a alta presión de polipropileno, el que haga el contratista o proveedor al conjunto de acciones que se requieran para la debida colocación de los escalones en cajas de válvulas o en el sitio que designe la Comisión.

El escalón marino deberá ser fabricado a base de encapsular a alta presión polipropileno sobre un alma de acero de 12mm, resistente a la corrosión garantizando la duración de más de 1000 horas en la cámara de niebla salina, sin presentar poros ni fisuras donde se pueda introducir la niebla salina y la humedad, resistente a la abrasión y aislante a la corriente eléctrica, además deberá soportar una deformación elástica de 5mm para un peso de hasta 200kg, la superficie de apoyo de piso deberá ser antiderrapante, tope efectivo para ajuste a la pared, extremos de anclaje redondos y ligeramente cónicos.

La colocación deberá ser por medio de barrenos de 25mm de diámetro al muro donde será colocado, se introducirán las puntas del escalón y se golpeará con un mazo alternativamente cada extremo hasta alcanzar la profundidad total, colocando una madera para su protección y no deteriorar así el escalón, la distancia vertical no deberá exceder los 30 cm para su óptimo funcionamiento.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO: Se entenderá por concreto, el producto endurecido resultante de la combinación y mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos en proporciones adecuadas, pudiendo o no tener aditivos para su mejoramiento.

La construcción de estructuras y el revestimiento de canales con concreto, deberá hacerse de acuerdo con las líneas, elevaciones y dimensiones que señale el proyecto y/u ordene el Ingeniero. Las dimensiones de las estructuras que señale el proyecto quedarán sujetas a las modificaciones que ordene el Ingeniero cuando así lo

crea conveniente. El concreto empleado en la construcción, en general, deberá tener una resistencia a la compresión por lo menos igual al valor indicado para cada una de las partes de la obra, conforme a los planos y estipulaciones del proyecto, para lo cual la Contratista deberá presentar las pruebas de resistencia correspondientes. El Contratista deberá proporcionar las facilidades necesarias para la obtención y manejo de muestra representativas para pruebas de concreto en las plantas mezcladoras.

SUMINISTRO HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO: Se entenderá por suministro Y colocación de acero de refuerzo al conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de fierro de refuerzo utilizadas para la formación de concreto reforzado.

El acero de refuerzo que proporcione el Contratista, deberá llenar los requisitos señalados para ese material en la Norma B-6-1955 de la Dirección General de Normas.

La varilla de alta resistencia deberá satisfacer los requisitos señalados para ella en las Normas A-431 y A-432 de la A.S.T.M.

El acero de refuerzo deberá ser enderezado en la forma adecuada, previamente a su empleo en las estructuras.

ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA: Se entenderá por estructura de mampostería a la obra formada por fragmentos de roca sana unidas con mortero cemento arena con la proporción indicada en el proyecto, producto de excavaciones previas o bancos de préstamo.

Los materiales que se empleen en la formación de cortina y vertedor serán aquellos que señale el proyecto.

Se requiere que la piedra utilizada para la construcción de la cortina y vertedor, tenga una resistencia promedio a la compresión de 1,600.00 kg/cm² y una densidad promedio de 2.75, deberá ser de buena calidad, homogénea, fuerte, durable y resistente al intemperismo, sin grietas ni partes alteradas, sus dimensiones serán fijadas por el Ingeniero tomando en cuenta las dimensiones de la estructura correspondiente. No se admitirán piedras de forma redondeada.

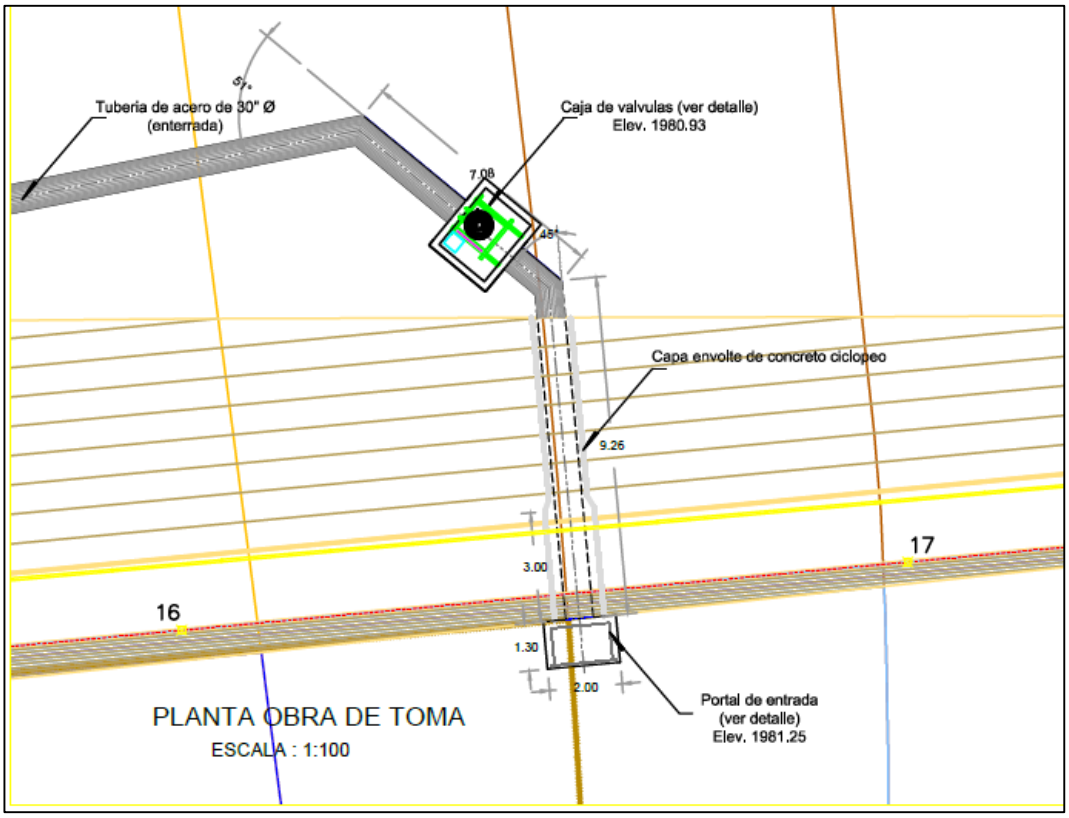


Figura II.22 Planta obra de Toma

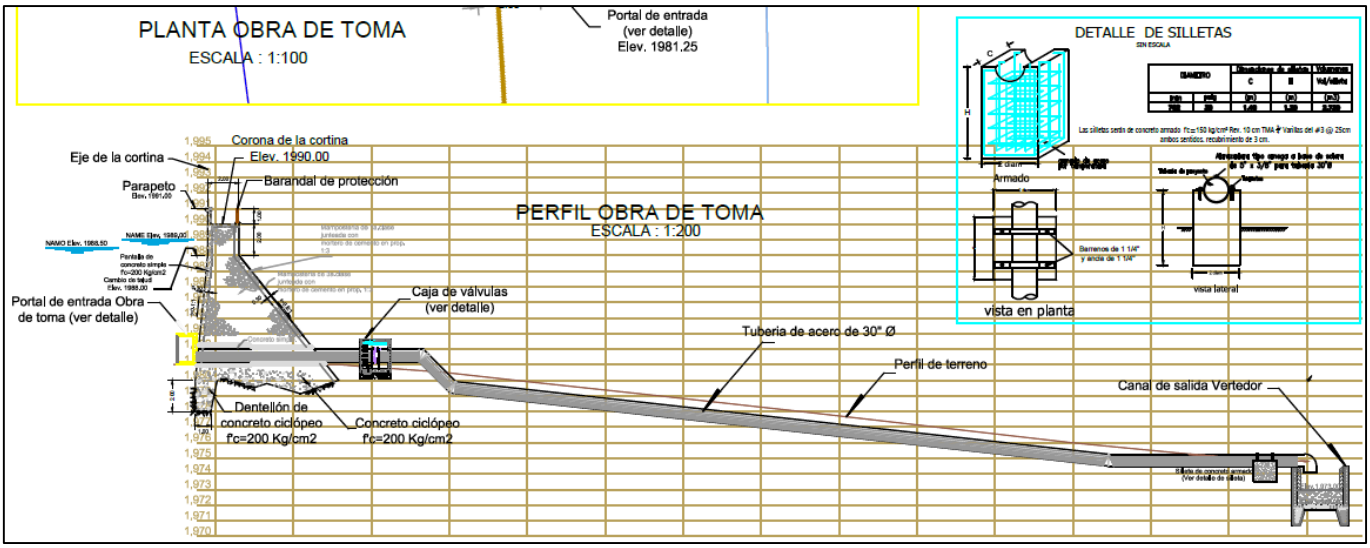


Figura II.23 Detalle de silletas

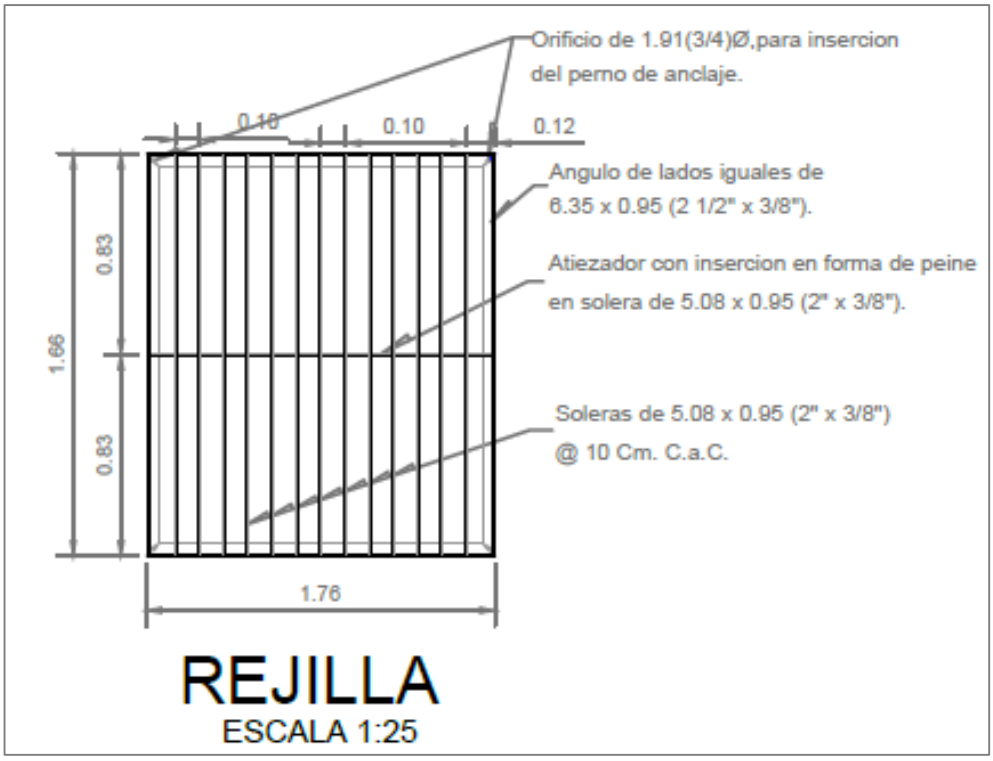


Figura II.24 Rejilla (Escala 1:25)

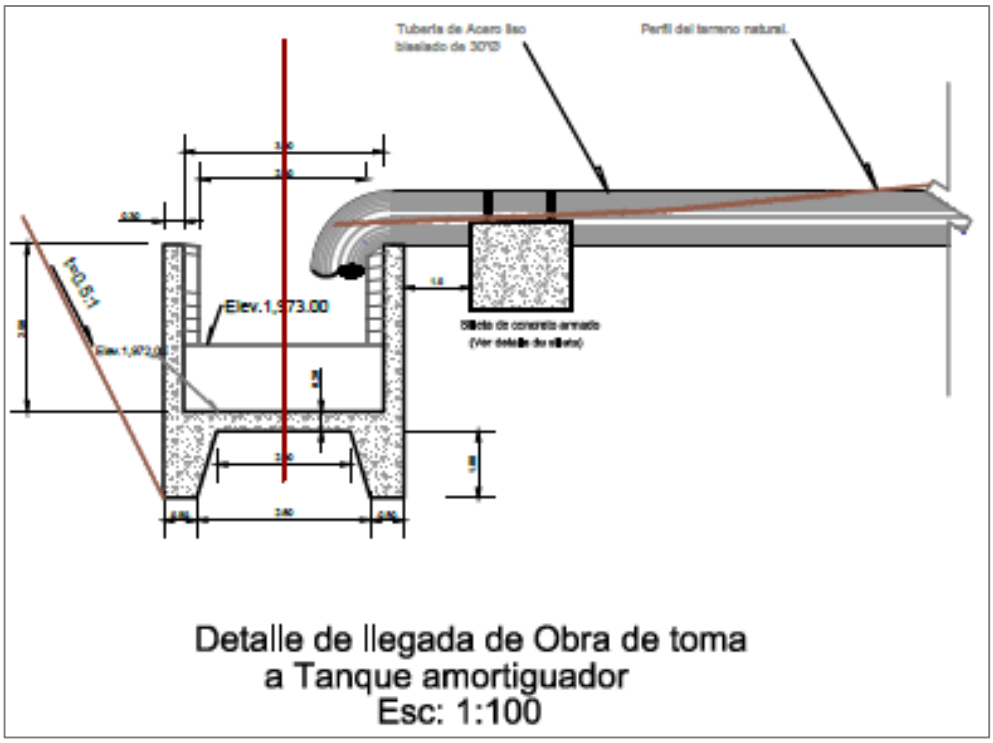


Figura II.25 Detalle de llegada de Obra de toma a Tanque amortiguador

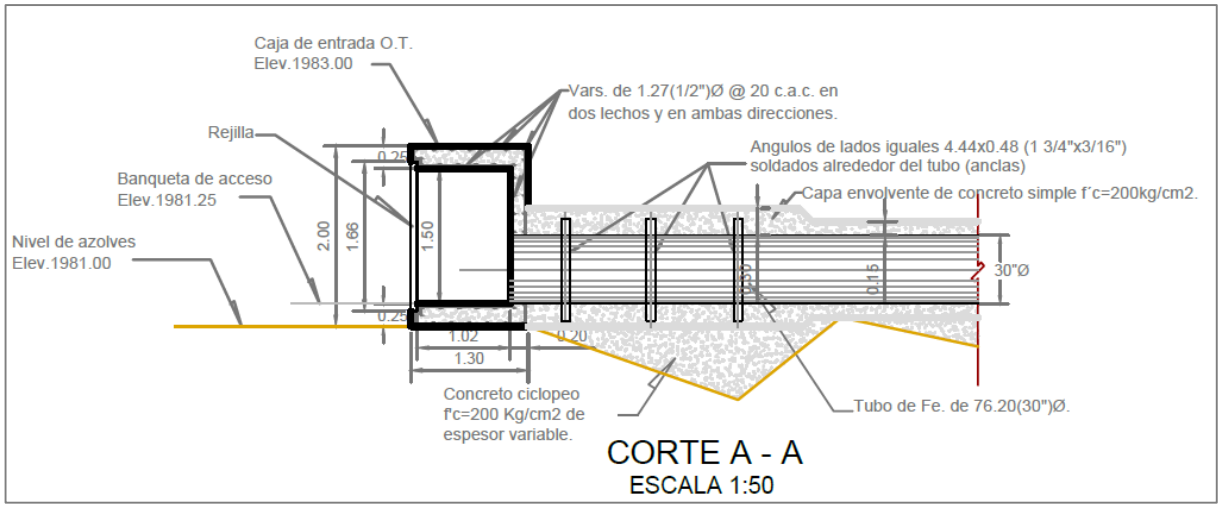


Figura II.26 Corte A-A

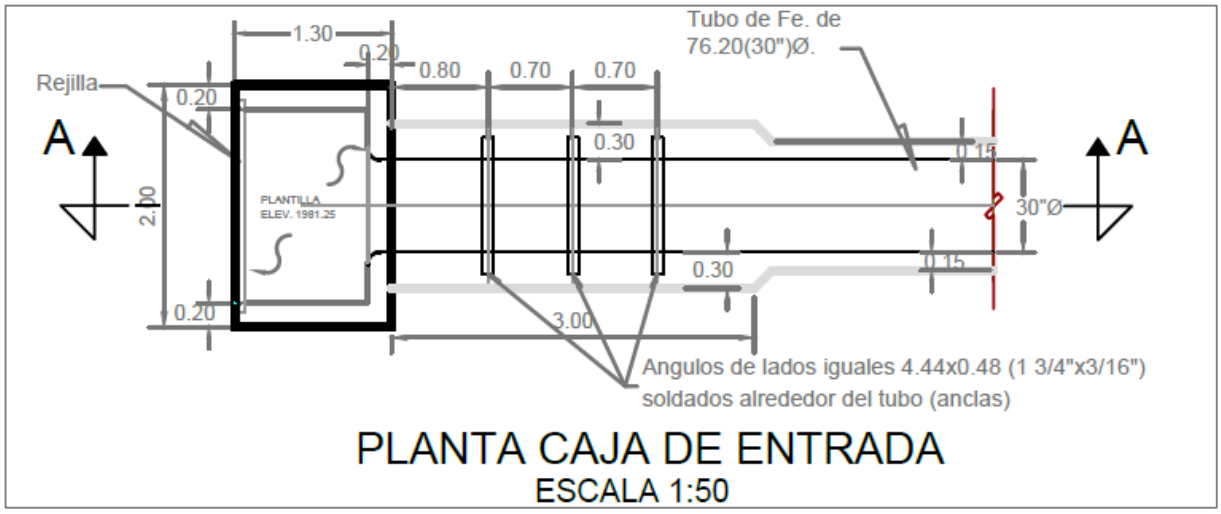


Figura II.27 Planta caja de entrada

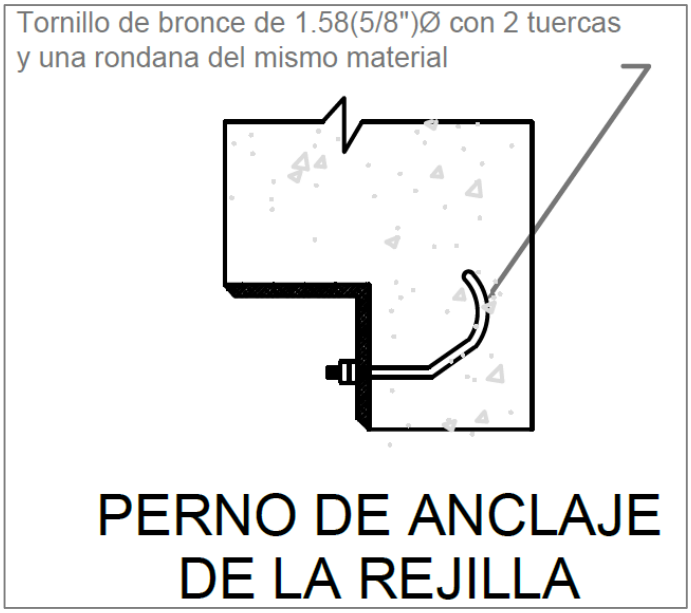


Figura II.28 Perno de anclaje de la rejilla

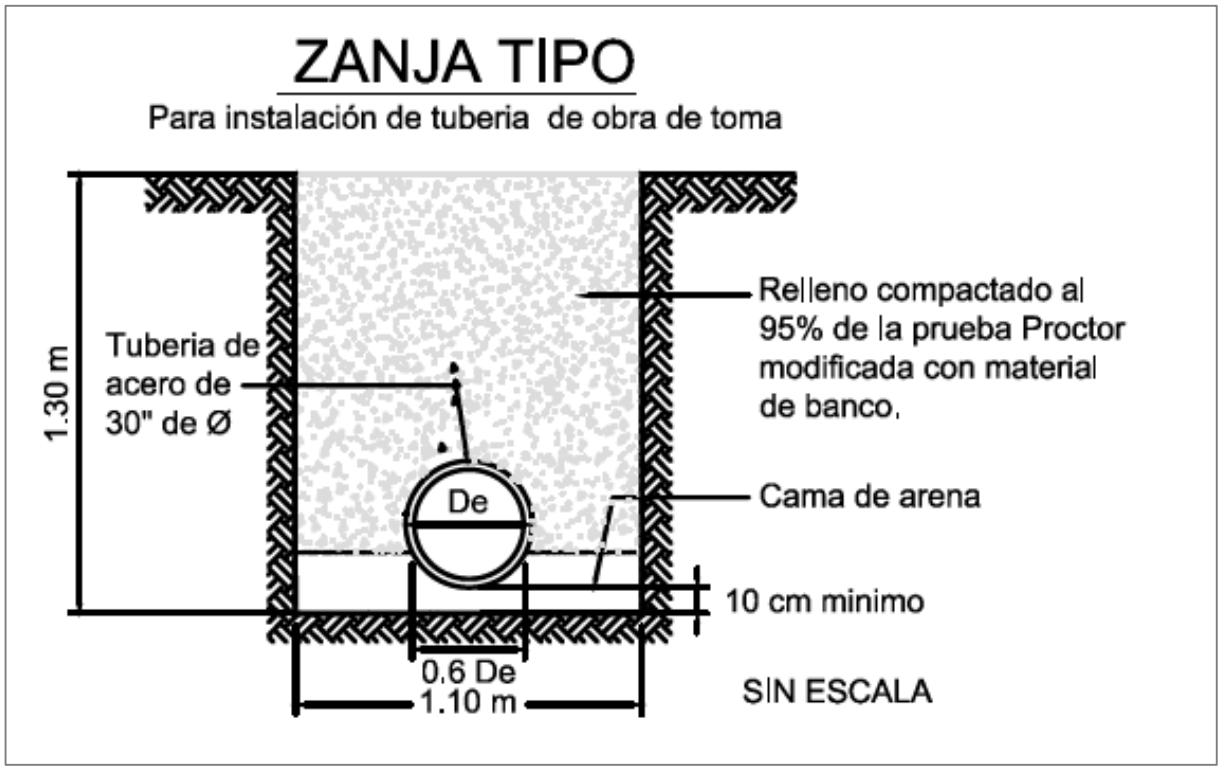


Figura II.29 Zanja Tipo

No	Especificaciones Cajas Especiales Tipo A y III
1	Plantilla de concreto f'c=100 kg/cm² T.M.A. 19 M.M. de 5 cm de espesor. Para pisos de tepetate consolidado o roca se puede eliminar la plantilla.
2	Losa de piso de concreto f'c=200kg/cm² de 20 cm. de espesor armada con varillas de 3/8 Ø @ 20 cm en ambos sentidos en ambos lechos
3	Muro de concreto armado f'c=250kg/cm² de 20 cm. de espesor armada con varillas de 3/8 Ø @ 20 cm en ambos sentidos en ambos lechos
4	Aplanado interior y exterior en muros de mortero cemento-arena 1:3 de 1 cm. de espesor, acabado pulido.
5	Losa Tapa de concreto armado f'c= 250 kg/cm², de 15cm espesor indicado en plano detalle con varillas del No. 3 a cada 15 cm en ambos sentidos y en ambos lechos
6	Juego de marco con tapa de Fo.Fo. tipo pesado P-84 a P-180kg. a base de marco rectangular de perfil para apoyo de tapa circular de 80cm Ø con logo CEA-QUERÉTARO AGUA POTABLE para trafico pesado.
7	Contramarco de Fo.Fo. tipo pesado modular rectangular con perfiles de apoyo de 137.5 x 114mm.
8	Hueco de 40 x 40 x 15 cm., relleno de grava de 1 ½" para permitir el drenaje del agua hacia el subsuelo.
9	Viga IPS de 6" ancho del patín 84.6mm espesor del alma 5.8mm peso 18.60 kg/m²
10	Escalones Marinos de polipropileno sobre varilla de acero corrugado de 12mm de diametro con ala lateral , superficie de apoyo antiderrapante, tope para ajustar a pared, colocado @ 30cms de separación

Figura II.30 Especificaciones cajas especiales Tipo A y III

DETALLE DE CAJA DE VÁLVULAS

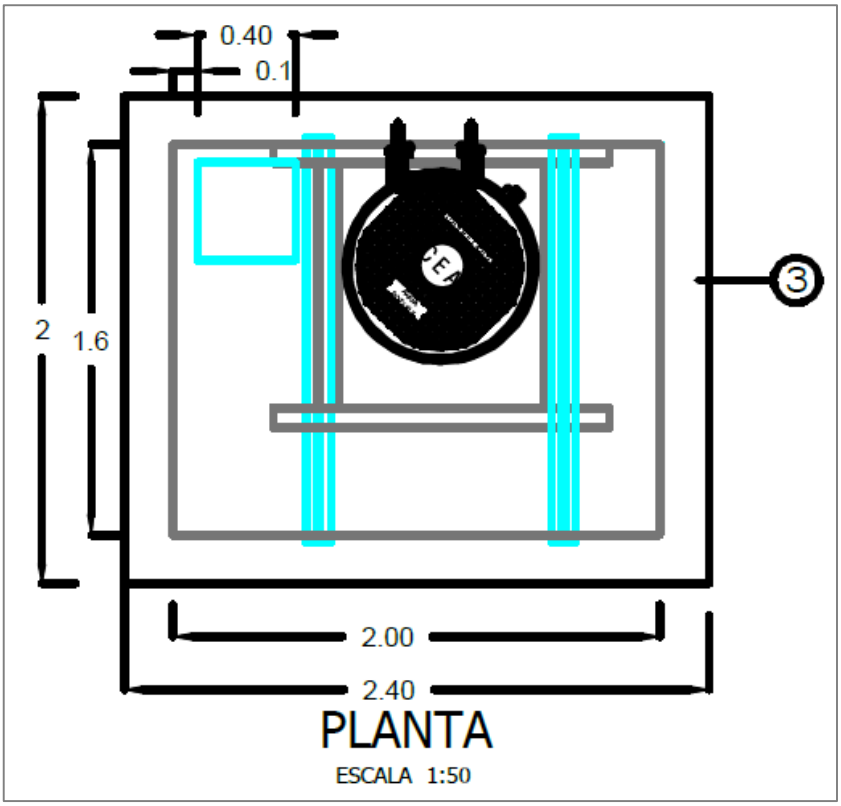


Figura II.31 Planta (Escala 1:50)

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3579118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

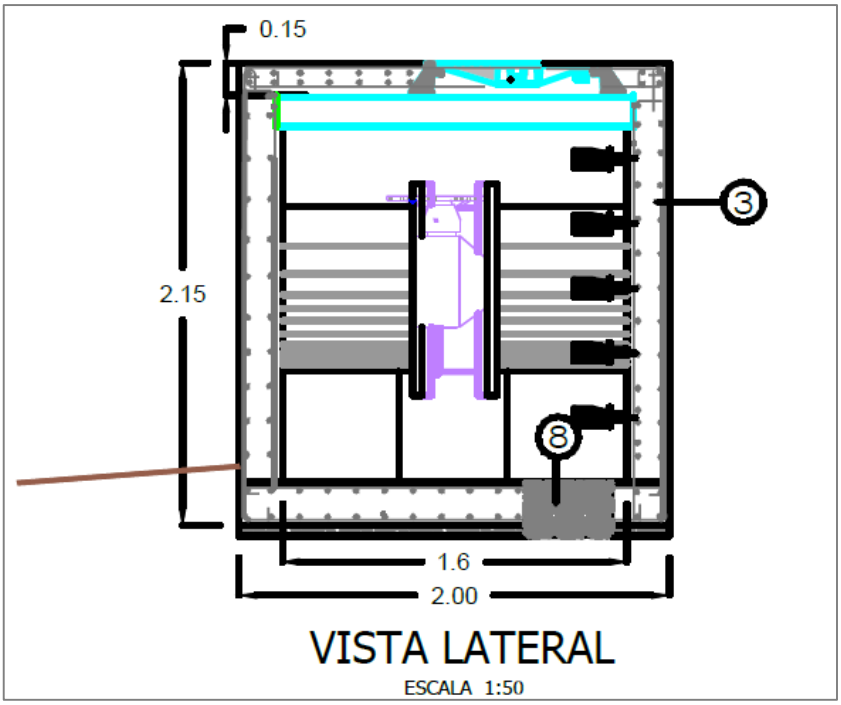


Figura II.32 Vista Lateral (Escala 1:50)

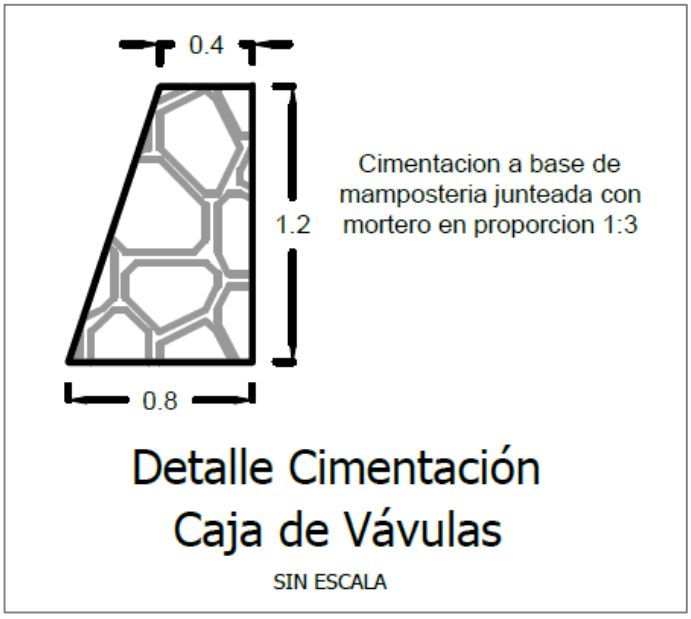


Figura II.33 Detalle cimentación caja de válvulas (Sin Escala)

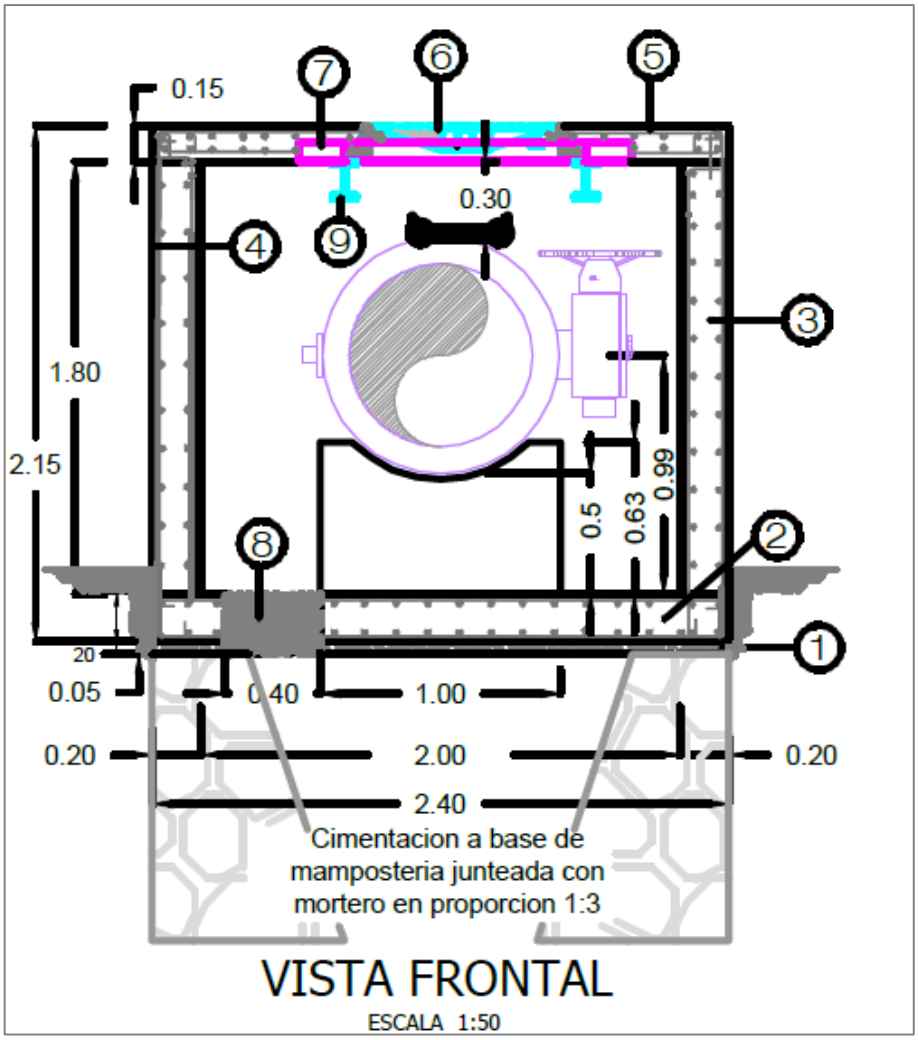


Figura II.34 Vista Frontal (Escala 1:50)

4.- Barandales y letreros indicativos:

La siguiente tabla muestra las actividades necesarias para llevar a cabo la colocación de los barandales y letreros indicativos, así como indicar la superficie en la que se realizarán dichas actividades.

Tabla II.17 Descripción de las actividades a realizar para la colocación de los barandales y letreros indicativos

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
4. BARANDALES Y LETREROS INDICATIVOS			
4.1	**Barandales de tubería de fierro**		

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
4.11	Suministro e Instalación de tubo de Fo. Ga. Ced. 40 de 2 1/2" Ø para barandal de protección y desagües en la corona. (ver especificación CEA 4.11).	m	404.80
4.2	**Letrero Indicativo**		
4.21	Suministro y colocación de letrero indicativo de obra. (ver especificación CEA 4.21).	pza	1.00

A continuación, se detalla en qué consisten las actividades requeridas en la etapa de la construcción de obra de toma:

SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO: Se entenderá por suministro de acero galvanizado, el que haga el contratista o proveedor de aquellas que se requiera para la construcción de líneas de conducción de agua a presión de acuerdo a lo estipulado en el contrato.

Todas las tuberías se suministrarán de acuerdo a las dimensiones y especificaciones fijadas en el proyecto.

Las tuberías a suministrar deberán cumplir con las especificaciones de certificación por la Comisión Nacional del Agua bajo la NOM-B-177-1900, ASTM A-53/GRADO B para tubo de acero galvanizado por inmersión en caliente.

SUMINISTRO Y COLOCACION DE LETRERO INDICATIVO DE OBRA: Se entenderá por el suministro de letrero indicativo de obra a las acciones que haga el contratista necesarias para la fabricación de la estructura a base de PTR de 3"x3" cal. 9, con dimensiones de 3.52m de altura por 1.80m de ancho y patas de 2.90 de alto, superficie a base de lámina negra cal.20 remachada de 3.60m de alto y 1.80m de ancho donde se colocará un rotulo hecho a base de vinil de corte adherible 3M ó equivalente con acabado anti UV, con letrero alusivo al nombre de la obra, monto de la obra y origen de los recursos, así como la población beneficiada por la ejecución de la obra con colores según esquema de detalle. (ver detalle en plano).

, Se entenderá por colocación a las acciones que haga al contratista necesarias para la instalación ó anclaje del letrero indicativo, a la apertura de zanjas, colocación y nivelación del letrero a base de dados de concreto f´c= 150kg/cm² de 0.40x0.40m, considerando además la mano de obra, maquinaria y equipo necesario para colocación en el lugar que indique el Ingeniero.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Retirar las instalaciones temporales, abandonar las áreas de mantenimiento y almacenamiento correctamente, con medidas de disposición final adecuadas y agregar algunas correctivas si fuera necesario. Retiro de baños portátiles y de señalización temporal de obra. Y finalmente la adecuación de terrenos de tiros destinados a tiros o almacén de pétreos y del paisaje en lo posible.

Todos los materiales que puedan reciclarse como contenedores, envases, carretes, cables, entre otros serán recolectados en su totalidad. El material que pueda reciclarse o reutilizarse debe ser retirado de la zona del proyecto por un gestor externo o personal interno para su posterior aprovechamiento. Los residuos peligrosos serán entregados a un gestor externo autorizado para el aprovechamiento y/o disposición final. El generador deberá constatar el adecuado manejo de estos y las respectivas autorizaciones de la gestión.

No se contempla el abandono del sitio, ya que con el correcto mantenimiento se prevé cumpla la función para la que se está diseñando, por al menos 20 años. Al momento de terminar con las actividades de construcción se hará una limpieza final retirando todo residuo de las obras que pudieran quedar en la zona.

II.2.8 Utilización de explosivos

El proyecto NO requiere de la utilización de explosivos

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

Residuos

A continuación, se detallan los residuos que serán generados durante el desarrollo del proyecto.

a) Etapa de construcción del sitio

Se presenta como Anexo digital el Archivo ´Números Generadores ‘en el cual se especifica el volumen generado, por cada una de las etapas.

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

Se habilitarán contenedores metálicos para la recolección de los materiales de desecho, como se mencionó anteriormente al finalizar las jornadas diarias se recolectarán estos residuos y se colocarán en los sitios adecuados para posteriormente ser enviados a los centros de disposición final, mismos que pueden ser sitios de tiro, rellenos sanitarios, centros de tratamiento de residuos peligrosos, centros de reciclaje, etc. Los residuos peligrosos generados se enviarán a sus respectivos destinos finales a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT.

Los residuos No peligrosos serán enviados a centros de reciclaje (madera, cartón, PET) y a relleno sanitario aquellos residuos que no sean de carácter reciclable.

En cuanto a las emisiones a la atmósfera solo se detectaron emisiones al operar la maquinaria pesada de forma provisional al llevar los materiales al sitio del proyecto, los contaminantes que se emiten son principalmente: bióxido de carbono, monóxido de carbono y bióxido de azufre.

A continuación, se presenta una tabla donde se hace la identificación del tipo de emisiones a la atmósfera que se presentan para el proyecto:

Tabla II.18 Emisiones contaminantes a la atmósfera

Etapa	Actividad generadora	Emisiones contaminantes a la atmósfera			
		Gases de combustión	Polvo	Ruido	otras
Preparación del sitio.	Acondicionamiento de áreas.		X	X	
Construcción.	Instalación de infraestructura.	**X***	**X**	**X**	

*Los gases de combustión se generan por el transporte que suministre los materiales para desarrollar el proyecto.

Para controlar las emisiones a la atmósfera y el ruido en la etapa de preparación del sitio y obra civil, los camiones tolva se acomodarán en filas e ingresarán al sitio uno a la vez, lo que permitirá tener apagados los motores de las unidades el mayor tiempo posible. Se utilizarán silenciadores en los escapes de los motores de las unidades de carga para la disminución del ruido emitido.

Además, la maquinaria pesada y los camiones tolva contarán con sus respectivos mantenimientos mecánicos preventivos, incluyendo la afinación del motor, utilizando combustibles de buena calidad y realizando la verificación de emisiones correspondiente.

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

La generación de polvo durante los trabajos de terracería se minimizará con el uso de riego de humectación sobre la superficie del suelo en la que se encuentre trabajando la maquinaria.

Como medidas preventivas para evitar riesgos en las actividades de preparación y construcción del sitio se implementa las siguientes acciones:

- Depositar el material removido como relleno en otras áreas de la empresa
- Los camiones de volteo siempre viajarán con cubiertas de lona.
- Los residuos de materiales no utilizados en la obra, productos de corte y cascajo serán depositados sitios autorizados por las autoridades competentes.
- Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se solicitarán los servicios de renta de letrinas destinadas a su uso por los trabajadores, quedando a cargo la empresa prestadora del servicio para la disposición final de los residuos.
- Se prohíben las labores de mantenimiento y limpieza de maquinaria pesada en el predio, responsabilizando al contratista de efectuarlo en el sitio adecuado, así como realizar la correcta disposición de aceites usados en motores.
- Los sacos vacíos provenientes de empaque de material (cemento, cal y yeso) serán recolectados al finalizar la jornada diaria y almacenados para posteriormente ser trasladados al sitio de depósito o reciclaje según lo indique la autoridad ambiental.

CAPÍTULO III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

CONTENIDO

CAPÍTULO III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO 1

III.1 Planes de ordenamiento ecológico. 3

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 3

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ). 32

III.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico Locales (POEL) 40

II.2 Áreas Naturales Protegidas. 55

III.3 Planes de Desarrollo Urbano 57

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021 57

III.3.3.- Plan Municipal de Desarrollo Querétaro 2018-2021. 61

III.3.4.- Plan Parcial de Desarrollo Urbano 63

III.3.4.1.- Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Santa Rosa Jáuregui 65

III.3.4.2.- Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Epigmenio González: 66

III.4 Normas Oficiales Mexicanas 67

III.5 Vinculación con otros instrumentos normativos 69

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 69

III.5.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA). 71

III.5.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 72

III.5.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 74

III.5.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos. 74

III.5.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 75

CAPÍTULO III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

III.1 Planes de ordenamiento ecológico.

Es de gran importancia dentro de los elementos de planeación en la ejecución del proyecto, analizar y vincular todos y cada uno de los elementos normativos aplicables en el mismo con la finalidad de articular los elementos naturales en donde incidirá el proyecto de referencia y no descuidar ninguno de éstos con el propósito de prever cualquier riesgo que se pueda ocasionar al entorno natural por la falta de planificación.

En lo que se refiere a este elemento son de gran importancia los planes y programas de desarrollo formulados tanto en el ámbito estatal como en el municipal a efecto de constatar la concordancia entre los objetivos del proyecto con los usos y destinos establecidos en dichos instrumentos.

La definición del ordenamiento ecológico de acuerdo a lo establecido en la LGEEPA, "es 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 ordenamiento ecológico como tal, es un instrumento normativo básico que permite orientar la situación geográfica de las actividades productivas, así como las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales, lo cual le convierte en un cimiento de la política ecológica, tanto en el nivel nacional, regional y sobre todo en el ámbito local.

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

Este Programa de Ordenamiento se expidió el 7 de septiembre de 2012 publicándose en el Diario Oficial de la Federación, fungiendo como herramienta de planeación, observando obligadamente en todo el territorio nacional la formulación de las bases para que el desarrollo del país se oriente tomando en cuenta la aptitud del territorio, mediante la vinculación de las acciones, proyectos y programas de la Administración Pública Federal que inciden en el uso y ocupación del territorio; evitando incrementar las tendencias de deterioro de los recursos naturales, considerando los riesgos asociados a la vulnerabilidad ante fenómenos naturales y fomentando la conservación del patrimonio natural y los servicios ambientales indispensables para el bienestar social. Con fundamento en el

artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA), última reforma DOF, 31 de octubre de 2014), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a ésta regionalización. Con este principio se obtuvo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene por objeto:

a) Llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas donde ejercen su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial contenidas en el Reglamento de La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA) en materia de Ordenamiento Ecológico y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la Ley.

b) Establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, la protección, la restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover el establecimiento de medidas de mitigación tendientes a atenuar o compensar los impactos ambientales adversos que pudieran causar las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos urbanos en concordancia con otras normas y leyes y programas vigentes en la materia.

El Programa presenta 10 lineamientos ecológicos que se formularon y se instrumentarán a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala.

Figura III.1 Ubicación del proyecto dentro de la Regionalización Ambiental Nacional.
Fuente: POEGT, 2012

La zona del proyecto corresponde a la **Unidad Ambiental Biofísica** (UAB) **52** denominada **"Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo"** donde el rector del desarrollo es forestal preservación flora y fauna y los coadyuvantes del desarrollo son la agricultura, desarrollo social, ganadería y minería. La política ambiental es la restauración y el aprovechamiento sustentable.

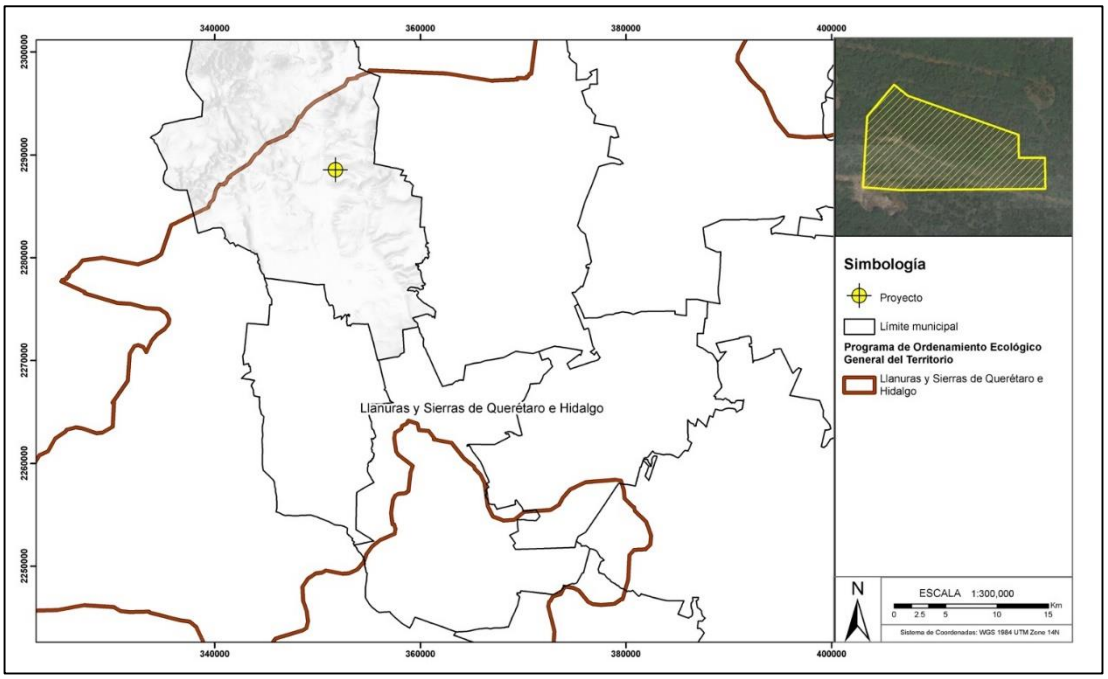


Figura III.2 Ubicación del proyecto dentro de la UAB 52 "Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo".
Fuente: Elaboración propia

Para cada una de las UAB se tienen ciertas estrategias ecológicas, definidas como una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT.

Las estrategias ecológicas que se deberán cumplir para esta UAB son:

- Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
- Recuperación de especies en riesgo.
- Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
- Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.
- Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
- Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas
- Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
- Valoración de los servicios ambientales.
- Protección de los ecosistemas.
- Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
- Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.

- Coordinación entre los sectores minero y ambiental.
- Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.
- Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condición de pobreza para fortalecer su patrimonio.
- Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera responsable con la sociedad civil.
- Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física, social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.
- Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
- Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.
- Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
- Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
- Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de la misma para impulsar el desarrollo de la región.
- Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.
- Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico - productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
- Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
- Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.
- Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
- Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
- Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.
- Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

A continuación, se enlistan las estrategias y sus acciones con la vinculación al proyecto:

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad	Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación in situ, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación	Si bien el proyecto se ubica en un área de importancia para la conservación, se aplicarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar impactos negativos en la biodiversidad.
	Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia.	Si bien el proyecto se ubica en un área de importancia para la conservación, se aplicarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar impactos negativos en la biodiversidad.
	Establecer mecanismos de coordinación institucional en los tres órdenes de gobierno para la autorización de obras y actividades en áreas propuestas para la conservación del patrimonio natural.	Si bien el proyecto se ubica en un área de importancia para la conservación, se aplicarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar impactos negativos en la biodiversidad.
	Promover en los programas de ordenamiento ecológico regionales y locales, las condiciones para la articulación, la conectividad y el manejo regional de las áreas sujetas a conservación	Si bien el proyecto se ubica en un área de importancia para la conservación, se aplicarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar impactos negativos en la biodiversidad.
	Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad	Mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental se pretende dar cumplimiento a la normatividad vigente en materia ambiental.
	Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, puesto que no se realizará la manipulación de los recursos genéticos.
	Impulsar los esfuerzos de seguimiento (monitoreo) de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad	Establecer y desarrollar por medio de la coordinación interinstitucional e intersectorial, las capacidades para la prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias, mediante el diseño y aplicación de programas específicos para eventos como: huracanes, incendios forestales, mortandad de fauna, vulcanismo, sequía, e inundaciones y de adaptación al cambio climático	Con la ejecución del proyecto se regularán los escurrimientos de la microcuenca.
	Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.	No se verá afectado los ecosistemas ni la biodiversidad de la zona.
	Fomentar la creación y mayor cobertura de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional.	Se aplicarán las medidas de mitigación pertinentes para la protección de los recursos hídricos.
	Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales.	Durante la ejecución del proyecto quedará estrictamente prohibido el uso de fuego.
	Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de conservación.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas decretadas de cualquier orden de gobierno.
	Celebrar convenios de concertación, con instituciones involucradas en la preservación de áreas naturales para promover y proponer que las zonas susceptibles de ser declaradas como área natural protegida sean inscritas legalmente según corresponda. Asimismo, promover la elaboración de planes de manejo y el asesoramiento a los sujetos agrarios involucrados.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas decretadas de cualquier orden de gobierno.
	Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas en la Norma Oficial Mexicana 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, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo).	Si bien dentro del área del proyecto se identificaron especies de flora y fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación pertinentes para evitar impactos negativos en la biodiversidad del Sistema Ambiental.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo	Diseñar planes y programas estratégicos para la restauración de Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que han estado sometidas a un uso y manejo constante por la actividad antrópica.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Formular directrices sobre traslocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Erradicar especies exóticas que afectan negativamente a las especies y los ecosistemas naturales de México, con énfasis en el territorio insular y en las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que se consideren prioritarias por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).	Si bien el proyecto se encuentra en un área de conservación prioritaria, ee implementarán las medidas de mitigación pertinentes para evitar la degradación de la biodiversidad.
	Establecer disposiciones legales, administrativas y políticas en materia de traslocación y el movimiento de especies, que favorezcan la producción, comercio y consumo de las especies nativas.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretende realizar el aprovechamiento de especies.
	Llevar a cabo evaluaciones técnicas y científicas sobre el impacto que provoca la autorización para la traslocación e introducción de especies, sobre especies nativas y el ambiente en general.	En la presente Manifestación de Impacto Ambiental se proponen las medidas de mitigación pertinentes para neutralizar el impacto que pudiera generar el proyecto sobre las especies nativas.
	Instrumentar el Programa de Conservación de Especies en Riesgo 2007-2012, y sus Programas de Acción para la Conservación de Especies en Riesgo.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover la integración de un sistema de apoyo al desarrollo científico que articule los esfuerzos, recursos y políticas de todas las instituciones de educación superior e investigación para el desarrollo e impulso de conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Formular estrategias de apropiación y manejo de la biodiversidad, en diferentes escenarios ambientales y culturales, que deriven preferentemente en el diseño de mejores técnicas de uso y el desarrollo de nuevos procesos industriales, productos y mercados para definir esquemas de manejo que permitan la sostenibilidad de los aprovechamientos.	Se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación pertinentes para neutralizar los impactos ambientales que pudieran generarse sobre la biodiversidad con la ejecución del proyecto.
	Impulsar el desarrollo sustentable dentro de las áreas naturales protegidas y hacia fuera de ellas.	El proyecto no se encuentra dentro de ninguna área natural protegida, por lo que no aplica para este proyecto.
	Rescatar el manejo, formas de organización y valores derivados de los conocimientos empíricos o tradicionales, sean éstos etnobotánicos, etnozoológicos o de otro tipo.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Incorporar en la investigación sobre la biodiversidad, aspectos sociales y culturales (valores de uso, religiosos, estéticos, etc.); económicos (valor de los servicios ecológicos, usos actuales y potenciales y su aplicabilidad comercial, etc.), y de manejo (tecnologías, propagación, rehabilitación, etc.), además de los aspectos ecológicos y biológicos (demografía, diversidad genética, aspectos reproductivos, estatus, etc.).	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Impulsar los estudios de valoración económica de los usos de la biodiversidad nacional, particularmente en el caso de los elementos más utilizados y de los usos que afectan negativamente los recursos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Realizar esfuerzos de modelaje e investigación científica orientada a evaluar los impactos de las emisiones a la atmósfera y el efecto que produciría el cambio climático en las áreas naturales protegidas y en ecosistemas naturales, así como en la abundancia relativa de las especies que sean clasificadas como prioritarias para la conservación, de conformidad con la Ley General de Vida Silvestre, previendo los efectos que los cambios de unos acarrean para otros.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad.	Se capacitará al personal en temas de educación ambiental.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Monitorear "puntos de calor" en tiempo real para detectar incendios.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Monitorear y evaluar las especies exóticas o invasoras.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, especies, recursos genéticos y naturales	Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, traslocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se encuentra dentro de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará la manipulación de los recursos genéticos.
	Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará la manipulación de los recursos genéticos.
	Realizar una evaluación, tanto en el aspecto agrícola como en el alimentario, de las bondades y riesgos derivados de la liberación, consumo o utilización de productos transgénicos y organismos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para la salud humana.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará la manipulación de los recursos genéticos.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Establecer un programa nacional de biotecnología que mida el valor económico de los recursos genéticos nativos, fomente y oriente la investigación en ingeniería genética relacionada con especies nativas, establezca criterios, salvaguardas e indicadores de seguridad, y tenga también como propósito revalorar y reanimar el saber popular en torno al uso selectivo de la biodiversidad.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará la manipulación de los recursos genéticos.
	Impulsar el conocimiento y la regulación del acceso a los recursos genéticos y sus usos, así como fomentar la expedición de patentes o registros asociados con la denominación de origen, la propiedad intelectual o el secreto industrial, según convenga, de los recursos genéticos derivados de la domesticación, selección o manipulación tradicional hecha por grupos mexicanos (indígenas, campesinos u otros).	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará la manipulación de los recursos genéticos.
Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso del suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas de la región que permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad.	El uso de suelo del proyecto es compatible con la actividad, ya que no se realizará el aprovechamiento del suelo.
	Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos.	El uso de suelo del proyecto es compatible con la actividad
	Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
	Apoyar el desarrollo de proyectos ganaderos sustentables, que minimicen el impacto ambiental de la ganadería, que aprovechen las excretas en la obtención de biocombustibles para reducir la liberación de gases de efecto invernadero y que apoyen la recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
	Proteger los agostaderos con apoyos del componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) del Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	Identificar proyectos prioritarios de tecnificación del riego, dando prioridad a las regiones con menor disponibilidad de agua, con el fin de contribuir a un uso más eficiente y sustentable del recurso, elevar la productividad por volumen de agua utilizado, e incrementar la rentabilidad de las actividades agrícolas en beneficio de los productores.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
	Impulsar la reconversión productiva y tecnológica, fomentando el establecimiento de cultivos con menores requerimientos hídricos y mayor presencia en el mercado, así como la modernización integral de los sistemas de riego, desde la fuente de abastecimiento, la conducción del agua a las parcelas y su aplicación a los cultivos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
	Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación del suelo, agua y biodiversidad.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
	Apoyo del Programa de Activos Productivos para ganadería diversificada.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	Incrementar la productividad del agua en distritos de riego.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
	Rehabilitar y modernizar distritos y unidades de riego y temporal tecnificado.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
	Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego.	Se utilizará agua tratada proveniente de PTAR de la CEA en la etapa de desarrollo del proyecto.
	Involucrar a las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego y a los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas en el impulso del ahorro de volúmenes y tecnificación del riego.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
	Potenciar los recursos destinados a la modernización y tecnificación de la infraestructura hidroagrícola.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizarán prácticas agrícolas.
Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará el aprovechamiento de los recursos forestales.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Mantener actualizada la zonificación forestal.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará el aprovechamiento de los recursos forestales.
	Fomentar el aprovechamiento forestal sustentable certificado.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará el aprovechamiento de los recursos forestales.
	Instrumentar los Consejos Regionales Forestales en las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORS).	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará el aprovechamiento de los recursos forestales.
	Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará el aprovechamiento de los recursos forestales.
	Impulsar las Promotoras de Desarrollo Forestal.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará el aprovechamiento de los recursos forestales.
	Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no se realizará el aprovechamiento de los recursos forestales.
Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales	Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos.	Se realiza el presente estudio para la autorización en materia de impacto ambiental, se calculan los impactos asociados al proyecto.
	Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales así como a los usuarios y proveedores.	Para la realización del estudio de la manifestación de impacto ambiental, se contrataron los servicios ambientales de un proveedor.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales	Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo.	Se realiza el presente estudio para la autorización en materia de impacto ambiental, se calculan los impactos asociados al proyecto
	Ampliar la atención institucional en el otorgamiento de estímulos fiscales o cualquier otro tipo de instrumento económico, dirigido a promover mayor participación de distintos sectores en estudios ambientales, uso sustentable, protección y conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales.	Para la realización del estudio de la manifestación de impacto ambiental, se contrataron los servicios ambientales de un proveedor.
	Impulsar el desarrollo de mercados locales de pago por servicios ambientales.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fortalecer el cobro de derechos de goce y disfrute de las ANP.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Ampliar la superficie de los ecosistemas forestales incorporada al Programa de Pago por Servicios Ambientales	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Desarrollar mercados y cadenas productivas para productos y derivados de especies silvestres y recursos naturales aprovechados de manera sustentable.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fortalecer el Sistema Nacional de Auditorias Técnicas Preventivas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Crear el Sistema Nacional de Certificación Forestal y de la Cadena de Custodia en la CONAFOR.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fomentar el turismo de naturaleza en las ANP.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 12. Protección de los ecosistemas	Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA.	El uso de suelo del proyecto es compatible con la actividad.
	Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Regular la expansión de la frontera agrícola y ganadera hacia territorios con interés para la preservación o protección.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Controlar, mitigar y prevenir la desertificación y actualizar e implementar el Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación, fortaleciendo las capacidades mediante el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y Degradación de los Recursos Naturales (SINADES).	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplaguicidas en las actividades agrícolas.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	Se implementarán las medidas pertinentes para evitar un desequilibrio ecológico.
	Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos.	Se implementarán las medidas pertinentes para evitar un desequilibrio ecológico.
	Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies y aplicarlos.	Esta acción no es aplicable al proyecto
	Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos.	El uso de suelo del proyecto es compatible con la actividad
	Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Aumentar la superficie con plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Reforestación y revegetación de predios ganaderos apoyados, con el componente PROGAN.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGAN.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables	Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio para promover la inversión en el sector.	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no se realizarán actividades de extracción de minerales.
	Brindar capacitación y asesoría técnica de apoyo a la minería.	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no se realizarán actividades de extracción de minerales.
	Apoyar con información y conocimiento geocientífico a instituciones e inversionistas, para impulsar y coadyuvar en la atracción de nuevos capitales hacia la actividad minera, así como para solucionar las demandas sociales en lo relacionado al uso óptimo del suelo y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no se realizarán actividades de extracción de minerales.
	Desarrollar acciones de colaboración entre el sector minero y las autoridades ambientales, que promuevan el desarrollo sustentable de la industria minera, así como mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de sus actividades.	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no se realizarán actividades de extracción de minerales.
Estrategia 15 BIS. Coordinación entre los sectores mineros y ambiental	Promover la participación de los diversos representantes del sector minero en los ordenamientos ecológicos regionales o locales que se desarrollen	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no se realizarán actividades de extracción de minerales.
	Intensificar acciones de asesoría a los medianos y pequeños mineros, para favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no se realizarán actividades de extracción de minerales.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos	Instrumentar esquemas de supervisión que aseguren el cumplimiento al marco regulatorio, destacando las condiciones de seguridad; evitando criterios discrecionales y generando incentivos correctos en las actividades de verificación.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover esquemas que eviten la quema y el venteo del gas asociado a los yacimientos de carbón mineral.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 24. Suelo Urbano y vivienda. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio	Mejorar la infraestructura básica y el equipamiento de las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	La ejecución y puesta en marcha de éste proyecto es considerada mejoramiento de infraestructura urbana.
	Generar las condiciones para que las familias mexicanas de menores ingresos tengan acceso a recursos que les permitan contar con una vivienda digna.	La ejecución y puesta en marcha de éste proyecto es considerada mejoramiento de infraestructura urbana.
	Apoyar a las familias en condiciones de pobreza para que puedan terminar, ampliar o mejorar su vivienda y, de esta forma, tengan posibilidad de incrementar su patrimonio y mejorar sus condiciones de vida.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Asegurar que las viviendas tengan acceso a la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos.	La ejecución y puesta en marcha de éste proyecto es mejoramiento de infraestructura urbana.
	Regular la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como a zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, áreas naturales protegidas y zonas de riesgo.	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no involucra el desarrollo urbano.
	Promover que la creación o expansión de desarrollos habitacionales se autoricen en sitios con aptitud para ello e incluyan criterios ambientales que aseguren la disponibilidad y aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, además de sujetarse a la respectiva manifestación de impacto ambiental.	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no se contempla la creación de un desarrollo habitacional.
Estrategia 25. Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y	Identificar el riesgo, calculando la pérdida esperada en términos económicos y el impacto en la población debida al riesgo de desastre.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil	Actualizar y capacitar a los responsables de protección civil y sensibilizar a la población sobre los riesgos naturales y antrópicos a los que se encuentran sujetos, así como de la necesidad de incorporar criterios relacionados con la gestión del riesgo en todos los ámbitos de gobierno.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover un mayor financiamiento entre los sectores público y privado, y fortalecer prácticas de cooperación entre la Federación, los estados y la sociedad civil que permitan atender con mayor oportunidad a la población afectada por fenómenos naturales	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Asesorar y capacitar a los gobiernos locales para el diseño y elaboración de planes y programas de protección civil y ejecutar acciones que atiendan riesgos comunes de varios municipios de una zona.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fortalecer los mecanismos para la atención a la población ante el impacto de fenómenos perturbadores, por medio del monitoreo, las alertas tempranas, incidiendo directamente en el fortalecimiento de mecanismos de gestión de emergencias.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Incrementar las inversiones en la generación de mapas de riesgos de inundaciones; delimitación y demarcación de cauces, zonas federales y zonas inundables; construcción de infraestructura de protección, y mantenimiento y custodia de la infraestructura hidráulica existente.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Mejorar la información disponible sobre zonas de riesgo.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 26. Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.	Promover con fundamento en el Atlas Nacional de Riesgos y los Atlas Estatales de Riesgo, la estructuración, adecuación y/o actualización de planes de desarrollo urbano municipal, con un énfasis particular en los peligros y riesgos a nivel local.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover la inclusión de obras preventivas en los Programas Operativos Anuales de las dependencias y entidades federales, gobiernos estatales y municipales, con una visión transversal de gestión del riesgo.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Revisar e instrumentar programas de protección civil para presas de alto riesgo y diversa infraestructura hidráulica, así como diseñar e implementar planes para la atención de emergencias hidráulicas, conjuntamente con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Comisión Nacional del Agua, y la Comisión Federal de Electricidad.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Instrumentar medidas no estructurales para la reducción de la vulnerabilidad física (educación, información en medios de comunicación, difusión de alertas, reglamentos de construcción) para prevenir un desastre o la disminución de daños, así como implementar medidas estructurales, tales como, rehabilitación y refuerzo de vivienda, implementación de bordos, etc.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Reducir la vulnerabilidad de los sectores productivos mediante, esquemas de aseguramiento, aplicación de nuevas tecnologías y compromisos con la conservación de la agrobiodiversidad y los ecosistemas frágiles.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Definir lineamientos que permitan articular o complementar objetivos, conceptos y metodologías que impacten en una mayor eficiencia del uso del territorio, así como en la posibilidad de articular las políticas sectoriales y de desarrollo urbano.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Adoptar una estructura territorial que permita diseñar estrategias y políticas de adaptación, de una manera más eficaz basada en la funcionalidad ambiental del territorio.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Asegurar que, en los instrumentos de planeación del territorio, que se promueven a diferentes escalas, se consideren los atlas de riesgos existentes.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fomentar y apoyar el establecimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas y promover el uso de aguas residuales tratadas	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fomentar el incremento de la cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado, induciendo la sostenibilidad de los servicios.	El proyecto no pretende realizar el abastecimiento de agua potable.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Fomentar la calidad del servicio de agua potable y saneamiento por parte de los municipios con el apoyo de los gobiernos estatales y el Gobierno Federal.	El proyecto no pretende realizar el abastecimiento de agua potable.
	Promover la certificación sistemática del personal directivo y técnico de los Organismos Operadores de Agua y Saneamiento.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, la creación de sistemas adecuados de disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos sólidos urbanos generados en el proyecto serán dispuestos bajo los lineamientos legales establecidos.
Estrategia 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	Mejorar el sistema de información estratégica e indicadores del sector hidráulico.	El proyecto no contempla un sistema de información estratégica.
	Promover el incremento de la proporción de aguas residuales tratadas y fomentar su reúso e intercambio	Se utilizará agua tratada proveniente de PTAR de la CEA en todas las etapas del proyecto
	Monitorear y/o establecer sistemas de tratamiento de las aguas residuales industriales en particular en la industria petroquímica y en la explotación de hidrocarburos.	Se utilizará agua tratada proveniente de PTAR de la CEA en todas las etapas del proyecto
	Promover que las actividades económicas instrumenten esquemas de uso y reúso del agua.	Se utilizará agua tratada proveniente de PTAR de la CEA en todas las etapas del proyecto
	Promover el mejoramiento de la calidad del agua suministrada a las poblaciones.	Esta acción no es aplicable al proyecto, pues no involucra el abastecimiento de agua.
	Fortalecer el proceso de formulación, seguimiento y evaluación de los programas hídricos de largo plazo por región hidrológica orientados a la sustentabilidad hídrica.	El proyecto consiste en el desarrollo de un cuerpo de agua que hará las veces de regulador de avenidas.
Estrategia 29. Posicionar el tema de agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional	Desarrollar campañas en medios de comunicación sobre la importancia, uso responsable y pago del agua.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Impulsar programas de educación y comunicación para promover la cultura del uso responsable del agua.	La CEA fomenta la cultura del uso responsable del agua mediante diversas campañas.
	Incorporar el tema de la problemática y el manejo de los recursos hídricos en libros de texto de educación básica.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 29. Posicionar el tema de agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional	Elaborar programas de gestión del agua en los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Consolidar la operación del Consejo Consultivo del Agua (CCA) y del Comité Mexicano para el Uso Sustentable del Agua (CMUSA).	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fomentar y promover el mantenimiento y la ampliación de una red de infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, evitando el desvío o modificación de cauces.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Recuperar y revalorizar la tecnología y tradiciones locales que apoyen en el manejo del recurso.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fortalecer la Educación Ambiental para prevenir los asentamientos humanos irregulares en cauces y generar una cultura de prevención ante fenómenos meteorológicos extremos en zonas de riesgo.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas	Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario	Con la implementación del proyecto se pretende ampliar la cobertura y calidad de servicios de alcantarillado para la población
	Fortalecer el rescate de espacios públicos deteriorados e inseguros para fomentar la identidad comunitaria, la cohesión social, la generación e igualdad de oportunidades y la prevención de conductas antisociales.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Brindar asistencia técnica y apoyos para el fortalecimiento institucional y para la realización de estudios y proyectos en los municipios destinados al mejoramiento de la infraestructura, el equipamiento y la prestación de servicios en materia de transporte y movilidad urbana.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Promover el incremento de la cobertura en el manejo de residuos sólidos urbanos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Mejorar la comprensión, experiencia y disfrute de las ciudades a través de la integración de estrategias de información y mecanismos de identidad en el mobiliario urbano, lo que contribuirá a fomentar la movilidad peatonal y turística así como el acceso a los sistemas de transporte público.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover la constitución de asociaciones de municipios para que impulsen conjuntamente proyectos dirigidos a la construcción o mejoramiento de infraestructura en materia de rellenos sanitarios, drenaje, agua potable, transporte urbano y suburbano.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional	Acelerar la regularización de los predios y propiciar un desarrollo más ordenado y menos disperso, en el que se facilite la concentración de esfuerzos en zonas con ventajas competitivas.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Incrementar la disponibilidad de suelo apto impulsando mecanismos para la creación de reservas territoriales, tanto para uso habitacional como para actividades económicas, sujetas a disposiciones que garanticen el desarrollo de proyectos habitacionales en un entorno urbano ordenado, compacto, con certidumbre jurídica, con infraestructura, equipamientos y servicios adecuados y suficientes	El proyecto no pretende el desarrollo habitacional, sin embargo, se mejorará la calidad de vida de los habitantes de Jurica y Rancho Largo al regular los escurrimientos del área.
	Concluir la regularización de los asentamientos irregulares que existen hoy en día, acompañados de una política de fortalecimiento municipal y reservas territoriales para que las ciudades puedan crecer de forma ordenada y asegurando los derechos de propiedad de sus habitantes	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no contempla el desarrollo urbano.
	Promover que las áreas verdes per cápita en las zonas urbanas se ajusten a los estándares recomendados por la Organización Mundial de Salud, (OMS), y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE)	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Inducir la creación de un sistema flexible de prestaciones sociales para los trabajadores eventuales del campo, que integre conceptos como la portabilidad de la seguridad social, la reversión de recursos para la subrogación de servicios y la participación del sector patronal y de los gobiernos en la prestación de los mismos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos	Inducir la formalización de las relaciones laborales de los mercados de trabajo rural y de una mayor cultura laboral con mecanismos como desarrollo de capacidades, reconocimiento de antigüedad laboral acumulada y de ahorros personales para el retiro, procurando que no se incrementen los costos de producción.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Establecer acciones de prevención de riesgos de desastres en coordinación con las instancias federales, estatales y municipales de protección civil.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Apoyar a los productores de menor desarrollo relativo afectados por fenómenos climatológicos extremos para atender los efectos negativos de esos fenómenos y reintegrar a los productores a sus procesos productivos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Usar instrumentos de cobertura contra riesgos de desviación financiera ante la ocurrencia de fenómenos climatológicos que afecten las actividades agropecuarias.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza	Fomentar la reconversión de áreas a cultivos de mayor rentabilidad y con demandas de mercado en zonas con bajo y mediano potencial agrícola	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fortalecer la coordinación interinstitucional para el diseño e instrumentación de una política de producción orgánica con manejo sustentable.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Canalizar mayores recursos para promover la acuacultura rural.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fortalecer la acuacultura rural mediante el fomento a proyectos de inversión de pequeña escala, en aguas interiores y/o litorales, para crear unidades de producción acuícola rentables y competitivas, que contribuyan a mejorar la alimentación de la población rural.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Promover la producción agrícola orientada a la producción de bioenergéticas, en áreas y cultivos con viabilidad, así como establecer las bases para impulsar la producción, tecnificación, comercialización y empleo de la biomasa.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Aprovechar sustentablemente la diversidad genética cuidando que no se pierdan los bosques y selvas en la producción de bioenergéticos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Proporcionar los apoyos técnicos y presupuestales que se requieran para fomentar la creación de cadenas productivas relacionadas con los bioenergéticos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Apoyar el financiamiento para la instalación de biodigestores de alto potencial, que permitan aprovechar la generación de biogás, para la generación de energía eléctrica y calórica, entre otros.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Consolidar los programas de apoyo alimentario vigentes	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Garantizar el acceso de alimentos básicos a precios justos destinados a la población en condición de pobreza.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Desarrollar actividades que permitan aumentar las habilidades, conocimientos y capacidad de gestión de los grupos rurales prioritarios y comunidades con presencia indígena, señalados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), así como asistirlos de manera permanente en sus proyectos productivos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos	Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
agrarios y localidades rurales vinculadas	Brindar servicios que permitan la conciliación entre la vida laboral y familiar, para mejorar la calidad de vida de las mujeres así como la de sus hijos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Facilitar la integración de la mujer al mercado laboral mediante la expansión del sistema de estancias infantiles.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza	Asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover la asistencia y permanencia escolar a través de becas educativas para la población más pobre.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que viven en condición de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Apoyar a las personas en condiciones de pobreza para la entrada y permanencia a educación técnica, media y superior u otro tipo de capacitación que facilite el acceso a mejores fuentes de ingreso.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Brindar asistencia técnica y capacitación con el fin de facilitar el acceso a fuentes de financiamiento Productivo	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza	Promover que las personas en condiciones de pobreza tengan acceso a los servicios de salud y que asistan regularmente tanto a la atención médica como a la capacitación que llevan a cabo las instituciones especializadas	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
Estrategia 40. Atender las necesidades de los adultos mayores mediante a integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, daño prioridad a la población de 70 años y más que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación	Impulsar políticas públicas que atiendan las necesidades de los adultos mayores, y promover cambios para que las instituciones públicas y la sociedad puedan enfrentar el envejecimiento de la población.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Elaborar un Programa de Acción Integral para Adultos Mayores que guíe a las personas hacia un envejecimiento saludable y digno.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Procurar el acceso a redes sociales de protección a indígenas, niños y mujeres en condición de violencia, a las personas con discapacidad y a los jornaleros agrícolas, con el fin de que puedan desarrollarse plena e íntegramente.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en estado de vulnerabilidad	Fortalecer las instituciones para las mujeres en las entidades gubernamentales, además de fomentar la cooperación de la sociedad, el gobierno y las instituciones académicas del territorio para prevenir, detectar y atender la violencia contra las mujeres.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural	Defender los derechos de los sujetos agrarios ante los órganos jurisdiccionales o administrativos como función permanente de servicio social, desarrollando programas permanentes de vigilancia al cumplimiento de la ley	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Promover programas de ordenamiento de la propiedad rural que garanticen la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en el campo y facilitar el desarrollo del mercado de tierras.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Desincorporar tierras de propiedad social para inducir el crecimiento ordenado de ciudades o centros de población.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Promover la restructuración y consolidación de las formas organizativas y asociativas al interior de los Núcleos Agrarios, para optimizar el aprovechamiento de sus recursos conforme a sus vocaciones.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso a catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos	Desarrollar herramientas de información geográfica, empleando tecnologías actuales como la Cartografía Digital y los Sistemas de Información Geográfica, para facilitar el análisis geográfico, geológico, biológico y estadístico de las características de los Núcleos Agrarios y las Localidades Rurales vinculadas, que contribuya al fortalecimiento de las actividades de organización, gestión y planeación en la propiedad rural.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Contribuir al desarrollo rural sustentable, integrando y manteniendo actualizada la información registral y catastral de la propiedad rural del país.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Integrar al Catastro Rural Nacional información geográfica, geológica, biológica, de uso y vocación del suelo de los Núcleos Agrarios y Localidades Rurales vinculadas.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
Estrategia 44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil	Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Establecer procesos de planeación regional que generen políticas sectoriales, transversales, de impacto regional acordes con la realidad de cada región; espacios de diálogo entre los actores públicos y privados involucrados para lograr acuerdos de desarrollo regional; y mecanismos que fomenten la colaboración intersecretarial e institucional en materia de desarrollo regional.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

ESTRATEGIA	ACCIÓN	CUMPLIMIENTO
	Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
	Generar sinergia entre los sectores que tienen a cargo otros instrumentos de planeación territorial a fin de complementar e integrar políticas públicas. Tal como puede ser el ordenamiento territorial, integrado con el ordenamiento ecológico. Asimismo, hacer del conocimiento de legisladores e inversionistas estos instrumentos a fin de obtener presupuesto y recursos adicionales.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

Derivado del análisis anterior, se puede concluir que el proyecto es compatible con las estrategias propuestas, por lo que no existe contravención alguna entre el proyecto y el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, puesto que se realizarán todas las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el capítulo correspondiente.

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ).

El ordenamiento ecológico es el instrumento de política ambiental dirigido a evaluar y programar el uso de suelo y el manejo de los recursos naturales.

Es una de las estrategias fundamentales para detener el deterioro ambiental y planificar el futuro, buscando alcanzar el desarrollo sustentable, por lo que constituye una solución práctica para incorporar la variable ambiental a la planificación del desarrollo económico y social del estado.

El ordenamiento ecológico debe ser observado y cumplido a lo señalado en el Decreto Gubernativo de fecha 17 de abril de 2009, publicado en el periódico oficial del Gobierno del Estado de Querétaro para el otorgamiento de autorizaciones, permisos, licencias y concesiones, en los programas de desarrollo en el ámbito social, económico, demográfico, cultural, urbano y académico entre otros, así como en los proyectos, obras, servicios o actividades productivas y de aprovechamiento de los recursos naturales de carácter público, privado o social que se realicen o se pretendan realizar en el territorio estatal.

El programa de Ordenamiento Ecológico consta de lineamientos o metas ambientales a lograr para cada Unidad de Gestión Ambiental, las acciones que serán necesarias para lograrlo y los responsables de efectuar cada una. Se hacen además algunas especificaciones asociadas a las acciones, denominadas criterios de regulación ecológica. Éstos señalan la manera en cómo se deberán efectuar aquellas que requieran señalamientos más particulares.

a) Unidades de Gestión Ambiental

Las unidades de gestión ambiental (UGA's) evalúan la aptitud para el desarrollo de actividades humanas de cada una de las unidades definidas por sus características topográficas y tipo de cobertura en función de los recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes. La unidad de gestión ambiental es la unidad que constituye la base geográfica objetiva y discreta para establecer el uso del territorio.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) contenidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, pretenden proporcionar el ordenamiento de las actividades que se desarrollan en determinada zona dentro del Estado de Querétaro.

La Figura III.3 muestra las Unidades de Gestión Ambiental.

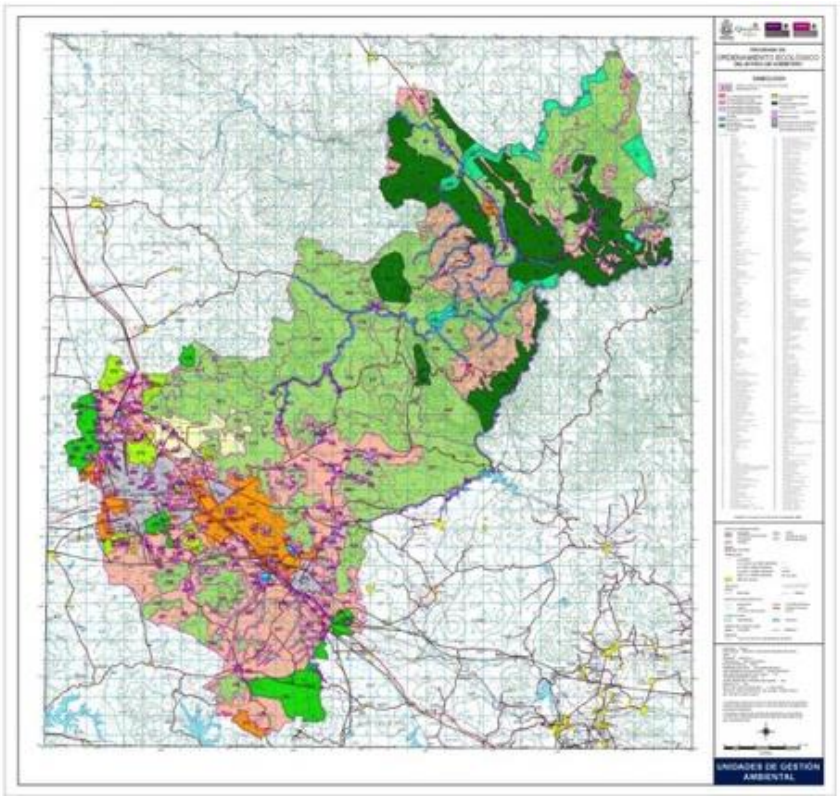


Figura III.3 Mapa de Unidades de Gestión Ambiental. (Fuente: SEDESU, 2009)

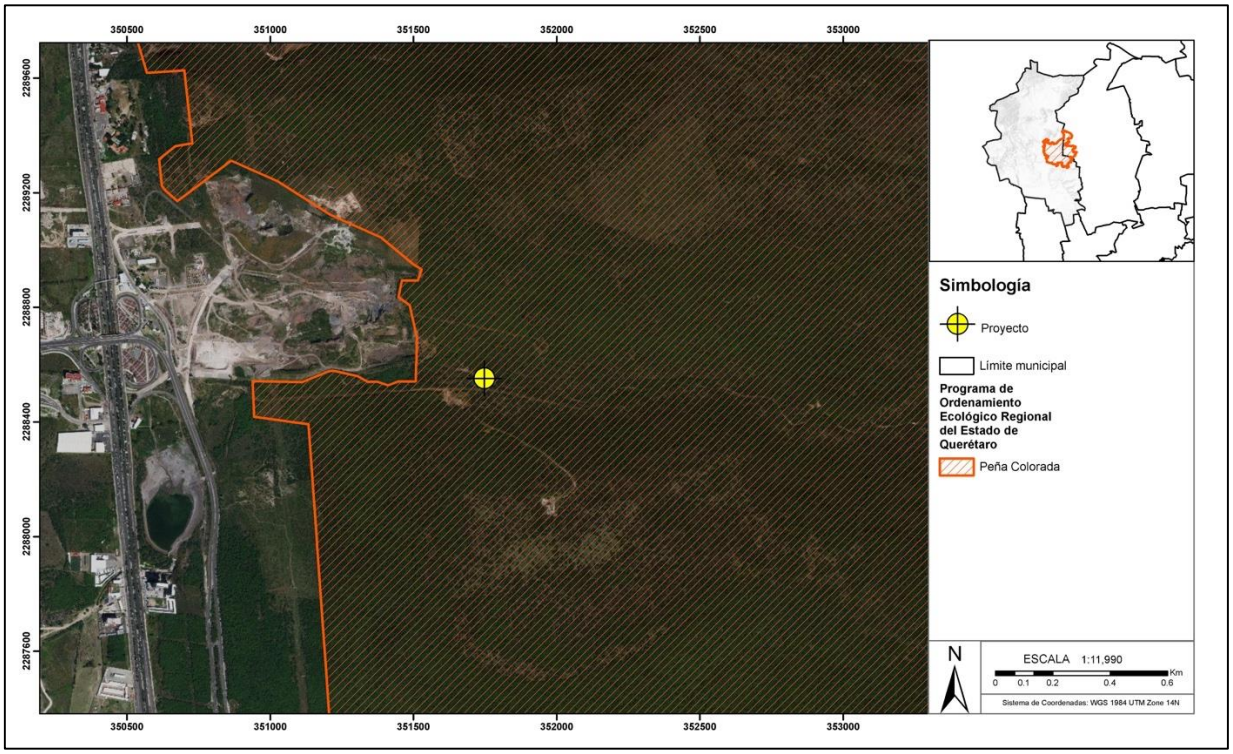


Figura III.4 Unidad de Gestión Ambiental correspondiente al proyecto

Figura III.5 Unidad de Gestión Ambiental correspondiente al proyecto

Este proyecto se ubica dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) N° 272** denominada **"Peña Colorada".**

A continuación, se describen los lineamientos y las acciones aplicables y que se vinculan al proyecto por ubicarse dentro de la UGA No. 272, así como su respectivo cumplimiento a cada uno de ellos.

UGA No. 272 denominada "Peña Colorada"				
LINEAMIENTO		**ACCIÓN**		**CUMPLIMIENTO**
L01	Disminuir al menos en un 50% el abatimiento anual del acuífero.	A002	Se regularizará el uso y destino del recurso agua entre concesionarios, en un plazo máximo de tres años.	Ésta acción no es vinculable al proyecto, toda vez que se pretende la construcción de un cuerpo de agua que hará las veces de regulador de avenidas.

UGA No. 272 denominada "Peña Colorada"				
LINEAMIENTO		**ACCIÓN**		**CUMPLIMIENTO**
L09	Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.	A026	Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor a cinco años por lo menos en un 80 % de los bancos ya abiertos.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretende la extracción de minerales.
L09	Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.	A027	Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor de cinco años por lo menos en un 80 % de los bancos ya abiertos. Con especial atención en San Juan del Río, Corregidora, Pedro Escobedo, Querétaro y El Marqués.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretende la extracción de minerales.
L09	Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.	A028	Se rehabilitarán los bancos de material abandonados, autorizándolos como bancos de tiro, para su posterior reforestación con vegetación nativa, en un lapso no mayor de tres años.	El material utilizado para la etapa de construcción del proyecto se obtendrá de bancos de materiales autorizados por la SEDESU.
L10	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	A046	Se aplicará un programa para lograr el control y clausura de la totalidad de tiraderos a cielo abierto y se prohíbe la apertura de nuevos tiraderos. Con especial atención a aquellas zonas con aptitud para la conservación. En un lapso no mayor de tres años	Se implementará un Programa de Manejo de Residuos. Los residuos sólidos generados durante la ejecución del proyecto se dispondrán en rellenos sanitarios y bancos de tiro autorizados por la SEDESU.
L12	Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA	A050	Se generará un programa estatal de reforestación con especies nativas producto de viveros regionales, definiendo las zonas prioritarias para esta, estableciendo su ubicación cartográficamente. Este programa incluirá las medidas necesarias para que la sobrevivencia sea de al menos el 50 %. El programa se elaborará en un lapso no mayor a un año, y se iniciará su implementación en no más de dos años	Esta acción no es vinculable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente. Sin embargo, parte de la propuesta de la presente es llevar a cabo un programa de rescate y reubicación de especies nativas.

UGA No. 272 denominada "Peña Colorada"				
LINEAMIENTO		**ACCIÓN**		**CUMPLIMIENTO**
L12	Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA	A055	Se reforestará con especies nativas las áreas prioritarias para la conservación con especial atención a barrancas y márgenes de arroyo, en un lapso no mayor de cinco años.	Se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies con la finalidad de no comprometer la biodiversidad del sistema.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	A067	Se prohíbe la extracción de flora y fauna silvestre, en especial aquellas que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo.	
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	A068	A través del programa de educación ambiental, se establecerán comités de vigilancia ambiental participativa (VIGÍAS) y una RED VIGÍA estatal, que permita la participación comunitaria para establecer un sistema efectivo de denuncia y disminución de delitos ambientales como la tala clandestina y la caza furtiva, así también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.	Esta acción no es aplicable al proyecto, debido a que el programa se encuentra a cargo de la autoridad gubernamental.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	A069	Se restringe el crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el interior de áreas naturales protegidas, áreas prioritarias a la conservación, zonas núcleo, cañadas o barrancas, zonas de riesgo y bancos de material. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretende realizar el establecimiento de nuevos asentamientos humanos.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	A070	Se aplicará un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente, en un lapso no mayor de dos años.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que el proyecto no pretende llevar a cabo actividades ecoturísticas.

UGA No. 272 denominada "Peña Colorada"				
LINEAMIENTO		**ACCIÓN**		**CUMPLIMIENTO**
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	A071	Se regulará la instalación de cualquier tipo de infraestructura en áreas con aptitud para la conservación necesaria para el desarrollo de actividades de protección, educación ambiental, investigación o rescate arqueológico, previa manifestación de impacto ambiental, siempre y cuando no haya la apertura de nuevos caminos que modifiquen la estructura natural del paisaje, y no se contraponga con el programa de manejo (en caso de que exista).	El objetivo del proyecto es realizar el cambio de uso de suelo en áreas forestales para la construcción del Bordo Azteca Izquierdo, el cual controlará y mitigará los escurrimientos generados en la cuenca, mejorando la calidad de vida de los habitantes.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	A072	La instalación de infraestructura, caminos, líneas de conducción o extracción (energía eléctrica, telefonía, telegrafía, hidrocarburos), termoeléctricas y depósitos de la industria petroquímica, estarán sujetas a previa manifestación de impacto ambiental, dependiendo de la zona y el proyecto.	Se pretende dar cumplimiento a esta acción mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	A074	Se restringe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa; la eliminación y daño a la vegetación, así como la quema en orillas de caminos, propiedades o parcelas agrícolas. El municipio deberá establecer sanciones para quien la elimine, la deteriore o la queme, en un lapso no mayor de un año.	Durante todas las etapas del proyecto quedará prohibido el uso de fuego. Se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies nativas con la finalidad de no comprometer la biodiversidad del sistema.
L15	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	A078	Se promoverá la elaboración, instrumentación y seguimiento de un programa dirigido a la capacitación para un adecuado manejo de la vegetación, que incluya acciones dirigidas al control de plagas y cualquier otra necesaria para reducir la probabilidad de incendios, en no más de dos años.	Se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies nativas con la finalidad de no comprometer la biodiversidad del sistema
L15	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	A083	Se restringe la apertura de nuevos bancos para la extracción de materiales pétreos reservados o no a la federación a una distancia inferior a 1 Km de cualquier zona urbana y áreas con aptitud para la conservación. Deberán ajustarse a lo establecido en los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretende realizar extracción de materiales.

UGA No. 272 denominada "Peña Colorada"				
LINEAMIENTO		**ACCIÓN**		**CUMPLIMIENTO**
L15	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	A084	Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) y reglamentos aplicables, el establecimiento de instalaciones termoeléctricas o subestaciones, depósitos de la industria petroquímica, de extracción, conducción o manejo de hidrocarburos, a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos y aquellas zonas de interés para la conservación.	Esta acción no es aplicable al proyecto toda vez que no se pretende el establecimiento de instalaciones de esta naturaleza.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A085	Se ofrecerán becas de forma anual para la investigación científica dirigida al conocimiento de la biodiversidad en el área y métodos para su conservación.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretende realizar la investigación científica.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A086	Se prohíbe la introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna, al medio silvestre.	El proyecto no pretende realizar introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A087	Se implementará un programa de regularización de especies ferales y mascotas no convencionales.	El proyecto no involucra el manejo de especies ferales.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A088	La autoridad municipal elaborará y aplicará un reglamento en materia de regulación ecológica, en un lapso no mayor de un año.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A089	Los municipios aplicarán su programa de educación ambiental, en un lapso no mayor de un año.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A090	Se aplicarán las normatividades correspondientes al uso y construcción de fosas sépticas en un lapso no mayor de dos años.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

UGA No. 272 denominada "Peña Colorada"				
LINEAMIENTO		**ACCIÓN**		**CUMPLIMIENTO**
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A094	Se tomaran en consideración las declaratorias del Gobierno del Estado (que planeen y ordenen las provisiones, usos destinos y reservas de los elementos del territorio), el Plan Estatal de Desarrollo Urbano, propuestas de acción inmediata a corto, mediano y largo plazo relativas a los usos de suelo y los Planes de Desarrollo Urbano Municipales respetando los destinos del suelo vigentes en las modificaciones futuras, considerando el estatus de la UGA, su biodiversidad, su importancia en la prestación de servicios ambientales a la zona conurbada, su escasa aptitud para asentamientos humanos y otros usos. En caso de existir actividades forestales o ganaderas, únicamente podrán efectuarse bajo un programa de manejo que asegure el mantenimiento de la zona. Estas áreas serán consideradas como zonas de Preservación Ecológica de Protección Especial o Protección Agrícola, conforme a los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU), favoreciendo el uso de suelo más adecuado.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente. Sin embargo, este proyecto no contraviene ninguno de los preceptos jurídicos especificados, es decir, es compatible con cada uno de ellos.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	A095	Únicamente se permitirán actividades forestales preexistentes restringidas a un programa de manejo que asegure la conservación de la vegetación.	Esta acción no es aplicable al proyecto, toda vez que no es una actividad forestal.
L18	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, a través del Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas (SANPEQ), en todas aquellas UGAs decretadas como ANPs o consideradas para ser decretadas con ese carácter, así como en zonas núcleo y áreas prioritarias para la conservación.	A102	Se informará a los habitantes de la región en materia de educación ambiental por proyectos prioritarios, al menos una vez cada seis meses, en un lapso no mayor de un año.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

UGA No. 272 denominada "Peña Colorada"				
LINEAMIENTO		ACCIÓN		CUMPLIMIENTO
L19	Propiciar la retención de los suelos en las zonas más susceptibles a la erosión.	A104	Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuarán acciones como construcción de terrazas, presas de gaviones, tinas ciegas, o cualquier otra que permita retener el suelo en aquellas zonas más susceptibles a la erosión hídrica y eólica, siempre combinando estas técnicas con prácticas vegetativas en un plazo no mayor de tres años.	Se implementarán las medidas de prevención y compensación pertinentes para evitar la erosión en el sitio del proyecto.
L19	Propiciar la retención de los suelos en las zonas más susceptibles a la erosión.	A105	Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuará la reforestación inmediata aguas arriba sumado a obras de conservación del suelo, para evitar la continua erosión hídrica y eólica.	Se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación pertinentes para evitar la erosión en el sitio del proyecto.
L23	Integrar la educación ambiental para la sustentabilidad, en todas las actividades ecológicas del Estado.	A113	Se informará y/o capacitará a los diferentes sectores de la población en el manejo integral de residuos sólidos en calidad de agua y aire, en un lapso no mayor de dos años.	Se capacitará al personal respecto al correcto manejo y disposición de residuos.

III.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico Locales (POEL)

III.1.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Querétaro

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro fue aprobado en sesión de cabildo con fecha 29 de abril 2014, publicado en la gaceta municipal con fecha 13 de mayo de 2014 y publicado en la Sombra de Arteaga con fecha 16 de mayo de 2014.

Los objetivos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro son:

I. Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales,

y el conocimiento y mejoramiento de las tecnologías, usos y costumbres utilizadas por los habitantes de la misma;

II. Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos, y

III. Establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

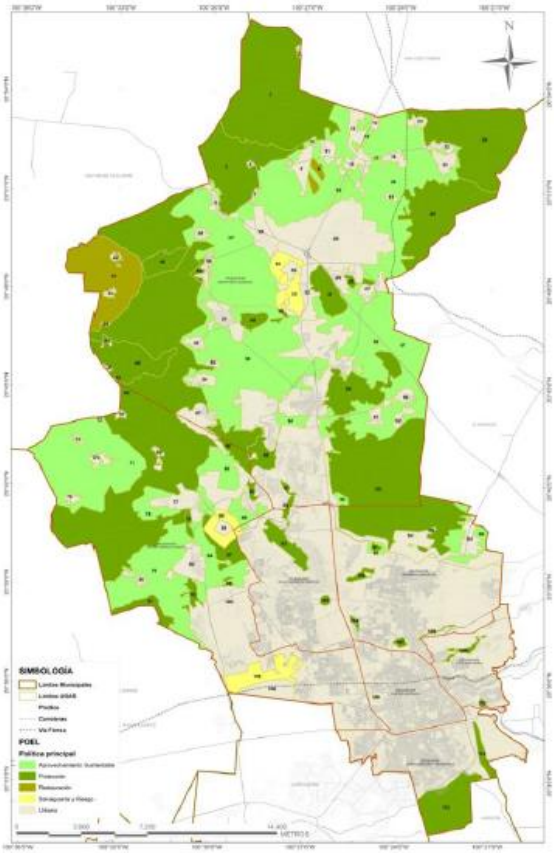


Figura III.6 Unidades de Gestión Ambiental

La Unidad de Gestión Ambiental aplicable al Proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local es la **UGA 63 "Peña Colorada".**

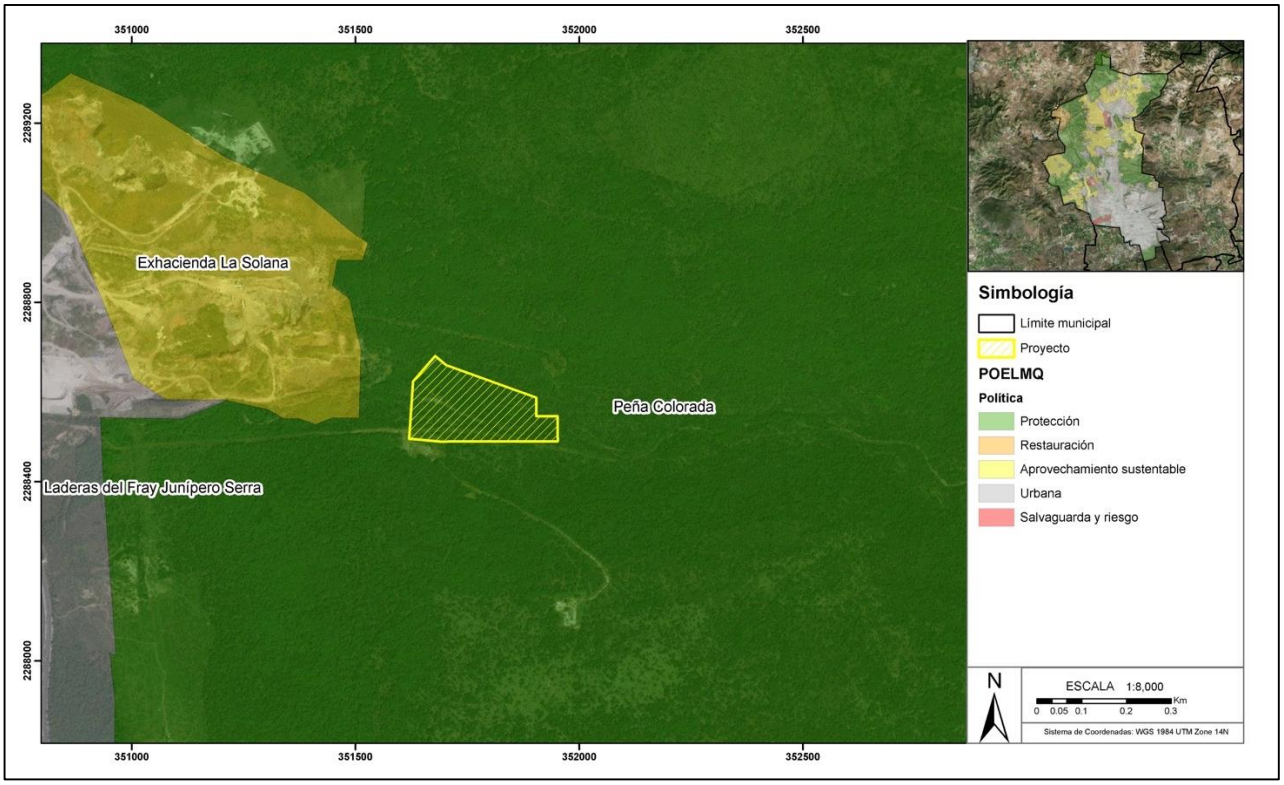
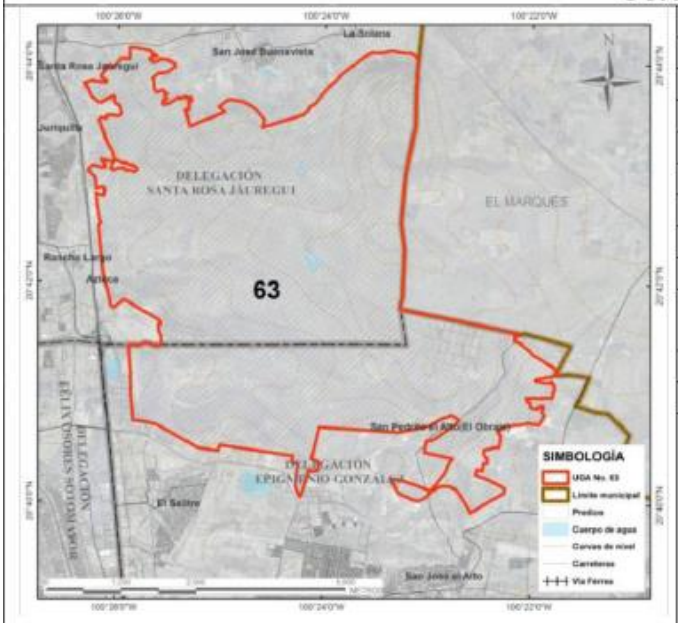


Figura III.7 Mapa de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) donde se localiza el proyecto

UGA 63



DATOS DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	
Nombre	Peña Colorada
No. UGA	63
Superficie (ha)	3,386.87
Número de Unidades Geográficas: 1	
PROGRAMA	
Política	Protección
Lineamiento	L63
Estrategia	EP
Criterios	RAAH,FFS, ASAEA, PASSR, PCCAEA, PCCS
USO DE SUELO	
Compatibles	CF, CA, AVR, TA, ZSR
Incompatibles	AGP, EX, PUR, ESR, URB

La política de la **UGA No. 63 "Peña Colorada"** es **Protección (PR):** Esta política está dirigida a los centros de población del municipio, con usos urbanos, industriales y/o comerciales actuales y su proyección de crecimiento a futuro marcado por los instrumentos de planeación vigentes.

Lineamiento L63: Proteger el 100% de los ecosistemas de presentes en la UGA con énfasis en la conservación de bosque tropical caducifolio y de matorrales, promoviendo el decreto del Área Natural Protegida (ANP) y la elaboración - ejecución del correspondiente programa de manejo para asegurar la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales que se llevan a cabo en los ecosistemas existentes.

Usos de suelo:

Los usos de suelo fueron definidos a partir de los análisis de aptitud y los usos, destinos y reservas de suelo actuales en los instrumentos de planeación urbana aplicables al Municipio de Querétaro, así como las potencialidades del territorio.

Estos son: Conservación y Forestal (CF); Cauces y Cuerpos de Agua (CA); Agropecuario (AGP); Extractivo (EX); Áreas Verdes y Recreativas Rurales (AVR); Parques Urbanos y Recreativos (PUR); Turismo Alternativo (TA); Equipamiento y Servicios Rurales (ESR); Zonas de Salvaguarda y Riesgo (ZSR) y urbano (URB).

En el caso de Áreas Naturales Protegidas con decreto, los usos no compatibles que señala el presente documento podrán permitirse solamente en donde señale el Programa de Manejo respectivo.

NÚMERO Y NOMBRE DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	POLÍTICA PRINCIPAL	LINEAMIENTO	ESTRATEGIAS	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USOS			• COMPATIBLES X INCOMPATIBLES						
					CF	CA	AGP	EX	AVR	PUR	TA	ESR	ZSR	URB
63. Peña Colorada	Protección	L63	EP-01, EP-02, EP-03, EP-04, EP-05, EP-06, EP-07, EP-08, EP-09, EP-10, EP-11, EP-12, EP-13, EP-14, EP-15, EP-16, EP-17, EP-18, EP-19, EP-20, EP-21, EP-22, EP-23, EP-24, EP-25, EP-26, EP-27, EP-28, EP-29, EP-30, EP-31, EP-32, EP-33, EP-34, EP-35, EP36	RAAH,FFS, ASAEA, PASSR, PCCAEA, PCCS	•	•	X	X	•	X	•	X	•	X

Conservación y Forestal (CF): Ecosistemas terrestres o acuáticos conservados, terrenos forestales de zonas áridas, zonas de protección de acuíferos y cuencas hidrológicas, humedales, brechas cortafuegos, reservas ecológicas, parques ecológicos, áreas forestadas y reforestadas con fines de conservación, unidades de manejo de vida silvestre, obras de conservación de suelo, aprovechamiento de recursos forestales y plantaciones forestales para silvicultura con árboles nativos o no nativos y parcelas agrícolas para autoconsumo previamente existentes.

Cauces y Cuerpos de Agua (CA): Presas, represas, bordos y ollas de agua, así como los terrenos ubicados en los respectivos vasos y aguas abajo o al pie de la cortina de un cuerpo de agua; cauces y corrientes con sus riberas o zonas federales; actividades deportivas acuáticas controladas.

Áreas verdes y recreativas rurales (AVR): Parques y jardines; áreas verdes en las calles vegetadas por árboles, arbustos, césped, plantas nativas o plantas ornamentales; áreas peatonales adornadas con plantas; arboretums y jardines botánicos.

Turismo Alternativo (TA): Hospedaje para turismo alternativo, rural o ecoturismo (campamentos, dormitorios, cabañas, bungalows, cascos de ex haciendas habilitados como hoteles); senderos interpretativos y andadores, asadores, áreas e instalaciones para deporte extremo, locales para elaboración y venta de alimentos, prestación de servicios turísticos alternativos y venta de artesanías.

Zonas de Salvaguarda y Riesgo (ZSR): Zonas intermedias de salvaguarda para el desarrollo de actividades altamente riesgosas de cuando menos 350 metros, así como aquellas otras zonas de superficie y ancho variable, definidas por la autoridad competente, que impliquen un riesgo para la población tales como peligro de inundación, presencia de fallas geológicas, zonas de hundimiento y desplazamiento, contaminación, riesgos sanitarios o cualquier otro tipo de riesgo existente.

Toda vez que el proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en áreas forestales para la construcción del cuerpo de agua que hará las veces de regulador de avenidas, denominado "Bordo Azteca Izquierdo", se determina que el proyecto es compatible con los usos permitidos para ésta UGA.

Lineamientos: A continuación, se describen los lineamientos y las acciones aplicables y que se vinculan al proyecto por ubicarse dentro de la **UGA No. 63,** así como su respectivo cumplimiento a cada uno de ellos.

Lineamiento	Estrategias	Acción	Cumplimiento
L-63	**EP-01**	Generar los programas de manejo de las Áreas Naturales Protegidas, en coordinación con las dependencias correspondientes.	El proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas decretadas de carácter federal, estatal y municipal.
L-63	**EP-02**	Gestionar los recursos humanos, materiales, económicos y equipo técnico especializado indispensable para generar los estudios técnicos necesarios.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-03**	Establecer un sistema de monitoreo de la biodiversidad que contemple los criterios ambientales municipales y aspectos etnobiológicos.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera

Lineamiento	Estrategias	Acción	Cumplimiento
			de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-04**	Gestionar el programa de monitoreo biológico en Áreas Naturales Protegidas.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-05**	Implementar acciones que aseguren la conservación de la vegetación nativa y los ecosistemas frágiles (especialmente en el bosque tropical caducifolio y bosque de encino), así como el funcionamiento de los procesos evolutivos de los ecosistemas.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-06**	Gestionar ante las autoridades competentes convenios de colaboración para generar acciones conjuntas que logren resolver integralmente la(s) problemática(s) ambiental(es).	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-07**	Aplicación de instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de la política ambiental.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-08**	Implementar programas que promuevan el turismo alternativo de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-culturales de la zona.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-09**	Diseñar esquemas que vinculen a la población con el cuidado, manejo y prestación de servicios turísticos adecuados a las condiciones de las diferentes áreas ecológicas.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-10**	Impulsar el diseño de proyectos de actividades recreativas y educativas, donde la motivación principal sea el cuidado y contacto directo con la naturaleza.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

Lineamiento	Estrategias	Acción	Cumplimiento
L-63	**EP-11**	Promoción y apoyo a la participación y el desarrollo de proyectos comunitarios.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-12**	Creación y aplicación de un Programa Municipal de Prevención de Incendios Forestales que localice áreas críticas, determine la temporada más susceptible de incendios forestales, implemente acciones de detección, acciones preventivas y de extinción del fuego.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-13**	Aplicar al Programa de Vigilancia Comunitaria (PROVICOM) estableciendo comités de vigilancia ambiental que permita la participación comunitaria para establecer un sistema efectivo de denuncia y disminución de delitos ambientales como la tala clandestina, la caza furtiva y la extracción ilegal de vida silvestre, así como también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-14**	Diseñar esquemas que vinculen a la población con el cuidado, manejo e importancia de la prestación de servicios ambientales.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-15**	Promover la celebración de un convenio de colaboración entre el H. Ayuntamiento, la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Ganadería, Agricultura y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a efecto de actualizar los programas para la tecnificación y uso eficiente del agua.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-16**	Regular el uso del agua para consumo humano y actividades productivas de acuerdo a la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento y a su capacidad de carga.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-17**	Establecer un Programa Interinstitucional de desazolve y rehabilitación de infraestructura para restablecer la capacidad de almacenamiento y regulación hidrológica de los cuerpos de agua.	Esta estrategia se verá vinculada una vez que se encuentre en funcionamiento el cuerpo de agua, ya que se prevé el desazolve del mismo
L-63	**EP-18**	Prevenir el vertimiento de contaminantes a las aguas superficiales y subterráneas, provenientes de actividades domésticas urbanas y del desarrollo de las actividades de los sectores productivos.	Se implementarán las medidas de prevención y mitigación pertinentes para

Lineamiento	Estrategias	Acción	Cumplimiento
			evitar la contaminación de los recursos hídricos.
L-63	**EP-19**	Diseñar e implementar un Programa Municipal de Captación y Reutilización de Agua de Lluvia.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-20**	Promover la firma de convenios con CONAGUA para la implementación de programas y realización de actividades como la apertura y fortalecimiento de espacios de cultura del agua, eventos de difusión educativos, académicos y culturales.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.
L-63	**EP-21**	Restringir el crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el interior de Áreas Naturales Protegidas, áreas con política de conservación, cañadas o barrancas, zonas de riesgo identificadas en los Planes Maestros Pluviales o Atlas de Riesgo, bancos de material y cuerpos de agua. Así mismo, en las zonas intermedias de salvaguarda (de cuando menos 350 metros) para el desarrollo de actividades altamente riesgosas que sean definidas por la federación, estado o municipio, en las cuales se prohíba el uso habitacional, comercial u otro que ponga en riesgo a la población de conformidad con los programas de desarrollo urbano aplicables y las disposiciones del Código Urbano del Estado de Querétaro.	Esta estrategia no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretende establecer un nuevo asentamiento humano. Sin embargo, el proyecto dará certeza para disminuir considerablemente el riesgo que existe de inundación en aquellos desarrollos de la zona.
L-63	**EP-22**	Construir corredores biológicos sobre las carreteras que fragmenten zonas en buen estado de conservación, con especial atención a las Áreas Naturales Protegidas.	El proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas de cualquier orden de gobierno.
L-63	**EP-23**	Reglamentar en las reforestaciones, el uso obligado de especies nativas presentes en los ecosistemas de cada UGA y que obedezca a un programa forestal o de compensación que defina el Municipio.	Se realizará el rescate y reubicación de especies nativas con la finalidad de no comprometer la biodiversidad.
L-63	**EP-24**	Se restringe cualquier tipo de urbanización sobre el cauce de una corriente, ríos, escurrimientos, bordos y presas, quedando las riberas o zonas federales y vasos de los cuerpos de agua como zonas de amortiguamiento.	El proyecto no contempla la urbanización sobre cauces.
L-63	**EP-25**	Se reforestarán las áreas con política de conservación con especies nativas, con especial atención a barrancas, márgenes de arroyos y aquellas zonas que presenten pendientes mayores al 15%.	Se realizará una reforestación con especies nativas,
L-63	**EP-26**	Gestionar la aplicación de programas forestales sectoriales vigentes.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues se encuentra fuera de la esfera de responsabilidad del promovente.

Lineamiento	Estrategias	Acción	Cumplimiento
L-63	**EP-27**	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	Con la implementación del proyecto se mantiene la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.
L-63	**EP-28**	Únicamente se permitirán actividades forestales preexistentes restringidas a un programa de manejo que asegure la conservación de la vegetación.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para la conservación de la vegetación.
L-63	**EP-29**	Diseñar e implementar programas de prevención, erradicación y control de plagas silvestres	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para la conservación de la vegetación.
L-63	**EP-30**	Implementación de un vivero que garantice la reproducción de la flora nativa en el Municipio.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para la conservación de la vegetación.
L-63	**EP-31**	Garantizar las funciones y servicios ambientales que prestan los ecosistemas.	Se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación pertinentes para la conservación del ecosistema
L-63	**EP-32**	No se permitirá verter aguas residuales sin tratar ni disponer de residuos.	Durante la ejecución del proyecto quedará prohibido verter aguas residuales. Así mismo, el manejo de residuos se realizará en conformidad con la normatividad vigente en la materia.
L-63	**EP-33**	Controlar y desalentar el pastoreo en tierras que se encuentren dentro de un Área Natural Protegida o terrenos forestales.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues no se realizará pastoreo.
L-63	**EP-34**	Vigilar y combatir la caza furtiva en zonas de reserva ecológica.	Durante la ejecución del proyecto quedará estrictamente prohibida la caza furtiva.
L-63	**EP-35**	Se restringirá la conversión de zonas de conservación a usos agropecuarios.	Esta estrategia no es vinculable al proyecto, pues

Lineamiento	Estrategias	Acción	Cumplimiento
			no involucra actividades agropecuarias.
L-63	**EP-36**	Se buscará la aplicación de los artículos relativos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Código Penal Federal, la Ley que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro, el Código Urbano de Querétaro y demás normatividad aplicable, para los casos de desmonte o actos que destruyan la vegetación natural, cambien el uso del suelo forestal y dañen a la flora y fauna de los ecosistemas presentes dentro de un Área Natural Protegida (ANP) o UGA's definidas con Política de Protección en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local.	Mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, se pretende dar cumplimiento a la normatividad vigente en la materia.

Los criterios de regulación ecológica se definen como los lineamientos obligatorios para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Local.

Derivado del análisis anterior, se puede concluir que el proyecto "Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro." no contraviene los lineamientos y estrategias establecidos para la UGA No. 63 "Peña Colorada", por lo que se asegura la preservación del equilibrio ecológico.

Tabla III.1 Criterios de Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos (RAAH)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
RAAH-01	Las autoridades federales, estatales y municipales, en la esfera de su competencia, deberán tomar en cuenta el Programa de Ordenamiento Ecológico Local para la formulación, actualización o ejecución de los instrumentos de planeación urbana.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla el establecimiento de asentamientos humanos.
RAAH-02	En la determinación de los usos del suelo de los instrumentos de planeación urbana o en sus modificaciones, se buscará lograr una diversidad y eficiencia de los mismos y se evitará el desarrollo de esquemas segregados o monofuncionales, así como las tendencias a la suburbanización extensiva.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla el establecimiento de asentamientos humanos.
RAAH-03	En la definición de áreas para el crecimiento de los centros de población, se fomentará la mezcla de los usos habitacionales con los productivos	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla el

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental.	establecimiento de asentamientos humanos.
RAAH-04	Se deberá privilegiar a través de incentivos, el establecimiento de sistemas de transporte colectivo y otros medios de alta eficiencia energética y ambiental, así como modos de movilidad no motorizada y accesibilidad universal.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla el establecimiento de asentamientos humanos.
RAAH-05	Se establecerán y manejarán de forma prioritaria las áreas de importancia ecológica (Áreas Naturales Protegidas (ANP's), predios con uso de suelo de preservación ecológica protección especial de acuerdo a la zonificación definida en los instrumentos de planeación urbana vigentes) y las susceptibles a la degradación por ubicarse en zonas cercanas a asentamientos humanos.	Si bien el proyecto se ubica dentro de un área de importancia para la conservación, se implementará un manejo de vegetación y suelos, con la finalidad de evitar la degradación del ecosistema.
RAAH-06	Las autoridades federales, estatales y municipales, en la esfera de su competencia, promoverán la utilización de instrumentos económicos, fiscales y financieros de política urbana y ambiental, para inducir conductas compatibles con la protección y restauración del medio ambiente y con un desarrollo urbano sustentable, así como los mecanismos de compensación ambiental.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla el establecimiento de asentamientos humanos.
RAAH-07	El aprovechamiento del agua para usos urbanos deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice.	Se usará agua tratada durante todas las etapas del proyecto.
RAAH-08	En áreas de riesgo por la ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos, se establecerán las zonas intermedias de salvaguarda en las que no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla el establecimiento de asentamientos humanos..
RAAH-09	La política ambiental debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioren la calidad de vida de la población y, a la vez, prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano, para mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población, y cuidar de los factores ecológicos y ambientales que permiten una mayor calidad de la vida.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla el establecimiento de asentamientos humanos.
	Las autoridades federales, estatales y municipales, en la esfera de su competencia, no permitirán los asentamientos humanos en zonas donde las poblaciones se expongan al riesgo de desastres por impactos adversos	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla el

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
RAAH-10	del cambio climático, especialmente en lo que corresponde a riesgo de inundación determinadas en el Plan Maestro Pluvial, Atlas de Riesgo o programas sectoriales en la materia, debiendo quedar restringidas las riberas y zonas federales, vasos de lago, laguna o estero, así como las Zonas de Protección definidas en la Ley de Aguas Nacionales.	establecimiento de asentamientos humanos.
RAAH-11	Para controlar la contaminación producida por hornos de ladrillo rojo, se buscará hacer una transferencia de hornos convencionales que utilizan cualquier tipo de combustible para su funcionamiento a hornos con tecnología que disminuyan el nivel de emisiones contaminantes del aire, avalados por instituciones académicas y dependencias involucradas en el tema.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla la instalación de hornos.

Tabla III.2 Criterios de Flora y Fauna Silvestre (FFS)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
FFS-01	La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio, con especial énfasis en proteger fragmentos de bosque tropical caducifolio.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar la degradación del ecosistema.
FFS-02	La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar la degradación del ecosistema.
FFS-03	La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Si bien en el sitio se identificaron especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas ellas serán rescatadas, así como también se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar la degradación del ecosistema y la pérdida de biodiversidad.
FFS-04	El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies de flora y fauna, al cambio de uso ilegal de terrenos forestales, incendios provocados y ocupaciones ilegales en zonas de conservación.	Se prohibirá el tráfico y apropiación de especies, remoción de vegetación, así

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		como el uso de fuego durante la ejecución del proyecto.
FFS-05	El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar la degradación del ecosistema.
FFS-06	La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar la degradación del ecosistema.
FFS-07	El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar la degradación del ecosistema.
FFS-08	El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.	Se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies. Así mismo, se capacitará al personal para el correcto manejo de fauna.
FFS-09	El desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, pues no se contempla el desarrollo de actividades productivas.
FFS-10	El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.	Se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies. Así mismo, se capacitará al personal para el correcto manejo de fauna.
FFS-11	La realización de las obras públicas o privadas con respecto a la protección de flora y fauna, deberán incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural, de acuerdo al dictamen en materia de impacto ambiental correspondiente.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar la degradación del ecosistema.
FFS-12	Buscar el fortalecimiento del Fideicomiso Queretano para la Conservación del Medio Ambiente, para cumplir sus objetivos en materia de protección de predios para la conservación y la propagación de especies de flora nativa.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para evitar la degradación del ecosistema.

Tabla III.3 Criterios de Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos (ASAEA)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
ASAEA-01	Las autoridades federales, estatales y municipales, en la esfera de su competencia, deberán buscar la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico.	El objetivo del proyecto es controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio.
ASAEA-02	El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos debe realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico.	Este criterio no es aplicable al proyecto, puesto que no pretende realizar aprovechamiento de los recursos naturales.
ASAEA-03	Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas forestales y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos.	El objetivo del proyecto es controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio, por lo que tendrá un impacto positivo en la regulación de los cauces.
ASAEA-04	La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, puesto que no pretende realizar aprovechamiento de los recursos naturales.

Tabla III.4 Criterios de Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos (PASSR)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
PASSR-01	El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no pretende realizar aprovechamiento del suelo.
PASSR-02	El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no pretende realizar aprovechamiento del suelo.
PASSR-01	Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no pretende realizar aprovechamiento del suelo.
PASSR-04	En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural.	Se realizará el rescate y reubicación de ejemplares de especies nativas con la finalidad de mitigar la erosión del suelo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
PASSR-05	En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, o determinadas con problemas de erosión por las dependencias responsables, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas.	En la presente MIA se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación que se realizarán durante la implementación del proyecto con la finalidad de que se evite provocar un deterioro severo.
PASSR-06	La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar un deterioro severo de los suelos, deberán incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural, de acuerdo al dictamen en materia de impacto ambiental correspondiente.	

Tabla III.5 Criterios de Preservación y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos (PCCAEA)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
PCCAEA-01	La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.	Se realizará el constante mantenimiento de la maquinaria a utilizar, así mismo, se implementará un Programa de Manejo de Residuos con la finalidad de evitar la contaminación del agua.
PCCAEA-02	Las autoridades federales, estatales y municipales, en la esfera de su competencia, deberán prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.	
PCCAEA-03	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.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el aprovechamiento de agua para actividades productivas.
PCCAEA-04	Las aguas residuales de origen urbano y agropecuario 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.	Se utilizará agua tratada en todas las etapas del proyecto.
PCCAEA-05	La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.	Se realizará el constante mantenimiento de la maquinaria a utilizar, así mismo, se implementará un Programa de Manejo de Residuos con la finalidad de evitar la contaminación del agua.
PCCAEA-06	La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos, deberán incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y	

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	restablecimiento de su vocación natural, de acuerdo al dictamen en materia de impacto ambiental correspondiente.	

Tabla III.6 Criterios de Prevención y Control de la Contaminación del Suelo (PCCS)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
PCCS-01	Las autoridades federales, estatales, municipales y la sociedad, en la esfera de su competencia, deberán prevenir la contaminación del suelo.	Se implementará un Programa de Manejo de Residuos con la finalidad de evitar la contaminación del suelo.
PCCS-02	Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.	
PCCS-03	Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.	
PCCS-04	La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar.	No se utilizarán plaguicidas ni fertilizantes en ninguna etapa del proyecto.
PCCS-05	En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	Se implementará un Programa de Manejo de Residuos con la finalidad de dar un correcto manejo y disposición de los residuos peligrosos que pudiesen generarse con la ejecución del proyecto.

De los lineamientos, criterios y usos permitidos, se tiene que el proyecto es compatible con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro, en correspondencia con la vinculación antes referida.

II.2 Áreas Naturales Protegidas.

El sistema de áreas naturales protegidas del estado de Querétaro, fue publicado en el Diario Oficial con fecha del 17 de abril de 2009, y en él se definen las regulaciones y criterios para el establecimiento de las áreas naturales protegidas, asimismo se pretende que dicho sistema integre a todas las áreas de interés estatal.

Con miras a proteger el patrimonio natural y cultural del estado y atenuar el impacto causado por las diversas actividades económicas, una de las prioridades de la administración ha sido el decreto de áreas naturales

protegidas como instrumento de política ecológica, con fines de conservación en busca de un desarrollo sustentable. Actualmente en el Estado de Querétaro se cuenta con 9 áreas naturales protegidas:

- Reserva de la biósfera "Sierra Gorda"
- Parque Nacional "El Cimatario"
- Parque Nacional "Cerro de las Campanas"
- Área de protección de recursos naturales "Zona Protectora Forestal"
- Reserva estatal "Mario Molina-Pasquel, el Pinalito"
- Zona sujeta a conservación ecológica "El Tángano"
- Zona sujeta a conservación ecológica "Zona Occidental de Microcuencas"
- Zona de preservación ecológica de centro de población (subcategoría de parque interurbano) "Jurica Poniente" (porción centro poniente del municipio de Querétaro)
- Paisaje Protegido Peña de Bernal

Áreas Naturales Protegidas.

Nombre	Delegación	Categoría	Superficie decretada (hectáreas)	% del total
Bordo Benito Juárez	Epigmenio González	Zona de Preservación Ecológica de centro de población con subcategoría de parque intraurbano	27.6	0.1
Cañada de Juriquilla	Santa Rosa Jáuregui		22.1	0.1
Cerro de las Campanas	Centro Histórico	Parque Nacional	3.8	0.02
Cerro Grande	Santa Rosa Jáuregui	Zona de Preservación Ecológica de centro de población con subcategoría de parque intraurbano	2,989.2	14.3
El Cimatario (1)	Josefa Vergara y Hernández	Parque Nacional	761.3	3.7
El Tángano (2)		Zona sujeta a Conservación Ecológica	114.8	0.6
Jurica Poniente	Félix Osores Sotomayor	Zona de Preservación Ecológica de centro de población con subcategoría de parque intraurbano	224.1	1.1
Montenegro	Santa Rosa Jáuregui	Zona de Reserva Ecológica	547.4	2.6
Sierra Raspiño		Zona de Preservación Ecológica de centro de población con subcategoría de parque intraurbano	4,104.2	19.7
Zona Occidental de Microcuencas	Santa Rosa Jáuregui y Felipe Carrillo Puerto	Zona sujeta a Conservación Ecológica	12,043.1	57.8
Total			20,837.6	100.0

(1) La superficie referida es la que corresponde al Municipio de Querétaro conforme al decreto.
(2) Se considera todo el polígono según Planes Parciales de Desarrollo Urbano Delegacionales. Municipio de Querétaro
Fuente: Municipio de Querétaro. Dirección de Ecología, 2014. En Anuario Económico Municipal Querétaro 2014.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018

Las áreas naturales protegidas más cercanas se encuentran a una distancia promedio de 12.5 km de la zona de proyecto correspondiendo a **"Zona Occidental de Microcuencas"** y el **"Jurica Poniente".**

III.3 Planes de Desarrollo Urbano.

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021

El Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021 está orientado hacia la planeación conjunta de las acciones del gobierno y de la sociedad, a fin de lograr un desarrollo integral del estado de Querétaro.

Es el instrumento rector de la planeación estatal, en el que se incluyen los objetivos, estrategias y lineamientos generales en materia económica, social y política destinados a fomentar el desarrollo integral del Estado y orientar hacia el mismo la acción del gobierno y la sociedad.

El Plan se integra por 5 ejes rectores:

EJE I. Querétaro Humano

EJE II. Querétaro Próspero

EJE III. Querétaro con infraestructura para el Desarrollo

EJE IV. Querétaro seguro

EJE V. Querétaro con buen gobierno.

El Plan se vincula con los ejes I y III que se describe a continuación:

- ***Eje I. Querétaro Humano:*** *Busca mejorar la calidad y las condiciones de vida de los queretanos. Este eje prevé acciones que permitan equidad de oportunidades, de inclusión y cohesión social. El objetivo es impulsar el círculo virtuoso de la inversión, el empleo y la satisfacción de necesidades de consumo y ahorro de la población queretana a través de atender de manera sustentable las vocaciones y necesidades económicas regionales.*

El proyecto se vincula con la estrategia I.5 Fortalecimiento del desarrollo integral comunitario en las zonas de alta y muy alta marginación social. En específico con la línea de acción *"Generar las condiciones de infraestructura social básica que propicien el desarrollo social de las comunidades"* ya que la infraestructura que se pretende desarrollar propiciará mejores condiciones de salud y por consecuencia desarrollo económico y social.

- ***Eje III. Querétaro con Infraestructura para el Desarrollo:*** *Para transformar el crecimiento en un auténtico desarrollo, es necesario elevar la competitividad y conectividad de las diferentes regiones del Estado. Este eje busca desarrollar la infraestructura, equipamiento urbano y movilidad, que mejoren las condiciones de seguridad y calidad de vida de los queretanos. El objetivo es impulsar la conectividad y competitividad entre las regiones desarrollando la infraestructura y el equipamiento que incidan en la mejora de las condiciones de vida de los queretanos.*

Toda vez que la construcción del proyecto mejorará la calidad de vida de los habitantes de Jurica y la comunidad de Rancho Largo al establecer la infraestructura necesaria para la regulación de escurrimientos.

Este eje rector contempla las siguientes estrategias aplicables al presente proyecto:

Estrategia III.3 Fortalecimiento en el abasto y uso eficiente de agua, alcantarillado y saneamiento en el Estado de Querétaro.

Líneas de Acción:

- Planear técnica y financieramente la infraestructura hidráulica acorde con los planes y programas de desarrollo, nacionales y estatales.
- Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento
- Promover estrategias para el uso eficiente y aprovechamiento del agua con base en una cultura de sustentabilidad.

El Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021, es el instrumento rector de la planeación estatal, en el que se incluyen los objetivos, estrategias y lineamientos generales en materia económica, social y política destinados a fomentar el desarrollo integral del Estado y orientar hacia el mismo la acción del gobierno y la sociedad.

La naturaleza del proyecto se vincula principalmente con dos de los ejes establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021, que se presentan a continuación:

EJE II. QUERÉTARO PRÓSPERO

Tabla III.7 Análisis de compatibilidad con el objetivo del eje.

Objetivo	Vinculación, congruencia con el proyecto
Impulsar el círculo virtuoso de la inversión, el empleo y la satisfacción de necesidades de consumo	Con la ejecución del proyecto se estará contribuyendo a la generación de empleos, derrama

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Objetivo	Vinculación, congruencia con el proyecto
y ahorro de la población queretana a través de atender de manera sustentable las vocaciones y necesidades económicas regionales.	económica y protección de los bienes materiales de la sociedad y de los empresarios que ocupan espacios en la zona baja de la cuenca.

Tabla III.8 Análisis de compatibilidad de estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021.

Estrategia del Eje vinculante	Línea de acción	Compatibilidad del proyecto
II.1 Promoción del crecimiento económico equilibrado por sectores y regiones del Estado de Querétaro.	Impulsar mecanismos de fomento a la inversión y generación de empleo en la entidad.	Con la ejecución del proyecto se generará una cantidad considerable de empleos tanto temporales como permanentes que permitirán la mejora de condiciones de vida de las familias queretanas.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la compactibilidad del Proyecto con las estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021.

EJE III. QUERÉTARO CON INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO

Tabla III.9 Análisis de compatibilidad con el objetivo del eje.

Objetivo	Vinculación, congruencia con el proyecto
Impulsar la conectividad y competitividad entre las regiones desarrollando la infraestructura y el equipamiento que incidan en la mejora de las condiciones de vida de los queretanos.	Con la ejecución del proyecto se estará contribuyendo a la generación de empleos, derrama económica y protección de los bienes materiales de la sociedad y de los empresarios que ocupan espacios en la zona baja de la cuenca.

Tabla III.10 Análisis de compatibilidad de estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021

Estrategia del Eje vinculante	Línea de acción	Compatibilidad del proyecto
Impulso al desarrollo sustentable en el patrón de ocupación y utilización del territorio estatal.	Impulsar el uso y aplicación de la planeación estratégica para el desarrollo de proyectos de infraestructura a largo plazo.	El presente proyecto resulta de la planeación estratégica para la instalación de infraestructura hidráulica a largo plazo permitiendo de esta manera evitar desastres materiales aguas

Estrategia del Eje vinculante	Línea de acción	Compatibilidad del proyecto
		abajo.
	Crear mecanismos de coordinación y consenso entre la sociedad y gobierno para el aprovechamiento eficiente del suelo.	El uso de suelo propuesto es compatible con el asignado por los diversos instrumentos de planeación y de ordenamiento territorial efectuándose un uso eficiente del suelo.
	Impulsar la profesionalización de las áreas técnicas encargadas de la planeación, operación y evaluación del desarrollo urbano.	La presente línea de acción corresponde a las instituciones encargadas de la planeación y evaluación del desarrollo urbano, en la etapa operativa de la utilización de la superficie de suelo propuesta, correspondería al promovente, asegurándose la profesionalización de los recursos humanos del área encargada de la ejecución del proyecto.
	Promover la elaboración o actualización de los instrumentos que integran el Sistema Estatal de Planeación Urbana.	No es responsabilidad del promovente realizar dicha labor, sin embargo, se respetan todos los instrumentos que integran el Sistema Estatal de Planeación Urbana para la superficie en cuestión.
	Socializar los instrumentos del Sistema Estatal de Planeación Urbana para lograr que la sociedad se apropie de ellos.	No es responsabilidad del promovente realizar dicha labor, sin embargo, se respetan todos los instrumentos que integran el Sistema Estatal de Planeación Urbana para la superficie en cuestión.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la compactibilidad del Proyecto con las estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021.

De acuerdo a los ejes y las estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021 que son vinculantes

con el proyecto no existe ninguno que se contraponga con la naturaleza del proyecto resultando su ejecución viable.

III.3.3.- Plan Municipal de Desarrollo Querétaro 2018-2021.

El Plan Municipal de Desarrollo busca construir un nuevo modelo de gestión que dignifique el trabajo del servidor público, recupere la confianza de la ciudadanía y garantice una mejor calidad de vida para todos. Se divide en cinco ejes rectores:

1. *Eje Municipio Seguro*
2. *Eje Municipio Próspero*
3. *Eje Municipio Incluyente*
4. *Eje Municipio con Calidad de Vida y con Futuro*
5. *Eje Gobierno Abierto, Responsable y de Resultados*

Eje Municipio Seguro

Es solo en un entorno seguro que una sociedad puede desarrollar todo su potencial. Reconocido nacionalmente como un municipio seguro, Querétaro enfrenta el reto de mantener e incluso elevar sus estándares de seguridad al punto de hacer de la capital, la ciudad que todos sus habitantes desean y merecen.

Para alcanzar esta meta, el compromiso de la presente administración es conformar un sistema policiaco de primer nivel, bien capacitado y con mejores condiciones de trabajo.

Desde la convicción de que la ciudad más segura no es aquella en la que se detiene a más delincuentes, sino en la que menos crímenes se cometen; la prevención del delito es prioridad para este gobierno. En ese sentido se opta por estrategias integrales de seguridad que involucran tanto el aprovechamiento de tecnologías para el monitoreo oportuno de la actividad en espacios públicos, como en el impulso de actividades dirigidas a la recreación, la cultura y al deporte, con la certeza de que a través de ellas se procura la cohesión social.

Eje Municipio Próspero

A nivel nacional, Querétaro se identifica como un municipio con economía dinámica, incluyente y sostenible, que promueve la competitividad, la inversión y la creación de más y mejores empleos. Para mantener esta valoración y cumplir con las expectativas de quienes lo habitan, se deberá fortalecer la planeación urbana a mediano y largo

plazo, cuidando temas como la movilidad, habitabilidad y medio ambiente, fortaleciendo un modelo de ciudad compacta.

Se generarán políticas públicas que apoyarán la innovación y el emprendimiento de todos aquellos que apuesten sus recursos en la generación de empleos. De esta forma, además de alentar la creatividad de micro, pequeños y grandes empresarios, se facilitará la gestión de todo tipo de trámites que les permitan desempeñarse dentro del marco legal, sin vulnerar la dignidad de la persona ni la integridad de los ecosistemas.

Así, con base en distintos esquemas que incentiven la inversión productiva y a partir de convenios de colaboración, becas y apoyos financieros, que desemboquen en la creación de un ecosistema de emprendimiento, se propiciará el máximo aprovechamiento del talento y potencial económico de todos los habitantes.

Eje Municipio Incluyente

El desarrollo de la sociedad está directamente relacionado con el bien común de sus habitantes. En la consideración de que la inclusión debe entenderse como una justicia que, imparcial y dignamente, dé a cada persona lo que le corresponda; se trabaja en la construcción y mejora de políticas públicas tendientes a construir un entorno de oportunidades, equidad y respeto en el que cada habitante pueda ejercer verdaderamente sus derechos, poniendo especial atención en aquellos que tienen necesidades más urgentes y en consecuencia son más vulnerables.

Desde la convicción de que a Querétaro lo hacemos todos, se procurará la cohesión social para trabajar por el bien común, eso implica la vinculación del trabajo y los esfuerzos del gobierno y ciudadanía hacia un mismo fin: el fortalecimiento del tejido social.

Reconociendo que la superación parte de la conciencia personal y fomenta la responsabilidad y el esfuerzo compartido, se trabajará para incrementar las perspectivas de formación, con énfasis en los valores para la convivencia, y en la capacitación productiva que redunde en posibilidades laborales para mejorar las condiciones sociales y económicas de la población.

Eje Municipio con Calidad de Vida y Futuro

En atención a la demanda ciudadana de servicios urbanos y rurales de mayor calidad, eficiencia y puntualidad, se diseñan obras para que los servicios públicos y la movilidad hagan de Querétaro un municipio de calidad y con futuro.

Para lograrlo se apuesta al compromiso compartido de gobierno y ciudadanía, ya que se reconoce que todos somos responsables del cuidado de la casa común, por ello se construirán espacios de encuentro social donde todas las voces sean escuchadas para la vigorización de una ciudad que, por su seguridad y alternativas de empleo, dé tranquilidad a las familias y confianza a toda su sociedad.

A partir de una evaluación objetiva de las implicaciones que tiene la movilidad en el municipio, y en atención a la demanda ciudadana de disminuir el tráfico vehicular y los tiempos de recorrido, así como de contar con nuevas formas de traslado; la movilidad recibirá una atención integral a través del equipamiento, mejora y adecuación de la infraestructura.

Eje Gobierno Abierto y de Resultados

Una sociedad que distingue a sus ciudadanos para la impartición de la ley, no es una sociedad justa. De ahí que los tres pilares del gobierno sean: la transparencia, la rendición de cuentas y la participación ciudadana en la toma de decisiones a través de políticas públicas, presupuestos participativos y esquemas de supervisión, evaluación y contraloría social.

En Querétaro se apuesta a la justicia, en consecuencia, no se tolera la impunidad.

Todos los esfuerzos están dirigidos a combatir la delincuencia y la corrupción, los dos fenómenos que más lastiman a cualquier sociedad que quiere crecer y confiar en su gobierno y aparatos de justicia.

Con base en el principio de que la ley no se regatea, no se somete y es igual para todos los ciudadanos, no se permitirá ningún acto de corrupción. Y en caso de detectar conductas violatorias en el uso y manejo de los recursos públicos y el patrimonio municipal, se prevén acciones muy concretas y claras para que el infractor sea puesto a disposición de la justicia.

El presente proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en áreas forestales para la construcción del "Bordo Azteca Izquierdo", que controlará y mitigará los escurrimientos generados en la cuenca de estudio, mejorando la calidad de vida de los habitantes del fraccionamiento Jurica y la comunidad Rancho Largo.

III.3.4.- Plan Parcial de Desarrollo Urbano

Los Planes Parciales de Desarrollo Urbano, son instrumentos de la planeación, que permiten el ordenamiento territorial de acuerdo a las condiciones y características particulares de cada sub-distrito de la ciudad. Los PPDU deben estar en sintonía con instrumentos superiores de planeación, como son los Planes Estatales, Regionales o

Metropolitanos, pero con un nivel de detalle mayor y específico para el área delimitada. Al mismo tiempo, están en concordancia y conservar las directrices y objetivos del plan o ley general del que se derivan; a través de la implementación de estrategias y políticas reguladoras en materia de: Usos de suelo, Infraestructura, Equipamiento y Espacios Verdes.

Por consiguiente, aunque los PPDU son específicos para un área determinada de la ciudad, deben formar parte de una estrategia y propuesta integral y concurrente para el asentamiento en cuestión, incluyendo aspectos físicos de la estructura urbana y el medio ambiente, así como de factores políticos, económicos y sociales. Lo que hoy se ha dado por llamar "transversalidad".

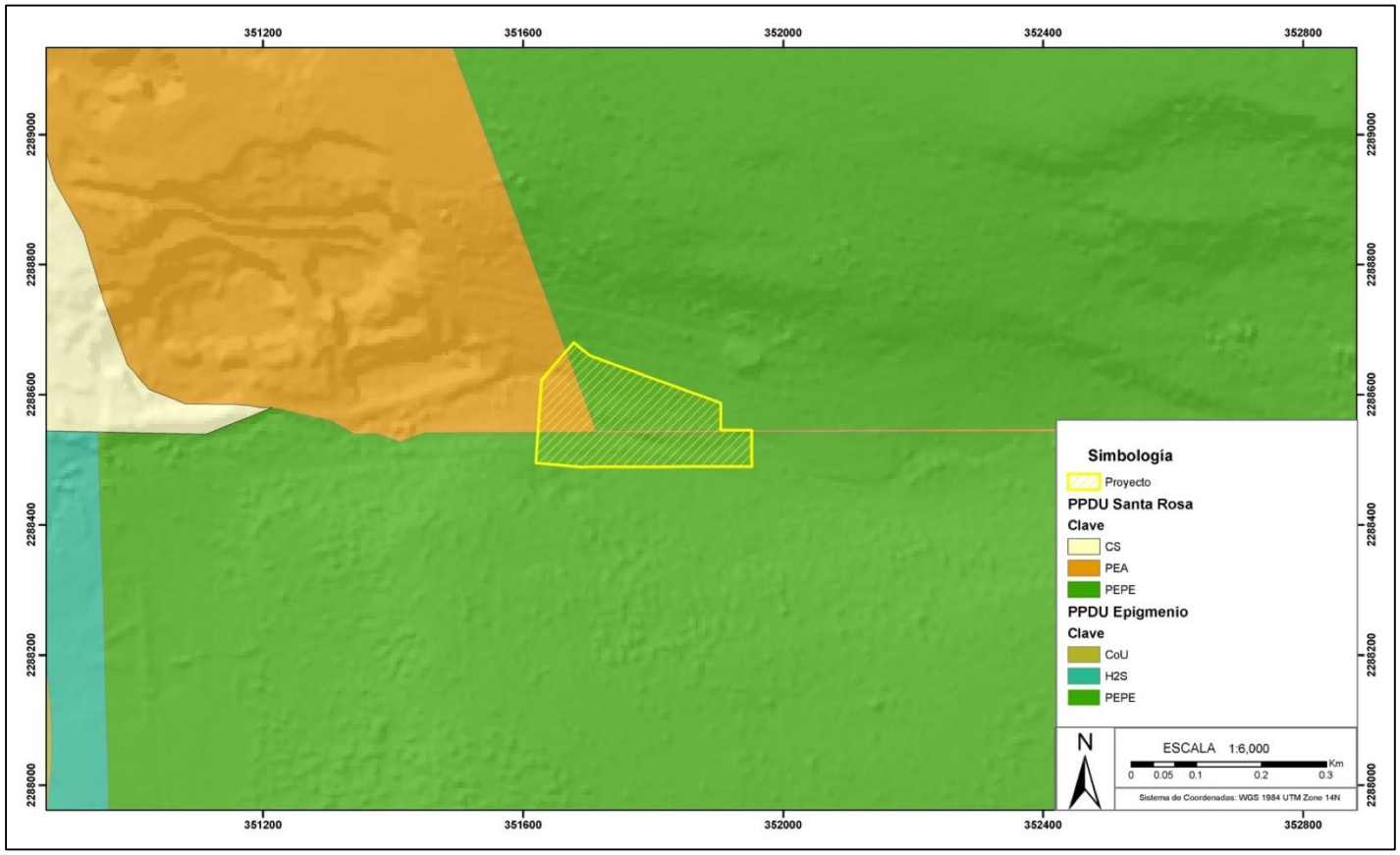


Figura III.8 Ubicación del proyecto - Plan Parcial de Desarrollo Urbano

III.3.4.1.- Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Santa Rosa Jáuregui

Figura III.9 Ubicación del proyecto - PPDU Santa Rosa Jáuregui

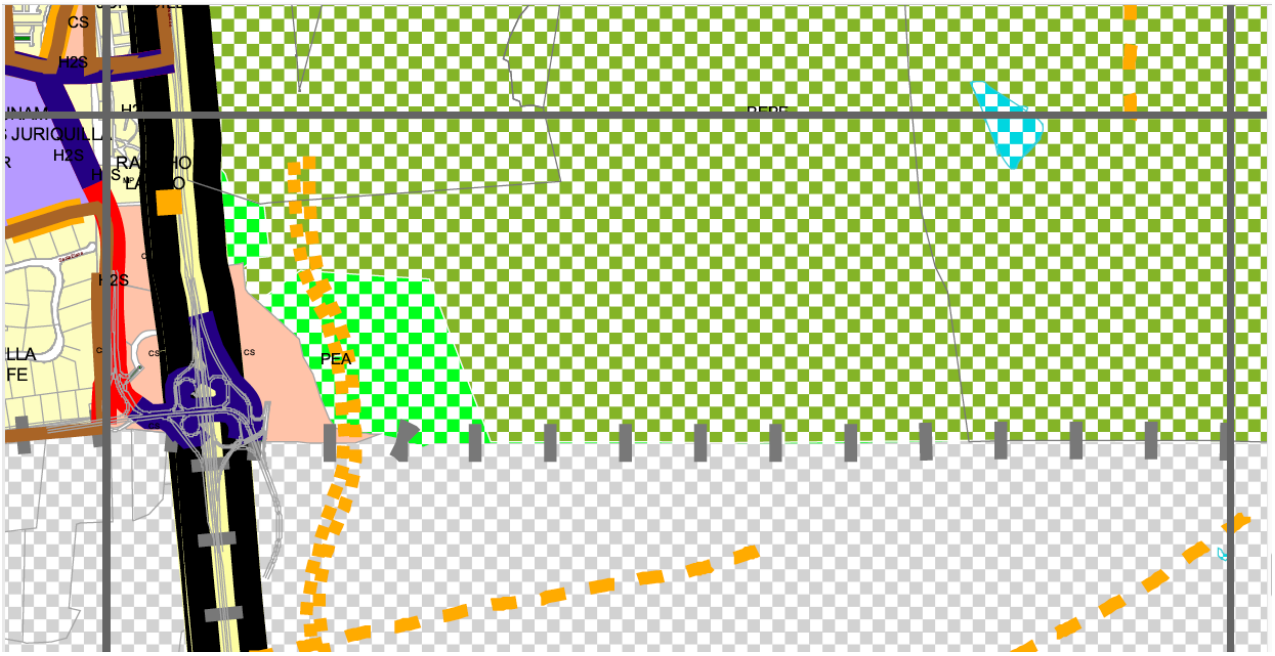


Figura III.10 Usos de suelos colindantes al área del proyecto
Fuente: PPDU Santa Rosa Jáuregui

III.3.4.2.- Plan Parcial de Desarrollo Urbano para la Delegación Epigmenio González:

Figura III.11 Ubicación del proyecto - PPDU Epigmenio González

Figura III.12 Usos de suelos colindantes al área del proyecto

Fuente: PPDU Epigmenio González

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

El proyecto es compatible con el uso de suelo y los usos de suelos adyacentes al área del proyecto no serán modificados ni alterados. Por lo que el proyecto no se contrapone con los usos de suelo establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación Epigmenio González y la Delegación Santa Rosa Jáuregui

ZONIFICACIÓN SECUNDARIA		SUELO URBANO																								SUELO DE PRESERVACIÓN		
1.- Con fundamento en el Art. 45 del Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro (vigente), Los usos que no estén contemplados en la presente tabla de compatibilidad de usos, será definido por el H. Ayuntamiento a través de la Dirección de Desarrollo Urbano previo dictamen técnico.		HABITACIONAL HASTA 50 hab./ha	HABITACIONAL HASTA 100 hab./ha	HABITACIONAL HASTA 200 hab./ ha.	HABITACIONAL HASTA 300 hab./ ha.	HABITACIONAL HASTA 400 hab./ ha.	HABITACIONAL HASTA 500 hab./ha.	HABITACIONAL HASTA 600 hab./ha.	HABITACIONAL HASTA 200 hab./ha/SERVICIOS	HABITACIONAL HASTA 400 hab./ha / SERVICIOS	HABITACIONAL RURAL CON COMERCIO Y SERVICIOS	COMERCIAL Y DE SERVICIOS	TURÍSTICO HOTELERO EXTENSIVO	CENTRO URBANO	SUBCENTRO URBANO	CORREDOR URBANO	CENTRO DE BARRIO	ESPACIOS ABIERTOS (plazas, parques, jardines, camellones)	EQUIPAMIENTO INSTITUCIONAL	EQUIPAMIENTO REGIONAL	EQUIPAMIENTO ESPECIAL	EQUIPAMIENTO PARA INFRAESTRUCTURA	INDUSTRIA PESADA	INDUSTRIA MEDIANA	INDUSTRIA LIGERA	PRESERVACIÓN ECOLÓGICA PROTECCIÓN ESPECIAL	PRESERVACIÓN ECOLÓGICA AGRÍCOLA	PRESERVACIÓN ECOLÓGICA DE USOS MÚLTIPLES
2. a)En el caso de giros de comercio y/o servicios permitidos en las zonificaciones H2,H3, H4, H5, y H6, sólo será autorizado hasta 2 locales, uno comercial y el segundo comercial y/o de servicios siempre y cuando no rebasen en conjunto 40 m2 de construcción en predios de hasta 160 m2 de superficie y estén acompañados de vivienda y respeten el área destinada para el estacionamiento de la vivienda. b) En el caso de predios mayores de 161 m2 de superficie total, que den frente a vialiad primaria o secundaria, o a las zonificaciones EI, ER, EE, EIN y EA señaladas en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación correspondiente y no estén zonificados como H2S, H4S, CoU, o CS, serán considerados como H2S ó H4S, dependiendo de la densidad de población de la zona homogénea donde se ubiquen, siempre y cuando cumplan con el número de cajones de estacionamiento requeridos por el Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro.		H 0.5	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H2S	H4S	HRCS	CS	THE	CU	SU	CoU	CB	EA	EI	ER	EE	EIN	IP	IM	IL	PEPE	PEA	PEUM
O	**Uso Permitido**																											
X	**Uso Prohibido**																											
RECREACIÓN Y DEPORTES	Clubes campestres y Clubes de golf	O	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X
	Campos de tiros, pistas de equitación, Club Hípico y Caballerizas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X	O	X	O	X	X	X	X	X	O	X
	Instalaciones para Espectáculos Deportivos Estadios, Hipódromos, Autódromos, Galgódromos, Arena Taurina y Lienzos Charros	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	X	X	O	X	O	X	X	X	X	X	X	X
	Canchas Deportivas bajo techo y descubiertas, Albercas, Centros deportivos, Pistas de Patinaje, Práctica de Golf y Squash	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	O	X	X	X	X	X	X	X
	Salas de Gimnasia, Gimnasio, Adiestramiento Físico, Danza, Boliche, Billar y juegos de mesa.	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O	O	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Juegos Electrónicos, Maquinas de Video juegos, Entretenimiento y juegos electromecánicos (juegos de habilidades y/o destreza, no de azar para menores de 18 años)	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	X	X	O	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Canales o Lagos para Regatas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O
	Parques para Remolques, Campismo y/o Cabañas	O	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O
	Senderos de hasta 1.5 mts de ancho o Miradores	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	X	O	X	O	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O
	Plazas y Explanadas	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
	Cuerpos de Agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O

En la Tabla de Normatividad de Usos de Suelo podemos observar que el proyecto es compatible con el uso del predio, toda vez que se contempla la construcción de un cuerpo de agua que hará las veces de regulador de avenidas denominado "Bordo Azteca Izquierdo", por lo que se puede concluir que no existe contravención al Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación Epigmenio González y la Delegación Santa Rosa Jáuregui

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

En el siguiente cuadro se enlistan y describen cada una de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto para los rubros de agua, aire, suelo, flora y fauna y residuos, así como su vinculación con el proyecto y su respectivo cumplimiento.

Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto

NOM	Objetivo	Cumplimiento y Vinculación
Aire		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Derivado del uso de maquinaria y vehículos para el suministro de materiales al sitio del proyecto se generará la emisión de gases contaminantes, así como de ruido por lo que para dar cumplimiento a lo establecido por las referidas normas se mantendrá en buen estado operativo la maquinaria y vehículos utilizados, mediante su respectivo servicio de mantenimiento, a fin de evitar que excedan los límites establecidos por las NOM's.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	
NOM-050-SEMARNAT-1993	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	
NOM-080-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	
Suelo		
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites Máximos Permisibles de hidrocarburos en suelos y sus especificaciones para su caracterización y remediación.	Se llevarán a cabo todas las medidas de prevención y mitigación necesarias a fin de evitar la contaminación del suelo por derrames de combustible derivado del uso de la maquinaria y vehículos durante el desarrollo del proyecto, y así cumplir con lo establecido por la referida norma.
Flora y fauna		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo.	Se llevó a cabo la descripción de las especies de flora y fauna encontradas en el predio motivo del proyecto, así como del sistema ambiental, a fin de identificar si existen especies incluidas en alguna de las categorías de riesgo establecidas por la referida norma. En el área del proyecto se identificaron especies de flora y fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo. Sin embargo, se llevarán a cabo medidas de mitigación y compensación para rescatarlas y reubicarlas.
Residuos		

NOM	Objetivo	Cumplimiento y Vinculación
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Se realizará el manejo adecuado de los residuos peligrosos derivados del uso de maquinaria y equipo durante la construcción del proyecto, a fin de evitar riesgos de contaminación al suelo y agua.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	

III.5 Vinculación con otros instrumentos normativos

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es el máximo cuerpo normativo de nuestro sistema jurídico del cual emana todo ordenamiento legal ya sea federal o local. Contiene los principios y objetivos de la nación. Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos.

La vinculación de la carta magna con el proyecto se origina en el artículo 27 que indica lo siguiente:

> ***Artículo 27***. *La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.*
>
> *Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.*
>
> *La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.*

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; …

De acuerdo a lo anterior, la CPEUM, indica que el estado mexicano establecerá las medidas necesarias para los usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, entre otros aspectos para preservar y restaurar el equilibrio ecológico. Para ello existen Leyes Reglamentarias en la materia que emanan de nuestra Carta Magna, y se vinculan con el proyecto mediante la aplicabilidad de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y la Ley General de Vida silvestre (LGDVS), mismas que para las actividades del proyecto se han considerado para su cumplimiento y apego.

El presente proyecto se encuentra regulado por diversos instrumentos jurídicos aplicables en materia ambiental. En primer lugar, el artículo 4° de la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos, establece que:

… "Toda persona tiene derecho a un ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley"

…

"Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para el consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos…"

XXIX-I. Para expedir leyes que establezcan las bases sobre las cuales la Federación, las entidades federativas, los Municipios y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, coordinarán sus acciones en materia de protección civil;

El desarrollo de la población en Querétaro ha generado una mayor demanda del servicio de alcantarillado sanitario, por lo cual la Comisión Estatal de Aguas ha creado un plan de crecimiento y mejora de la infraestructura necesaria garantizar un servicio eficiente de alcantarillado y suministro de agua potable a los habitantes de la ciudad capital y de la zona conurbada, y con ello incrementar su calidad de vida.

Con relación a este precepto solicitamos a esta H. autoridad nos pueda otorgar la autorización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de llevar a cabo la construcción del cuerpo de agua que hará las veces de regulador de avenidas denominado "Bordo Azteca Izquierdo" con la finalidad de controlar y mitigar los escurrimientos generados en la cuenca de estudio y mejorar la calidad de vida de los habitantes del fraccionamiento Jurica y la comunidad Rancho Largo.

III.5.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA).

De este ordenamiento jurídico se desprenden otros aplicables al proyecto en materia de Esta Ley, en su última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de mayo de 2016 hace referencia de varios artículos, los cuales tienen aplicación al proyecto, dentro de estos tenemos:

Artículo 1°. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- *Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.*
- *La preservación, la restauración y el mejoramiento del hábitat natural de las especies silvestre, tanto faunísticos como florísticos.*
- *La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.*
- *El aprovechamiento sustentable, la preservación y en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.*
- *La protección y desarrollo de las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.*
- *Garantizar la participación de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico, conservación de las especies y la protección al ambiente.*

En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas de su realización.

Las actividades u obras sujetas a una evaluación se encuentran establecidas en el artículo 28, de la LGEEPA.

ART. 28 …*El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las*

disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento…

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos

…

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

…

X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

El proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en áreas forestales para la construcción de un bordo que tendrá el objetivo y controlar los escurrimientos hídricos generados en la cuenca de estudio que actualmente generan un riesgo para la población de la zona, a implementarse dentro de un cauce competencia de la federación. Para dar cumplimiento a este instrumento normativo, se elabora el presente estudio de la Manifestación de Impacto Ambiental para que el proyecto se sujete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

III.5.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014, menciona lo siguiente:

En el Capítulo II del Reglamento en materia de impacto ambiental denominado "De las obras o actividades que requieren autorizaciones en materia de impacto ambiental y de las excepciones", con relación a este instrumento jurídico, la realización de la infraestructura requerida para la ejecución del proyecto, encuadra en las obras contempladas en el Artículo 5° del citado Reglamento **incisos A), O) y R)** los cuales establecen a la letra lo siguiente:

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

*"**A) HIDRÁULICAS:***

…

III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;

…

***O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN 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;

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

…"

Debido a que el proyecto pretende realizar la construcción del bordO, el cambio de uso de suelo en áreas forestales y la obra civil en zona federal correspondiente a la cortina, para la construcción del bordo de regulación Azteca

Izquierdo, se realiza la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de dar cumplimiento a lo estipulado en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

III.5.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, última reforma publicada en el DOF el 22 de mayo de 2015, menciona lo siguiente:

Artículo 1°. - La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Artículo 20°. - La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

Se dará cumplimiento a esta Ley a través del correcto manejo de los residuos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial, que garantice la aplicación de los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social. De esta forma se cumple con el criterio de prevención de la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos. Esto será a través del cumplimiento del Reglamento de esta Ley.

III.5.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos.

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014, menciona lo siguiente en relación al proyecto:

Artículo 1°. - El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Artículo 84°. - Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

Artículo 86°. - El procedimiento para llevar a cabo el transporte de residuos peligrosos se desarrollará de la siguiente manera:

I. Por cada embarque de residuos, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado y dos copias del mismo, en el momento de la entrega de los residuos;

Artículo 87°. - Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.

Artículo 129°. - Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.

Lo previsto en el presente artículo no aplica en el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.

Se dará cumplimiento a esta ley a través del correcto manejo de los residuos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial, que garantice la aplicación de los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social. De esta forma se cumple con el criterio de prevención de la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos. Esto será a través del cumplimiento del Reglamento de esta Ley.

III.5.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

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

IV.4.1.6 Ley General de Vida Silvestre

Esta ley tiene por objeto la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana. Para ello establece diversas disposiciones comunes para cumplir dicho objetivo, contenidas, entre otras, en los siguientes artículos:

Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

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

Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

***Artículo 58.** Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:*

a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica

en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

b) Amenazadas, aquellas 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.

c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Derivado de lo señalado en los artículos anteriores la SEMARNAT publicó en el Diario Oficial de la Federación del 30 de diciembre de 2010 la Norma Oficial Mexicana, 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. En el área del proyecto se identificaron especies de flora y fauna listadas en alguna categoría de riesgo por dicha norma. Ésta se analiza más adelante y se señala de qué manera se considera lo establecido en la misma, durante el desarrollo del proyecto.

CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO NATURAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

CONTENIDO

CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO NATURAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 1

IV.1 Sistema Ambiental y Área de influencia del proyecto 3

IV.2 Identificación de los atributos ambientales 7

IV.2.1 Descripción del medio abiótico 7

IV.2.2 Descripción del medio biótico 46

IV.2.3 Paisaje 258

IV.2.4 Componentes del medio socioeconómico 261

IV.2.5 Diagnóstico Ambiental 269

IV.DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO NATURAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 Sistema Ambiental y Área de influencia del proyecto

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), el predio en el que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo, se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 272 denominada Peña Colorada (Gobierno del Estado de Querétaro, 2006).

A continuación, se puede observar la delimitación del polígono del proyecto, es decir el área del proyecto.

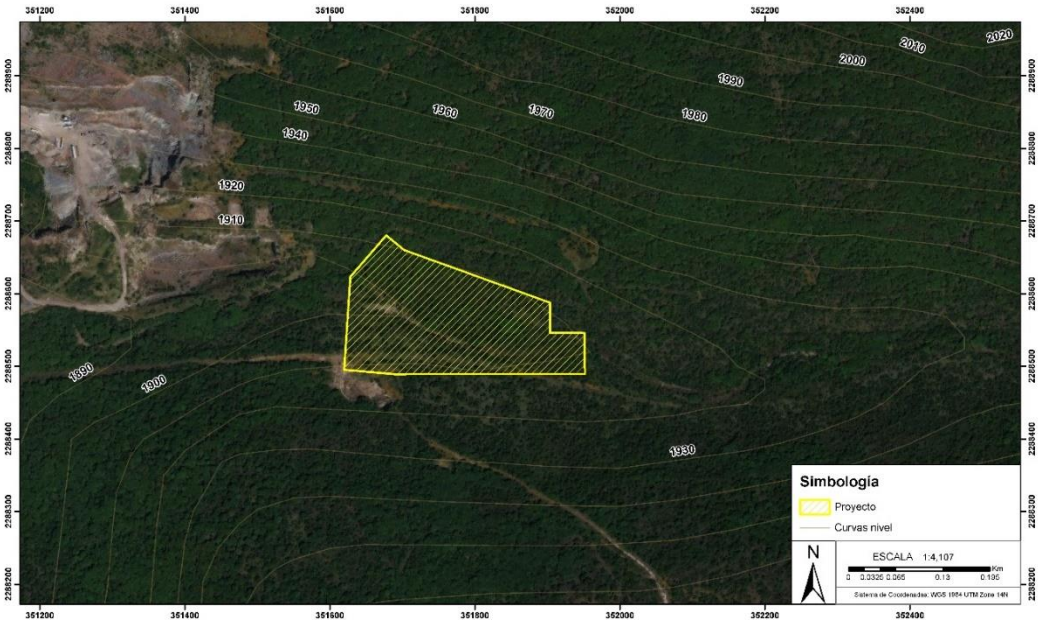


Figura IV.1 Ubicación del Proyecto

Toda vez que el proyecto versa sobre un bordo de control de avenidas, de acuerdo a su estructura, las medidas principales de mitigación de los impactos ambientales, como la retención de escurrimientos excedentes provocados por el cambio de uso de suelo y la retención de sedimentos para abatir la erosión, se tomará el área de influencia del proyecto como el área donde se realizarán las actividades propias del mismo.

Es así que dicha justificación nos permite especificar el área de influencia del proyecto como el predio donde se llevará a cabo el cambio de uso de suelo.

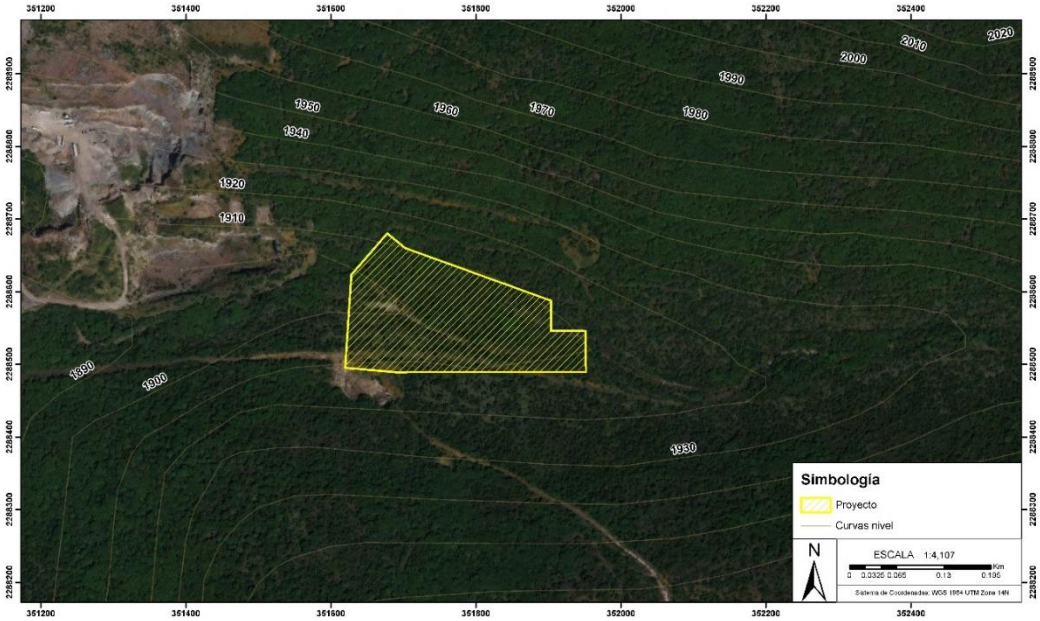


Figura IV.2 Área de influencia del proyecto.

Para delimitar el sistema ambiental se utilizó la diferente cartografía de interés en materia ambiental, específicamente microcuencas hidrológicas, edafología y Unidades de Gestión Ambiental del POEREQ, debido a que dentro del mismo se encuentran dos características importantes dentro del sistema que es el paisaje totalmente urbano y el paisaje no urbanizado y con un estado de conservación.

Es así que se obtuvo lo siguiente:

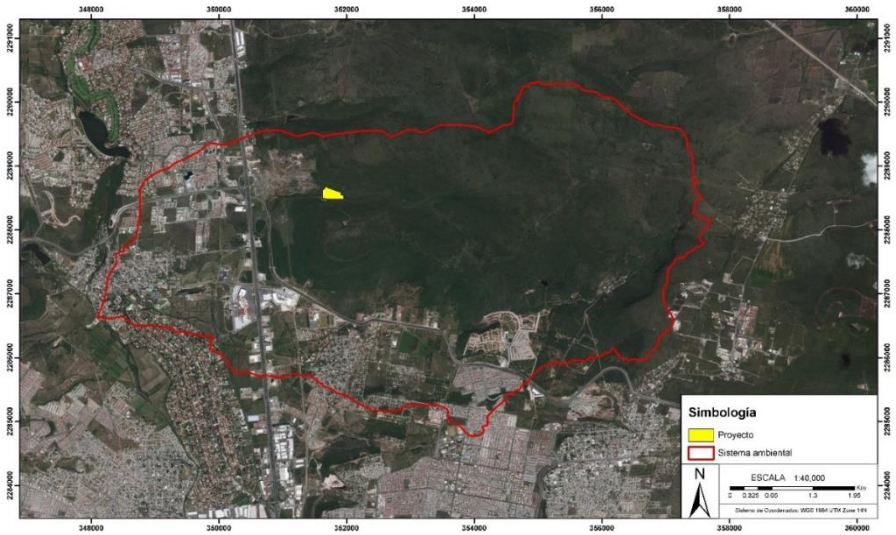


Figura IV.3 Sistema Ambiental para el proyecto.

Asimismo, a manera de justificación, el sistema ambiental incluye las distintas características ambientales importantes que pudieran influir en el medio ambiente por la actividad a desarrollar dentro del predio como son:

- Escurrimientos hídricos de consideración para el funcionamiento de la cuenca hidrológica:

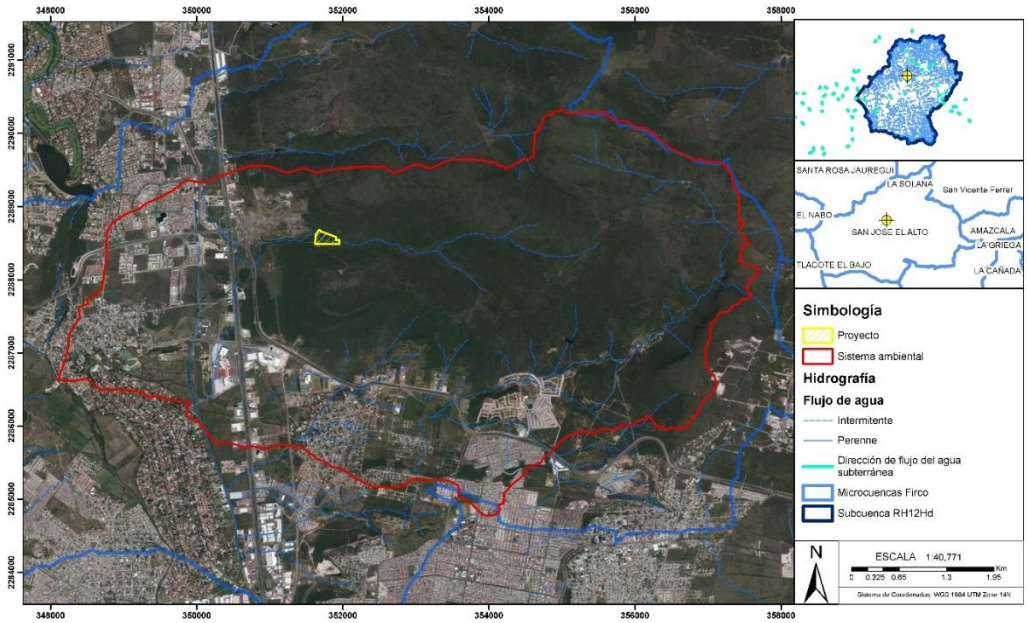


Figura IV.4 Ubicación del Sistema Ambiental del Proyecto dentro de la Subcuenca Hidrológica.

- Diversos usos de suelo especificados por el municipio respecto al medio ambiente:

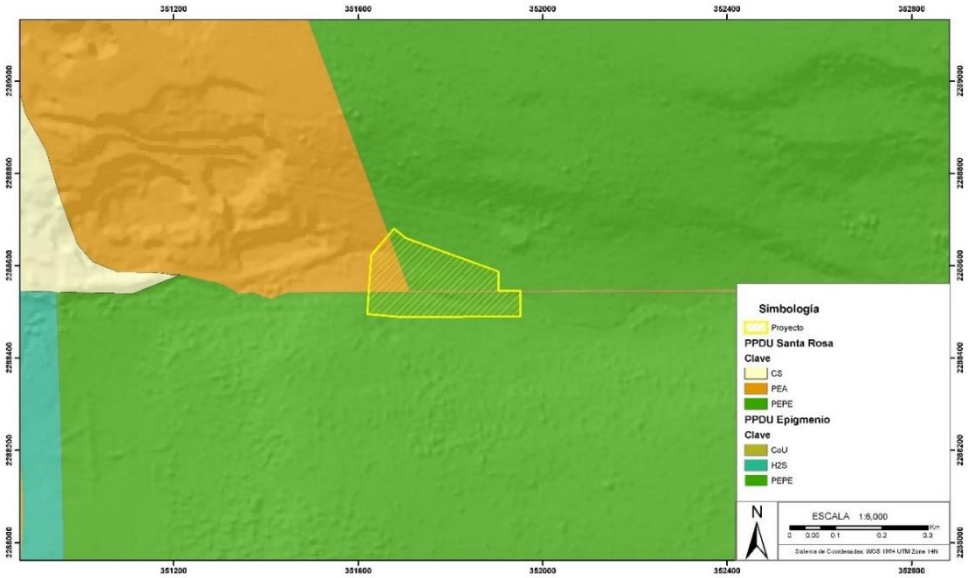


Figura IV.5 Usos del suelo dentro del Sistema Ambiental.

- Las diferentes unidades de suelo que conforman el sistema ambiental:

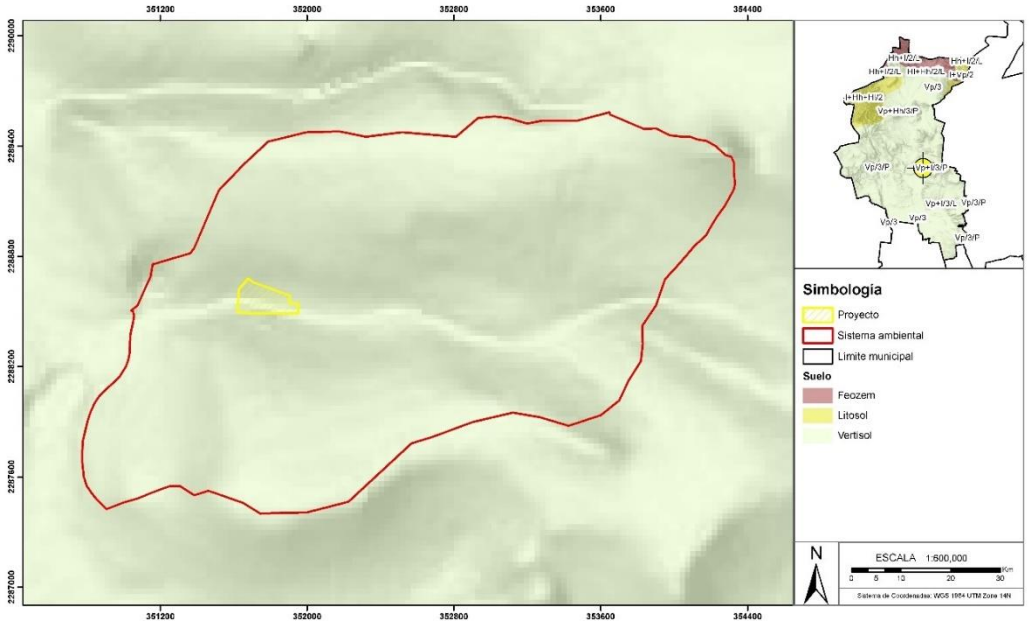


Figura IV.6 Unidades de suelo dentro del Sistema ambiental.

- También se puede observar que el sistema ambiental involucra los usos de suelo y vegetación, según INEGI, que colindan con el predio:

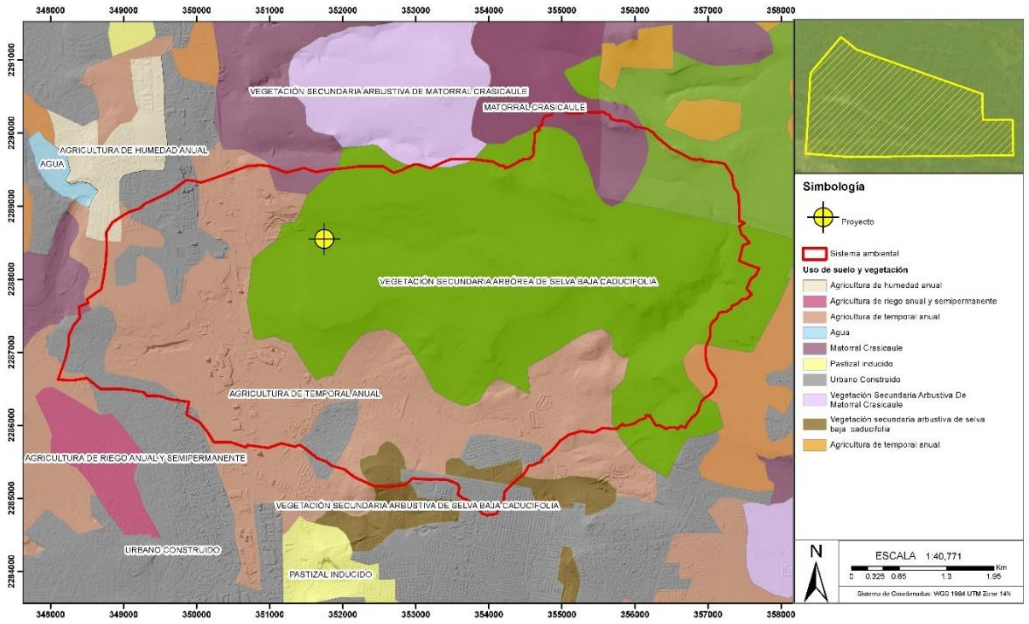


Figura IV.7 Sistema ambiental respecto de las Unidades de Vegetación y Uso de Suelo, según INEGI serie VI.

En conclusión, el Sistema Ambiental se encuentra delimitado de tal manera que quedan representadas las características no solamente ambientales sino jurídicas que definen las aptitudes del suelo, por lo que se cuenta con una guía para proceder a su descripción y obtener los datos necesarios para que la autoridad pueda tomar una decisión informada en cuanto a la pertinencia y acogida del proyecto dentro del sistema ambiental.

IV.2 Identificación de los atributos ambientales

IV.2.1 Descripción del medio abiótico

- **Clima**

Tipo de clima

La región a la que pertenece el lugar del proyecto, de acuerdo con la información de la cartografía de INEGI (1985), es del tipo $BS_1hw(w)$, el cual es semicálido, con una temperatura media normal anual de 17.7ºC, una temperatura del mes más frío menor de 4.1ºC, una temperatura del mes más caliente mayor de 29.4ºC; lluvias concentradas en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total anual.

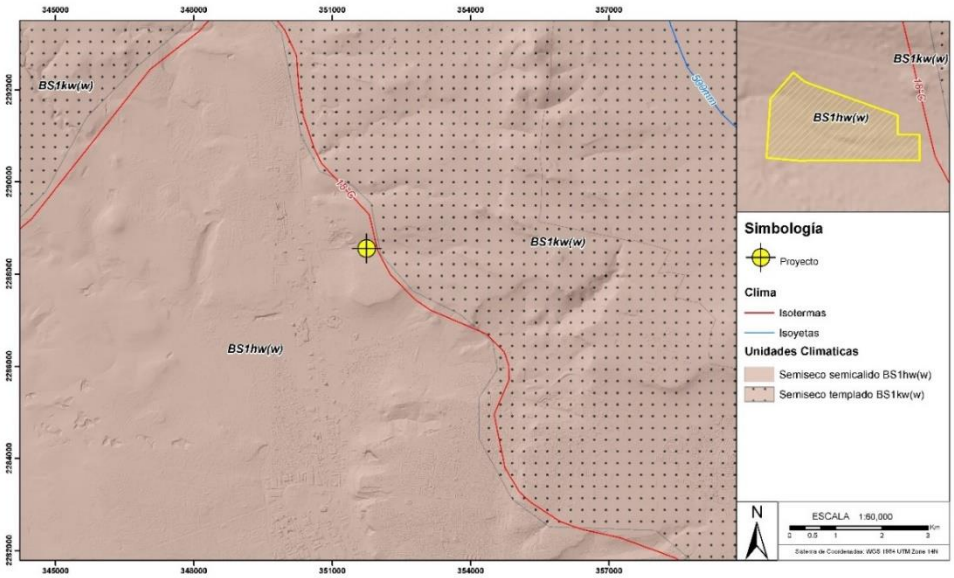


Figura IV.8 Mapa del Clima del Proyecto

Lo anterior implica que la evaporación exceda a la precipitación, por lo que no sostiene corrientes de agua permanentes.

Temperatura

De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional en su estación 22045 de nombre "Juriquilla", en la base de datos en los años comprendidos de 1981-2010, existen temperaturas extremas normales registradas de 4.1°C para enero y 29.4°C para mayo, calculándose una media anual normal de 17.7°C (SMN, 2010).

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Temp. máx. (°C)	23.2	24.8	26.9	28.5	29.4	27.9	26.3	26.4	25.9	25.4	24.8	23.6	26.1
Temp. media (°C)	13.6	15.0	16.8	19.0	20.7	20.8	19.8	19.8	19.1	17.5	16.0	14.4	17.7
Temp. Mín. (°C)	4.1	5.3	6.8	9.4	12.0	13.6	13.4	13.1	12.4	9.6	7.2	5.2	9.3
PP total (mm)	10.1	14.9	5.8	21.9	39.1	87.3	131.4	104.9	76.6	35.6	16.4	6.2	550.2

Precipitación

Los datos de la estación meteorológica respecto a este rubro se obtuvieron en los años comprendidos de 1981-2010, para los meses de junio a septiembre se han detectado precipitaciones promedio de 100.05 mm (que representan la temporada con mayor precipitación), repartidas en un promedio de 8.4 días por mes.

Datos de 1981 identifican julio con 131.4 mm de precipitación siendo el de mayor precipitación registrada para el rango de años de dicha estación. Respecto a precipitaciones máximas diarias, julio registró un valor del 118 mm y diciembre con 14 mm como la mínima registrada. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010), teniendo como precipitación media anual 550.2 mm.

Parámetro/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media Anual
PP total (mm)	10.1	14.9	5.8	21.9	39.1	87.3	131.4	104.9	76.6	35.6	16.4	6.2	550.2

Niebla

De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional en los registros comprendidos del año de 1981-2010, se tienen datos que, para el lugar el sitio del proyecto, los días promedio anuales son 0.3 de acuerdo a la estación meteorológica 22045 "Juriquilla". Este fenómeno no es muy probable el cual no tiene efecto ni causa considerable dentro de las acciones del proyecto. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010)

Granizo

En el lugar del proyecto, en el periodo de 1981-2010, se tienen registros que anualmente hay un promedio de 0.1 días de granizo. Este fenómeno natural no es peligro para la zona del proyecto, ya que los días que el promedio

que se presenta es mínimo. Esto de acuerdo a la estación meteorológica 22045 "Juriquilla" a una distancia aproximada de 4 km de distancia del proyecto. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010).

Heladas

En el caso la estación meteorológica 22045 "Juriquilla", históricamente las temperaturas más bajas se registraron en el año 1984, con datos del Servicio Meteorológico Nacional, la temperatura mínima normal de -5.5°C registrada en el mes de diciembre y mínima mensual de 1.6°C en el mes de enero (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010).

Tormentas eléctricas

En el municipio de Querétaro para la estación 22045 "Juriquilla" en el periodo de 1951-2010, según registros del Servicio meteorológico Nacional, el promedio anual de tormentas eléctricas es de 1.3 días. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010)

Inundaciones

Las inundaciones se pueden entender como el fenómeno en el cual se acumula agua y ésta cubre un área determinada que generalmente se encuentra libre de ella.

Para el área del proyecto, debido a las características del relieve y que forma una cárcava que hace las funciones de drenaje pluvial, no se tiene riesgo por inundaciones actualmente, sin embargo, se pretende que se realice la inundación temporal de dicho predio, con la finalidad de prevenir desastres provocados por avenidas pluviales en la urbanidad del Municipio de Querétaro.

En general, el riesgo por inundaciones es muy alto para el Municipio de Querétaro, estimando que aproximadamente 11,500 personas se encuentran en áreas de inundación muy graves (Atlas de Riesgos de Querétaro, Mun. Qro., 2015), lo cual hace imperante la necesidad de contar con proyectos reguladores hídricos para el Municipio.

Geología

En el sitio del proyecto y en el Sistema Ambiental, predomina la roca ígnea extrusiva intermedia, colindando con sedimentos y roca ígnea extrusiva básica.

- **Características litológicas**

En la zona predominan rocas ígneas extrusivas del Terciario y Plioceno-Cuaternario. El material parental o basamento en el Sistema Ambiental que da origen al suelo corresponde a las rocas especificadas anteriormente

por una secuencia estrato – volcánica y coladas de lava andesítica, toba dacitica, basalto, brecha volcánica, toba ácida y material vulcano – clásitco, así como escasos derrames andesítico y dacítico. Dichas rocas muestran fallas y fracturas normales escalonadas, formando escarpes y terrazas estructurales. Por su composición química y variabilidad estructural en sus afloramientos se propicia intemperismo y erosión diferencia.

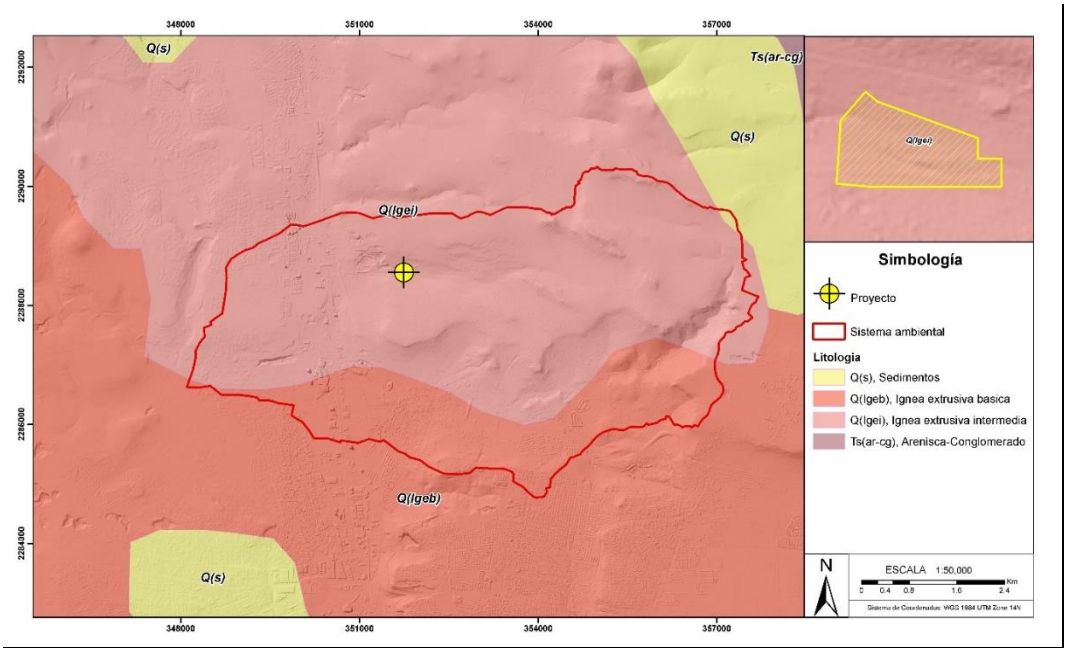


Figura IV.9 Geología del Proyecto

Características geomorfológicas y de relieve

La geomorfología en el Sistema Ambiental se constituye por sierras de laderas tendidas con lomeríos de forma alargada y orientación norte-sur, desde San José el Alto hasta los límites con el anillo vial Fray Junípero Serra. Las formaciones montañosas están constituidas por rocas volcánicas de edad cuaternaria, en su mayoría de origen basáltico que generan escurrimientos intermitentes, como con el que cuenta el predio motivo de evaluación, así mismo, mucho del relieve es cortado bruscamente formando fosas estructurales, mismas que han sido rellenadas por sedimentos volcánicos, lacustres y aluviales, dando origen al Valle de Querétaro.

La principal elevación es ubicada al norte del sistema ambiental 2,340 msnm y la parte más baja se encuentra al poniente en la desembocadura del arroyo Jurica, en la parte más baja de la microcuenca a 1,820 msnm.

El predio motivo del proyecto se encuentra en la cota de los 1,930 m, cabe destacar que con referencia a la microcuenca denominada San José El Alto, la ubicación del predio es estratégica, toda vez que se encuentra en el tercio más bajo de ella, y es un punto de salida de un uso forestal a uso urbano, por lo que la regulación se vuelve eficaz con el pretendido bordo.

Fallas y fracturas

Dentro del sistema ambiental se encuentran dos fracturas, las cuales se ubican a una distancia no menor a los 200 m al oriente, con dirección nororiente y norponiente, sin embargo, éstas no afectan la ejecución del proyecto debido a su separación.

Sismicidad

El Estado de Querétaro dentro del mapa de Regionalización Sísmica de la República Mexicana, se encuentra en la zona B donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

En la región de Querétaro se han registrado sismos de poca peligrosidad con magnitudes en la escala de Richter de 3 y 4 grados. El área del proyecto se encuentra dentro de la región sísmica B, en el Atlas de Riesgos de la República Mexicana. Aun cuando esta región pertenece a la provincia fisiológica del Eje Neovolcánico Trans-mexicano, no existen manifestaciones de vulcanismo activo que pudiera significar un riesgo para la población, sus actividades o el entorno, a pesar de tener un volcán extinto del Cimatario a muy corta distancia del proyecto.

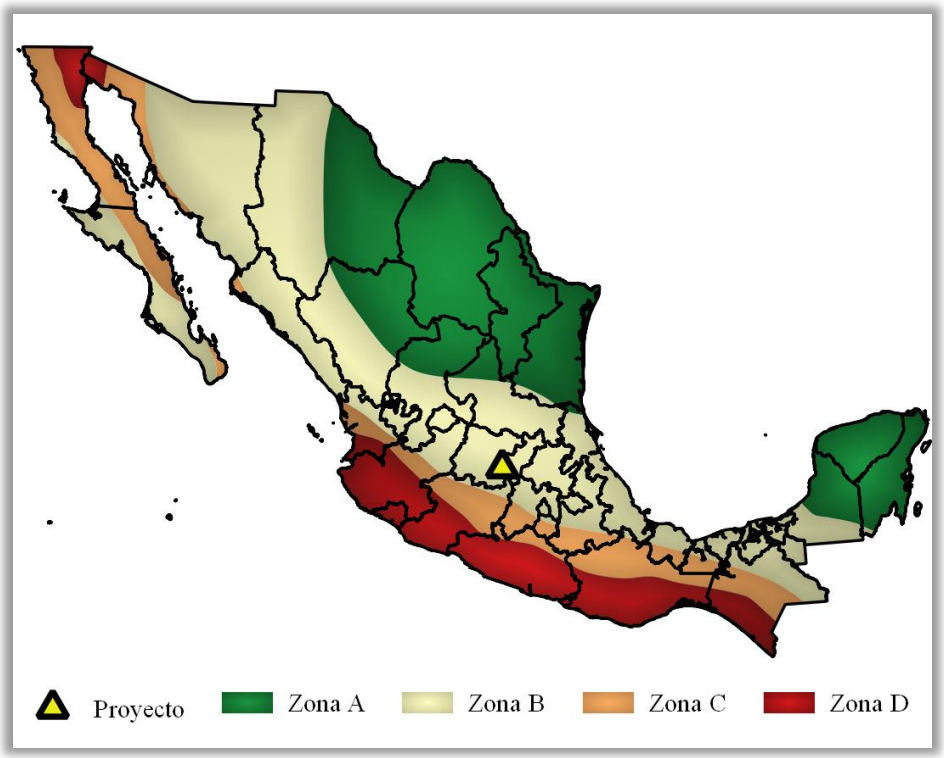


Figura IV.10 Mapa de las regiones sísmicas del territorio nacional.

Fisiografía

La microcuenca se ubica en la Provincia Eje Neovolcánico, la que colinda al norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; al sur, con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur. Por el oeste, llega al Océano Pacífico y por el este al Golfo de México. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz, así como todo el estado de Tlaxcala y el Distrito Federal.

Se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arena y cenizas.

Presenta también la cadena de grandes estrato-volcanes denominada propiamente "Eje Neovolcánico" integrado por: Volcán de Colima, Tancítaro, Zinaltécatl (Nevado de Toluca), Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlacuéyetl (Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba), que casi en línea recta atraviesan el país, más o menos sobre el paralelo 19. Otro rasgo esencial de la provincia es la existencia de las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos (Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco, el Carmen, etc.) o por depósitos de lagos antiguos (Zumpango, Chalco, Xochimilco, diversos llanos en el Bajío Guanajuatense, etc.). El clima dominante de la provincia es templado, subhúmedo que pasa a semicálido hacia el poniente y a semiseco al norte. En las altas cumbres se presentan climas semifríos, subhúmedos en los picos más elevados (Iztaccíhuatl, Popocatépetl, y Citlaltépetl) climas muy fríos, al grado de que se dan en ellos tres de los pocos glaciales de la región intertropical del mundo.

Suelo

Los suelos dominantes del área del son los Vertisoles (INEGI, 1993). Debido a sus arcillas expansivas, la presencia de Vertisoles resulta un problema en el establecimiento de infraestructura, por lo que generalmente son retiradas para evitar problemas de estabilidad. No obstante, su potencial agrícola es muy alto, debido a que cuentan con una fertilidad química natural para el establecimiento de cultivos y vegetación en general. Sin embargo, la baja precipitación representa una limitante agrícola importante y al mismo tiempo una ventaja para el establecimiento de asentamientos ya que reduce el riesgo a inundaciones.

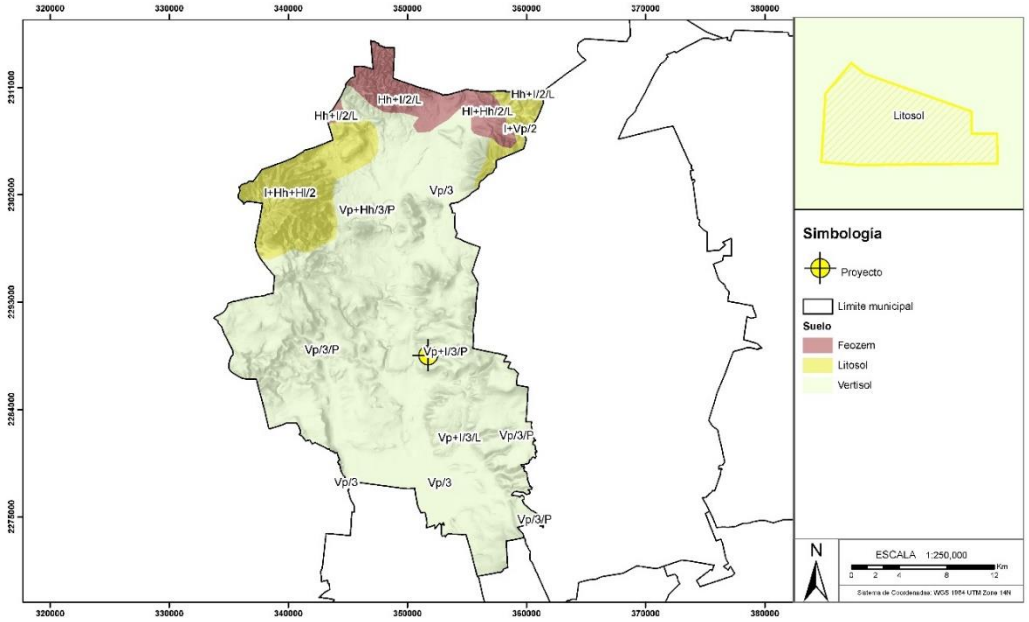


Figura IV.11 Tipos de suelo presentes en el sitio del proyecto.

El término Vertisol se deriva del latín *Vertere*, que significa volteado o revuelto. Estos suelos se caracterizan por presentar grietas anchas y profundas que parecen en ellos en la época de sequía, son suelos ricos en arcilla, frecuentemente negros o grises; son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos, en ocasiones son salinos, por lo general son fértiles aunque presentan ciertos problemas para su manejo debido a su dureza dificulta la labranza y frecuentemente presentan problemas de drenaje; se desarrollan en climas semisecos y templados, en zonas donde hay una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural de estos suelos es muy variada, desde la selva baja hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos, son de origen residual (SEMARNAT, 2010).

La infiltración del agua en los Vertisoles secos (agrietados), con una superficie estructurada es inicialmente rápida. Sin embargo, una vez que la superficie del suelo se encuentra totalmente humedecida y las grietas se han cerrado, el índice de infiltración de agua se vuelve casi nulo. El proceso de expansión/encogimiento indica que los poros son discontinuos y no permanentes.

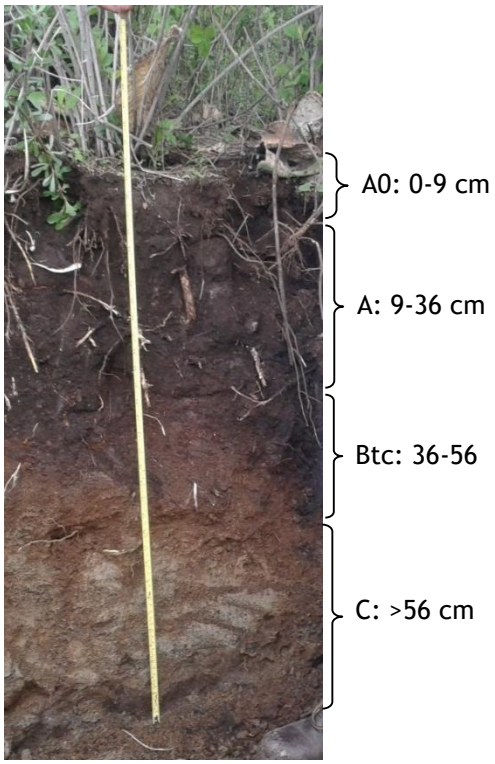
Los Vertisoles tienen perfiles *A (B) C*; el horizonte *A* comprende ambos, la superficie estructurada (o corteza) y el horizonte estructurado subyacente que cambia sólo gradualmente con la profundidad. El suelo subsuperficial con una clara estructura vértica conforma la definición de un horizonte vértico, pero no está siempre claro donde termina el *horizonte A* y donde empieza el horizonte *B*. Características morfológicas importantes, tales como: el color del suelo, textura, composición de los elementos, etc., suelen ser muy uniformes a través del solum. Existe dificultad para cualquier movimiento de los componentes solubles o coloidales. (Cuando tal transporte ocurre, la

perturbación lo contrarresta). Un horizonte cálcico o una concentración de calcáreo suave y pulverulento puede presentarse en o por debajo del horizonte Vértico. Puede presentarse también yeso, distribuido uniformemente en la matriz del suelo o en concreciones cristalinas (Ibáñez & Manríquez Cosio, 2011).

Los Vertisoles son suelos formados de materiales sedimentarios compuestos por arcillas expandibles, que se tornan muy plásticos y pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando se secan, lo que da lugar a cuarteaduras y fisuras de tamaños y profundidades variables (Francisco, 2011)

La infiltración del agua en los Vertisoles secos (agrietados), con una superficie estructurada es inicialmente rápida. Sin embargo, una vez que la superficie del suelo se encuentra totalmente humedecida y las grietas se han cerrado, el índice de infiltración de agua se vuelve casi nulo. (El proceso de expansión/encogimiento indica que los poros son discontinuos y no permanentes (Francisco, 2011)

De la visita al predio se obtuvieron los siguientes perfiles:



Perfiles de Vertisol en el Sistema Ambiental

Tipo	Susceptibilidad a erosionarse	Profundidad (m)	Horizontes	Tipos de erosión	Grado de erosión	Causa
Vertisol	Media	>2.50	A1, Btc y C	Hídrica	Leve	-

Fuente: Tipo de suelos, erosión y grado de erosión obtenidos del SIG del Programa de Ordenamiento Regional del Estado de Querétaro. La profundidad y los horizontes de los suelos es información propia obtenida a partir de perfiles de suelo realizados en el sistema ambiental.

Erosión

Consideraciones previas

En la estimación de la erosión se calcularán la erosión total, la erosión hídrica y la erosión eólica. La estimación de la erosión total se basará en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, conocida también por sus siglas en inglés USLE (Wischmeier and Smith, 1965; Wischmeier and Smith, 1978; Montes – León, Uribe – Alcántara y García - Celis, 2011).

Para el análisis de datos se parte del hecho de que el proyecto yace sobre la región 5 del mapa de erosividad, por lo que se utilizará su ecuación correspondiente.

Respecto al factor K se considera que el suelo es un Vertisol con una textura fina, es decir, un factor de 0.026. La precipitación media anual es de 550.5 mm, la longitud de la pendiente de 349 m tomando la máxima distancia longitudinal del predio y el grado de pendiente de 2.86% según estimaciones cartográficas a partir de una altura máxima y mínima en el área del estudio de 1,910 y 1,900 msnm, respectivamente.

El factor de P se considerará como 0.05, debido a que se plantea la realización de terrazas a contrapendiente como medida de mitigación de impactos al recurso suelo, y el factor de C como 0.5 debido al reporte de selva baja caducifolia en la zona (anexo se encuentra la memoria de cálculo correspondiente).

La estimación de la erosión eólica se hará según la ecuación de erosión eólica (WEQ, por sus siglas en inglés), los detalles metodológicos y las tablas para la asignación de coeficientes se encuentran anexas al final del presente estudio.

Para el análisis de datos se parte del hecho de que el proyecto yace sobre suelos arcillosos no calcáreos, por lo que el factor I es de 85. El porcentaje de inclinación está entre 0 y 10%, es decir, el factor Is se considerará como 1.45. La precipitación y la temperatura se consideran según los promedios mensuales de la estación 22045, la velocidad del viento se toma como 8.52 m/s anuales. El factor de V' se considerará 0.2 al ser la vegetación de selva baja caducifolia.

Debido a las medidas de mitigación de terrazas, las cuales favorecen la rugosidad del terreno y, por tanto, reducen la erosión eólica, se considerará un factor K' de 0.05.

Finalmente, para la estimación de la erosión hídrica se utilizaron los resultados de los cálculos de la erosión total y los de la erosión eólica. La cantidad de erosión eólica está incluida en dentro de la erosión total, toda vez que los cálculos de la erosión total (USLE) son la suma de toda forma de erosión (i.e. hídrica y eólica). Por lo tanto, una resta entre los resultados de la erosión total y la erosión eólica dará como resultado la cantidad de erosión hídrica.

Metodología

Para conocer la erosión del suelo se hizo uso de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés), la cual se la cual se ha utilizado para definir las prácticas y obras de conservación de suelo y agua definiendo primero la erosión potencial y luego haciendo arreglos con modificaciones en la vegetación o con prácticas de conservación (Wischmeier & Smith, 1965; Wischmeier & Smith, 1978; Montes-León, Uribe-Alcántara, & García-Celis, 2011).

$$A = R \cdot K \cdot (LS) \cdot C \cdot P$$

Donde:

A = tasa de erosión anual (ton/ha·año)

R = factor de erosividad de la lluvia (MJ·mm/ha·h)

K = factor de erodabilidad del suelo (ton·h/MJ·mm)

LS = factor topográfico longitud-pendiente

C = factor de vegetación y cultivo

P = factor de prácticas conservación

Factor R

Tabla IV.1 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en las diferentes regiones del país.

Región	Ecuación	R^2
1	$1.2078*P + 0.002276*P^2$	0.92
2	$3.4555*P + 0.006470* P^2$	0.93
3	$3.6752*P – 0.001720* P^2$	0.94

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel.(442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Región	Ecuación	R^2
4	2.8959*P + 0.002983* P^2	0.92
5	3.4880*P – 0.000188* P^2	0.94
6	6.6847*P + 0.001680* P^2	0.90
7	(-0.0334)*P + 0.0061* P^2	0.98
8	1.9967*P + 0.003270* P^2	0.98
9	7.0458*P – 0.002096* P^2	0.97
10	6.8938*P + 0.000442* P^2	0.95
11	3.7745*P + 0.004540* P^2	0.98
12	2.4619*P + 0.006067* P^2	0.96
13	10.7427*P – 0.001008* P^2	0.97
14	1.5005*P + 0.002640* P^2	0.95

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Para la estimación del factor se empleó del arreglo regular de precipitación de Agroasemex con datos diarios de 1979 a 2007 (Agroasemex, 2008), para la estimación de la precipitación media anual. Dicho arreglo ha sido creado mediante la metodología de interpolación de Cressman.

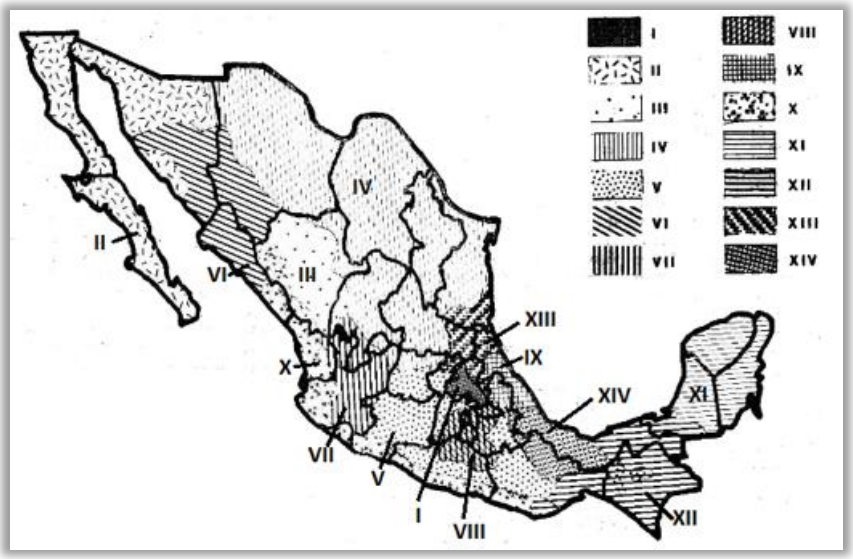


Figura IV.12 Mapa de erosividad de la República Mexicana.

El método se basa en la corrección de un campo preliminar de precipitación modelada que es corregido a partir de los registros de precipitación (Cressman, 1959) presentes en la base de CLICOM y GASIR. El producto final consiste en un arreglo de datos diarios con resolución espacial de 20 km. Estas interpolaciones fueron regionalizadas en 14 ecuaciones para distintas regiones de la república mexicana (Becerra, 1997).

Para el análisis de datos se parte del hecho de que el proyecto yace sobre la región 5 del mapa de erosividad, por lo que se utilizará su ecuación correspondiente.

Factor K

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por: 1) el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia, 2) el flujo superficial o 3) por la acción de ambos fenómenos. Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002). En este proyecto se usará la metodología usada para el mapa nacional de erosión potencial (Montes-León, Uribe-Alcántara, & García-Celis, 2011), también conocida como la metodología de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

Tabla IV.2 Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

Grupo de suelo	Textura		
	Gruesa	Media	Fina
Acrisol	0.026	0.04	0.013
Albeluvisol	0.026	0.04	0.013
Alisol	0.026	0.04	0.013
Andosol	0.013	0.02	0.007
Anthrosol	0.013	0.02	0.007
Arenosol	0.053	0.079	0.026
Calcisol	0.026	0.04	0.013
Cambisol	0.053	0.079	0.026
Chernozem	0.026	0.04	0.013
Cryosol	0.013	0.02	0.007
Durisol	0.026	0.04	0.013
Ferralsol	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	0.053	0.02	0.007
Gleysol	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	0.013	0.02	0.007
Histosol	0.026	0.04	0.013
Kastanozem	0.013	0.02	0.007
Leptosol	0.013	0.02	0.007
Lixisol	0.013	0.02	0.007
Luvisol	0.053	0.079	0.026
Nitisol	0.026	0.04	0.013
Phaeozem	0.026	0.04	0.013
Planosol	0.026	0.04	0.013

Grupo de suelo	Textura		
	Gruesa	Media	Fina
Plinthosol	0.053	0.079	0.026
Podzol	0.026	0.04	0.013
Regosol	0.053	0.079	0.026
Solonetz	0.053	0.079	0.026
Umbrisol	0.026	0.04	0.013
Vertisol	0.053	0.079	0.026

Para el análisis de datos se parte del hecho de que el proyecto yace sobre la región 5 del mapa de erosividad, por lo que se utilizará su ecuación correspondiente.

Respecto al factor K se considera que el suelo es un Vertisol con una textura fina, es decir, un factor de 0.026. La precipitación media anual es de 550.5 mm, la longitud de la pendiente de 349 m tomando la máxima distancia longitudinal del predio y el grado de pendiente de 2.86% según estimaciones cartográficas a partir de una altura máxima y mínima en el área del estudio de 1,910 y 1,900 msnm, respectivamente.

Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud L se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido.

El factor LS se calcula como:

$$LS = \lambda^m \cdot (0.0138 + 0.00965 \cdot S + 0.00138 \cdot S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno

m = Parámetro factor cuyo valor es 0.5

En cuanto a la longitud de la pendiente se utilizó la información de la longitud del predio.

la longitud de la pendiente de 349 m tomando la máxima distancia longitudinal del predio y el grado de pendiente de 2.86% según estimaciones cartográficas a partir de una altura máxima y mínima en el área del estudio de 1,910 y 1,900 msnm, respectivamente.

Factor C

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.

Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de C es la unidad. 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). El valor asociado con este factor se basará en la recopilación hecha para el mapa nacional de erosión potencial (Montes-León, Uribe-Alcántara, & García-Celis, 2011).

Tabla IV.3 Factor para vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de Encino	0.10	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de táscate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Matorral de coníferas	0.20	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.10
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

El factor de C como 0.5 debido al reporte de selva baja caducifolia en la zona.

La estimación de la erosión eólica se hará según la ecuación de erosión eólica (WEQ, por sus siglas en inglés), los detalles metodológicos y las tablas para la asignación de coeficientes se encuentran anexas al final del presente estudio.

Factor P

Por definición, el factor de práctica de soporte P en USLE es la tasa relativa de pérdida de suelo con una práctica específica con respecto a la pérdida de suelo correspondiente con un laboreo combinado, volteando el suelo pendiente arriba y pendiente abajo. Las prácticas de soporte afectan principalmente la erosión mediante la modificación del patrón de flujo, grado de pendiente o dirección del escurrimiento superficial, y mediante la reducción de la tasa y cantidad de escurrimiento.

Tabla IV.4 Valores de P para las prácticas mecánicas.

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75 - 0.90
Surcos rectos	0.8 - 0.95
Franjas al contorno	0.6 - 0.8
Terrazas (2 - 7% de pendiente)	0.5
Terrazas (7 - 13% de pendiente)	0.6
Terrazas (mayor de 13 %)	0.8
Terrazas de Banco	0.1
Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

El factor de P se considerará como 0.05, debido a que se plantea la realización de terrazas a contrapendiente como medida de mitigación de impactos al recurso suelo.

Erosión eólica

El término de erosión eólica abarca tanto la remoción y depósito de las partículas del suelo por la acción del viento, como los efectos abrasivos de las partículas móviles cuando estas son transportadas.

La erosión eólica es y ha sido un problema grave en diversas partes del mundo, prueba de ello son los grandes depósitos eólicos de eras geológicas pasadas. El fenómeno de la erosión provocada por el viento, de acuerdo a algunos estudios de Hagen y Hoodrugff (1973), en que estimaron que la erosión del suelo en las grandes planicies contribuyó al polvo atmosférico con 244 millones de toneladas en 1950 y con 77 millones en 1970.

Antes de definir la metodología empleada para el cálculo de la erosión eólica, se describe brevemente los factores que influyen en el proceso, posteriormente la forma de cuantificar dichos factores y la equivalencia de estos en la

ecuación de erosión eólica (WEQ, por sus siglas en inglés), mencionando en este último paso la fuente de información empleada para usarlos dentro de la ecuación.

Factores que influyen en el proceso de erosión eólica.

La intensidad con que se presenta en el proceso de la erosión eólica, siempre está determinada por la erosionabilidad del suelo que es la susceptibilidad del suelo a ser removido, así como por la erosionabilidad del viento, o sea la capacidad del viento para producir erosión (Wilson y Cooke, 1984).

La erosión eólica ocurre bajo las siguientes condiciones: escasa precipitación, fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, así como vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo; en áreas extensas de exposición, terrenos con superficie casi uniforme y plana, así como suelos secos y sueltos; y en áreas con escasa o ninguna cubierta vegetal (SEMARNAT-UACH, 2002). Este claro que las condiciones que favorecen este tipo de erosión son interdependientes debido a que, en áreas con baja precipitación, regularmente el suelo está seco y la vegetación es escasa.

Elementos considerados por la ecuación de erosión eólica.

La ecuación de erosión eólica (WEQ, por sus siglas en ingles), fue publicada en 1965 por Woodruft y Soddoway, la cual se expresa en toneladas por acre al año. La base de la ecuación se sustenta en 11 variables, a continuación, se describen brevemente.

a) Índice de erosionabilidad del suelo (I), erosionabilidad en montículos (ls)

El valor de I, es la pérdida de suelo de un campo extenso, aislado y sin protección alguna, con superficie desnuda y plana. Los valores se asignan de acuerdo a las propiedades del suelo, y fueron obtenidos de forma experimental en túneles de viento y en campo. Cuando sucede el caso de que se presentan montículos con pendientes a barlovento y longitudes menores a 150 m, es necesario realizar ajustes al valor de I, empleando el valor de erosionabilidad en montículos (ls), que aumenta con relación a la pendiente como con la posición en relación con la cima de la pendiente.

Para el análisis de datos se parte del hecho de que el proyecto yace sobre suelos arcillosos no calcáreos, por lo que el factor I es de 85. El porcentaje de inclinación está entre 0 y 10%, es decir, el factor Is se considerará como 1.45.

b) Estabilidad de la costra superficial (Fs)

Cuando se presentan costras superficiales, se considera que su estabilidad mecánica (Fs), es baja ya que se desintegra por efecto de la abrasión una vez que se ha iniciado el proceso de erosión eólica. Este factor se considera importante para eventos diarios en una parcela dada, pero cuando se determina la erosión para un período completo, comúnmente no se toma en cuenta dicho factor (Woodeuff y Siddoway, 1965).

c) Rugosidad del suelo (Kr)

Es una medida de la rugosidad de la superficie del suelo en forma de lomos o pequeñas ondulaciones y pueden ser naturales o artificiales. Esta se determina como una medida lineal de la rugosidad superficial (Woodeuff y Siddoway, 1965).

d) Velocidad erosiva del viento (V)

Para cálculos de pérdida de suelo anual promedio, se emplea la velocidad media anual corregida a una altura de 9.1 m. Las velocidades del viento atmosférico siguen una distribución estadística normal, de modo que, a mayor velocidad media anual, mayor es la probabilidad de que se presenten vientos muy fuertes (Woodeuff y Siddoway, 1965).

La precipitación y la temperatura se consideran según los promedios mensuales de la estación 22045, la velocidad del viento se toma como 8.52 m/s anuales.

e) Humedad superficial del suelo (M)

La tasa de movimiento del suelo varía inversamente con el cuadrado de la humedad efectiva del suelo superficial (Chepil, 1965). Generalmente no se dispone de información sobre humedad superficial efectiva, por tal motivo se usa el índice de efectividad de precipitación (P-E) de Thornthwaite (1931).

f) Distancia a lo largo del terreno (Df)

Df es la distancia total a lo largo de un campo determinado medida en la dirección prevaleciente de la erosión eólica. El cálculo de Df se puede emplear el ancho del terreno si se conoce la dirección del viento (Chepil, 1959).

g) Distancia protegida (Db)

En el caso de que exista una barrera al extremo del terreno, Db corresponde a la distancia protegida por la barrera, medida a lo largo de la dirección predominante de la erosión eólica. Debido a que no hay información sobre la

efectividad de las barreras rompe vientos, se calcula la distancia protegida de una manera empírica, a través de la multiplicación de la altura de la barrera por 10 (Woodeuff y Siddoway, 1965).

h) Cantidad de cubierta vegetal (R')

Se refiere a la cantidad de residuos de cosecha, para su estimación, es necesario que se tomen muestras de los residuos, se limpien, sequen y pesen. El valor asignado al valor de R', es el peso de dichos residuos multiplicado por 1.2.

i) clase de cubierta vegetal (S)

Se refiere al área total de la sección transversal del material vegetal. Al ser más densa la vegetación, reducirá la velocidad del viento sobre la superficie del suelo (Woodeuff y Siddoway, 1965).

j) Orientación de la cubierta vegetal (Ko)

La orientación de la cubierta vegetal, influye en la rugosidad de la superficie, si la posición es vertical, a medida que aumenta la altura sobre la superficie del terreno, tendrá un mayor efecto en la reducción de la velocidad del viento. El factor combina la influencia de la distribución y posición de la cubierta vegetal, definidos por la dirección y ancho de los surcos.

En la siguiente tabla se presenta la relación entre los factores individuales mencionados y su equivalencia con factores que se emplean en la ecuación de erosión hídrica.

Tabla IV.5 Equivalencias entre los factores que intervienen en el proceso de erosión eólica con respecto a la WEQ.

Factores individuales principales		Factores equivalentes	
Erosionabilidad del suelo	I	Erosionabilidad del suelo	I'
Erosionabilidad en los montículos	Ls		
Estabilidad de la costra superficial	Fs	Se desprecia, se considera que la costra es transitoria	-
Rugosidad del suelo	Kr	Factor de rugosidad del suelo	K'
Velocidad del viento	V	Factor climático local	C'
Humedad de la superficie del suelo	M		

Factores individuales principales		Factores equivalentes	
Distancia a través del terreno	Df	Longitud equivalente del terreno	L'
Distancia protegida	Db		
Cantidad de cubierta vegetal	R'	Cantidad equivalente de cubierta vegetal	V'
Clase de cubierta vegetal	S		
Orientación de la cubierta vegetal	Ko		

La ecuación de predicción de erosión eólica se expresa como:

$$E = f(l', K', C', L', V')$$

Dónde: El promedio anual de pérdida de suelo, E, expresada en toneladas por hectárea al año, está en función de los factores I', K', C', L' y V'. La estimación de estos parámetros se mencionará a continuación, no sin antes señalar que el grado de exactitud dependerá de que los valores asignados a dichos parámetros estén apegados a la realidad.

Para la estimación del factor l' se multiplican los valores de los factores l y ls. Ambos valores se obtienen de tablas según la textura, si el suelo es calcáreo, el porcentaje de pendiente y la posición en la pendiente, de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla IV.6 Tabla de equivalencias para la estimación del factor l

Textura	Calcáreo	No calcáreo
Arenoso	544	544
Arena franca	301	301
Franco arenoso	193	193
Franco	193	193
Franco limoso	193	193
Limoso	126	193
Franco arcilloso	126	126
Franco areno arcilloso	108	126
Franco limo arcilloso	108	108
Arcillo arenoso	85	108
Arcillo limoso	85	193
Arcilloso	85	193

Textura	Calcáreo	No calcáreo
Suelos muy mojados o muy pedregosos que no pueden cultivarse, donde la erosión eólica no es un problema	-	-

Los valores para el factor I´ pueden ser obtenidos por medio de tablas, en las que se relaciona la textura del suelo y si el suelo es calcáreo o no calcáreo. Los suelos calcáreos (contenido de $CaCO_3$ superior al 5%), son más susceptibles a ser erosionados.

Los montículos son geoformas caracterizadas por pendientes cortas y abruptas hacia barlovento. El potencial de erosión es mayor en las pendientes de los montículos que en los terrenos con lomeríos suaves, porque el flujo del viento se comprime y la velocidad del mismo aumenta cerca de la cima de los montículos.

La corrección al índice de erosionabilidad del suelo (I') se realiza cuando las pendientes a barlovento son menores de 150m y el aumento de la pendiente es superior al 3%.

Tabla IV.7 Tabla de equivalencias para la estimación del factor ls

Porciento de inclinación	Factor de corrección (ls)	Factor de corrección en la cima del montículo
3	1.3	1.5
4	1.6	1.9
5	1.9	2.5
6	2.3	3.2
8	3	4.8
10	3.6	6.8
10 A 15	2	
15 A 20	1.4	
Mayor de 20	1	

El factor K', es una medida del efecto de bordos formados por el equipo de labranza sobre el proceso de erosión. Debido a que los bordos absorben y desvían la energía del viento, atrapan las partículas en movimiento; sin embargo, una rugosidad excesiva puede causar un movimiento acelerado de las partículas del suelo.

Para la estimación del factor K', es necesario calcular el equivalente de rugosidad Kr, por tanto, es necesario ingresar la separación y altura de bordos. Con base en dicha información, se calcula el valor de K'. Cabe aclarar que el valor de K' puede asignarse un valor de 1, cuando se realizan estimaciones anuales, debido a que el terreno

acumula vegetación, el comportamiento de la rugosidad es al azar, por tanto, el valor de K' bajo esas condiciones no se puede estimar de forma consistente. Por lo que en este caso el valor de K' se considera de 1.

De acuerdo a Chepil et al., (1962), el valor de C' está definido como:

$$C' = \frac{V^3}{0.26 \cdot (PE)^2}$$

Dónde:

C' = es el índice climático local anual;

V = es la velocidad media anual del viento en m/s a 9.1 m de altura.

P-E = es el índice de precipitación–evaporación (adimensional) de Thornthwaite (1931), también denominado Índice de eficacia pluviométrica (10Σ (radio P/E)), el cual se calcula convirtiendo a unidades unidades inglesas la precipitación (in) y la temperatura (°F) según la siguiente fórmula:

$$P/E = 10 * \sum_{i=1}^{12} 11.5 * \left(\frac{\frac{P_i}{25.4}}{(1.8T_i + 32.2) - 10} \right)^{\frac{10}{9}}$$

Dónde:

P_i es la precipitación mensual en mm

T_i la temperatura media mensual (°C)

Todas las temperaturas por debajo de 28. 4º Fahrenheit se calculan como 28. 4º, todos los radios P-E superiores a 40 se calculan como 40.

El factor V' se estima mediante el efecto de la cobertura vegetal, se tomaron como base los valores reportados por SEMARNAT-UACH (2002).

Tabla IV.8 Tabla de equivalencias para tipo de cobertura

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
agrícola-pecuaria-forestal	0.2	0.325	0.45	0.575	0.7
asentamientos humanos	0	0	0	0	0
bosque de ayarín arbórea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de ayarín arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
bosque de ayarín primario	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
bosque de cedro primario	0.001	0.038	0.076	0.113	0.15
bosque de encino arbórea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de encino arbustiva	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de encino herbácea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de encino primario	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de encino-pino arbórea	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de encino-pino arbustiva	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de encino-pino herbácea	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de encino-pino primario	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de galería arbórea	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
bosque de galería arbustiva	0.05	0.088	0.125	0.163	0.2
bosque de galería primario	0.05	0.088	0.125	0.163	0.2
bosque de oyamel arbórea	0.001	0.038	0.076	0.113	0.15
bosque de oyamel arbustiva	0.05	0.113	0.175	0.238	0.3
bosque de oyamel primario	0.001	0.038	0.076	0.113	0.15
bosque de pino arbórea	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de pino arbustiva	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de pino herbácea	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de pino primario	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de pino-encino arbórea	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de pino-encino arbustiva	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de pino-encino herbácea	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de pino-encino primario	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de táscate arbórea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de táscate arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
bosque de táscate herbácea	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de táscate primario	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque mesófilo de montaña arbórea	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
bosque mesófilo de montaña arbustiva	0.05	0.088	0.125	0.163	0.2
bosque mesófilo de montaña herbácea	0.05	0.088	0.125	0.163	0.2
bosque mesófilo de montaña primario	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
Chaparral	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
chaparral arbustiva	0.3	0.425	0.55	0.675	0.8

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
cuerpo de agua	0	0	0	0	0
desprovisto de vegetación	1	1	1	1	1
manglar arbórea	0	0	0	0	0
manglar arbustiva	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
manglar herbácea	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
manglar primario	0	0	0	0	0
matorral crasicaule arbustiva	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral crasicaule herbácea	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral crasicaule primario	0.03	0.248	0.465	0.683	0.9
matorral de coníferas arbustiva	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral de coníferas primario	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral desértico micrófilo arbustiva	0.4	0.55	0.7	0.85	1
matorral desértico micrófilo herbácea	0.5	0.625	0.75	0.875	1
matorral desértico micrófilo primario	0.4	0.55	0.7	0.85	1
matorral desértico rosetófilo arbustiva	0.4	0.55	0.7	0.85	1
matorral desértico rosetófilo primario	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral espinoso tamaulipeco arbustiva	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral espinoso tamaulipeco herbácea	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral espinoso tamaulipeco primario	0.2	0.325	0.45	0.575	0.7
matorral rosetófilo costero arbustiva	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral rosetófilo costero herbácea	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral rosetófilo costero primario	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9
matorral sarcocaule arbustiva	0.5	0.625	0.75	0.875	1
matorral sarcocaule primario	0.4	0.525	0.65	0.775	0.9
matorral sarco-crasicaule arbustiva	0.4	0.525	0.65	0.775	0.9
matorral sarco-crasicaule de neblina arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
matorral sarco-crasicaule de neblina herbácea	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral sarco-crasicaule de neblina primario	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
matorral sarco-crasicaule herbácea	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral sarco-crasicaule primario	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
matorral submontano arbustiva	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
matorral submontano primario	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral subtropical arbustiva	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
matorral subtropical primario	0.15	0.263	0.375	0.488	0.6
mezquital arbórea	0.4	0.475	0.55	0.625	0.7
mezquital arbustiva	0.5	0.575	0.65	0.725	0.8
mezquital primario	0.15	0.263	0.375	0.488	0.6
palmar inducido	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
palmar natural arbórea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
palmar natural arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
palmar natural primario	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
pastizal gipsófilo arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
pastizal gipsófilo primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pastizal halófilo arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
pastizal halófilo primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pastizal inducido	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pastizal natural arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
pastizal natural herbácea	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pastizal natural primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Popal	0	0	0	0	0
pradera de alta montaña primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
sabana primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Sabanoide	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
selva alta perennifolia arbórea	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva alta perennifolia arbustivo	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva alta perennifolia herbáceo	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva alta perennifolia primario	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva alta subperennifolia arbórea	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva alta subperennifolia arbustiva	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva alta subperennifolia herbácea	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva alta subperennifolia primario	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva baja caducifolia arbórea	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja caducifolia arbustiva	0.3	0.375	0.45	0.525	0.6
selva baja caducifolia herbácea	0.3	0.375	0.45	0.525	0.6
selva baja caducifolia primario	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja espinosa caducifolia arbórea	0.3	0.375	0.45	0.525	0.6

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
selva baja espinosa caducifolia arbustiva	0.4	0.475	0.55	0.625	0.7
selva baja espinosa caducifolia herbácea	0.4	0.475	0.55	0.625	0.7
selva baja espinosa caducifolia primario	0.3	0.375	0.45	0.525	0.6
selva baja espinosa subperennifolia arbórea	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja espinosa subperennifolia arbustiva	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
selva baja espinosa subperennifolia herbácea	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
selva baja espinosa subperennifolia primario	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja perennifolia arbórea	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva baja perennifolia arbustiva	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva baja perennifolia primario	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva baja subcaducifolia arbórea	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva baja subcaducifolia arbustiva	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja subcaducifolia primario	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva de galería arbórea	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva de galería primario	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva mediana caducifolia arbórea	0.05	0.113	0.175	0.238	0.3
selva mediana caducifolia arbustiva	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva mediana caducifolia herbácea	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva mediana caducifolia primario	0.05	0.113	0.175	0.238	0.3
selva mediana perennifolia arbustiva	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva mediana perennifolia primario	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva mediana subcaducifolia arbórea	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva mediana subcaducifolia arbustiva	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva mediana subcaducifolia herbácea	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva mediana subcaducifolia primario	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva mediana subperennifolia arbórea	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva mediana subperennifolia arbustiva	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
selva mediana subperennifolia herbácea	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
selva mediana subperennifolia primario	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
sin vegetación aparente	1	1	1	1	1
Tular	0	0	0	0	0
vegetación de desiertos arenosos arbustiva	1	1	1	1	1
vegetación de desiertos arenosos primario	1	1	1	1	1

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
vegetación de dunas costeras primario	0.9	0.925	0.95	0.975	1
vegetación de galería primario	0.01	0.058	0.105	0.153	0.2
vegetación de peten arbórea	0.01	0.058	0.105	0.153	0.2
vegetación de peten primario	0.01	0.058	0.105	0.153	0.2
vegetación gipsófila primario	0.8	0.85	0.9	0.95	1
vegetación halófila arbustiva	0.9	0.925	0.95	0.975	1
vegetación halófila herbácea	0.8	0.85	0.9	0.95	1
vegetación halófila primario	0.8	0.85	0.9	0.95	1
zona urbana	0	0	0	0	0

Resultados

A continuación, a manera de resumen, se presenta una tabla con resultados de los cálculos de erosión actual y potencial del predio, realizados en el anexo "*Plantilla Erosión*" disponible para su consulta en formato electrónico. En dicho anexo están presentes todos los valores anteriormente mencionados, así como las ecuaciones empleadas en los cálculos cuyos resultados son aquí desplegados.

FACTOR	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
a	Área del predio	Ha	4.2671
A	Tasa de Erosión anual	ton/Ha año	1.19
	Erosión potencial anual del predio	ton/año	5.09
E	Erosión eólica potencial	ton/Ha año	0.32
	Erosión eólica potencial anual del predio	ton/año	1.36
Erosión potencial total anual		**ton**	**6.46**

La erosión es disminuida considerablemente por la realización del proyecto cuando se toman en cuenta las medidas de mitigación detalladas en el capítulo correspondiente.

De no existir medidas específicas la erosión potencial del área del predio sería de 6.46 ton/año que, si bien no es la duración total del proyecto, toda vez que el cambio de uso de suelo durará 5 meses, la medida de mitigación de suelo se propone para un plazo de 1 año.

Asimismo, debido a la naturaleza del proyecto, se tiene que todos los sedimentos que fueron calculados serán arrastrados por la acción del fenómeno erosivo, serán acumulados en la cortina de bordo, y como se pretende que la infraestructura mantenga el control de avenidas para el caudal y volumen que fue proyectado, a través de los

años, se tiene que se realizará un desazolve periódico posterior a la etapa de construcción que asegurará la disposición ambiental y jurídicamente correcta de los sedimentos, y su correcto funcionamiento.

Hidrología

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la Región Hidrológica Lerma – Santiago RH12, dentro de la Cuenca Hidrológica Cuenca Río Laja 12H, Subcuenca Río Apaseo y Microcuenca San José El Alto.

La Cuenca del Río Laja, abarca 2,243.00 km^2 del Estado, donde sus principales escurrimientos son los ríos Querétaro y El Pueblito, aguas que son aprovechadas por las áreas urbanas. Las subcuencas dentro de la Río Laja son Pera Ignacio Allende, Río Laja-Celaya y Río Apaseo.

La Subcuenca Río Apaseo corre desde el poniente de la Delegación Felipe Carrillo Puerto, Municipio de Querétaro y fluye de oriente a poniente, cruzando la porción central del Municipio de Apaseo, para luego internarse en el Municipio de Celaya, Gto., donde tributa sus aguas al Río Laja.

En cuento a la Microcuenca San José El Alto, tiene como corriente principal el Arroyo Jurica, con dirección de caudal norte – sur, y confluye luego con el Río Querétaro, internándose en territorio del Estado de Guanajuato, desembocando al Río La Laja. El Arroyo Jurica es una corriente intermitente con un caudal aproxmado de 100,000 m^3/año.

La hidrología superficial dentro del sistema ambiental es representada por escurrimientos de tipo intermitente que conducen agua solamente en época de lluvias. Dentro de la Subcuenca en la que se encuentra el Sistema Ambiental se cuenta con siete bordos de regulación, los cuales incrementan la infiltración de agua a los acuíferos y previenen de avenidas copiosas las zonas urbanizadas del Municipio de Querétaro.

Respecto de la hidrología subterránea, la Subcuenca se ubica sobre el acuífero denominado Valle de Querétaro, considerado como sobreexplotado.

Los escurrimientos y cuerpos de agua se encuentran en buen estado, toda vez que los escurrimientos aún presentan lechos originales del cauce, la contaminación de las aguas superficiales en la Subcuenca viene dada principalmente por el vertimiento de residuos sólidos urbanos.

De conformidad con el paisaje accidentado que se muestra en el sistema ambiental, las zonas de recarga se presentan sobre el lecho de los arroyos donde se encuentran los bordos de retención de agua,

Zonas de recarga

Debido a que la topografía de la microcuenca se considera como accidentada, la zonas de recarga se presentan sobre el lecho de los arroyos donde se construyeron los bordos de contención de agua, así también de identificaron dos fracturas una que corre de sur a norte pero que se ubica en la parte alta y otra que se encuentra al norponiente siendo ésta la que puede infiltrar más cantidad de agua al encontrarse en un punto más bajo de la microcuenca, en la siguiente figura se muestran las estructuras que sirven como zonas de infiltración de la microcuenca.

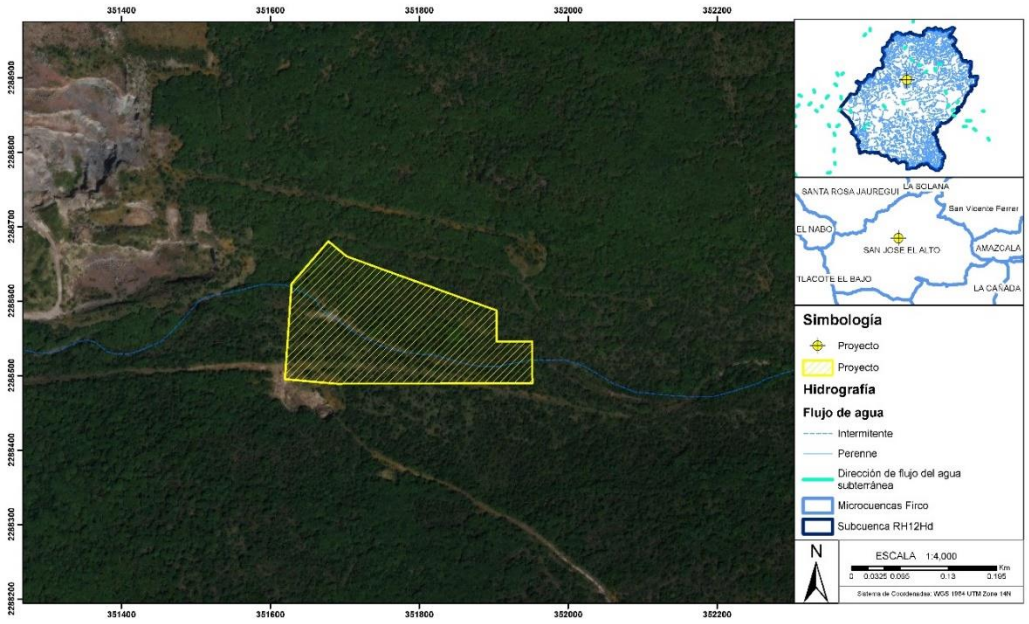


Figura IV.13 Corrientes y cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto.

En específico para la zona del proyecto, se cuenta con un estudio hidrológico realizado por la Comisión Estatal de Aguas (CEA, 2018), que se encuentra anexo electrónicamente, del cual se desprende la siguiente descripción:

> *"En la subcuenca Azteca Salitre se encuentran los bordos de almacenamiento Azteca y Salitre, mismos que marcan al Norte y al Oriente el inicio del valle de Jurica y por tanto la divisoria de las subcuencas Azteca baja y Salitre Baja con las respectivas subcuencas de los bordos localizadas en la parte alta.*
>
> *Dentro de la subcuenca Azteca y formando parte de esta, se encuentran las subcuencas de los arroyos Las Cuevas, Los Cajones y otra tercera corriente sin nombre que aporta directamente al vaso, denominada subcuenca Izquierda del Azteca.*

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

En la parte alta de la subcuenca Azteca el primer arroyo tiene sus inicios en las cúspides de los cerros Rueda de Panales y cerro Chato, mismos que marcan las fronteras de los valles de San José Buenavista al Oeste y Amazcala al Este.

Al inicio, la corriente principal de la subcuenca Las Cuevas recibe el nombre de arroyo Las Cuevas o La Estancia, y a lo largo de su recorrido conserva el carácter intermitente típico de los escurrimientos de la zona.

A la salida de la subcuenca Las Cuevas, el arroyo se conduce de Norte a Sur por un canal revestido de concreto por el costado oriente de la carretera federal 57. Posteriormente se incorporan los escurrimientos de la subcuenca Los Cajones siguiendo la misma dirección hasta llegar al vaso del bordo Azteca.

Si bien la obra bordo Azteca tuvo como objetivo original servir como presa derivadora para riego, actualmente su función de regulación como estructura rompe picos ha sido fundamental para evitar la saturación del arroyo El Arenal, localizado aguas abajo ya que actualmente su capacidad hidráulica está rebasada.

Por su parte, la subcuenca El Salitre cuya principal corriente es el arroyo El Membrillo, tiene sus orígenes en las cúspides de los cerros El Chivato y Peña Colorada, en elevaciones que rondan los 2250 msnm.

Éste arroyo también tiene un carácter intermitente en toda su trayectoria y en su primer tramo, los escurrimientos siguen una dirección Noroeste-Sureste para luego quebrar hacia el Oeste en la parte baja del cerro Peña Colorada, cruzando la comunidad de San Pedrito El Obraje. Luego de 3 km hacia aguas abajo, los escurrimientos ingresan al bordo El Salitre, principal cuerpo de agua de la cuenca y que marca el inicio del valle de Jurica, mismo que coincide con la denominada subcuenca Salitre baja y que forma parte de este estudio.

Al igual que el bordo Azteca, el bordo El Salitre tuvo como objetivo original la captación de agua para riego agrícola para el ejido Jurica y El Salitre, pero actualmente esas superficies de riego han disminuido por la fuerte presión demográfica, hasta prácticamente desaparecer.

El bordo El Salitre dispone de un vertedor de excedencia por margen derecha, cuyos escurrimientos atraviesan la comunidad del mismo nombre y se dirigen hacia la margen izquierda del dren auxiliar Jurica por medio de las alcantarillas de la carretera federal 57.

Al igual que en el bordo Azteca, aguas abajo del bordo El Salitre y hasta el dren auxiliar Jurica, los escurrimientos se conducen por las subcuencas bajas sin tener un cauce bien definido, debido a que paulatinamente estos han sido rellenados u ocupados por terraplenes y obras civiles en la parte baja, hasta prácticamente no dejar una cubeta visible.

Es importante notar que, en la zona de planicie, a la salida de ambos bordos, las corrientes carecen de un cauce bien definido, debido a que esta zona se dispersa naturalmente y en otros casos debido a factores antropogénicos.

Dentro de la subcuenca Azteca-Salitre, cuya extensión alcanza los 58.81 km^2 se encuentran elevaciones máximas del orden de 2330 msnm, y mínimas cercanas a los 1850 msnm.

Las áreas de captación o aportación de la subcuenca, fueron delimitadas utilizando cartografía de INEGI escala 1:50,000 con verificaciones en campo. Luego fue trazada utilizando dibujo asistido por computadora (CAD) determinando que sus principales características morfológicas, son las que se presentan en la Figura 2.

En la Tabla 1 se muestra la extensión de cada subcuenca en que dividió la cuenca completa. Se observan las fronteras obligadas que representan los bordos Azteca y Salitre y su respectiva subcuenca o área de captación. Es importante mencionar que todas las subcuencas analizadas la considerada para el diseño del bordo de regulación es la Azteca Izquierda.

Tabla IV.9 Principales datos morfológicos de las subcuencas analizadas.

	Superficie	Perimetro	Longitud de cuenca
Subcuenca	km^2	km	km
Las Cuevas	6.62	13.35	4.12
Los Cajones	4.13	10.7	3.97
Baja Cuevas-Cajones	5.08	13.25	3.82
Azteca Izquierda	7.48	13.11	4.95
Azteca Baja	5.43	15.26	5.44
Salitre	20.85	23.15	6.41
Salitre baja	5.35	10.23	4.03
Palmas A	2	8.32	3.32
Palmas B	1.86	6.16	1.86

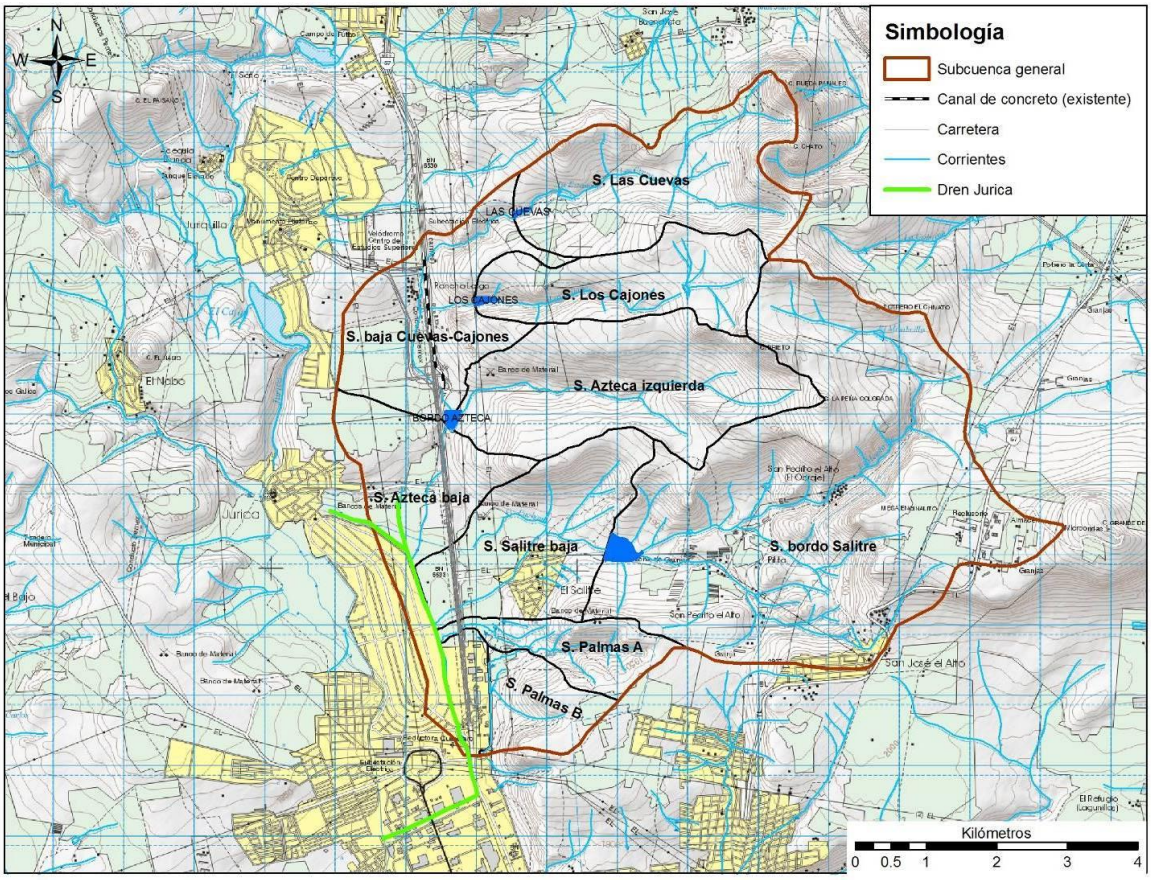


Figura IV.14 Subdivisión de la cuenca completa para el análisis de los escurrimientos en subcuenca Azteca Salitre por donde se desarrolla el proyecto de la vialidad Paseo de la República.

Tabla IV.10 Características más relevantes de las subcuencas en estudio y sus cauces.

Subcuenca	Superficie en km^2	Longitud del cauce en m	Desnivel del cauce en m	Pendiente general del cauce en %
Borde Salitre	20.85	8431	300	3.56
Azteca Izquierda	7.48	5596	315	5.63
Las Cuevas	6.62	4489	220	4.90
Azteca Baja	5.43	5013	56	1.12
Salitre Baja	5.35	3170	43	1.35
Baja Cuevas-Cajones	5.08	4101	120	2.93
Los Cajones	4.13	4099	230	5.61
Palmas A	2.00	3353	119	3.55
Palmas B	1.86	1817	31	1.70

Como se puede ver en la tabla anterior, la subcuenca Azteca Izquierda tiene un área de 7.48 km2, una longitud de cauce principal de 5,596 m con una pendiente de 5.63 %.

Tabla IV.11 Comparación de los gastos máximos en condiciones actuales y futuras de las subcuenca Azteca Izquierda y su incremento por la urbanización al 2025.

Incremento de escurrimiento generado por el desarrollo del proyecto en la subcuenca Azteca Izquierda				
Tr años	Escurrimiento Q_{TOTAL}		**Incremento** en gasto $Q_{INCREMENTO}$ m³/s	**Incremento** en volumen m³
	Actual m³/s	Con proyecto m³/s		
5	0.87	1.01	0.13	534
10	3.17	3.41	0.24	970
25	**6.84**	**7.18**	**0.34**	**1,374**
50	9.96	10.36	0.40	1,623
100	13.38	13.84	0.45	1,844

„

Es así que se determinó el incremento en gasto y volumen para la modelación de la obra bordo Azteca Izquierdo, por lo que se determina que con el diseño propuesto atenderá en su capacidad dichos incrementos, cumpliendo con su finalidad, controlando escurrimientos en la zona urbana del Municipio de Querétaro.

Cálculo de escorrentía

Para la estimación de la escorrentía en el predio se recurrirá al cálculo planteado según los lineamientos de la NOM-011-CONAGUA-2015 para el cálculo del Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural, el cual se utilizará para el predio motivo del cambio de uso de suelo.

Para ello se requiere conocer los siguientes factores: Precipitación anual (P), Coeficiente de escurrimiento anual (Ce), Área total (A_t), Parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo (K).

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento anual adimensional (Ce) se recurre a identificar primero el parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo (K), según tablas que la misma normatividad provee. Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Si K resulta menor o igual que 0.15, es decir, $K \leq 0.15$

$$Ce = K \cdot \frac{P - 250}{200}$$

Si K resulta mayor que 0.15, es decir, $K > 0.15$

$$Ce = K \cdot \frac{P - 250}{200} + \frac{K - 0.15}{1.15}$$

Donde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual adimensional

P = Precipitación anual, en mm

K = Parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo

Una vez determinado el coeficiente e escurrimiento anual y se conoce la precipitación anual y el área total a analizar (v.g. el área de la microcuenca, el área del predio o el área del cambio de uso de suelo forestal) se procede al cálculo del volumen medio anual de escurrimiento natural, según la siguiente fórmula:

$$V_{ea} = P_m \cdot A_t \cdot Ce$$

Donde:

V_{ea} = Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural

P_m = Precipitación anual en metros

A_t = Área total en metros cuadrados

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual, adimensional

A continuación, se presentan los cálculos de escorrentía basados en los lineamientos de la NOM-011-CONAGUA-2015.

Escurrimiento hídrico.

Predio sin proyecto	
K	0.25
C_e	0.1042
P	550.02
P_m	0.55002
A_t	4.08
V_{ea} (m^3)	4655.42

Predio con proyecto	
K	0.28
C_e	0.1287
P	550.02
P_m	0.55002
A_t	4.08
V_{ea} (m^3)	3905.22

Es así que se tiene que el volumen que se deja de infiltrar es de 550.35 m^3/año, el cual, debido a la naturaleza del proyecto que es abrevar agua detrás de la cortina, se cuenta con el diseño idóneo de medida de mitigación y que, además, es inherente al proyecto.

Subterránea

El sistema ambiental se encuentra dentro de la circunscripción del Valle de Querétaro, el cual tiene una extensión de 484-km2, se ubica en la porción suroccidental del estado, abarca parte de los municipios de Querétaro, Corregidora y El Marques. En él tiene asiento la ciudad capital del estado y donde se concentra la mayor parte de la población estatal. Es en este acuífero donde se localiza en su totalidad el área propuesta para cambio de uso de suelo.

Población

La población ubicada dentro de la zona de estudio entre los años de 1950-1995 tuvo una tasa de crecimiento de 4.24 %, a lo largo del periodo de referencia, la zona incrementó su participación relativa en el total de la población estatal, de 36.5% en 1950 a 54.4% en 1995, la mayoría de la población residió en el municipio de Querétaro, en donde se ubica la capital del estado.

Hidrografía

El valle de Querétaro pertenece a la Región Hidrológica N° 12 Cuenca del Río Lerma. La corriente superficial más importante es el río Querétaro y su afluente principal el río El Pueblito. El río Querétaro nace en la porción centro occidental del estado, adopta un rumbo NE-SW que modifica a E-W al entrar al valle que nos ocupa, atraviesa la ciudad de Querétaro y cambia nombre por el Arroyo Magdalena, que sensiblemente sigue su curso con el mismo rumbo hasta Las Adjuntas, sitio donde recibe las aportaciones del río El Pueblito, antes de cruzar el límite estatal hacia Guanajuato, para finalmente aportar al río La Laja.

En la sierra del sur se generan los escurrimientos del río El Pueblito, que con dirección norte-sur llega y cruza el poblado de Villa Corregidora, donde tuerce al NW y atraviesa la llanura hasta Las Adjuntas, donde se une con el río Querétaro.

En la porción norte del área en estudio es de mencionar el arroyo San Isidro, que corre con dirección general poniente a oriente y cruza la población de Santa Rosa Jauregui, así como el arroyo Jurica que se desarrolla con una dirección semejante.

Piezometría

La profundidad del nivel estático en la zona plana del valle es de 100 a 110 metros. Localmente las máximas profundidades se encuentran en el Romeral, San Pedro Mártir, El Estadio y La zona Industrial Benito Juárez, con

un promedio de 130 metros en las primeras tres y hasta 160 en la última. En la zona de la Cañada se localiza entre 50 y 70 m y en las proximidades de El Salitre y San Pedrito el Alto de 30 a 50 m.

La línea elevación del nivel estático en el valle se caracteriza por el equipotencial 1700 msnm. La curva 1710 se restringe a las zonas de entrada y salidas subterráneas a la altura de los poblados Tlacote El Bajo, Zona Industrial, la Alameda y Villa Corregidora, así como a las zonas de sierra. El comportamiento general observado para este periodo indica que continúa presentándose la principal entrada de agua subterránea al valle procedente del valle de San Juan del Río Pedro Escobedo, con diferencias de carga entre las curvas equipotenciales 1800 a 1710 msnm en dirección del acuífero; éstas se encuentran aglutinadas en el estrecho natural que forma la estructura de la Cañada: para las entradas subterráneas procedentes de los valles de Huimilpan, Buenavista y El Tlacote se mantiene de igual forma la dirección del flujo subterráneo hacia el centro del valle de Querétaro, así como hacia el Estado de Guanajuato. En la zona de San Pedro Mártir continúa expandiéndose el cono piezométrico generado con la curva 1700 msnm, provocado esto por la constante extracción para abastecimiento público. Por otro lado, en la zona industrial se observa la máxima depresión piezométrica del acuífero Valle de Querétaro, representada por la línea equipotencial 1660 msnm, debido a factores de recarga y a la litología arcillosa del medio.

La evolución anual del nivel estático en promedio es de 3.5 (diciembre de 1994 y diciembre de 1995), atribuida ésta, a la operación de un número de pozos cada vez mayor. En el corredor industrial Benito Juárez se presentan abatimientos de –1.0 m, entre las localidades de Cerrito Colorado, San Juanico y Casa Blanca la evolución fue de -2.0 m, entre Santa María Magdalena y la Unidad Deportiva los abatimientos anuales fueron de –3.0 m, en tanto que la porción que evolucionó más drásticamente se localiza entre San Pedro Mártir y el ejido El Castillo con –113.0 y –4.0 m respectivamente.

Cabe resaltar que la máxima evolución está sustentada con un solo dato puntual del pozo 1313-A propiedad del rancho La Palpa. Hacia los límites con el estado de Guanajuato la evolución negativa promedio fue de –4.0 m,

Se interpretaron 18 pruebas de bombeo todas ellas en estado de abatimiento de las cuales 16 fueron representativas de Acuífero libe. De estas, diez estas, corresponden al medio fracturado y seis al medio poroso. Las 2 pruebas de bombeo restantes fueron interpretadas como acuíferos semiconfinados en medios porosos. La duración del bombeo fue variable entre 0.5 y 8 horas.

Disponibilidad de agua subterránea

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad

media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

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

La **recarga total media anual**, corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Valle de Querétaro es de 70 millones de metros cúbicos por año (mm3/año).

La **descarga natural comprometida**, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Valle de Querétaro la descarga natural comprometida es de 4 millones de metros cúbicos por año (Mm3 /año).

En el acuífero Valle de Querétaro el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de 142,316,279 m3 /año.
La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:
-76,316.279 = 70,000,000 - 4,000,000 - 142,316,279

La cifra -76'316,279 indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de Querétaro, en el estado de Querétaro.

IV.2.2 Descripción del medio biótico

- **Uso del suelo y Vegetación**

Para el área del proyecto se caracterizan los principales tipos de vegetación y usos del terreno, según lo descrito en la serie VI del INEGI: Selva baja Caducifolia (Vegetación secundaria arbórea).

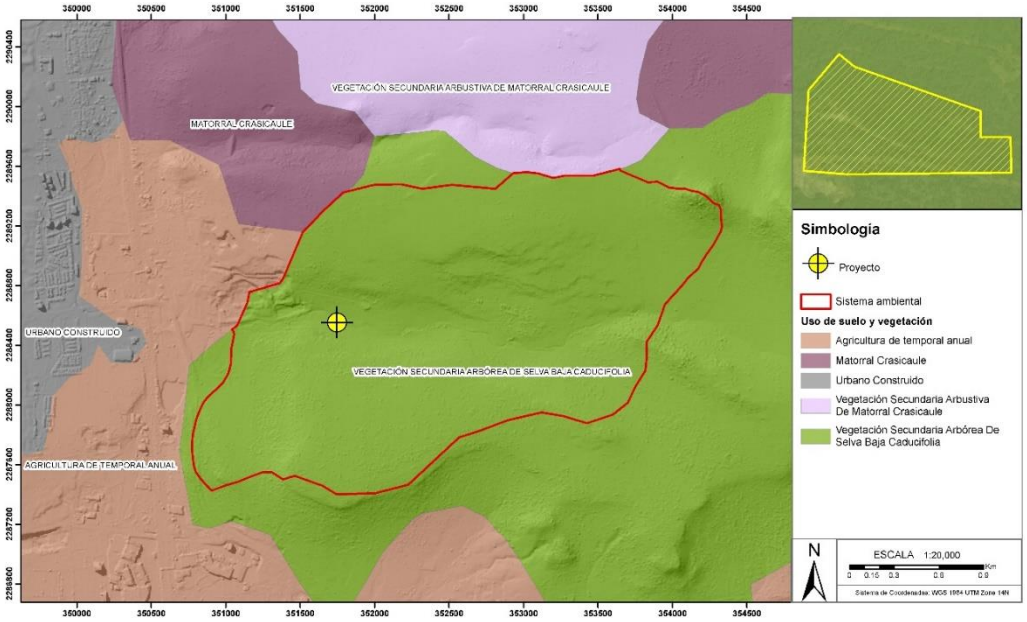


Figura IV.15 Uso de suelo y vegetación

Se pude observar en campo que el sistema ambiental permanece de alguna manera conservado, aunque sometido a los efectos de degradación de estar inmerso en una zona urbana, lo cual se constata sobre todo en las periferias de la zona continua de vegetación.

Flora

Análisis del sistema ambiental

Usando la capa de **Uso de Suelo y Vegetación Serie V**, publicada por INEGI en el año 2013, y con la información recabada en campo mediante el inventario forestal, se constató que se afectará por el cambio de uso de suelo vegetación que correspondiente a **Selva baja caducifolia** con una riqueza de **90 especies** de árboles, arbustos, cactus y hierbas. A continuación, se describe de acuerdo con la **Guía para la interpretación de cartografía de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000, Serie V**, presentado por INEGI en 2013, la cual se complementa con las obras publicadas por el INEGI correspondientes a las Guías para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación Escala 1:250 000 **serie III** y **serie IV**.

Selva baja caducifolia

La Selva baja caducifolia también es conocida como Bosque tropical caducifolio y se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos y subhúmedos, semisecos o subsecos. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1900 m, rara vez hasta 2000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m. El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas.

Tabla IV.12 Riqueza de especies vegetales por estrato en la Selva baja caducifolia en el sistema ambiental.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
1	Arbóreo	Palo xixote	*Bursera fagaroides*	No endémica	No enlistada	No incluida
2	Arbóreo	Tullidora	*Karwinskia humboldtiana*	No endémica	No enlistada	No incluida
3	Arbóreo	Palo fierro	*Senna polyantha*	No endémica	No enlistada	No incluida
4	Arbóreo	Granjeno	*Celtis pallida*	No endémica	No enlistada	No incluida
5	Arbóreo	Panalero	*Forestiera angustifolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
6	Arbóreo	Palo de arco	*Lysiloma microphylla*	No endémica	No enlistada	No incluida
7	Arbóreo	Mezquite	*Prosopis laevigata*	No endémica	No enlistada	No incluida
8	Arbóreo	Palo bobo	*Ipomoea murucoides*	No endémica	No enlistada	No incluida
9	Arbóreo	Huizache chino	*Acacia schaffneri*	No endémica	No enlistada	No incluida
10	Arbóreo	Copal prieto	*Bursera palmeri*	No endémica	No enlistada	No incluida
11	Arbóreo	Huizache	*Acacia farnesiana*	No endémica	No enlistada	No incluida
12	Arbóreo	Acebuche	*Forestiera phillyreoides*	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
13	Arbóreo	Agave	*Agave tequilana*	No endémica	No enlistada	No incluida
14	Arbóreo	Granjeno chino	*Condalia microphylla*	No endémica	No enlistada	No incluida
15	Arbóreo	Palo zorro	*Celtis caudata*	No endémica	No enlistada	No incluida
16	Arbóreo	Palo dulce	*Eysenhardtia polystachya*	No endémica	No enlistada	No incluida
17	Arbóreo	Maguey aplatanata	*Agave applanata*	No endémica	No enlistada	No incluida
18	Arbóreo	Ceiba	*Ceiba aesculifolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
19	Arbóreo	Colorín	*Erythrina coralloides*	No endémica	**Amenazada**	No incluida
20	Arbóreo	Granjeno 2	*Celtis laevigata*	No endémica	No enlistada	No incluida
21	Arbóreo	Jacaranda	*Jacaranda mimosifolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
22	Cactácea	Garambullo	*Myrtillocactus geometrizans*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
23	Cactácea	Perrito	*Opuntia pubescens*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
24	Cactácea	Nopal hartón	*Opuntia hyptiacantha*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
25	Cactácea	Biznaga chilitos	*Mammillaria magnimamma*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
26	Cactácea	Cardón	*Cylindropuntia imbricata*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
27	Cactácea	Biznaga ganchuda	*Ferocactus latispinus*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
28	Cactácea	Nopal cardón	*Opuntia streptacantha*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
29	Cactácea	Órgano espinudo	*Stenocereus dumortieri*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
30	Cactácea	Nopal bondota	*Opuntia robusta*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
31	Cactácea	Agrito	*Echinocactus cinerascens*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
32	Cactácea	Biznaga lanera	*Ferocactus histrix*	**Endémica**	**Sujeta a protección especial**	**Apéndice ll**
33	Cactácea	Xoconostle	*Opuntia elizondoana*	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
34	Cactácea	Biznaga dedos largos	*Mammillaria longimamma*	**Endémica**	**Amenazada**	**Apéndice ll**
35	Arbustivo y enredaderas	Solimán	*Croton ciliatoglandulifer*	No endémica	No enlistada	No incluida
36	Arbustivo y enredaderas	Sangregado	*Jatropha dioica*	No endémica	No enlistada	No incluida
37	Arbustivo y enredaderas	Flor lila	*Carlowrightia parviflora*	No endémica	No enlistada	No incluida
38	Arbustivo y enredaderas	Hierba del cáncer	*Acalypha monostachya*	No endémica	No enlistada	No incluida
39	Arbustivo y enredaderas	Bejuco alcatráz	*Metastelma angustifolium*	No endémica	No enlistada	No incluida
40	Arbustivo y enredaderas	Flama roja 3	*Justicia spicigera*	No endémica	No enlistada	No incluida
41	Arbustivo y enredaderas	Vara prieta	*Cordia parviflora*	No endémica	No enlistada	No incluida
42	Arbustivo y enredaderas	Vara blanca	*Verbesina serrata*	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
43	Arbustivo y enredaderas	Huinare	*Malvastrum bicuspidatum*	No endémica	No enlistada	No incluida
44	Arbustivo y enredaderas	Pie de paloma	*Iresine schaffneri*	No endémica	No enlistada	No incluida
45	Arbustivo y enredaderas	Tripa de vaca	*Cissus sicyoides*	No endémica	No enlistada	No incluida
46	Arbustivo y enredaderas	Zoapaxtle	*Montanoa tomentosa*	No endémica	No enlistada	No incluida
47	Arbustivo y enredaderas	Trompetilla	*Bouvardia ternifolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
48	Arbustivo y enredaderas	Vara ceniza	*Zaluzania augusta*	No endémica	No enlistada	No incluida
49	Arbustivo y enredaderas	Enredadera 3	*Indigofera jamaicenciss*	No endémica	No enlistada	No incluida
50	Arbustivo y enredaderas	Tumba vaqueros	*Ipomoea purpurea*	No endémica	No enlistada	No incluida
51	Arbustivo y enredaderas	Charrasquilla	*Calliandra eriophylla*	No endémica	No enlistada	No incluida
52	Arbustivo y enredaderas	Campanita morada	*Ruellia lactea*	No endémica	No enlistada	No incluida
53	Arbustivo y enredaderas	Pica pica	*Convolvulus arvensis*	No endémica	No enlistada	No incluida
54	Arbustivo y enredaderas	Flor olotillo	*Lantana trifolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
55	Arbustivo y enredaderas	Cempasuchitl silvestre	*Tagetes erecta*	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
56	Arbustivo y enredaderas	Noche buena silvestre	*Euphorbia pulcherrima*	No endémica	No enlistada	No incluida
57	Arbustivo y enredaderas	Popotillo	*Ephedra pedunculata*	No endémica	No enlistada	No incluida
58	Arbustivo y enredaderas	Ortiguilla	*Gronovia scandens*	No endémica	No enlistada	No incluida
59	Arbustivo y enredaderas	Pegarropa	*Mentzelia hispida*	No endémica	No enlistada	No incluida
60	Arbustivo y enredaderas	Bejuco	*Desmodium skinneri*	No endémica	No enlistada	No incluida
61	Arbustivo y enredaderas	Lechosilla	*Funastrum pannosum*	No endémica	No enlistada	No incluida
62	Arbustivo y enredaderas	Uña de gato	*Mimosa aculeaticarpa*	No endémica	No enlistada	No incluida
63	Arbustivo y enredaderas	Orégano de burro	*Lantana hirta*	No endémica	No enlistada	No incluida
64	Arbustivo y enredaderas	Tomatillo de monte	*Physalis cinerascens*	No endémica	No enlistada	No incluida
65	Arbustivo y enredaderas	Romerillo	*Viguiera linearis*	No endémica	No enlistada	No incluida
66	Arbustivo y enredaderas	Vara de cuete	*Ambrosia cordifolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
67	Arbustivo y enredaderas	Alfalfilla	*Euphorbia hyssopifolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
68	Arbustivo y enredaderas	Chilito silvestre	*Capsicum annum*	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
69	Arbustivo y enredaderas	Enredadera	*Parthenocissus quinquefolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
70	Arbustivo y enredaderas	Estrella de zopilote	*Matelea pilosa*	No endémica	No enlistada	No incluida
71	Arbustivo y enredaderas	Flama roja	*Anisacanthus quadrifidus*	No endémica	No enlistada	No incluida
72	Arbustivo y enredaderas	Flor lila 2	*Evolvulus anoda*	No endémica	No enlistada	No incluida
73	Arbustivo y enredaderas	Pata de gallo	*Eleusine indica*	No endémica	No enlistada	No incluida
74	Arbustivo y enredaderas	Ramo lila	*Mirabilis viscosa*	No endémica	No enlistada	No incluida
75	Arbustivo y enredaderas	Sida morada	*Evolvulus alsinoides*	No endémica	No enlistada	No incluida
76	Arbustivo y enredaderas	Torito	*Proboscidea louisianica*	No endémica	No enlistada	No incluida
77	Arbustivo y enredaderas	Vara ceniza 2	*Croton morifolius*	No endémica	No enlistada	No incluida
78	Herbáceo	Pasto colorado	*Melinis repens*	No endémica	No enlistada	No incluida
79	Herbáceo	Olotillo	*Tetramerium nervosum*	No endémica	No enlistada	No incluida
80	Herbáceo	Helecho 2	*Cheilanthes bonariensis*	No endémica	No enlistada	No incluida
81	Herbáceo	Pasto avena	*Avena fatua*	No endémica	No enlistada	No incluida
82	Herbáceo	Pétalo morado	*Hybanthus attenuatus*	No endémica	No enlistada	No incluida
83	Herbáceo	Hierba del pollo	*Commelina diffusa*	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
84	Herbáceo	Sedum	*Sedum rupestre*	No endémica	No enlistada	No incluida
85	Herbáceo	Pasto banderita	*Bouteloua curtipendula*	No endémica	No enlistada	No incluida
86	Herbáceo	Golondrina	*Euphorbia heterophylla*	No endémica	No enlistada	No incluida
87	Herbáceo	Jícama de monte	*Macroptilium gibbosifolium*	No endémica	No enlistada	No incluida
88	Herbáceo	Oreja de ratón	*Dichondra argentea*	No endémica	No enlistada	No incluida
89	Herbáceo	Pasto espiga	*Distichlis spicata*	No endémica	No enlistada	No incluida
90	Herbáceo	Zacate blanco	*Setaria grisebachii*	No endémica	No enlistada	No incluida

Fuente. Elaborado con información de campo y con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora Silvestres (CITES).

Metodología de muestreo empleada

El estudio de la vegetación se llevó a cabo mediante un **muestreo sistemático** no alineado, en el cual se combinan las características de los diseños de muestreo aleatorios simples y las de los diseños de muestreo sistemáticos. En estos diseños, una parcela de muestra se asigna una ubicación de una cuadrícula o una matriz de células seleccionada de forma aleatoria. La ventaja del muestreo sistemático es que maximiza la distancia media entre parcelas y, por lo tanto, minimiza la correlación espacial entre las observaciones e incrementa la eficacia estadística (White *et ál.*1992).

Para el caso particular de este estudio, se utilizaron sitios circulares con separación entre cada sitio de 100 metros.

Determinación de las dimensiones de los sitios de muestreo

Inicialmente se eligieron sitios de forma circular por que de acuerdo con Romahn de la Vega, C. F, 1994[1] se facilita su delimitación ya que una vez establecida la posición de su centro basta con "lanzar" radios desde éste

1Romahn de la Vega, C. F., H. Ramírez M., J. L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 353 pág.

hacia la periferia y así tener las referencias de sus límites. Ahora bien, como se indica en la Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales[2], para contar con información de las condiciones de hábitat a nivel de rodales se requiere información que permita determinar la heterogeneidad estructural de los rodales (Lindenmayer & Franklin 2002), lo cual debe incluir una descripción de su estructura vertical y horizontal, y la presencia de componentes, estructuras o microhabitats particulares (Vargas-Larreta 2013).

La caracterización de los hábitats puede hacerse a través de observaciones sistemáticas para obtener datos cualitativos o semicuantitativos que puedan registrarse en formatos de campo estandarizados que complementen la información en los sitios de muestreo de los inventarios forestales o en muestreos específicos de otros tipos de hábitat que son importantes para la conservación de la biodiversidad, aunque no tengan potencial maderable. La mayor parte de estos datos se basan en observaciones o mediciones sencillas. Pueden servir para propósitos puramente descriptivos o analizarse con métodos de análisis multivariado de clasificación u ordenación (Pojar et ál. 1987, Jongman et ál. 1995, McCune & Mefford 1999), para una caracterización más detallada y para determinar patrones de interés desde el punto de vista ecológico.

Otras técnicas de muestreo pueden ser utilizadas para obtener índices para la caracterización de la estructura de rodales, que aportan información sobre las condiciones de hábitat. Estos índices incluyen la evaluación de la mezcla de especies, la uniformidad de los rodales, la dominancia, y la diferenciación diamétrica y de altura (Aguirre et ál. 2003, Corral-Rivas et ál. 2006, Vargas-Larreta 2013).

La cuantificación de estructuras como la cobertura de arbustos o el material leñoso caído, que son componentes importantes de los hábitats forestales, puede obtenerse a través de métodos de líneas de interceptación (Morfin-Rios et ál. 2012; véase también Vargas- Larreta 2013).

Los datos de inventario forestal de madera aportan por su parte información utilizable para la caracterización de hábitat. A partir de los datos de inventario forestal, puede hacerse la descripción de la composición de especies arbóreas y de la fisonomía de la vegetación, para una caracterización más detallada de los tipos de hábitat, utilizando información cuantitativa sobre altura del dosel, densidad de la masa forestal, área basal, y estructura de tamaños, distribución del número de árboles por categorías de diámetro.

2Enrique J. Jardel Peláez, CONAFOR, PNUD, Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales. 2015. México.

Los criterios de selección de indicadores para describir las características de los hábitats a escala de rodales, deben considerar aquellos elementos estructurales que son importantes para el mantenimiento de biodiversidad (Gardner 2010). Estos indicadores pueden seleccionarse considerando el precedente de lo que se ha usado en estudios previos reportados en la literatura científica, la experiencia práctica o estudios de referencia específicos. Sin duda existe una necesidad de investigación y validación de los indicadores que son apropiados para generar información útil que sirva de guía para monitorear y evaluar los resultados del manejo de hábitat en la conservación de biodiversidad.

Para la clasificación de hábitats a escala de rodales, se recomienda la toma de datos sobre ciertos indicadores, la cual puede obtenerse del inventario forestal o punto de muestreo, por ser áreas excluidas del aprovechamiento maderable o no corresponder a coberturas boscosa, pero que constituyen hábitat para numerosas especies. Los indicadores o elementos clave para la caracterización de hábitat a escala de rodales, son los siguientes:

1. Tipo de hábitat: indicar la categoría correspondiente del mapa de hábitat definido como unidad ambiental o del paisaje en función de la zona de vida, el tipo de vegetación y las condiciones geomorfoedafologicas.
2. Asociaciones florísticas: indicar el tipo de asociación florística presente en el rodal donde se ubica el sitio de muestreo, señalando la especie dominante, la que representa 50% o más del área basal o la cobertura de copas en la vegetación arbolada, la especie codominante (la que sigue en importancia a la dominante en cobertura o área basal) y una especie distintiva, que puede ser arbórea o una especie arbustiva o herbácea abundante en el sotobosque.
3. Clase de estructura: las clases de estructura se refieren a etapas de desarrollo sucesional de los rodales o a condiciones creadas por eventos de perturbación como incendios o huracanes, o bien por intervenciones de corta. Las clases de estructura presentes en un área de estudio deben identificarse cualitativamente en recorridos de campo y describirse en un cuadro sinóptico, para luego poderse asignar sistemáticamente durante el levantamiento de los sitios de muestreo. Una primera clasificación de las estructuras puede hacerse de manera cualitativa o semicuantitativa, elaborando perfiles de vegetación que describan la estratificación vertical de la vegetación, indicando los estratos como dosel, subdosel, arbustivo, herbáceo, y su altura, la densidad de los estratos de la vegetación, con clases de cobertura por estrato de la vegetación, y la estructura de edades.
4. Estructura de edades: la clasificación de los rodales por su estructura de edades es información básica para los inventarios forestales, y aporta información relevante para la caracterización de hábitats, permitiendo una mejor definición de las etapas de desarrollo de los rodales y las clases de estructura.

5. Estructura de tamaños: la información sobre la distribución de diámetros por especie o grupos de especies (pinos, encinos, latifoliadas u hojosas), es útil para caracterizar aspectos tales como la interpretación de la respuesta del estrato arbóreo a intervenciones silvícolas en el pasado o el futuro, y las posibles tendencias sucesionales (Jardel et ál. 2004b) o bien puede servir de guía para el diseño de las prescripciones silvícolas o aportar información sobre la distribución de productos maderables. Esta información es útil para una mejor definición de clases de estructura. En los inventarios forestales generalmente solo se miden los árboles que pueden aprovecharse, con diámetros mayores a 10 o 15 cm, pero desde un punto de vista ecológico, para evaluar la dinámica de los rodales y sus posibles respuestas a intervenciones de manejo, y para caracterizar el hábitat, se requiere información acerca de todos los componentes del estrato arbóreo, incluyendo arboles pequeños y juveniles. Se recomienda un diámetro mínimo de medición de 2.5 cm y el conteo de todos los tallos leñosos que han pasado la altura de 1.30 m; estos árboles se pueden medir en sub-parcelas de menores dimensiones (100 m^2, por ejemplo) que las de los sitios donde se inventarían los arboles con diámetro mayor a 10 o 15 cm (parcelas de 500 o 1000 m^2). De acuerdo con lo anterior se optó por usar sitios de 500 m^2 de área.

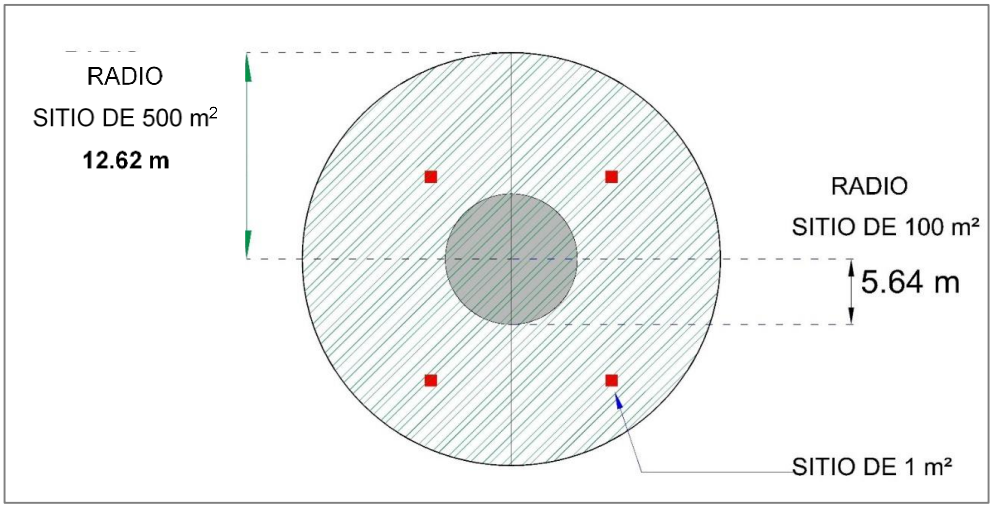


Figura IV.16 Esquema de la forma y dimensiones de los sitios de muestreo.

Debido a que el proyecto Bordo Azteca Izquierdo se ubica en un área relativamente homogénea en cuanto al tipo de vegetación se eligió para su evaluación el muestreo sistemático que es un esquema de muestro muy sencillo y es el método que normalmente se aplica en el muestreo forestal, el diseño corresponde a una distribución regular (cuadricular) con distancias iguales entre las unidades de muestreo. Además, se eligió el muestreo sistemático por:

- La facilidad para armar la muestra.
- La forma justa de seleccionar una muestra a partir de una población, ya que cada miembro tiene igualdad de oportunidades de ser seleccionado.
- La representatividad de la población. En teoría, lo único que puede poner en peligro su representatividad es la suerte. Si la muestra no es representativa de la población, la variación aleatoria es denominada error de muestreo.

Determinación del tamaño de muestra

El tamaño de la muestra para el sistema se determinó de acuerdo con el tamaño de la población del predio sujeto a cambio de uso de suelo, para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

Media: Es una medida de tendencia central, y se define como:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Donde:

Xi: valor observado de la unidad i-esima de la muestra

n: N° de unidades de la muestra (tamaño de la muestra)

Varianza: Es la media de las diferencias con la media elevadas al cuadrado. Se define como el cuadrado de la desviación estándar.

Desviación estándar: Es una medida que caracteriza la dispersión de los individuos con respecto a la media. Da una idea de los individuos en una población si están próximos a la media o están diseminados. Se define como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

Coeficiente de variación: Es una medida que expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media. Es decir,

$$CV\% = \frac{S}{X} \times 100$$

El coeficiente de variación permite comparar la variabilidad de poblaciones que tienen diferentes medias.

El tamaño de la muestra se refiere al área total por inventariar, expresado en número de sitios de tamaño definido. El tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del tipo de vegetación (CV%) y del error máximo requerido. En términos generales, el tamaño de la muestra se puede calcular en función del error máximo requerido o en relación con una unidad de intensidad de muestreo establecida.

Si se desea calcular el tamaño de muestras (n), en base a un error prefijado, se deben conocer los estimadores de la desviación estándar (S) y la media poblacional ($\bar{X}$), los cuales permiten calcular el coeficiente de variación de la población a muestrear (CV%). El CV% puede estimarse utilizando los resultados de inventarios en bosques similares al estudiado, o haciendo un muestreo preliminar de baja intensidad.

Este método se puede emplear en poblaciones infinitas y finitas. Para el caso de poblaciones infinitas el tamaño de la muestra se deriva de la fórmula de cálculo del error máximo requerido (E%), de lo planteado se obtiene la siguiente expresión:

$$n = \frac{(t_{\propto/2,gl})^2 (CV\ \%)^2}{(E\%)^2} =$$

Donde:

t α/2, gl: es un valor de t de Student con un nivel de confianza establecido (1-α) y n-1 grados de libertad (gl)

CV%: coeficiente de variación de estimado de la población por muestrear

E%: Error máximo requerido en por ciento a un nivel de confianza establecido (1-α)

Para el caso de poblaciones finitas (N= tamaño de población conocido), la fórmula para estimar n, se deriva de la ecuación para calcular el error máximo requerido de la media poblacional finita. El resultado de despejar n de esta ecuación es:

$$n = \frac{(t_{\propto/2,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2 + \frac{(t_{\propto/2,gl})^2 (CV\%)^2}{N}}$$

Como se aprecia, es necesario disponer de información relativa a la variabilidad de la población, bien mediante la varianza o en forma relativa a través del coeficiente de variación. Dicha información suele ser no conocida cuando se va a hacer un nuevo inventario, por ello se recurre a la realización de un muestreo piloto.

El tamaño de la muestra para el sistema ambiental se determinó de acuerdo con el tamaño de la población del predio sujeto a cambio de uso de suelo en este caso 40,840 m^2 de Selva baja caducifolia, determinándose para cada tipo de vegetación el siguiente número de sitios:

Tabla IV.13 Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el sistema ambiental.

Tipo de vegetación	Superficie en m^2 en el sistema ambiental	Número de sitios
Selva baja caducifolia	40,840	21

Para determinar el tamaño de la muestra se tomaron datos de un pre-muestreo en la zona para los dos tipos de vegetación, obteniendo los siguientes resultados, que posteriormente fueron validados mediante el empleo de curvas de acumulación.

Selva baja caducifolia

Con los datos de un muestreo previo realizado se obtuvieron los siguientes resultados:

Resultados de un inventario piloto realizado en el predio sujeto a cambio de uso de suelo

Sitio	X= Riqueza/sitio	X2
1	18	324
2	24	576
3	21	441

Sitio	X= Riqueza/sitio	X2
4	23	529
5	22	484
6	25	625
Σ	133	2,979

Con esta información se calculan los estadísticos hasta llegar al coeficiente de varianza, que es el valor que se necesita para calcular el número de sitios a muestrear.

Cálculo del número de muestras (n) para muestreo al azar

Con los datos obtenidos de riqueza, obtenido en cada uno de las parcelas del muestreo piloto, se realiza el cálculo:

Media

$$\bar{X} = \frac{18 + 24 + 21 + 23 + 22 + 25}{6} = \frac{133}{6} = 22.1667$$

Varianza

$$S^2 = \frac{2{,}979 - (133)^2/6}{6 - 1} = 6.1667$$

Desviación estándar

$$S = \sqrt{6.1667} = 2.4833$$

Coeficiente de variación

$$CV\% = \frac{2.4833}{22.1667} \times 100 = 11.2028\%$$

Con el coeficiente de variación (CV%), se puede aplicar la fórmula para determinar el tamaño de muestra (n). El valor de "t" se obtiene de la tabla correspondiente con n-1 grados de libertad, es decir 6-1=5 y con 95% de probabilidad, por lo que se calcula t de student para un nivel de significancia del 5% ó 0.05, siendo t igual a 2.0150 y un error de muestreo del 5%.

De lo anterior determinamos el número de sitios de muestreo para una población infinita teniendo en cuenta de que se trata de una población desconocida.

Sustituyendo tenemos:

$$n = \frac{(t_{\alpha,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2} = \frac{(2.0150)^2 (11.2028)^2}{(5)^2} = 20.3836 \approx 21$$

De acuerdo con los datos obtenidos, para el sistema ambiental se debían levantar 21 sitios de muestreo, por lo tanto, el número de sitios levantados son representativos respecto a la superficie que presenta la Selva baja caducifolia.

Tabla IV.14 Coordenadas de los sitios de muestreo para los estratos arbóreo, arbustivo y el grupo de cactáceas en el sistema ambiental.

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	356221	2286515	12	354753	2287175
2	356093	2286657	13	354767	2287357
3	355844	2287021	14	354659	2287271
4	355722	2287025	15	354450	2287376
5	355472	2287021	16	354357	2287174
6	354957	2287178	17	354350	2287277
7	354956	2287273	18	354358	2287370
8	354954	2287378	19	354256	2287173
9	354856	2287168	20	354251	2287265
10	354853	2287268	21	354259	2287370
11	354869	2287375			

(Coordenadas UTM, DATUM WGS84 Zona 14N)

Las siguientes son las coordenadas de las parcelas de muestreo del estrato herbáceo, que se realizaron a su vez dentro de los cuadrantes delimitados en los sitios del estrato arbóreo, cuatro sitios herbáceos por cada sitio arbóreo.

Tabla IV.15 Coordenadas de los centros de los sitios de muestreo para el estrato herbáceo.

Sitio	Parcela	X	Y
1	1	356224	2286514
	2	356224	2286513
	3	356221	2286510
	4	356220	2286515
2	1	356094	2286655
	2	356095	2286652
	3	356091	2286654
	4	356093	2286658
3	1	355848	2287022
	2	355843	2287016
	3	355841	2287023
	4	355845	2287023
4	1	355727	2287021
	2	355727	2287024
	3	355719	2287022
	4	355720	2287023
5	1	355477	2287025
	2	355477	2287017
	3	355473	2287016
	4	355475	2287020
12	1	354754	2287177
	2	354754	2287174
	3	354749	2287171
	4	354749	2287175
13	1	354772	2287360
	2	354770	2287353
	3	354764	2287352
	4	354762	2287360
14	1	354661	2287276
	2	354658	2287270
	3	354658	2287271
	4	354656	2287278
15	1	354452	2287377
	2	354452	2287372
	3	354447	2287374
	4	354448	2287380
16	1	354355	2287177
	2	354358	2287174
	3	354355	2287171
	4	354352	2287176

Sitio	Parcela	X	Y
6	1	354959	2287180
	2	354959	2287174
	3	354956	2287175
	4	354953	2287180
7	1	354957	2287274
	2	354957	2287271
	3	354952	2287271
	4	354953	2287273
8	1	354956	2287381
	2	354955	2287377
	3	354953	2287376
	4	354953	2287381
9	1	354855	2287170
	2	354855	2287167
	3	354850	2287167
	4	354853	2287170
10	1	354854	2287269
	2	354854	2287264
	3	354853	2287260
	4	354851	2287267
11	1	354869	2287381
	2	354871	2287375
	3	354867	2287374

Sitio	Parcela	X	Y
17	1	354351	2287281
	2	354354	2287278
	3	354351	2287280
	4	354348	2287280
18	1	354353	2287379
	2	354352	2287376
	3	354353	2287373
	4	354356	2287373
19	1	354257	2287174
	2	354259	2287170
	3	354251	2287167
	4	354256	2287168
20	1	354255	2287263
	2	354254	2287266
	3	354246	2287260
	4	354246	2287268
21	1	354251	2287374
	2	354260	2287377
	3	354258	2287373
	4	354257	2287371

Sitio	Parcela	X	Y
	4	354868	2287378

Sitio	Parcela	X	Y

Metodología para la generación de Curva de acumulación de especies

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, siendo ésta el estimado de especies existentes.

A fin de determinar la cantidad de posibles especies presentes en el "Bordo Azteca izquierdo", incluyendo aquellas especies "raras" o de distribución "restringida" (considerando que no todas las especies tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución), se generó una curva de acumulación mediante el empleo del software denominado EstimateS en su versión 9.1.0. Para obtener la Rarefacción, dicho sistema, en un procedimiento de re-muestreo, selecciona al azar individuos o unidades de muestreo, hasta que todos los individuos o unidades de muestreo en la muestra de referencia se han acumulado.

Para generar las curvas de acumulación se realizaron los siguientes procedimientos:

Primero se integró la matriz de especies encontradas y su abundancia, matriz que indica en cada fila la abundancia por especie encontrada en cada sitio de muestreo (ubicados en cada columna).

La matriz antes referida se ingresó al sistema EstimateS en su versión 9.1.0, a fin de "aleatorizar" los datos y obtener los valores de la "curva empírica", es decir, la que se desprende de esta aleatorización.

Posteriormente los resultados de software EstimateS se ingresaron al sistema STATISTICA, el cual permitió el ajuste de los datos y la generación de la curva de acumulación mediante el método Simplex & Quasi-Newton, que de acuerdo a Jiménez –Valverde y Hortal (2003)[3] es uno de los métodos más robustos.

3 Jiménez-Valverde A., 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-2003. Sección Artículos y Notas Pp. 151 – 161. Madrid. España.

Complementariamente se obtuvieron los calores relacionados a la curva de acumulación, como son el coeficiente de determinación R2, la pendiente de la curva y la cobertura de especies, que permiten evaluar la confiabilidad del tamaño de muestra. En tal sentido se empleó el modelo Exponencial, también llamado Exponencial negativo S(t) = (a/b) *(1-exp(-b*t)) por ser el que dio un mejor resultado por el tipo de datos obtenidos en campo. El Coeficiente de determinación R2, que para nuestro muestreo presenta valores cercanos 1, corrobora un buen ajuste de los datos al emplear el modelo Exponencial. Por su parte, la pendiente de la curva en todos los estratos o grupos florísticos tiene un valor menor a 0.1, lo que según Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable".

De esta forma se generaron las curvas de acumulación empleando la ecuación del modelo Exponencial S(t) = (a/b)*(1-exp(-b*t)), donde S(t) es el número de especies estimado, t es el tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, a es la ordenada al origen, es decir la intercepción con el eje Y, que representa la tasas de incremento de especies al inicio del muestreo, y b es la pendiente de la curva:

Para obtener la asíntota de la curva se dividió el valor de a entre b (a/b), obteniendo así, como resultado del análisis de los datos, el número de especies que se estima pueden ser encontradas en el área de muestreo.

Por otra parte, el cociente que resulta de la división del número de especies registradas en el muestreo entre las especies que se estima puedan ser encontradas, nos indica la cobertura que logramos sobre la riqueza de especies. En este sentido, tal y como lo refieren Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "*A menos que se alcance el número asintótico de especies (…) no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo (…). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables*". Con base en lo anterior, y a falta de parámetros aplicables al modelo Exponencial, es este (70%) el criterio que empleamos para determinar si nuestra muestra fue lo suficientemente completa.

Aunado a lo anterior también debe tomarse en cuenta, según los autores citados, que a medida que el inventario se va completando es cada vez más difícil encontrar nuevas especies en las unidades de muestro que se agregan, lo que tiene como consecuencia el decremento en la pendiente de la curva. De lo anterior se requiere un mayor esfuerzo para registrar nuevas especies. conllevaría mayores costos, sin embargo, la probabilidad de encontrar

nuevas especies va disminuyendo con cada nueva unidad de muestreo, por lo que debe tomarse en cuenta la relación Resultado-Costo al momento de determinar el tamaño de la muestra.

Las curvas de acumulación de especies que resultan del procedimiento descrito muestran en el eje X el esfuerzo de muestreo efectuado (t; unidades de esfuerzo). y el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado y los puntos sobre la línea son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo.

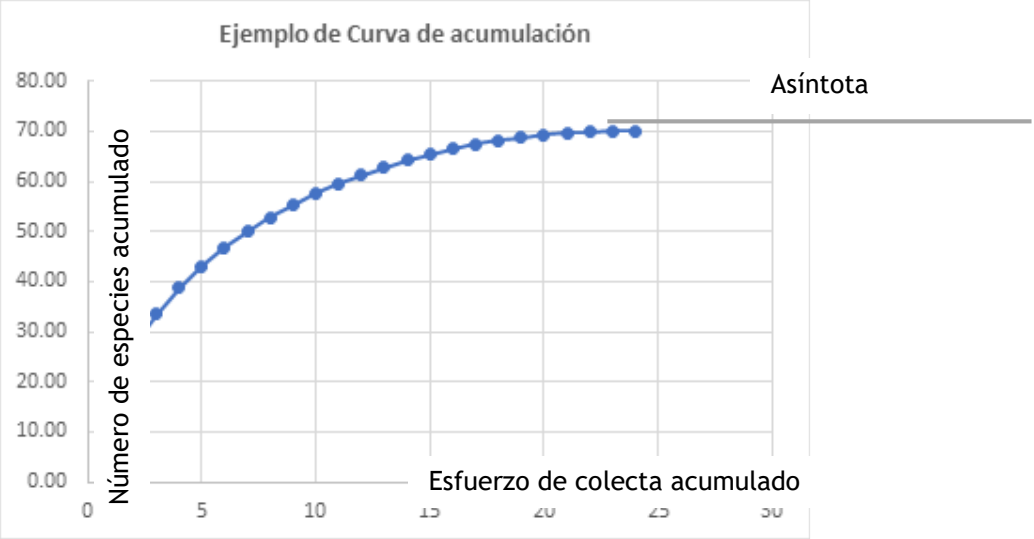


Figura IV.17 Ejemplo de una curva de acumulación de especies.

Los resultados de cada uno de los pasos antes indicados se integran como anexos al presente, en formato Excel bajo los nombres de archivo "Curvas de Ac. Selva baja caducifolia". En ellos pueden encontrarse la matriz generada con los datos obtenidos en campo, las tablas de resultados emitidas por EstimateS, y los resultados que genera STATISTICA junto con la curva de acumulación.

Resultados de la Selva baja caducifolia

Información de salida la Selva baja caducifolia

A continuación, se presentan las matrices generadas con los datos de campo para la Selva baja caducifolia, en las que se observa a las especies registradas dentro de el sistema ambiental por cada sitio de muestreo según su

abundancia por especie en cada estrato. Estas matrices son las mismas con que se alimentó al sistema EstimateS para aleatorizar los datos 100 veces antes de ingresarlos al sistema STATISTICA.

Como se puede observar en las siguientes tablas fueron 21 los sitios de muestreo levantados en el sistema ambiental, lo cual equivale a 84 sitios para el estrato herbáceo en virtud de que la metodología plantea el levantamiento de 4 sitios de este estrato por cada sitio arbóreo.

Tabla IV.16 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Arbóreo en la Selva baja caducifolia.

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bursera fagaroides	76	44	3	1	10	23	20	35	8	22	29
Karwinskia humboldtiana	14	10	27	27	1	0	3	3	4	5	5
Senna polyantha	9	17	1	1	0	4	9	3	1	18	3
Celtis pallida	2	5	9	16	5	5	11	12	4	9	4
Forestiera angustifolia	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0
Lysiloma microphylla	12	2	48	54	30	0	0	6	21	1	7
Prosopis laevigata	3	5	4	1	0	14	5	3	14	8	3
Ipomoea murucoides	7	2	0	0	11	1	10	10	0	11	7
Acacia schaffneri	1	0	3	0	0	2	1	2	1	1	0
Bursera palmeri	1	3	0	0	0	0	0	1	0	3	2
Acacia farnesiana	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forestiera phillyreoides	2	1	36	3	2	0	0	0	0	0	0
Agave tequilana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Condalia microphylla	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celtis caudata	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Eysenhardtia polystachya	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Agave applanata	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ceiba aesculifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erythrina coralloides	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Celtis laevigata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jacaranda mimosifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especie	**Sitio de muestreo**										
	12	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	
Bursera fagaroides	6	3	4	7	5	14	13	8	31	11	
Karwinskia humboldtiana	6	1	2	5	0	6	3	0	6	2	
Senna polyantha	4	8	3	16	0	4	5	0	9	2	
Celtis pallida	12	7	10	7	26	18	25	9	7	3	
Forestiera angustifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lysiloma microphylla	1	6	16	0	0	18	15	0	14	61	
Prosopis laevigata	5	2	2	7	11	11	5	7	0	0	
Ipomoea murucoides	1	4	0	1	2	5	2	9	2	1	
Acacia schaffneri	2	0	0	2	8	6	1	4	2	0	
Bursera palmeri	0	1	0	1	0	6	6	4	5	0	
Acacia farnesiana	0	0	0	4	2	1	0	2	1	0	
Forestiera phillyreoides	0	0	1	0	1	0	1	0	6	0	
Agave tequilana	1	0	0	0	9	0	2	8	0	0	
Condalia microphylla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Celtis caudata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Eysenhardtia polystachya	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	
Agave applanata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ceiba aesculifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Erythrina coralloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Celtis laevigata	0	0	1	0	0	0	15	0	9	11	

Jacaranda mimosifolia	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	

Tabla IV.17 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del grupo de Cactáceas en la Selva baja caducifolia.

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Myrtillocactus geometrizans	19	6	16	1	2	10	3	9	4	4	5
Opuntia pubescens	17	10	20	37	11	9	16	48	19	38	10
Opuntia hyptiacantha	0	0	7	3	1	0	0	0	0	0	0
Mammillaria magnimamma	44	4	1	0	1	1	2	4	2	1	3
Cylindropuntia imbricata	0	0	16	0	0	1	1	0	1	0	0
Ferocactus latispinus	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Opuntia streptacantha	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Stenocereus dumortieri	2	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0
Opuntia robusta	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinocactus cinerascens	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Ferocactus histrix	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Opuntia elizondoana	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	4
Mammillaria longimamma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especie	Sitio de muestreo										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Myrtillocactus geometrizans	8	13	13	2	6	18	8	10	4	5	
Opuntia pubescens	9	12	56	13	4	11	6	9	3	3	
Opuntia hyptiacantha	0	0	2	5	0	0	2	0	6	1	
Mammillaria magnimamma	1	1	1	0	4	0	0	0	0	0	
Cylindropuntia imbricata	1	1	2	0	5	2	0	10	1	0	

Ferocactus latispinus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Opuntia streptacantha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stenocereus dumortieri	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	
Opuntia robusta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Echinocactus cinerascens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ferocactus histrix	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Opuntia elizondoana	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mammillaria longimamma	0	0	0	2	0	5	1	5	1	3	

Tabla IV.18 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo de Arbustivo y enredaderas en la Selva baja caducifolia.

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Croton ciliatoglandulifer	4	31	21	5	1	11	44	91	93	45	53
Jatropha dioica	100	36	7	1	76	26	44	117	51	10	146
Carlowrightia parviflora	16	30	11	1	34	0	0	0	0	0	0
Acalypha monostachya	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Metastelma angustifolium	7	5	4	0	0	0	1	0	11	4	0
Justicia spicigera	19	1	9	44	25	2	13	15	0	50	21
Cordia parviflora	6	0	5	11	4	0	0	0	0	0	0
Verbesina serrata	0	2	3	0	10	0	0	0	1	0	0
Malvastrum bicuspidatum	20	4	0	0	0	15	13	51	48	5	36
Iresine schaffneri	0	22	4	0	1	0	3	0	0	0	5
Cissus sicyoides	1	2	0	3	0	82	0	11	5	5	12
Montanoa tomentosa	0	0	14	0	5	0	0	0	0	0	0
Bouvardia ternifolia	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zaluzania augusta	18	2	3	1	15	0	3	0	0	15	4
Indigofera jamaicenciss	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ipomoea purpurea	7	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Calliandra eriophylla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
Ruellia lactea	49	0	1	0	0	1	38	19	5	0	2
Convolvulus arvensis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lantana trifolia	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0
Tagetes erecta	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbia pulcherrima	22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephedra pedunculata	0	0	6	10	2	0	0	1	0	0	1
Gronovia scandens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentzelia hispida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desmodium skinneri	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Funastrum pannosum	0	0	0	0	9	0	1	0	3	0	11
Mimosa aculeaticarpa	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	5
Lantana hirta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physalis cinerascens	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
Viguiera linearis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Ambrosia cordifolia	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Euphorbia hyssopifolia	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Capsicum annum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parthenocissus quinquefolia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Matelea pilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anisacanthus quadrifidus	0	0	0	0	0	7	0	2	0	0	0

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Evolvulus anoda	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0
Eleusine indica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mirabilis viscosa	0	0	0	0	0	2	8	3	0	0	6
Evolvulus alsinoides	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proboscidea louisianica	0	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0
Croton morifolius	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Especie	Sitio de muestreo									
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Croton ciliatoglandulifer	3	0	33	59	34	111	19	65	29	104
Jatropha dioica	190	139	0	26	26	45	11	63	129	0
Carlowrightia parviflora	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Acalypha monostachya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metastelma angustifolium	0	1	4	0	5	0	5	10	5	8
Justicia spicigera	28	59	60	2	29	15	29	46	8	55
Cordia parviflora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verbesina serrata	0	0	0	1	0	0	1	7	1	0
Malvastrum bicuspidatum	2	4	26	11	2	7	10	1	0	4
Iresine schaffneri	0	0	0	13	18	20	9	25	0	0
Cissus sicyoides	0	2	0	0	0	2	2	0	3	1
Montanoa tomentosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bouvardia ternifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zaluzania augusta	0	0	11	0	0	0	0	3	0	6
Indigofera jamaicenciss	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0
Ipomoea purpurea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calliandra eriophylla	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0

Especie	Sitio de muestreo									
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ruellia lactea	0	2	4	1	14	12	0	6	0	0
Convolvulus arvensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lantana trifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tagetes erecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbia pulcherrima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephedra pedunculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gronovia scandens	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Mentzelia hispida	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Desmodium skinneri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Funastrum pannosum	0	0	0	12	0	3	0	0	2	0
Mimosa aculeaticarpa	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2
Lantana hirta	4	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Physalis cinerascens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viguiera linearis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambrosia cordifolia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Euphorbia hyssopifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capsicum annum	0	0	0	0	3	2	5	4	4	0
Parthenocissus quinquefolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Matelea pilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Anisacanthus quadrifidus	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Evolvulus anoda	0	0	43	0	0	0	2	0	0	0
Eleusine indica	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mirabilis viscosa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evolvulus alsinoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proboscidea louisianica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Croton morifolius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla IV.19 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Herbáceo en la Selva baja caducifolia.

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Melinis repens	2	2	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3
Tetramerium nervosum	7	0	0	13	8	0	7	4	2	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0
Cheilanthes bonariensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avena fatua	0	0	0	0	0	0	0	0	13	18	18	14	0	0	0	0	0	0	0	0
Hybanthus attenuatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0
Commelina diffusa	0	0	0	0	12	2	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sedum rupestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Bouteloua curtipendula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	5	0
Euphorbia heterophylla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macroptilium gibbosifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dichondra argentea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distichlis spicata	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5	0	0	0	0	0	1	6	2	0	0
Setaria grisebachii	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Especie	**Sitio de muestreo**																			

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Melinis repens	3	2	5	4	0	1	6	2	0	2	2	5	4	3	0	4	4	0	0	3
Tetramerium nervosum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheilanthes bonariensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Avena fatua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hybanthus attenuatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commelina diffusa	2	0	0	0	0	3	0	0	0	1	5	0	0	4	2	0	3	5	2	0
Sedum rupestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bouteloua curtipendula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbia heterophylla	2	0	0	0	9	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macroptilium gibbosifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dichondra argentea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distichlis spicata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Setaria grisebachii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especie	Sitio de muestreo																			
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Melinis repens	0	0	3	0	3	4	5	6	3	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	4

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Tetramerium nervosum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheilanthes bonariensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avena fatua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hybanthus attenuatus	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commelina diffusa	3	0	4	0	4	0	0	0	0	10	2	9	1	5	0	0	0	0	0	0
Sedum rupestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bouteloua curtipendula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbia heterophylla	0	0	0	0	5	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macroptilium gibbosifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dichondra argentea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distichlis spicata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Setaria grisebachii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especie	**Sitio de muestreo**																			
	61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**	**76**	**77**	**78**	**79**	**80**
Melinis repens	0	3	0	0	2	4	6	8	4	0	3	2	4	3	0	0	3	4	3	2
Tetramerium nervosum	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheilanthes bonariensis	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Avena fatua	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hybanthus attenuatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commelina diffusa	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sedum rupestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bouteloua curtipendula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbia heterophylla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macroptilium gibbosifolium	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dichondra argentea	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distichlis spicata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Setaria grisebachii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especie	**Sitio de muestreo**			
	81	**82**	**83**	**84**
Melinis repens	0	0	2	3
Tetramerium nervosum	0	0	0	0
Cheilanthes bonariensis	0	0	0	0
Avena fatua	0	0	0	0
Hybanthus attenuatus	0	0	0	0

Commelina diffusa	1	0	0	0
Sedum rupestre	0	0	0	0
Bouteloua curtipendula	0	0	0	0
Euphorbia heterophylla	0	0	0	2
Macroptilium gibbosifolium	0	0	0	0
Dichondra argentea	0	0	0	0
Distichlis spicata	0	0	0	0
Setaria grisebachii	0	0	0	0

Por lo que respecta a los resultados generados por EstimateS, que permiten la construcción de la "curva empírica", se tuvieron los siguientes resultados, que serán ajustados empleando el software STATISTICA mediante el modelo Exponencial.

Tabla IV.20 Valores de la curva empírica generados por EstimateS, de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Cactáceas en la Selva baja caducifolia.

Sitios de muestreo	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas
	S(est)	S(est)	S(est)
1	9.05	4.77	10.24
2	11.66	6.47	14.99
3	13.09	7.62	18.18
4	14.11	8.44	20.63
5	14.94	9.05	22.64
6	15.64	9.55	24.34
7	16.24	9.96	25.84
8	16.8	10.32	27.2
9	17.25	10.6	28.32
10	17.68	10.88	29.39
11	18.08	11.13	30.37
12	18.45	11.37	31.27
13	18.79	11.59	32.1
14	19.12	11.8	32.87
15	19.42	12	33.59
16	19.71	12.19	34.26
17	19.99	12.37	34.89
18	20.26	12.54	35.47

Sitios de muestreo	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas
	S(est)	S(est)	S(est)
19	20.51	12.7	36.01
20	20.76	12.86	36.52
21	21	13	37

Tabla IV.21 Valores de la curva empírica generados por EstimateS, del estrato Herbáceo en el en la Selva baja caducifolia.

Sitio	S(est)	Sitio	S(est)	Sitio	S(est)	Sitio	S(est)
1	1.36	22	7.83	43	9.92	64	11.16
2	2.24	23	7.96	44	9.99	65	11.21
3	2.89	24	8.1	45	10.06	66	11.26
4	3.41	25	8.22	46	10.13	67	11.31
5	3.86	26	8.35	47	10.19	68	11.35
6	4.26	27	8.46	48	10.26	69	11.4
7	4.61	28	8.58	49	10.32	70	11.44
8	4.94	29	8.69	50	10.39	71	11.49
9	5.24	30	8.79	51	10.45	72	11.53
10	5.52	31	8.89	52	10.51	73	11.57
11	5.78	32	8.99	53	10.57	74	11.62
12	6.02	33	9.09	54	10.63	75	11.66
13	6.25	34	9.18	55	10.69	76	11.7
14	6.46	35	9.27	56	10.74	77	11.74
15	6.66	36	9.36	57	10.8	78	11.78
16	6.85	37	9.45	58	10.85	79	11.82
17	7.04	38	9.53	59	10.91	80	11.85

Sitio	S(est)	Sitio	S(est)	Sitio	S(est)	Sitio	S(est)
18	7.21	39	9.61	60	10.96	81	11.89
19	7.37	40	9.69	61	11.01	82	11.93
20	7.53	41	9.77	62	11.06	83	11.96
21	7.68	42	9.84	63	11.11	84	12

Curva de acumulación de especies de la Selva baja caducifolia

Las curvas de acumulación para la Selva baja caducifolia resultaron como sigue:

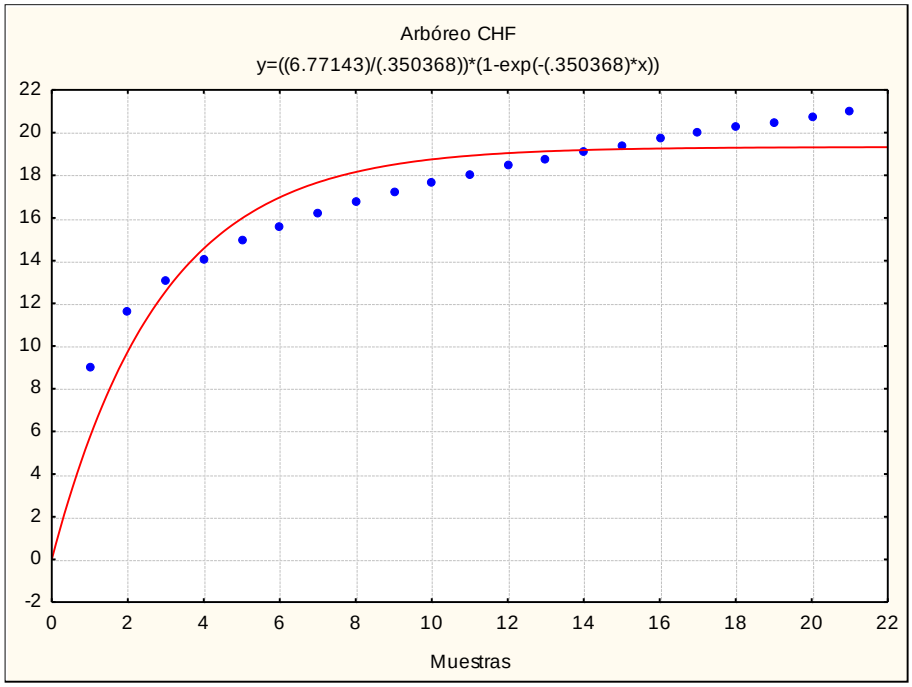


Figura IV.18 Curva de acumulación del estrato Arbóreo en el sistema ambiental, para la Selva baja caducifolia

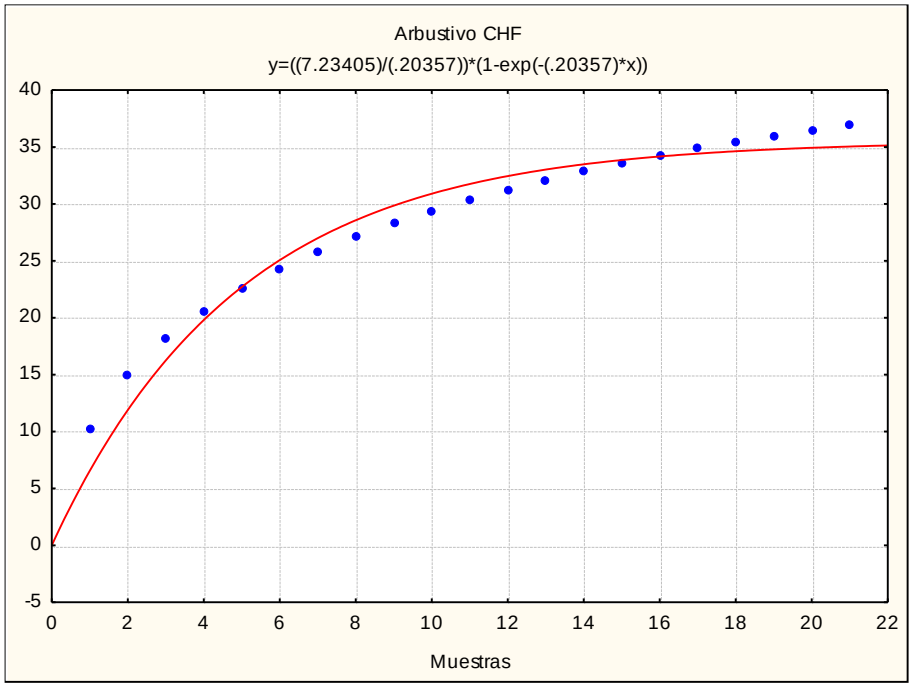


Figura IV.19 Curva de acumulación del estrato Arbustivo y Enredaderas en el sistema ambiental, para la Selva baja caducifolia

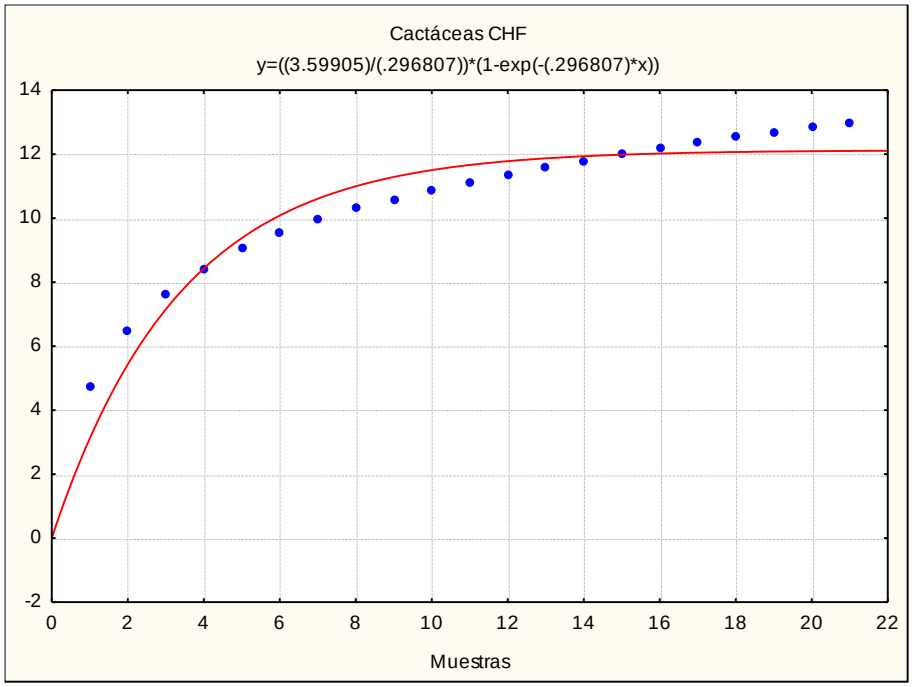


Figura IV.20 Curva de acumulación del grupo de Cactáceas en el sistema ambiental, para la Selva baja caducifolia

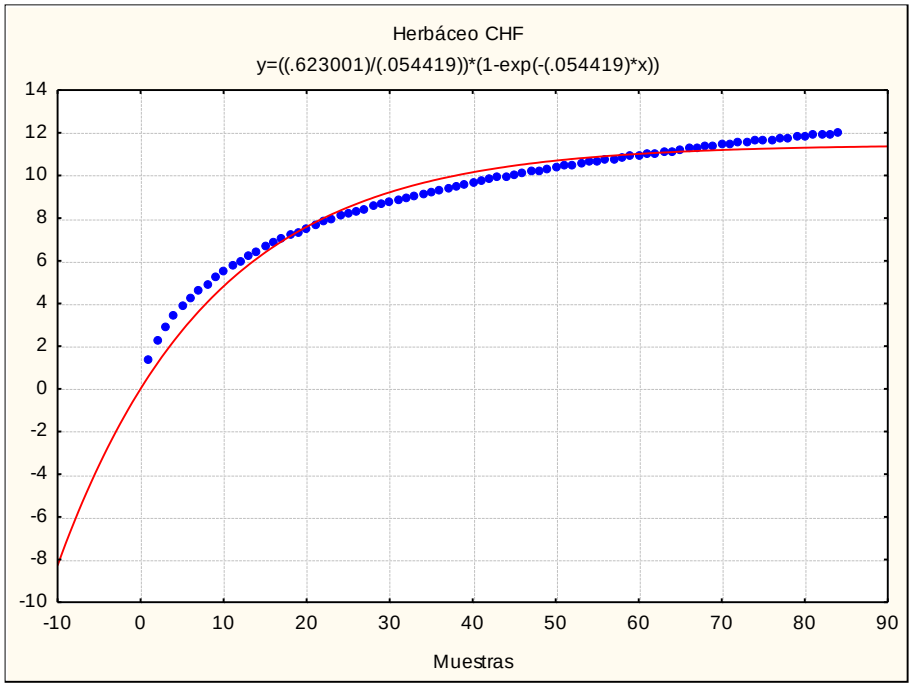


Figura IV.21 Curva de acumulación del estrato Herbáceo en el sistema ambiental, para la Selva baja caducifolia

Tabla IV.22 Parámetros para cada estrato en el sistema ambiental en la Selva baja caducifolia.

Parámetro	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas	Herbáceo
Sitios de Muestreo	21	21	21	84
Especies Muestreada	21	13	37	12
Asíntota (especies)	20	13	38	12
Pendiente al Final de la Curva	0.0043	0.0071	0.0963	0.0064
Cobertura Vegetal %	100	100	97.37	100
Coeficiente de determinación R2	83.617	91.010	96.417	96.422

Los resultados en la Selva baja caducifolia indican que el muestro registró casi la totalidad de las especies presentes en el sistema ambiental, con una cobertura que va del 97.00 al 100%. Por su parte la R2 (coeficiente de correlación), que se acerca a 1, nos indica un buen ajuste del modelo a nuestro muestreo. Finalmente, la pendiente de la curva

menor al 0.1 es referente de que se cubrió un número importante de especies presentes en el área de estudio.

Toma de información en campo

Una vez definido el tamaño de muestra, ubicados los sitios en imagen de satélite y registradas las coordenadas se realizó el trabajo de campo que consistió en:

Para los estratos arbóreo y cactáceas se delimitaron sitios circulares de muestreo de 500 m^2 con 12.62 m de radio, se ubicó el centro con una bandera y se lanzaron cuatro radios a los cuatro puntos cardinales marcándolo con una cinta plástica amarilla.

Figura IV.22 Delimitación de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.

Para el estrato arbustivo y las enredaderas se usó el mismo centro delimitado para los árboles y las cactáceas y se lanzaron radios de 5.64 m para obtener un sitio de 100 m^2.

Figura IV.23 Delimitación con cinta plástica de los sitios de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas.

Para el estrato herbáceo se establecieron cuatro parcelas de 1 m^2 ubicadas en el cada uno de los cuadrantes generados en el estrato arbóreo, las parcelas se delimitaron con un bastidor y se marcaron con estacas de madera pintadas con pintura de color visible.

Figura IV.24 Delimitación de las parcelas del estrato Herbáceo.

Ya delimitados los sitios para árboles y cactáceas se registraron por especie para los árboles los datos dasométricos como abundancia, altura total y diámetro de copa para los estratos arbóreo, cactáceas, así como arbustos y enredaderas. Para las herbáceas se les asignó un valor de porcentaje de ocupación dentro de un metro cuadrado.

Análisis de diversidad de la vegetación

Riqueza y abundancia de especies

La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios (McIntosh, 1967).

Abundancia relativa

La abundancia relativa es el número de especímenes de una especie que se registran dentro de las unidades de muestreo en relación con el número total de especies presentes en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Donde:

Ar =Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

Atotal = Número Total de individuos de todas las especies

A partir de la información levantada en campo se calculó la riqueza y abundancia relativa por cada uno de los estratos, es decir la abundancia de una especie en referencia a la abundancia de todas las especies registradas en el sistema ambiental; la memoria de cálculo forma parte de los anexos.

Abundancia por hectárea

LA fórmula para obtener la abundancia por hectárea es la siguiente:

AH=N/(SM)*10,000

Donde:

AH= Abundancia por hectárea

N= número de individuos contados por especie

SM= Superficie muestreada en m2

10,000= Superficie de una hectárea en m2

Índice de Shannon-Wiener

Para el cálculo de la biodiversidad en este estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener H'.

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Para el cálculo de este parámetro se utiliza el log en base 2 de la abundancia relativa y los resultados se expresan como bits/ind.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran menciona que para el Índice de Shannon- Wiener, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Otro índice utilizado en este estudio fue el índice de equidad de Pielou que 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 igual de abundantes.

Índice de valor de importancia IVI

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

IVI = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

Donde:

Frecuencia relativa (FR). La frecuencia es estimada como el número de unidades de muestreo (parcelas) en que apareció cada especie, es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral particular.

FR= Frecuencia de la especie x / Σ de las frecuencias de todas las especies (100)

Densidad relativa (DR). Es el número de individuos (N) en un área determinada (A) y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada.

Densidad= No. Individuos/área muestreada

Densidad relativa= Densidad de una especie x 100 / Densidad de todas las especies

Dominancia relativa (DmR). En árboles se calcula el área basal y se convierte a porcentaje de cobertura, para las herbáceas, arbustivas y cactáceas se puede expresar únicamente como porcentaje de cobertura.

DmR= área basal de la especie x / Σ del área basal de todas las especies (100)

Resultados del inventario forestal

Selva baja caducifolia

Tabla IV.23 Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbóreo de la Selva baja caducifolia.

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Bursera fagaroides*	76	12	*Celtis pallida*	12
1	*Karwinskia humboldtiana*	14	12	*Bursera fagaroides*	6
1	*Lysiloma microphylla*	12	12	*Karwinskia humboldtiana*	6
1	*Senna polyantha*	9	12	*Prosopis laevigata*	5
1	*Ipomoea murucoides*	7	12	*Senna polyantha*	4
1	*Agave applanata*	4	12	*Acacia schaffneri*	2
1	*Eysenhardtia polystachya*	3	12	*Ipomoea murucoides*	1
1	*Prosopis laevigata*	3	12	*Lysiloma microphylla*	1
1	*Celtis pallida*	2	12	*Agave tequilana*	1
1	*Forestiera phillyreoides*	2	***Sitio 12***		**38**
1	*Acacia schaffneri*	1	13	*Senna polyantha*	8
1	*Acacia farnesiana*	1	13	*Celtis pallida*	7
1	*Bursera palmeri*	1	13	*Lysiloma microphylla*	6
Sitio 1		**135**	13	*Ipomoea murucoides*	4
2	*Bursera fagaroides*	44	13	*Bursera fagaroides*	3
2	*Senna polyantha*	17	13	*Prosopis laevigata*	2
2	*Karwinskia humboldtiana*	10	13	*Karwinskia humboldtiana*	1
2	*Celtis pallida*	5	13	*Bursera palmeri*	1
2	*Prosopis laevigata*	5	***Sitio 13***		**32**
2	*Bursera palmeri*	3	14	*Lysiloma microphylla*	16

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
2	*Lysiloma microphylla*	2	14	*Celtis pallida*	10
2	*Ipomoea murucoides*	2	14	*Bursera fagaroides*	4
2	*Condalia microphylla*	1	14	*Senna polyantha*	3
2	*Forestiera phillyreoides*	1	14	*Prosopis laevigata*	2
Sitio 2		**90**	14	*Karwinskia humboldtiana*	2
3	*Lysiloma microphylla*	48	14	*Celtis laevigata*	1
3	*Forestiera phillyreoides*	36	14	*Forestiera phillyreoides*	1
3	*Karwinskia humboldtiana*	27	***Sitio 14***		**39**
3	*Celtis pallida*	9	15	*Senna polyantha*	16
3	*Forestiera angustifolia*	4	15	*Celtis pallida*	7
3	*Prosopis laevigata*	4	15	*Prosopis laevigata*	7
3	*Acacia schaffneri*	3	15	*Bursera fagaroides*	7
3	*Bursera fagaroides*	3	15	*Karwinskia humboldtiana*	5
3	*Senna polyantha*	1	15	*Acacia farnesiana*	4
Sitio 3		**135**	15	*Acacia schaffneri*	2
4	*Lysiloma microphylla*	54	15	*Ipomoea murucoides*	1
4	*Karwinskia humboldtiana*	27	15	*Bursera palmeri*	1
4	*Celtis pallida*	16	***Sitio 15***		**50**
4	*Forestiera phillyreoides*	3	16	*Celtis pallida*	26
4	*Celtis caudata*	2	16	*Prosopis laevigata*	11
4	*Bursera fagaroides*	1	16	*Agave tequilana*	9
4	*Prosopis laevigata*	1	16	*Acacia schaffneri*	8
4	*Senna polyantha*	1	16	*Bursera fagaroides*	5

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
4	*Forestiera angustifolia*	1	16	*Acacia farnesiana*	2
Sitio 4		**106**	16	*Ipomoea murucoides*	2
5	*Lysiloma microphylla*	30	16	*Forestiera phillyreoides*	1
5	*Ipomoea murucoides*	11	***Sitio 16***		**64**
5	*Bursera fagaroides*	10	17	*Celtis pallida*	18
5	*Celtis pallida*	5	17	*Lysiloma microphylla*	18
5	*Forestiera phillyreoides*	2	17	*Bursera fagaroides*	14
5	*Karwinskia humboldtiana*	1	17	*Prosopis laevigata*	11
Sitio 5		**59**	17	*Bursera palmeri*	6
6	*Bursera fagaroides*	23	17	*Acacia schaffneri*	6
6	*Prosopis laevigata*	14	17	*Karwinskia humboldtiana*	6
6	*Celtis pallida*	5	17	*Ipomoea murucoides*	5
6	*Senna polyantha*	4	17	*Senna polyantha*	4
6	*Acacia schaffneri*	2	17	*Acacia farnesiana*	1
6	*Ipomoea murucoides*	1	***Sitio 17***		**89**
6	*Erythrina coralloides*	1	18	*Celtis pallida*	25
Sitio 6		**50**	18	*Lysiloma microphylla*	15
7	*Bursera fagaroides*	20	18	*Celtis laevigata*	15
7	*Celtis pallida*	11	18	*Bursera fagaroides*	13
7	*Ipomoea murucoides*	10	18	*Bursera palmeri*	6
7	*Senna polyantha*	9	18	*Prosopis laevigata*	5
7	*Prosopis laevigata*	5	18	*Senna polyantha*	5
7	*Karwinskia humboldtiana*	3	18	*Karwinskia humboldtiana*	3

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
7	*Acacia schaffneri*	1	18	*Ipomoea murucoides*	2
Sitio 7		**59**	18	*Agave tequilana*	2
8	*Bursera fagaroides*	35	18	*Forestiera phillyreoides*	1
8	*Celtis pallida*	12	18	*Jacaranda mimosifolia*	1
8	*Ipomoea murucoides*	10	18	*Acacia schaffneri*	1
8	*Lysiloma microphylla*	6	***Sitio 18***		**94**
8	*Karwinskia humboldtiana*	3	19	*Ipomoea murucoides*	9
8	*Prosopis laevigata*	3	19	*Celtis pallida*	9
8	*Senna polyantha*	3	19	*Bursera fagaroides*	8
8	*Acacia schaffneri*	2	19	*Agave tequilana*	8
8	*Bursera palmeri*	1	19	*Prosopis laevigata*	7
8	*Eysenhardtia polystachya*	1	19	*Acacia schaffneri*	4
Sitio 8		**76**	19	*Bursera palmeri*	4
9	*Lysiloma microphylla*	21	19	*Acacia farnesiana*	2
9	*Prosopis laevigata*	14	19	*Eysenhardtia polystachya*	1
9	*Bursera fagaroides*	8	***Sitio 19***		**52**
9	*Celtis pallida*	4	20	*Bursera fagaroides*	31
9	*Karwinskia humboldtiana*	4	20	*Lysiloma microphylla*	14
9	*Acacia schaffneri*	1	20	*Senna polyantha*	9
9	*Senna polyantha*	1	20	*Celtis laevigata*	9
Sitio 9		**53**	20	*Celtis pallida*	7
10	*Bursera fagaroides*	22	20	*Forestiera phillyreoides*	6
10	*Senna polyantha*	18	20	*Karwinskia humboldtiana*	6

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
10	*Ipomoea murucoides*	11	20	*Bursera palmeri*	5
10	*Celtis pallida*	9	20	*Acacia schaffneri*	2
10	*Prosopis laevigata*	8	20	*Eysenhardtia polystachya*	2
10	*Karwinskia humboldtiana*	5	20	*Ipomoea murucoides*	2
10	*Bursera palmeri*	3	20	*Celtis caudata*	1
10	*Lysiloma microphylla*	1	20	*Acacia farnesiana*	1
10	*Acacia schaffneri*	1	***Sitio 20***		**95**
Sitio 10		**78**	21	*Lysiloma microphylla*	61
11	*Bursera fagaroides*	29	21	*Celtis laevigata*	11
11	*Lysiloma microphylla*	7	21	*Bursera fagaroides*	11
11	*Ipomoea murucoides*	7	21	*Celtis pallida*	3
11	*Karwinskia humboldtiana*	5	21	*Senna polyantha*	2
11	*Celtis pallida*	4	21	*Karwinskia humboldtiana*	2
11	*Prosopis laevigata*	3	21	*Ceiba aesculifolia*	2
11	*Senna polyantha*	3	21	*Ipomoea murucoides*	1
11	*Bursera palmeri*	2	***Sitio 21***		**93**
Sitio 11		**60**			
TOTAL GENERAL			***1,547***		

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla IV.24 Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbóreo de la Selva baja caducifolia.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
1	*Celtis pallida*	Granjeno	197	0.1332	2.9088	0.3873
2	*Bursera fagaroides*	Palo xixote	356	0.2411	2.0522	0.4948

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
3	*Lysiloma microphylla*	Palo de arco	298	0.2017	2.3099	0.4659
4	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	24	0.0840	3.5729	0.3002
5	*Prosopis laevigata*	Mezquite	105	0.0711	3.8139	0.2712
6	*Senna polyantha*	Palo fierro	112	0.0756	3.7249	0.2817
7	*Ipomoea murucoides*	Palo bobo	82	0.0556	4.1690	0.2318
8	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	51	0.0343	4.8673	0.1668
9	*Acacia schaffneri*	Huizache chino	35	0.0233	5.4253	0.1263
10	*Bursera palmeri*	Copal prieto	32	0.0213	5.5509	0.1184
11	*Celtis laevigata*	Granjeno 2	35	0.0233	5.4253	0.1263
12	*Acacia farnesiana*	Huizache	11	0.0071	7.1358	0.0507
13	*Agave tequilana*	Agave	20	0.0129	6.2733	0.0811
14	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	7	0.0045	7.7879	0.0352
15	*Forestiera angustifolia*	Panalero	5	0.0032	8.2733	0.0267
16	*Celtis caudata*	Palo zorro	3	0.0019	9.0103	0.0175
17	*Condalia microphylla*	Granjeno chino	1	0.0006	10.5953	0.0068
18	*Agave applanata*	Maguey aplatanata	4	0.0026	8.5953	0.0222
19	*Jacaranda mimosifolia*	Jacaranda	1	0.0006	10.5953	0.0068
20	*Ceiba aesculifolia*	Ceiba	2	0.0013	9.5953	0.0124
21	*Erythrina coralloides*	Colorín	1	0.0006	10.5953	0.0068
	Totales		**1,482**	**1.0000**	**132.2773**	**3.2370**

Riqueza (S)	21
Índice de Shannon	3.2370
Diversidad máx	4.3923
Equidad (J)	0.7370

El estrato arbóreo del ecosistema en el sistema ambiental posee una riqueza específica de 21 especies, las cuales tienen una distribución de 0.7370 lo que refleja una equidad media. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en nuestra área de estudio es de 4.3923 y la H´ es de 3.2370 (bits/individuo) lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra en el rango de 1.6 a 3.4 según Magurran. La abundancia relativa nos indica que las especies dominantes en el sistema ambiental son el Palo xixote (*Bursera fagaroides*) y el Palo de arco (*Lysiloma microphylla*), tomando en cuenta la abundancia relativa las especies más susceptibles a ser afectadas por el cambio de uso de suelo son el Colorín (Erythrina *coralloides*) y la Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*).

Tabla IV.25 Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbustivo y Enredaderas de la Selva baja caducifolia

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Jatropha dioica*	100	10	*Justicia spicigera*	50
1	*Ruellia lactea*	49	10	*Croton ciliatoglandulifer*	45
1	*Euphorbia pulcherrima*	22	10	*Calliandra eriophylla*	22
1	*Malvastrum bicuspidatum*	20	10	*Zaluzania augusta*	15
1	*Justicia spicigera*	19	10	*Jatropha dioica*	10
1	*Zaluzania augusta*	18	10	*Malvastrum bicuspidatum*	5
1	*Carlowrightia parviflora*	16	10	*Cissus sicyoides*	5
1	*Ipomoea purpurea*	7	10	*Metastelma angustifolium*	4
1	*Metastelma angustifolium*	7	***Sitio 10***		**156**
1	*Cordia parviflora*	6	11	*Jatropha dioica*	146
1	*Croton ciliatoglandulifer*	4	11	*Croton ciliatoglandulifer*	53
1	*Cissus sicyoides*	1	11	*Malvastrum bicuspidatum*	36
1	*Convolvulus arvensis*	1	11	*Justicia spicigera*	21

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
Sitio 1		**270**	11	*Cissus sicyoides*	12
2	*Jatropha dioica*	36	11	*Funastrum pannosum*	11
2	*Croton ciliatoglandulifer*	31	11	*Mirabilis viscosa*	6
2	*Carlowrightia parviflora*	30	11	*Iresine schaffneri*	5
2	*Iresine schaffneri*	22	11	*Mimosa aculeaticarpa*	5
2	*Croton morifolius*	9	11	*Zaluzania augusta*	4
2	*Evolvulus alsinoides*	7	11	*Ruellia lactea*	2
2	*Ipomoea purpurea*	6	11	*Ephedra pedunculata*	1
2	*Indigofera jamaicenciss*	6	***Sitio 11***		**302**
2	*Metastelma angustifolium*	5	12	*Jatropha dioica*	190
2	*Malvastrum bicuspidatum*	4	12	*Justicia spicigera*	28
2	*Verbesina serrata*	2	12	*Lantana hirta*	4
2	*Zaluzania augusta*	2	12	*Croton ciliatoglandulifer*	3
2	*Cissus sicyoides*	2	12	*Malvastrum bicuspidatum*	2
2	*Justicia spicigera*	1	12	*Mirabilis viscosa*	1
2	*Ambrosia cordifolia*	1	***Sitio 12***		**228**
Sitio 2		**164**	13	*Jatropha dioica*	139
3	*Croton ciliatoglandulifer*	21	13	*Justicia spicigera*	59
3	*Montanoa tomentosa*	14	13	*Anisacanthus quadrifidus*	5
3	*Carlowrightia parviflora*	11	13	*Carlowrightia parviflora*	4
3	*Justicia spicigera*	9	13	*Malvastrum bicuspidatum*	4
3	*Jatropha dioica*	7	13	*Ruellia lactea*	2

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
3	*Ephedra pedunculata*	6	13	*Cissus sicyoides*	2
3	*Cordia parviflora*	5	13	*Metastelma angustifolium*	1
3	*Iresine schaffneri*	4	***Sitio 13***		**216**
3	*Metastelma angustifolium*	4	14	*Justicia spicigera*	60
3	*Lantana trifolia*	4	14	*Evolvulus anoda*	43
3	*Verbesina serrata*	3	14	*Croton ciliatoglandulifer*	33
3	*Tagetes erecta*	3	14	*Malvastrum bicuspidatum*	26
3	*Zaluzania augusta*	3	14	*Zaluzania augusta*	11
3	*Ruellia lactea*	1	14	*Ruellia lactea*	4
3	*Ipomoea purpurea*	1	14	*Metastelma angustifolium*	4
3	*Mimosa aculeaticarpa*	1	***Sitio 14***		**181**
3	*Euphorbia pulcherrima*	1	15	*Croton ciliatoglandulifer*	59
Sitio 3		**98**	15	*Jatropha dioica*	26
4	*Justicia spicigera*	44	15	*Iresine schaffneri*	13
4	*Cordia parviflora*	11	15	*Funastrum pannosum*	12
4	*Ephedra pedunculata*	10	15	*Malvastrum bicuspidatum*	11
4	*Croton ciliatoglandulifer*	5	15	*Justicia spicigera*	2
4	*Cissus sicyoides*	3	15	*Verbesina serrata*	1
4	*Ambrosia cordifolia*	1	15	*Ruellia lactea*	1
4	*Zaluzania augusta*	1	***Sitio 15***		**125**
4	*Jatropha dioica*	1	16	*Indigofera jamaicenciss*	50
4	*Carlowrightia parviflora*	1	16	*Croton ciliatoglandulifer*	34
Sitio 4		**77**	16	*Justicia spicigera*	29

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
5	*Jatropha dioica*	76	16	*Jatropha dioica*	26
5	*Carlowrightia parviflora*	34	16	*Iresine schaffneri*	18
5	*Justicia spicigera*	25	16	*Ruellia lactea*	14
5	*Zaluzania augusta*	15	16	*Metastelma angustifolium*	5
5	*Verbesina serrata*	10	16	*Calliandra eriophylla*	5
5	*Funastrum pannosum*	9	16	*Capsicum annum*	3
5	*Physalis cinerascens*	6	16	*Malvastrum bicuspidatum*	2
5	*Montanoa tomentosa*	5	16	*Mimosa aculeaticarpa*	1
5	*Cordia parviflora*	4	16	*Ambrosia cordifolia*	1
5	*Ambrosia cordifolia*	2	***Sitio 16***		**188**
5	*Ephedra pedunculata*	2	17	*Croton ciliatoglandulifer*	111
5	*Evolvulus anoda*	2	17	*Jatropha dioica*	45
5	*Croton ciliatoglandulifer*	1	17	*Iresine schaffneri*	20
5	*Iresine schaffneri*	1	17	*Justicia spicigera*	15
5	*Lantana trifolia*	1	17	*Ruellia lactea*	12
Sitio 5		**193**	17	*Malvastrum bicuspidatum*	7
6	*Cissus sicyoides*	82	17	*Funastrum pannosum*	3
6	*Jatropha dioica*	26	17	*Capsicum annum*	2
6	*Malvastrum bicuspidatum*	15	17	*Cissus sicyoides*	2
6	*Croton ciliatoglandulifer*	11	17	*Mentzelia hispida*	1
6	*Anisacanthus quadrifidus*	7	17	*Eleusine indica*	1
6	*Bouvardia ternifolia*	5	17	*Mimosa aculeaticarpa*	1
6	*Euphorbia hyssopifolia*	5	***Sitio 17***		**220**

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
6	*Proboscidea louisianica*	4	18	*Justicia spicigera*	29
6	*Justicia spicigera*	2	18	*Croton ciliatoglandulifer*	19
6	*Mirabilis viscosa*	2	18	*Jatropha dioica*	11
6	*Desmodium skinneri*	2	18	*Malvastrum bicuspidatum*	10
6	*Ruellia lactea*	1	18	*Iresine schaffneri*	9
Sitio 6		**162**	18	*Metastelma angustifolium*	5
7	*Jatropha dioica*	44	18	*Capsicum annum*	5
7	*Croton ciliatoglandulifer*	44	18	*Cissus sicyoides*	2
7	*Ruellia lactea*	38	18	*Evolvulus anoda*	2
7	*Justicia spicigera*	13	18	*Lantana hirta*	1
7	*Malvastrum bicuspidatum*	13	18	*Verbesina serrata*	1
7	*Mirabilis viscosa*	8	***Sitio 18***		**94**
7	*Acalypha monostachya*	5	19	*Croton ciliatoglandulifer*	65
7	*Proboscidea louisianica*	5	19	*Jatropha dioica*	63
7	*Iresine schaffneri*	3	19	*Justicia spicigera*	46
7	*Zaluzania augusta*	3	19	*Iresine schaffneri*	25
7	*Desmodium skinneri*	2	19	*Metastelma angustifolium*	10
7	*Funastrum pannosum*	1	19	*Verbesina serrata*	7
7	*Metastelma angustifolium*	1	19	*Ruellia lactea*	6
7	*Viguiera linearis*	1	19	*Capsicum annum*	4
Sitio 7		**181**	19	*Zaluzania augusta*	3
8	*Jatropha dioica*	117	19	*Mimosa aculeaticarpa*	2

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
8	*Croton ciliatoglandulifer*	91	19	*Gronovia scandens*	1
8	*Malvastrum bicuspidatum*	51	19	*Malvastrum bicuspidatum*	1
8	*Ruellia lactea*	19	***Sitio 19***		**233**
8	*Justicia spicigera*	15	20	*Jatropha dioica*	129
8	*Cissus sicyoides*	11	20	*Croton ciliatoglandulifer*	29
8	*Mirabilis viscosa*	3	20	*Justicia spicigera*	8
8	*Anisacanthus quadrifidus*	2	20	*Metastelma angustifolium*	5
8	*Croton morifolius*	1	20	*Capsicum annum*	4
8	*Ephedra pedunculata*	1	20	*Cissus sicyoides*	3
8	*Parthenocissus quinquefolia*	1	20	*Lantana hirta*	2
Sitio 8		**312**	20	*Funastrum pannosum*	2
9	*Croton ciliatoglandulifer*	93	20	*Verbesina serrata*	1
9	*Jatropha dioica*	51	***Sitio 20***		**183**
9	*Malvastrum bicuspidatum*	48	21	*Croton ciliatoglandulifer*	104
9	*Metastelma angustifolium*	11	21	*Justicia spicigera*	55
9	*Mimosa aculeaticarpa*	10	21	*Metastelma angustifolium*	8
9	*Ruellia lactea*	5	21	*Zaluzania augusta*	6
9	*Cissus sicyoides*	5	21	*Malvastrum bicuspidatum*	4
9	*Evolvulus anoda*	5	21	*Matelea pilosa*	3
9	*Funastrum pannosum*	3	21	*Gronovia scandens*	3

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
9	*Verbesina serrata*	1	21	*Mimosa aculeaticarpa*	2
Sitio 9		**232**	21	*Cissus sicyoides*	1
			Sitio 21		**186**
Total general			***4,001***		

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla IV.26 Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbustivo y Enredaderas de la Selva baja caducifolia.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
1	*Croton ciliatoglandulifer*	Solimán	4,077	0.2139	2.2247	0.4760
2	*Justicia spicigera*	Flama roja 3	2,524	0.1325	2.9163	0.3863
3	*Jatropha dioica*	Sangregado	5,920	0.3107	1.6865	0.5240
4	*Malvastrum bicuspidatum*	Huinare	1,234	0.0647	3.9493	0.2557
5	*Cissus sicyoides*	Tripa de vaca	624	0.0327	4.9327	0.1615
6	*Metastelma angustifolium*	Bejuco alcatráz	334	0.0175	5.8369	0.1021
7	*Zaluzania augusta*	Vara ceniza	386	0.0202	5.6263	0.1139
8	*Ruellia lactea*	Campanita morada	734	0.0385	4.6994	0.1809
9	*Iresine schaffneri*	Pie de paloma	572	0.0300	5.0593	0.1517
10	*Evolvulus anoda*	Flor lila 2	248	0.0130	6.2657	0.0814
11	*Funastrum pannosum*	Lechosilla	196	0.0102	6.6086	0.0677
12	*Croton morifolius*	Vara ceniza 2	48	0.0025	8.6442	0.0216
13	*Carlowrightia parviflora*	Flor lila	458	0.0240	5.3812	0.1291
14	*Verbesina serrata*	Vara blanca	124	0.0065	7.2657	0.0472
15	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de gato	105	0.0055	7.5067	0.0413

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
16	*Cordia parviflora*	Vara prieta	124	0.0065	7.2657	0.0472
17	*Capsicum annum*	Chilito silvestre	86	0.0045	7.7962	0.0351
18	*Ephedra pedunculata*	Popotillo	96	0.0050	7.6442	0.0382
19	*Mirabilis viscosa*	Ramo lila	96	0.0050	7.6442	0.0382
20	*Indigofera jamaicenciss*	Enredadera 3	267	0.0140	6.1588	0.0862
21	*Calliandra eriophylla*	Charrasquilla	129	0.0067	7.2113	0.0487
22	*Gronovia scandens*	Ortiguilla	20	0.0010	9.9661	0.0100
23	*Anisacanthus quadrifidus*	Flama roja	67	0.0035	8.1588	0.0285
24	*Ambrosia cordifolia*	Vara de cuete	24	0.0012	9.6442	0.0121
25	*Ipomoea purpurea*	Tumba vaqueros	67	0.0035	8.1588	0.0285
26	*Montanoa tomentosa*	Zoapaxtle	91	0.0047	7.7182	0.0367
27	*Lantana hirta*	Orégano de burro	34	0.0017	9.1588	0.0160
28	*Euphorbia pulcherrima*	Noche buena silvestre	110	0.0057	7.4426	0.0428
29	*Proboscidea louisianica*	Torito	43	0.0022	8.7962	0.0198
30	*Lantana trifolia*	Flor olotillo	24	0.0012	9.6442	0.0121
31	*Desmodium skinneri*	Bejuco	20	0.0010	9.9661	0.0100
32	*Acalypha monostachya*	Hierba del cáncer	24	0.0012	9.6442	0.0121
33	*Evolvulus alsinoides*	Sida morada	34	0.0017	9.1588	0.0160
34	*Matelea pilosa*	Estrella de zopilote	15	0.0007	10.3812	0.0078
35	*Physalis cinerascens*	Tomatillo de monte	29	0.0015	9.3812	0.0141
36	*Euphorbia hyssopifolia*	Alfalfilla	24	0.0012	9.6442	0.0121
37	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	24	0.0012	9.6442	0.0121
38	*Parthenocissus quinquefolia*	Enredadera	5	0.0002	11.9661	0.0030

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
39	*Tagetes erecta*	Cempasuchitl silvestre	15	0.0007	10.3812	0.0078
40	*Mentzelia hispida*	Pegarropa	5	0.0002	11.9661	0.0030
41	*Viguiera linearis*	Romerillo	5	0.0002	11.9661	0.0030
42	*Convolvulus arvensis*	Pica pica	5	0.0002	11.9661	0.0030
43	*Eleusine indica*	Pata de gallo	5	0.0002	11.9661	0.0030
	Totales		**19,072**	**1.0000**	**339.0437**	**3.3471**
				Riqueza (S)		43
				Índice de Shannon		3.3471
				Diversidad máx		5.4263
				Equidad (J)		0.6168

El estrato arbustivo y enredaderas del ecosistema en el sistema ambiental posee una riqueza específica de 43 especies, las cuales tienen una distribución de 0.6168 lo que refleja una equidad media, esto se debe a que las especies Flama roja 3 (Justicia spicigera), Solimán (Croton ciliatoglandulifer) y Sangregado (Jatropha dioica) son las mayormente distribuidas, presentando la mayor abundancia en el ecosistema y el resto de las especies tienen una abundancia proporcional. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en nuestra área de estudio es de 5.4263 y la H´es de 3.3471 (bits/individuo) lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra en el rango de 1.6 a 3.5 según Magurran. La abuncia relativa nos indica que las especies dominantes en el sistema ambiental son la flama roja 3 (Justicia spicigera) y el Sangregado (Jatropha dioica). Tomando en cuenta la abundacia relativa, las especies más susceptibles a ser afectadas por el cambio de uso de suelo son la para de gallo (Eleusine indica), Pica pica (Convolvulus arvensis) y el romerillo (Viguiera linearis).

Tabla IV.27 Abundancia por sitio de muestreo del grupo de Cactáceas de la Selva baja caducifolia.

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Mammillaria magnimamma*	44	12	Opuntia pubescens	9
1	*Myrtillocactus geometrizans*	19	12	Myrtillocactus geometrizans	8

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Opuntia pubescens*	17	12	Cylindropuntia imbricata	1
1	*Opuntia robusta*	3	12	Opuntia elizondoana	1
1	*Ferocactus histrix*	2	12	Mammillaria magnimamma	1
1	*Stenocereus dumortieri*	2	**Sitio 12**		**20**
Sitio 1		**87**	13	Myrtillocactus geometrizans	13
2	*Opuntia pubescens*	10	13	Opuntia pubescens	12
2	*Myrtillocactus geometrizans*	6	13	Opuntia elizondoana	5
2	*Mammillaria magnimamma*	4	13	Cylindropuntia imbricata	1
2	*Ferocactus latispinus*	1	13	Mammillaria magnimamma	1
Sitio 2		**21**	**Sitio 13**		**32**
3	*Opuntia pubescens*	20	14	Opuntia pubescens	56
3	*Cylindropuntia imbricata*	16	14	Myrtillocactus geometrizans	13
3	*Myrtillocactus geometrizans*	16	14	Opuntia hyptiacantha	2
3	*Opuntia hyptiacantha*	7	14	Cylindropuntia imbricata	2
3	*Echinocactus cinerascens*	3	14	Stenocereus dumortieri	1
3	*Mammillaria magnimamma*	1	14	Mammillaria magnimamma	1
3	*Ferocactus histrix*	1	**Sitio 14**		**75**
Sitio 3		**64**	15	Opuntia pubescens	13
4	*Opuntia pubescens*	37	15	Opuntia hyptiacantha	5
4	*Opuntia hyptiacantha*	3	15	Mammillaria longimamma	2
4	*Myrtillocactus geometrizans*	1	15	Myrtillocactus geometrizans	2
Sitio 4		**41**	**Sitio 15**		**22**
5	*Opuntia pubescens*	11	16	Myrtillocactus geometrizans	6
5	*Stenocereus dumortieri*	4	16	Cylindropuntia imbricata	5

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
5	*Opuntia streptacantha*	2	16	Opuntia pubescens	4
5	*Myrtillocactus geometrizans*	2	16	Mammillaria magnimamma	4
5	*Opuntia hyptiacantha*	1	16	Stenocereus dumortieri	1
5	*Mammillaria magnimamma*	1	**Sitio 16**		**20**
Sitio 5		**21**	17	Myrtillocactus geometrizans	18
6	*Myrtillocactus geometrizans*	10	17	Opuntia pubescens	11
6	*Opuntia pubescens*	9	17	Mammillaria longimamma	5
6	*Cylindropuntia imbricata*	1	17	Cylindropuntia imbricata	2
6	*Mammillaria magnimamma*	1	**Sitio 17**		**36**
Sitio 6		**21**	18	Myrtillocactus geometrizans	8
7	*Opuntia pubescens*	16	18	Opuntia pubescens	6
7	*Myrtillocactus geometrizans*	3	18	Opuntia hyptiacantha	2
7	*Mammillaria magnimamma*	2	18	Mammillaria longimamma	1
7	*Cylindropuntia imbricata*	1	**Sitio 18**		**17**
7	*Ferocactus latispinus*	1	19	Myrtillocactus geometrizans	10
7	*Stenocereus dumortieri*	1	19	Cylindropuntia imbricata	10
Sitio 7		**24**	19	Opuntia pubescens	9
8	*Opuntia pubescens*	48	19	Mammillaria longimamma	5
8	*Myrtillocactus geometrizans*	9	**Sitio 19**		**34**
8	*Mammillaria magnimamma*	4	20	Opuntia hyptiacantha	6
8	*Opuntia elizondoana*	2	20	Myrtillocactus geometrizans	4
Sitio 8		**63**	20	Opuntia pubescens	3
9	*Opuntia pubescens*	19	20	Mammillaria longimamma	1
9	*Myrtillocactus geometrizans*	4	20	Cylindropuntia imbricata	1

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
9	*Mammillaria magnimamma*	2	**Sitio 20**		**15**
9	*Opuntia elizondoana*	2	21	Myrtillocactus geometrizans	5
9	*Cylindropuntia imbricata*	1	21	Opuntia pubescens	3
Sitio 9		**28**	21	Mammillaria longimamma	3
10	*Opuntia pubescens*	38	21	Stenocereus dumortieri	1
10	*Myrtillocactus geometrizans*	4	21	Opuntia hyptiacantha	1
10	*Opuntia elizondoana*	1	**Sitio 21**		**13**
10	*Mammillaria magnimamma*	1			
Sitio 10		**44**			
11	*Opuntia pubescens*	10			
11	*Myrtillocactus geometrizans*	5			
11	*Opuntia elizondoana*	4			
11	*Mammillaria magnimamma*	3			
Sitio 11		**22**			
Total general			**720**		

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla IV.28 Integración del Índice de Shannon-Wiener del grupo de Cactáceas de la Selva baja caducifolia

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
1	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	159	0.2306	2.1168	0.4880
2	*Opuntia pubescens*	Perrito	344	0.5014	0.9960	0.4994
3	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga chilitos	67	0.0972	3.3626	0.3269
4	*Cylindropuntia imbricata*	Cardón	40	0.0569	4.1343	0.2354
5	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal hartón	26	0.0375	4.7370	0.1776

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
6	*Stenocereus dumortieri*	Órgano espinudo	10	0.0139	6.1699	0.0857
7	*Mammillaria longimamma*	Biznaga dedos largos	17	0.0236	5.4044	0.1276
8	*Opuntia elizondoana*	Xoconostle	15	0.0208	5.5850	0.1164
9	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	2	0.0028	8.4919	0.0236
10	*Ferocactus histrix*	Biznaga lanera	3	0.0042	7.9069	0.0329
11	*Ferocactus latispinus*	Biznaga ganchuda	2	0.0028	8.4919	0.0236
12	*Echinocactus cinerascens*	Agrito	3	0.0042	7.9069	0.0329
13	*Opuntia robusta*	Nopal bondota	3	0.0042	7.9069	0.0329
	Totales		**691**	**1.0000**	**73.2103**	**2.2031**

Riqueza (S)	13
Índice de Shannon	2.2031
Diversidad máx	3.7004
Equidad (J)	0.5954

En las cactáceas, fueron 13 las especies encontradas, las cuales tienen una distribución de 0.5954 lo que refleja una equidad baja, esto se debe a que no presentan una abundancia proporcional. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato de las cactáceas en nuestra área de estudio es de 3.7004 y la H´es de 2.2031 (bits/individuo) lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra dentro del rango de 1.6 a 3.5 según Magurran. La abundancia relativa nos indica que la especie dominante en el sistema ambiental es el Perrito (*Opuntia pubescens*); también nos indica que las especies más susceptibles a ser afectadas por el cambio de uso de suelo son la biznaga ganchuda (Ferocactus latispinus) y el nopal cardon (*Opuntia streptacantha*), con valores de 0.0028 en ambas.

Tabla IV.29 Abundancia por sitio y por parcela de muestreo del estrato Herbáceo de la Selva baja caducifolia

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	1	*Tetramerium nervosum*	7	11	1	*Commelina diffusa*	3
1	1	*Melinis repens*	2	11	1	*Hybanthus attenuatus*	3
	Parcela 1		**9**		***Parcela 1***		**6**
1	2	*Melinis repens*	2	11	3	*Commelina diffusa*	4
	Parcela 2		**2**	11	3	*Melinis repens*	3
1	3	*Melinis repens*	1		***Parcela 3***		**7**
	Parcela 3		**1**	12	1	*Euphorbia heterophylla*	5
1	4	*Tetramerium nervosum*	13	12	1	*Commelina diffusa*	4
1	4	*Melinis repens*	2	12	1	*Melinis repens*	3
	Parcela 4		**15**		***Parcela 1***		**12**
2	1	*Commelina diffusa*	12	12	2	*Melinis repens*	4
2	1	*Tetramerium nervosum*	8		***Parcela 2***		**4**
2	1	*Melinis repens*	3	12	3	*Melinis repens*	5
	Parcela 1		**23**	12	3	*Euphorbia heterophylla*	1
2	2	*Commelina diffusa*	2		***Parcela 3***		**6**
2	2	*Melinis repens*	2	12	4	*Euphorbia heterophylla*	6
	Parcela 2		**4**	12	4	*Melinis repens*	6
2	3	*Tetramerium nervosum*	7		***Parcela 4***		**12**
2	3	*Commelina diffusa*	3	13	1	*Melinis repens*	3
	Parcela 3		**10**		***Parcela 1***		**3**
2	4	*Tetramerium nervosum*	4	13	2	*Commelina diffusa*	10
	Parcela 4		**4**		***Parcela 2***		**10**

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
3	1	*Distichlis spicata*	19	13	3	*Commelina diffusa*	2
3	1	*Setaria grisebachii*	14		***Parcela 3***		**2**
3	1	*Avena fatua*	13	13	4	*Commelina diffusa*	9
3	1	*Tetramerium nervosum*	2		***Parcela 4***		**9**
	Parcela 1		**48**	14	1	*Commelina diffusa*	1
3	2	*Avena fatua*	18		***Parcela 1***		**1**
3	2	*Distichlis spicata*	5	14	2	*Commelina diffusa*	5
	Parcela 2		**23**		***Parcela 2***		**5**
3	3	*Avena fatua*	18	14	4	*Melinis repens*	1
3	3	*Tetramerium nervosum*	1		***Parcela 4***		**1**
	Parcela 3		**19**	15	1	*Melinis repens*	2
3	4	*Avena fatua*	14		***Parcela 1***		**2**
	Parcela 4		**14**	15	2	*Melinis repens*	4
4	1	*Hybanthus attenuatus*	2		***Parcela 2***		**4**
4	1	*Tetramerium nervosum*	1	15	3	*Melinis repens*	8
	Parcela 1		**3**		***Parcela 3***		**8**
4	2	*Commelina diffusa*	1	15	4	*Melinis repens*	4
	Parcela 2		**1**		***Parcela 4***		**4**
4	3	*Bouteloua curtipendula*	4	16	1	*Cheilanthes bonariensis*	5
	Parcela 3		**4**	16	1	*Tetramerium nervosum*	1
4	4	*Distichlis spicata*	1		***Parcela 1***		**6**
	Parcela 4		**1**	16	2	*Melinis repens*	3
5	1	*Distichlis spicata*	6		***Parcela 2***		**3**

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
5	1	*Tetramerium nervosum*	2	16	3	*Avena fatua*	1
	Parcela 1		**8**		***Parcela 3***		**1**
5	2	*Sedum rupestre*	3	16	4	*Avena fatua*	12
5	2	*Distichlis spicata*	2		***Parcela 4***		**12**
5	2	*Melinis repens*	2	17	1	*Commelina diffusa*	2
5	2	*Hybanthus attenuatus*	2	17	1	*Melinis repens*	2
	Parcela 2		**9**		***Parcela 1***		**4**
5	3	*Bouteloua curtipendula*	5	17	2	*Macroptilium gibbosifolium*	6
5	3	*Melinis repens*	3	17	2	*Melinis repens*	4
	Parcela 3		**8**	17	2	*Dichondra argentea*	4
5	4	*Melinis repens*	3		***Parcela 2***		**14**
	Parcela 4		**3**	17	3	*Commelina diffusa*	6
6	1	*Melinis repens*	3	17	3	*Melinis repens*	6
6	1	*Commelina diffusa*	2		***Parcela 3***		**12**
6	1	*Euphorbia heterophylla*	2	17	4	*Melinis repens*	8
	Parcela 1		**7**		***Parcela 4***		**8**
6	2	*Melinis repens*	2	18	1	*Melinis repens*	4
	Parcela 2		**2**		***Parcela 1***		**4**
6	3	*Melinis repens*	5	18	3	*Melinis repens*	3
	Parcela 3		**5**		***Parcela 3***		**3**
6	4	*Melinis repens*	4	18	4	*Melinis repens*	2
	Parcela 4		**4**		***Parcela 4***		**2**
7	1	*Euphorbia heterophylla*	9	19	1	*Melinis repens*	4

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
	Parcela 1		**9**
7	2	*Commelina diffusa*	3
7	2	*Melinis repens*	1
	Parcela 2		**4**
7	3	*Melinis repens*	6
7	3	*Euphorbia heterophylla*	3
	Parcela 3		**9**
7	4	*Euphorbia heterophylla*	5
7	4	*Melinis repens*	2
	Parcela 4		**7**
8	2	*Melinis repens*	2
8	2	*Commelina diffusa*	1
	Parcela 2		**3**
8	3	*Commelina diffusa*	5
8	3	*Melinis repens*	2
	Parcela 3		**7**
8	4	*Melinis repens*	5
	Parcela 4		**5**
9	1	*Melinis repens*	4
	Parcela 1		**4**
9	2	*Commelina diffusa*	4
9	2	*Melinis repens*	3
	Parcela 2		**7**
19	2	*Melinis repens*	3
	Parcela 2		**3**
20	1	*Melinis repens*	3
	Parcela 1		**3**
20	2	*Melinis repens*	4
	Parcela 2		**4**
20	3	*Melinis repens*	3
	Parcela 3		**3**
20	4	*Melinis repens*	2
	Parcela 4		**2**
21	1	*Commelina diffusa*	1
	Parcela 1		**1**
21	3	*Melinis repens*	2
	Parcela 3		**2**
21	4	*Melinis repens*	3
21	4	*Euphorbia heterophylla*	2
	Parcela 4		**5**
	Total general		**504**

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
9	3	*Commelina diffusa*	2				
	Parcela 3		**2**				
9	4	*Melinis repens*	4				
	Parcela 4		**4**				
10	1	*Cheilanthes bonariensis*	7				
10	1	*Melinis repens*	4				
10	1	*Commelina diffusa*	3				
	Parcela 1		**14**				
10	2	*Commelina diffusa*	5				
	Parcela 2		**5**				
10	3	*Commelina diffusa*	2				
	Parcela 3		**2**				
10	4	*Melinis repens*	3				
	Parcela 4		**3**				

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla IV.30 Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Herbáceo de la Selva baja caducifolia

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
1	*Melinis repens*	Pasto colorado	20,120	0.3353	1.5764	0.5286
2	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	10,953	0.1825	2.4537	0.4479
3	*Avena fatua*	Pasto avena	9,048	0.1508	2.7294	0.4116
4	*Tetramerium nervosum*	Olotillo	5,477	0.0913	3.4537	0.3152
5	*Distichlis spicata*	Pasto espiga	3,929	0.0655	3.9329	0.2575

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi
6	*Euphorbia heterophylla*	Golondrina	3,929	0.0655	3.9329	0.2575
7	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho 2	1,429	0.0238	5.3923	0.1284
8	*Hybanthus attenuatus*	Pétalo morado	834	0.0139	6.1699	0.0857
9	*Bouteloua curtipendula*	Pasto banderita	1,072	0.0179	5.8074	0.1037
10	*Setaria grisebachii*	Zacate blanco	1,667	0.0278	5.1699	0.1436
11	*Macroptilium gibbosifolium*	Jícama de monte	715	0.0119	6.3923	0.0761
12	*Dichondra argentea*	Oreja de ratón	477	0.0079	6.9773	0.0554
13	*Sedum rupestre*	Sedum	358	0.0060	7.3923	0.0440
	Totales		**60,008**	**1.0000**	**61.3804**	**2.8552**
				Riqueza (S)		13
				Índice de Shannon		2.8552
				Diversidad máx		3.7004
				Equidad (J)		0.7716

Finalmente, el estrato herbaceo en el sistema ambiental posee una riqueza específica de 13 especies, las cuales tienen una distribución de 0.7716 lo que refleja una equidad media, esto nos indica que casi la mitad de las especies tienen una abundancia proporcional, la máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbaceo en nuestra área de estudio es de 3.7004 y la H´es de 2.8552 (bits/individuo) lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra en el rango de 1.6 a 3.5 según Magurran. La abuncia relativa nos indica que las especies dominantes en el sistema ambiental son el pasto colorado (Melinis repens) y la hierba del pollo (Commelina diffusa). Tomando en cuenta la abundacia relativa la especie más susceptible a ser afectada por el cambio de uso de suelo son el Sedum (Sedum rupestre).

La siguiente tabla muestra el resumen de los índices de biodiversidad obtenidos para cada grupo o estrato florístico de la Selva baja caducifolia. Se puede observar que el estrato arbustivo y de enredaderas es el que mayor riqueza

presentó, sin embargo, el estrato arbustivo y enredaderas es el que muestra mayor índice de biodiversidad y equidad, esto debido a que la mayor parte de las especies se encuentran bien distribuidos; por otro lado, el estrato que menor riqueza posee es el estrato herbáceo y cactáceas con únicamente 13 especies en cada uno, presentando un índice de biodiversidad de 2.8552 y 2.2031 respectivamente, esto quiere decir que se trata de un bosque en buen estado de conservación debido a que el dosel medio y alto es abundante por lo que las herbáceas son pocas, respecto a las cactáceas, es importante mencionar que se rescatarán y reubicaran todos los individuos del predio sujeto a cambio de uso de suelo con el fin de que no se vea afectada la biodiversidad del sistema ambiental.

Tabla IV.31 Resumen de Riqueza, Biodiversidad y Equidad de la Selva baja caducifolia

Estrato	Riqueza sistema ambiental	Índice de Biodiversidad (H') sistema ambiental	Indice de Biodiversidad Máximo (H'máx) sistema ambiental	Indice de Equidad (H'/H'máx) sistema ambiental
Arbóreo	21	3.2370	4.3923	0.7370
Cactáceas	13	2.2031	3.7004	0.5954
Arbustivo y Enredaderas	43	3.3471	5.4263	0.6168
Herbáceo	13	2.8552	3.7004	0.7716
TOTAL	**90**			

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

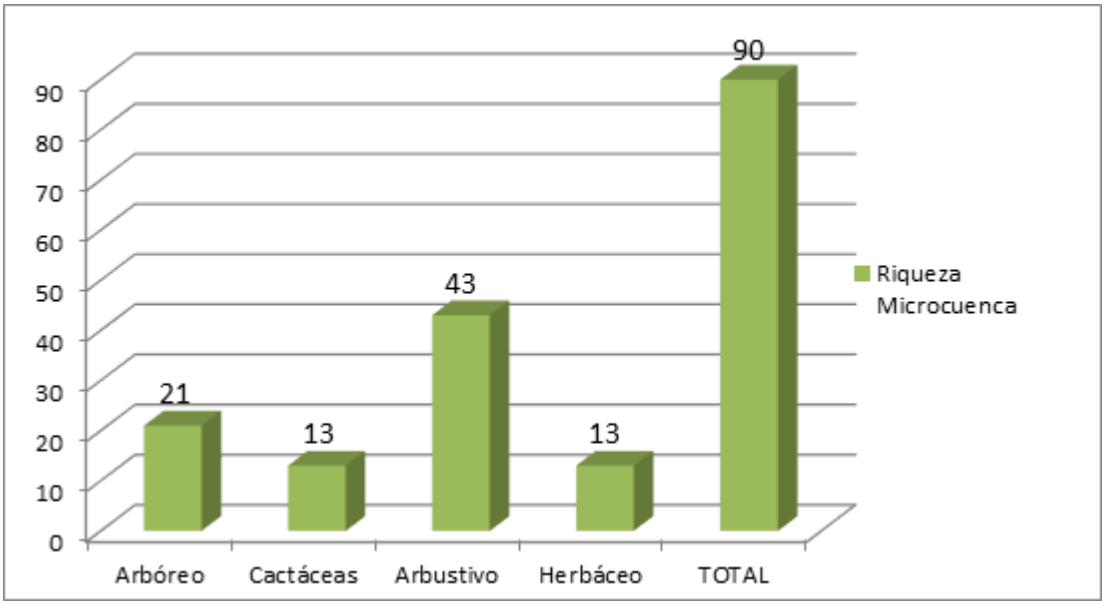


Figura IV.25 Riqueza de flora, por estrato y total de la Selva baja caducifolia

Resultados Índice de valor de importancia IVI de la Selva baja caducifolia

Tabla IV.32 Valor de Importancia de las especies del estrato Arbóreo de la Selva baja caducifolia, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	*Celtis pallida*	Granjeno	11.0526	13.3161	54.5555	78.9242
2	*Bursera fagaroides*	Palo xixote	11.0526	24.1112	6.5344	41.6982
3	*Lysiloma microphylla*	Palo de arco	8.4211	20.1681	10.3112	38.9003
4	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	9.4737	8.4034	11.5389	29.4160
5	*Prosopis laevigata*	Mezquite	9.4737	7.1105	3.0413	19.6255
6	*Senna polyantha*	Palo fierro	9.4737	7.5630	0.8171	17.8538
7	*Ipomoea murucoides*	Palo bobo	8.9474	5.5591	2.8924	17.3990
8	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	4.7368	3.4260	3.8476	12.0104
9	*Acacia schaffneri*	Huizache chino	7.3684	2.3271	1.3164	11.0119
10	*Bursera palmeri*	Copal prieto	5.7895	2.1332	0.3905	8.3131

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
11	*Celtis laevigata*	Granjeno 2	2.1053	2.3271	2.2523	6.6847
12	*Acacia farnesiana*	Huizache	3.1579	0.7111	0.9812	4.8501
13	*Agave tequilana*	Agave	2.1053	1.2928	0.1991	3.5972
14	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	2.1053	0.4525	0.2317	2.7895
15	*Forestiera angustifolia*	Panalero	1.0526	0.3232	0.3692	1.7450
16	*Celtis caudata*	Palo zorro	1.0526	0.1939	0.2930	1.5395
17	*Condalia microphylla*	Granjeno chino	0.5263	0.0646	0.3342	0.9251
18	*Agave applanata*	Maguey aplatanata	0.5263	0.2586	0.0091	0.7940
19	*Jacaranda mimosifolia*	Jacaranda	0.5263	0.0646	0.0835	0.6745
20	*Ceiba aesculifolia*	Ceiba	0.5263	0.1293	0.0011	0.6567
21	*Erythrina coralloides*	Colorín	0.5263	0.0646	0.0002	0.5912
	Totales		**100**	**100**	**100**	**300**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

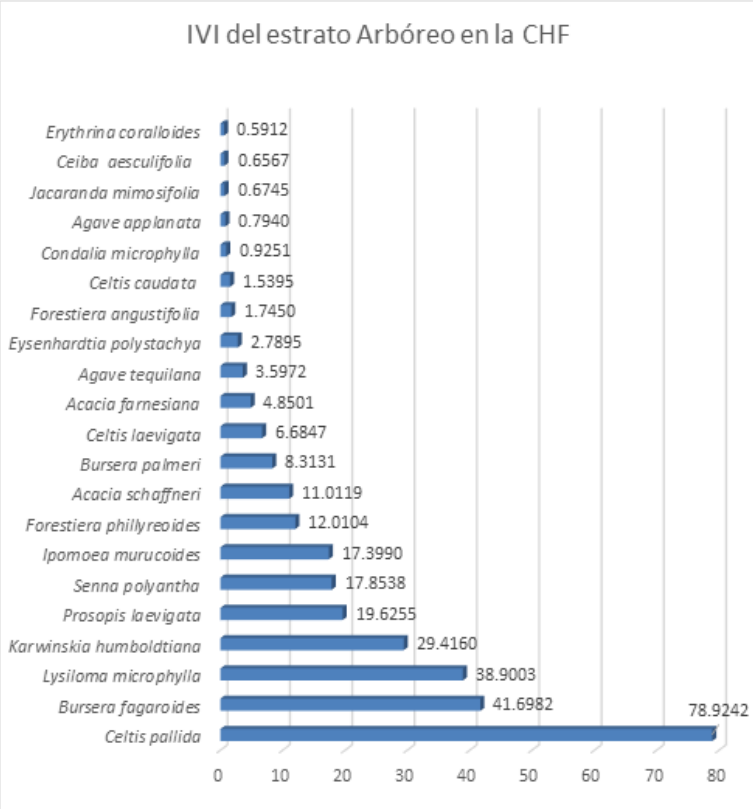


Figura IV.26 Gráfica del Índice de valor de la importancia del estrato Arbóreo de la Selva baja caducifolia.

En el estrato arbóreo la especie con mayor valor de importancia es el Granjeno (Celtis pallida) con un IVI de 78.9242, esto se debe principalmente a que la mayoría de los individuos presentaron una cobertura de copa muy amplia dando como resultado un valor de dominancia alto (54.56 %), en seguida se encuentra la especie Palo xixote (Bursera fagaroides) ya que presentó una mayor densidad, sin embargo la mayor cantidad los individuos presentaron coberturas de copa reducidas o se trataba de individuos renuevos o retoños; en contra parte, las especies que presentaron menor IVI son el Colorín (Erythrina coralloides) y la Ceiba (Ceiba aesculifolia) por lo que en la superficie de cambio de uso de suelo se tendrá prioridad con estas especies en el rescate debido a que son las más suscepibles a dicho cambio.

Tabla IV.33 Valor de Importancia de las especies del estrato Arbustivo y Enredaderas de la Selva baja caducifolia, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	*Croton ciliatoglandulifer*	Solimán	8.6957	21.3947	20.0532	50.1435

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
2	*Justicia spicigera*	Flama roja 3	8.6957	13.2467	24.4871	46.4294
3	*Jatropha dioica*	Sangregado	8.2609	31.0672	3.8246	43.1527
4	*Malvastrum bicuspidatum*	Huinare	7.3913	6.4734	10.0641	23.9288
5	*Cissus sicyoides*	Tripa de vaca	5.6522	3.2742	7.2307	16.1571
6	*Metastelma angustifolium*	Bejuco alcatráz	5.6522	1.7496	4.4493	11.8510
7	*Zaluzania augusta*	Vara ceniza	4.7826	2.0245	4.5261	11.3332
8	*Ruellia lactea*	Campanita morada	5.6522	3.8490	0.8645	10.3657
9	*Iresine schaffneri*	Pie de paloma	4.3478	2.9993	1.3832	8.7303
10	*Evolvulus anoda*	Flor lila 2	1.7391	1.2997	4.3281	7.3669
11	*Funastrum pannosum*	Lechosilla	3.0435	1.0247	2.6661	6.7343
12	*Croton morifolius*	Vara ceniza 2	0.8696	0.2499	5.4010	6.5205
13	*Carlowrightia parviflora*	Flor lila	2.6087	2.3994	1.5114	6.5195
14	*Verbesina serrata*	Vara blanca	3.4783	0.6498	1.0272	5.1553
15	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de gato	3.0435	0.5499	0.4141	4.0074
16	*Cordia parviflora*	Vara prieta	1.7391	0.6498	1.5879	3.9769
17	*Capsicum annum*	Chilito silvestre	2.1739	0.4499	0.4878	3.1116
18	*Ephedra pedunculata*	Popotillo	2.1739	0.4999	0.2916	2.9654
19	*Mirabilis viscosa*	Ramo lila	2.1739	0.4999	0.1012	2.7750
20	*Indigofera jamaicenciss*	Enredadera 3	0.8696	1.3997	0.1946	2.4638
21	*Calliandra eriophylla*	Charrasquilla	0.8696	0.6748	0.8056	2.3500
22	*Gronovia scandens*	Ortiguilla	0.8696	0.1000	1.3661	2.3356
23	*Anisacanthus quadrifidus*	Flama roja	1.3043	0.3499	0.4868	2.1410
24	*Ambrosia cordifolia*	Vara de cuete	1.7391	0.1250	0.1183	1.9824
25	*Ipomoea purpurea*	Tumba vaqueros	1.3043	0.3499	0.1142	1.7684

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
26	*Montanoa tomentosa*	Zoapaxtle	0.8696	0.4749	0.3703	1.7147
27	*Lantana hirta*	Orégano de burro	1.3043	0.1750	0.1588	1.6381
28	*Euphorbia pulcherrima*	Noche buena silvestre	0.8696	0.5749	0.0581	1.5025
29	*Proboscidea louisianica*	Torito	0.8696	0.2249	0.3134	1.4079
30	*Lantana trifolia*	Flor olotillo	0.8696	0.1250	0.1111	1.1056
31	*Desmodium skinneri*	Bejuco	0.8696	0.1000	0.1349	1.1045
32	*Acalypha monostachya*	Hierba del cáncer	0.4348	0.1250	0.3321	0.8919
33	*Evolvulus alsinoides*	Sida morada	0.4348	0.1750	0.2159	0.8256
34	*Matelea pilosa*	Estrella de zopilote	0.4348	0.0750	0.2346	0.7443
35	*Physalis cinerascens*	Tomatillo de monte	0.4348	0.1500	0.0659	0.6506
36	*Euphorbia hyssopifolia*	Alfalfilla	0.4348	0.1250	0.0311	0.5909
37	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	0.4348	0.1250	0.0052	0.5649
38	*Parthenocissus quinquefolia*	Enredadera	0.4348	0.0250	0.0664	0.5262
39	*Tagetes erecta*	Cempasuchitl silvestre	0.4348	0.0750	0.0075	0.5173
40	*Mentzelia hispida*	Pegarropa	0.4348	0.0250	0.0509	0.5106
41	*Viguiera linearis*	Romerillo	0.4348	0.0250	0.0259	0.4857
42	*Convolvulus arvensis*	Pica pica	0.4348	0.0250	0.0166	0.4764
43	*Eleusine indica*	Pata de gallo	0.4348	0.0250	0.0166	0.4764
	Totales		**100**	**100**	**100**	**300**

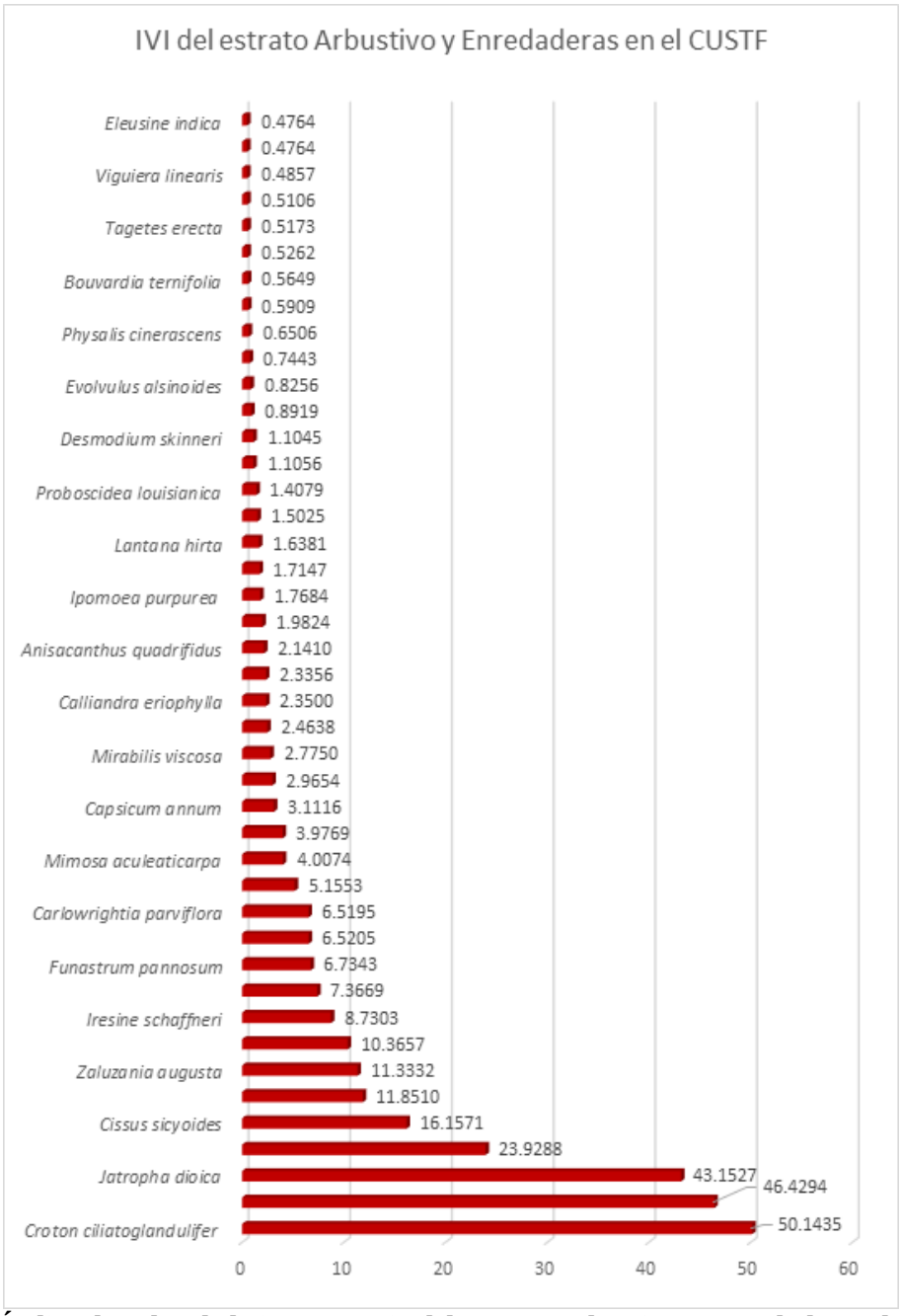


Figura IV.27 Índice de valor de la importancia del estrato Arbustivo y Enredaderas de la Selva baja caducifolia

En la gráfica anterior se puede apreciar que más de la mitad de las especies presentan un IVI bajo. En contra parte, las especies que están mejor representadas son 3, el Solimán (Croton ciliatoglandulifer), la Flama roja 3 (Justicia spicigera) y el Sangregado (Jatropha dioica). El índice de Shannon presenta un valor de 3.3471, y de acuerdo a los rangos de Magurran, tiene una biodiversidad media, sin embargo, esta se presenta casi en el borde de dicho rango por lo que en general este estrato está bien representado a nivel sistema ambiental.

Tabla IV.34 Valor de Importancia de las especies del grupo de Cactáceas de la Selva baja caducifolia, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	21.0000	23.0556	86.4952	130.5507
2	*Opuntia pubescens*	Perrito	21.0000	50.1389	1.2329	72.3718
3	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga chilitos	14.0000	9.7222	0.0835	23.8057
4	*Cylindropuntia imbricata*	Cardón	11.0000	5.6944	2.0176	18.7120
5	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal hartón	8.0000	3.7500	3.3937	15.1437
6	*Stenocereus dumortieri*	Órgano espinudo	6.0000	1.3889	5.0922	12.4811
7	*Mammillaria longimamma*	Biznaga dedos largos	6.0000	2.3611	0.0413	8.4024
8	*Opuntia elizondoana*	Xoconostle	6.0000	2.0833	0.3093	8.3926
9	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	1.0000	0.2778	1.2891	2.5669
10	*Ferocactus histrix*	Biznaga lanera	2.0000	0.4167	0.0039	2.4205
11	*Ferocactus latispinus*	Biznaga ganchuda	2.0000	0.2778	0.0049	2.2827
12	*Echinocactus cinerascens*	Agrito	1.0000	0.4167	0.0344	1.4510
13	*Opuntia robusta*	Nopal bondota	1.0000	0.4167	0.0021	1.4188
	Totales		**100**	**100**	**100**	**300**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

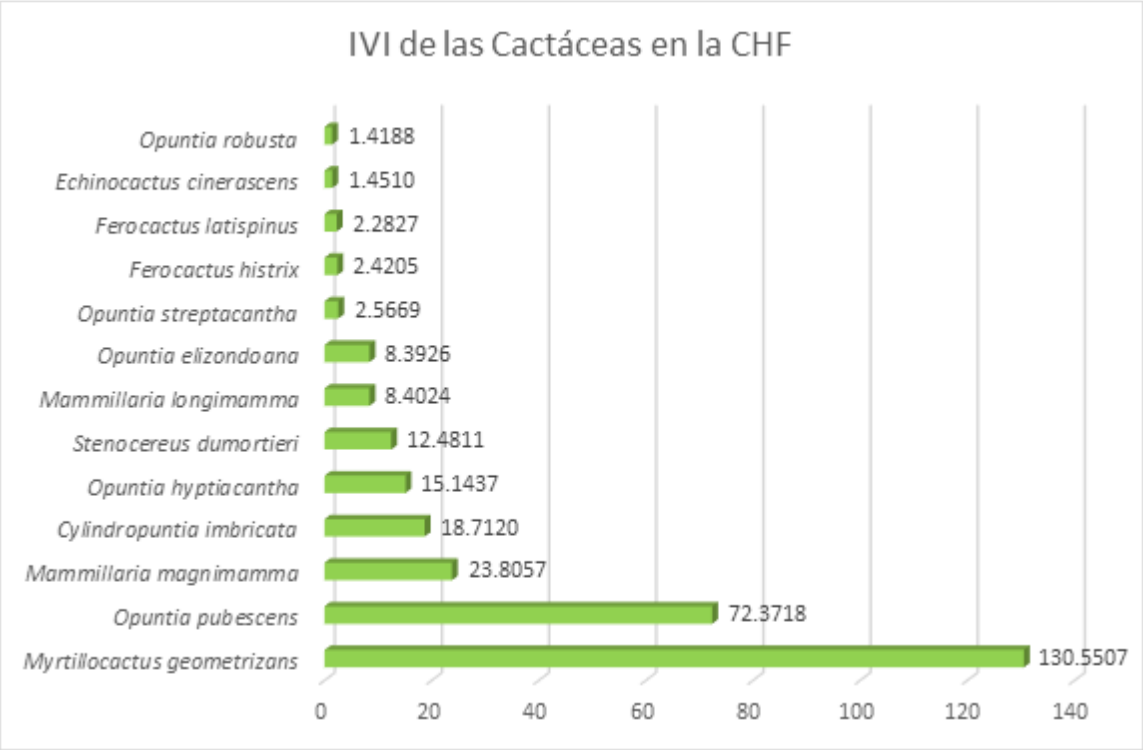


Figura IV.28 Índice de valor de la importancia del grupo de Cactáceas de la Selva baja caducifolia

Este estrato presenta una riqueza de 13 especies, siendo el garambullo (Myrtillocactus geometrizans) y el perrito (Opuntia pubescens) los que mejor están representados, contrastando con ellos el Nopal bondota (Opuntia robusta) y el agrito (Echinocactus cinerascens) quienes presentan el menor IVI de todas especies encontradas, con 1.4188 y 1.4510, respectivamente. Observando la gráfica, se puede concluir que, en las superficies de cambio de uso de suelo, se debe de tener en consideración el rescate de estas especies por haberse encontrado en muy baja abundancia. El índice de Shannon es de 2.2031, que representa una biodiversidad media. Cabe mencionar que se rescatarán todas las especies de este estrato.

Tabla IV.35 Valor de Importancia de las especies del estrato Herbáceo de la Selva baja caducifolia, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	*Melinis repens*	Pasto colorado	44.3478	33.5317	41.8788	119.7584
2	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	20.8696	18.2540	10.0966	49.2201
3	*Avena fatua*	Pasto avena	5.2174	15.0794	19.8420	40.1387
4	*Tetramerium nervosum*	Olotillo	8.6957	9.1270	15.0132	32.8358

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
5	*Distichlis spicata*	Pasto espiga	4.3478	6.5476	5.7068	16.6022
6	*Euphorbia heterophylla*	Golondrina	6.9565	6.5476	1.6681	15.1723
7	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho 2	1.7391	2.3810	1.5803	5.7004
8	*Hybanthus attenuatus*	Pétalo morado	2.6087	1.3889	0.9658	4.9633
9	*Bouteloua curtipendula*	Pasto banderita	1.7391	1.7857	1.3169	4.8418
10	*Setaria grisebachii*	Zacate blanco	0.8696	2.7778	0.8780	4.5253
11	*Macroptilium gibbosifolium*	Jícama de monte	0.8696	1.1905	0.3512	2.4112
12	*Dichondra argentea*	Oreja de ratón	0.8696	0.7937	0.2634	1.9266
13	*Sedum rupestre*	Sedum	0.8696	0.5952	0.4390	1.9038
	Totales		**100**	**100**	**100**	**300**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

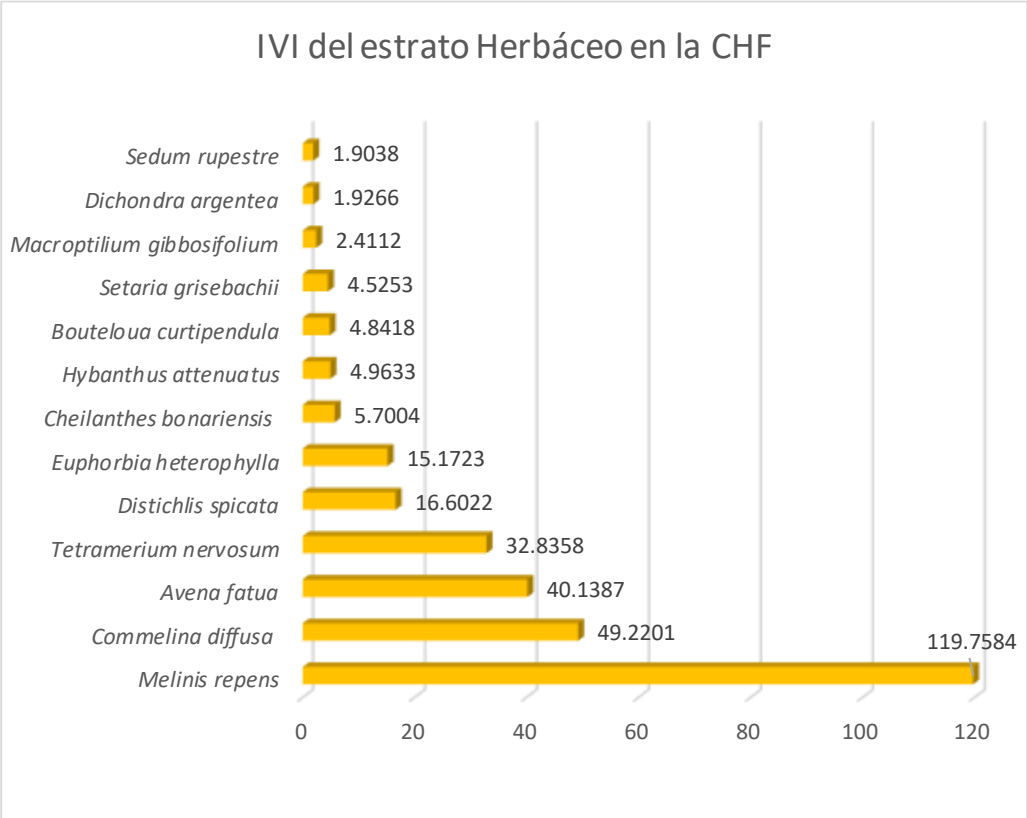


Figura IV.29 Índice de valor de la importancia del estrato Herbáceo de la Selva baja caducifolia

En la gráfica anterior se observa el gran contraste de IVI que presenta la especie de pasto colorado (*Melinis repens*) con el Sedum (*Sedum rupestre*), pasando de un 119.7584 a 1.9038, la primer especie está bien representada a lo largo del sistema ambiental, pero la mayoría de ellas son susceptibles con el cambio de uso de suelo, por lo que se propone que al momento de llevar a cabo la ejecución del proyecto se realice el rescate de mantillo (top soil), con la finalidad de rescatar germoplasta que se reincorporará, manteniendo así la biodiversidad que actualmente presente en el sistema ambiental.

Estado de Conservación de la Vegetación en el sistema ambiental.

Selva baja caducifolia

Como resultado del inventario forestal realizado, se obtuvieron 90 especies de flora en total; 21 en el estrato arbóreo, 13 del grupo de cactáceas, 43 del estrato arbustivo y de enredaderas y 13 en el estrato herbáceo. De estas especies obtenidas dos ocupan una distribución endémica y tres un estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como se muestra en la siguiente lista:

Tabla IV.36 Distribución y estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
1	Arbóreo	Palo xixote	*Bursera fagaroides*	No endémica	No enlistada
2	Arbóreo	Tullidora	*Karwinskia humboldtiana*	No endémica	No enlistada
3	Arbóreo	Palo fierro	*Senna polyantha*	No endémica	No enlistada
4	Arbóreo	Granjeno	*Celtis pallida*	No endémica	No enlistada
5	Arbóreo	Panalero	*Forestiera angustifolia*	No endémica	No enlistada
6	Arbóreo	Palo de arco	*Lysiloma microphylla*	No endémica	No enlistada
7	Arbóreo	Mezquite	*Prosopis laevigata*	No endémica	No enlistada
8	Arbóreo	Palo bobo	*Ipomoea murucoides*	No endémica	No enlistada
9	Arbóreo	Huizache chino	*Acacia schaffneri*	No endémica	No enlistada
10	Arbóreo	Copal prieto	*Bursera palmeri*	No endémica	No enlistada
11	Arbóreo	Huizache	*Acacia farnesiana*	No endémica	No enlistada
12	Arbóreo	Acebuche	*Forestiera phillyreoides*	No endémica	No enlistada
13	Arbóreo	Agave	*Agave tequilana*	No endémica	No enlistada
14	Arbóreo	Granjeno chino	*Condalia microphylla*	No endémica	No enlistada
15	Arbóreo	Palo zorro	*Celtis caudata*	No endémica	No enlistada
16	Arbóreo	Palo dulce	*Eysenhardtia polystachya*	No endémica	No enlistada
17	Arbóreo	Maguey aplatanata	*Agave applanata*	No endémica	No enlistada
18	Arbóreo	Ceiba	*Ceiba aesculifolia*	No endémica	No enlistada
19	Arbóreo	Colorín	*Erythrina coralloides*	No endémica	Amenazada
20	Arbóreo	Granjeno 2	*Celtis laevigata*	No endémica	No enlistada

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
21	Arbóreo	Jacaranda	*Jacaranda mimosifolia*	No endémica	No enlistada
22	Cactácea	Garambullo	*Myrtillocactus geometrizans*	No endémica	No enlistada
23	Cactácea	Perrito	*Opuntia pubescens*	No endémica	No enlistada
24	Cactácea	Nopal hartón	*Opuntia hyptiacantha*	No endémica	No enlistada
25	Cactácea	Biznaga chilitos	*Mammillaria magnimamma*	No endémica	No enlistada
26	Cactácea	Cardón	*Cylindropuntia imbricata*	No endémica	No enlistada
27	Cactácea	Biznaga ganchuda	*Ferocactus latispinus*	No endémica	No enlistada
28	Cactácea	Nopal cardón	*Opuntia streptacantha*	No endémica	No enlistada
29	Cactácea	Órgano espinudo	*Stenocereus dumortieri*	No endémica	No enlistada
30	Cactácea	Nopal bondota	*Opuntia robusta*	No endémica	No enlistada
31	Cactácea	Agrito	*Echinocactus cinerascens*	No endémica	No enlistada
32	Cactácea	Biznaga lanera	*Ferocactus histrix*	Endémica	Sujeta a protección especial
33	Cactácea	Xoconostle	*Opuntia elizondoana*	No endémica	No enlistada
34	Cactácea	Biznaga dedos largos	*Mammillaria longimamma*	Endémica	Amenazada
35	Arbustivo y enredaderas	Solimán	*Croton ciliatoglandulifer*	No endémica	No enlistada
36	Arbustivo y enredaderas	Sangregado	*Jatropha dioica*	No endémica	No enlistada

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
37	Arbustivo y enredaderas	Flor lila	*Carlowrightia parviflora*	No endémica	No enlistada
38	Arbustivo y enredaderas	Hierba del cáncer	*Acalypha monostachya*	No endémica	No enlistada
39	Arbustivo y enredaderas	Bejuco alcatráz	*Metastelma angustifolium*	No endémica	No enlistada
40	Arbustivo y enredaderas	Flama roja 3	*Justicia spicigera*	No endémica	No enlistada
41	Arbustivo y enredaderas	Vara prieta	*Cordia parviflora*	No endémica	No enlistada
42	Arbustivo y enredaderas	Vara blanca	*Verbesina serrata*	No endémica	No enlistada
43	Arbustivo y enredaderas	Huinare	*Malvastrum bicuspidatum*	No endémica	No enlistada
44	Arbustivo y enredaderas	Pie de paloma	*Iresine schaffneri*	No endémica	No enlistada
45	Arbustivo y enredaderas	Tripa de vaca	*Cissus sicyoides*	No endémica	No enlistada
46	Arbustivo y enredaderas	Zoapaxtle	*Montanoa tomentosa*	No endémica	No enlistada
47	Arbustivo y enredaderas	Trompetilla	*Bouvardia ternifolia*	No endémica	No enlistada
48	Arbustivo y enredaderas	Vara ceniza	*Zaluzania augusta*	No endémica	No enlistada
49	Arbustivo y enredaderas	Enredadera 3	*Indigofera jamaicenciss*	No endémica	No enlistada
50	Arbustivo y enredaderas	Tumba vaqueros	*Ipomoea purpurea*	No endémica	No enlistada
51	Arbustivo y enredaderas	Charrasquilla	*Calliandra eriophylla*	No endémica	No enlistada
52	Arbustivo y enredaderas	Campanita morada	*Ruellia lactea*	No endémica	No enlistada
53	Arbustivo y enredaderas	Pica pica	*Convolvulus arvensis*	No endémica	No enlistada
54	Arbustivo y enredaderas	Flor olotillo	*Lantana trifolia*	No endémica	No enlistada
55	Arbustivo y enredaderas	Cempasuchitl silvestre	*Tagetes erecta*	No endémica	No enlistada
56	Arbustivo y enredaderas	Noche buena silvestre	*Euphorbia pulcherrima*	No endémica	No enlistada

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
57	Arbustivo y enredaderas	Popotillo	*Ephedra pedunculata*	No endémica	No enlistada
58	Arbustivo y enredaderas	Ortiguilla	*Gronovia scandens*	No endémica	No enlistada
59	Arbustivo y enredaderas	Pegarropa	*Mentzelia hispida*	No endémica	No enlistada
60	Arbustivo y enredaderas	Bejuco	*Desmodium skinneri*	No endémica	No enlistada
61	Arbustivo y enredaderas	Lechosilla	*Funastrum pannosum*	No endémica	No enlistada
62	Arbustivo y enredaderas	Uña de gato	*Mimosa aculeaticarpa*	No endémica	No enlistada
63	Arbustivo y enredaderas	Orégano de burro	*Lantana hirta*	No endémica	No enlistada
64	Arbustivo y enredaderas	Tomatillo de monte	*Physalis cinerascens*	No endémica	No enlistada
65	Arbustivo y enredaderas	Romerillo	*Viguiera linearis*	No endémica	No enlistada
66	Arbustivo y enredaderas	Vara de cuete	*Ambrosia cordifolia*	No endémica	No enlistada
67	Arbustivo y enredaderas	Alfalfilla	*Euphorbia hyssopifolia*	No endémica	No enlistada
68	Arbustivo y enredaderas	Chilito silvestre	*Capsicum annum*	No endémica	No enlistada
69	Arbustivo y enredaderas	Enredadera	*Parthenocissus quinquefolia*	No endémica	No enlistada
70	Arbustivo y enredaderas	Estrella de zopilote	*Matelea pilosa*	No endémica	No enlistada
71	Arbustivo y enredaderas	Flama roja	*Anisacanthus quadrifidus*	No endémica	No enlistada
72	Arbustivo y enredaderas	Flor lila 2	*Evolvulus anoda*	No endémica	No enlistada
73	Arbustivo y enredaderas	Pata de gallo	*Eleusine indica*	No endémica	No enlistada
74	Arbustivo y enredaderas	Ramo lila	*Mirabilis viscosa*	No endémica	No enlistada
75	Arbustivo y enredaderas	Sida morada	*Evolvulus alsinoides*	No endémica	No enlistada
76	Arbustivo y enredaderas	Torito	*Proboscidea louisianica*	No endémica	No enlistada
77	Arbustivo y enredaderas	Vara ceniza 2	*Croton morifolius*	No endémica	No enlistada

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
78	Herbáceo	Pasto colorado	*Melinis repens*	No endémica	No enlistada
79	Herbáceo	Olotillo	*Tetramerium nervosum*	No endémica	No enlistada
80	Herbáceo	Helecho 2	*Cheilanthes bonariensis*	No endémica	No enlistada
81	Herbáceo	Pasto avena	*Avena fatua*	No endémica	No enlistada
82	Herbáceo	Pétalo morado	*Hybanthus attenuatus*	No endémica	No enlistada
83	Herbáceo	Hierba del pollo	*Commelina diffusa*	No endémica	No enlistada
84	Herbáceo	Sedum	*Sedum rupestre*	No endémica	No enlistada
85	Herbáceo	Pasto banderita	*Bouteloua curtipendula*	No endémica	No enlistada
86	Herbáceo	Golondrina	*Euphorbia heterophylla*	No endémica	No enlistada
87	Herbáceo	Jícama de monte	*Macroptilium gibbosifolium*	No endémica	No enlistada
88	Herbáceo	Oreja de ratón	*Dichondra argentea*	No endémica	No enlistada
89	Herbáceo	Pasto espiga	*Distichlis spicata*	No endémica	No enlistada
90	Herbáceo	Zacate blanco	*Setaria grisebachii*	No endémica	No enlistada

El estrato arbóreo está representado principalmente por el Granjeno (*Celtis pallida*) con un IVI de 78.9242, en las cactáceas domina el Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), siendo la especie mejor representada en este estrato con un IVI de 130.5507, en el estrato arbustivo el Solimán (*Croton ciliatoglandulifer*) con un IVI de 50.1435, y en el estrato herbáceo se tiene la dominancia del Pasto colorado (*Melinis repens*), que cuenta con un IVI de 119.7584.

El estrato más representativo es el arbustivo y enredaderas, ya que posee una riqueza de 43 especies, estas especies presentan una equidad de 0.6168, que es considerada como equidad media. El índice de biodiversidad tiene un valor de 3.3471 considerado en un rango alto. De acuerdo al índice de valor de importancia es una la especie que domina este estrato; el Solimán (*Croton ciliatoglandulifer*) con 50.1435 de IVI, mientras que las especies menos dominante

son la Pata de gallo (*Eleusine indica*) y el Pica pica (*Convolvulus arvensis*) quienes presentan un IVI de 0.4764 en ambos casos. El contraste con el estrato arbóreo es importante, comenzando con la riqueza registrada siendo mayor en el estrato arbustivo y enredaderas por 22 especies, tomando a la equidad como referencia, el estrato arbóreo tiene una distribución mayor con un valor de 0.6168, aunque su riqueza sea menor considerablemente, presenta un valor para el índice de biodiversidad de 3.2370, encontrándose en un rango medio.

Los otros estratos que presentan una biodiversidad media son el de cactáceas y el herbáceo, con 2.2031 y 2.8552, respectivamente. El estrato de cactáceas presenta una riqueza de 13 especies, siendo el mismo valor para el estrato herbáceo. Respecto a la equidad, en las cactáceas se presenta en un rango medio al igual que los estratos dominantes (arbustivo y enredaderas y el arbóreo), siendo el mismo caso para el estrato herbáceo, que para el primer caso se tiene un valor de 0.5954 y para el segundo un valor de 0.7716. Este último estrato está dominado por una especie considerada como indicadora de perturbación, el Pasto colorado (*Melinis repens*), que presenta un IVI de 119.7584.

También con el apoyo de una imagen satelital reciente, se observó que la mayor parte del sistema ambiental se encuentra bien representada por una abundante superficie forestal, que va del centro hacia el norte y hacia el este de la misma. Se puede apreciar que la superficie correspondiente a los asentamientos urbanos se encuentra hacia el sur y al oeste. Asimismo, se puede apreciar que la cobertura forestal no se encuentra impactada.

En conclusión, tenemos que el presente trabajo brindó información cuantitativa de la flora de la Selva baja caducifolia. El sistema ambiental presentó un predominio del biotipo arbustivo y enredaderas y del biotipo arbóreo sobre el de cactáceas y herbáceo. Mediante la aplicación del IVI se reconoció la importancia del pasto colorado (*Melinis repens*) presente en la mayoría de los sitios de muestreo y la presencia de la Uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa*), ambas especies son indicadoras de perturbación, además la baja dominancia del estrato arbóreo fue clave para que el estrato arbustivo y enredaderas se desarrollaran sin ningún problema. Respecto a su distribución y estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, hay tres especies que se encuentran registradas: la Biznaga lanera (*Ferocactus histrix*) que se encuentra como endémica y sujeta a protección especial y la Biznaga dedos largos (*Mammillaria longimamma*) se encuentra como endémica y amenazada y el Colorín (*Erythrina coralloides*) que se encuentra amenazada. Los valores de importancia definidos establecieron que la vegetación evaluada se encuentra en el siguiente estado actual de conservación: Selva baja caducifolia con vegetación primaria en proceso de recuperación.

Análisis del predio

Para identificar con mayor precisión la existencia de vegetación forestal que se ubica dentro de los predios propuestos para cambio de uso de suelo, se realizó la fotointerpretación de ortofotos digitales, a fin de delimitar las áreas forestales, mismas que fueron verificadas posteriormente en campo previo a la aplicación del muestreo. De esta forma se delimitó una superficie forestal propuesta a cambio de uso de suelo de 4.0841 hectáreas, que dispone de vegetación de tipo Selva baja caducifolia.

TIPOS DE VEGETACIÓN POR AFECTAR

Selva baja caducifolia

La Selva baja caducifolia también es conocida como Bosque tropical caducifollio y se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos y subhúmedos, semisecos o subsecos. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1900 m, rara vez hasta 2000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m. El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas.

Tabla IV.37 Riqueza de especies vegetales por estrato en la Selva baja caducifolia en el área de cambio de uso de suelo.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
1	Arbóreo	Palo de Arco	*Lysiloma microphylla*	No endémica	No enlistada	No incluida
2	Arbóreo	Tullidora	*Karwinskia humboldtiana*	No endémica	No enlistada	No incluida
3	Arbóreo	Granjeno	*Celtis pallida*	No endémica	No enlistada	No incluida
4	Arbóreo	Palo Xixote	*Bursera fagaroides*	No endémica	No enlistada	No incluida
5	Arbóreo	Palo fierro	*Senna polyantha*	No endémica	No enlistada	No incluida
6	Arbóreo	Mezquite	*Prosopis laevigata*	No endémica	No enlistada	No incluida
7	Arbóreo	Acebuche	*Forestiera phillyreoides*	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
8	Arbóreo	Huizache	*Acacia farnesiana*	No endémica	No enlistada	No incluida
9	Arbóreo	Palo bobo	*Ipomoea murucoides*	No endémica	No enlistada	No incluida
10	Arbóreo	Copal Prieto	*Bursera palmeri*	No endémica	No enlistada	No incluida
11	Cactácea	Garambullo	*Myrtillocactus geometrizans*	No endémica	No enlistada	Anexo II
12	Cactácea	Nopal Hartón	*Opuntia hyptiacantha*	No endémica	No enlistada	Anexo II
13	Cactácea	Perrito	*Opuntia pubescens*	No endémica	No enlistada	Anexo II
14	Cactácea	Reina de la Noche	*Peniocereus serpentinus*	No endémica	No enlistada	Anexo II
15	Arbustivo	Flama roja 3	*Justicia spicigera*	No endémica	No enlistada	No incluida
16	Arbustivo	Solimán	*Croton ciliatoglandulifer*	No endémica	No enlistada	No incluida
17	Arbustivo	Uña de Gato	*Mimosa aculeaticarpa*	No endémica	No enlistada	No incluida
18	Arbustivo	Charrasquilla	*Calliandra eriophylla*	No endémica	No enlistada	No incluida
19	Arbustivo	Vara de Cuete	*Ambrosia cordifolia*	No endémica	No enlistada	No incluida
20	Arbustivo	Pie de Paloma	*Iresine schaffneri*	No endémica	No enlistada	No incluida
21	Arbustivo	Hierba del aire	*Trixis californica*	No endémica	No enlistada	No incluida
22	Arbustivo	Sangregado	*Jatropha dioica*	No endémica	No enlistada	No incluida
23	Arbustivo	Huinare	*Malvastrum bicuspidatum*	No endémica	No enlistada	No incluida
24	Arbustivo	Bejuco alcatraz	*Metastelma angustifolium*	No endémica	No enlistada	No incluida
25	Arbustivo	Estrella de Zopilote	*Matelea pilosa*	No endémica	No enlistada	No incluida
26	Herbáceo	Pasto colorado	*Melinis repens*	No endémica	No enlistada	No incluida
27	Herbáceo	Hierba del pollo	*Commelina diffusa*	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
28	Herbáceo	Pasto espiga	*Distichlis spicata*	No endémica	No enlistada	No incluida
29	Herbáceo	Oreja de ratón	*Dichondra argentea*	No endémica	No enlistada	No incluida
30	Herbáceo	Pasto banderita	*Bouteloua curtipendula*	No endémica	No enlistada	No incluida
31	Herbáceo	Helecho 2	*Cheilanthes bonariensis*	No endémica	No enlistada	No incluida
32	Herbáceo	Olotillo	*Tetramerium nervosum*	No endémica	No enlistada	No incluida
33	Herbáceo	Pétalo morado	*Hybanthus attenuatus*	No endémica	No enlistada	No incluida
34	Herbáceo	Sedum	*Sedum rupestre*	No endémica	No enlistada	No incluida

Fuente. Elaborado con información de campo y con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora Silvestres (CITES).

CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Metodología para realizar el inventario de la vegetación en el predio

El estudio de la vegetación se llevó a cabo mediante un **muestreo sistemático** no alineado, en el cual se combinan las características de los diseños de muestreo aleatorios simples y las de los diseños de musetreo sistemáticos. En estos diseños, una parcela de muestra se asigna una ubicación de una cuadrícula o una matriz de células seleccionada de forma aleatoria. La ventaja del muestreo sistemático es que maximisa la distancia media entre parcelas y, por lo tanto, minimiza la correlacion espacial entre las observaciones e incrementa la eficacia estadística (White *et ál.*1992).

Para el caso particular de Este estudio, se utilizaron sitios circulares con separación entre cada sitio de 100 metros.

Determinación de las dimensiones de los sitios de muestreo

Inicialmente se eligieron sitios de forma circular por que de acuerdo con Romahn de la Vega, C. F, 1994[4] se facilita su delimitación ya que una vez establecida la posición de su centro basta con "lanzar" radios desde éste hacia la periferia y así tener las referencias de sus límites. Ahora bien, como se indica en la Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales[5], para contar con información de las condiciones de hábitat a nivel de rodales se requiere información que permita determinar la heterogeneidad estructural de los rodales (Lindenmayer & Franklin 2002), lo cual debe incluir una descripción de su estructura vertical y horizontal, y la presencia de componentes, estructuras o microhabitats particulares (Vargas-Larreta 2013).

La caracterización de los hábitats puede hacerse a través de observaciones sistemáticas para obtener datos cualitativos o semicuantitativos que puedan registrarse en formatos de campo estandarizados que complementen la información en los sitios de muestreo de los inventarios forestales o en muestreos específicos de otros tipos de hábitat que son importantes para la conservación de la biodiversidad, aunque no tengan potencial maderable. La mayor parte de estos datos se basan en observaciones o mediciones sencillas. Pueden servir para propósitos puramente descriptivos o analizarse con métodos de análisis multivariado de clasificación u ordenación (Pojar *et ál.* 1987, Jongman *et ál.* 1995, McCune & Mefford 1999), para una caracterización más detallada y para determinar patrones de interés desde el punto de vista ecológico.

Otras técnicas de muestreo pueden ser utilizadas para obtener índices para la caracterización de la estructura de rodales, que aportan información sobre las condiciones de hábitat. Estos índices incluyen la evaluación de la mezcla de especies, la uniformidad de los rodales, la dominancia, y la diferenciación diamétrica y de altura (Aguirre *et ál.* 2003, Corral-Rivas *et ál.* 2006, Vargas-Larreta 2013).

La cuantificación de estructuras como la cobertura de arbustos o el material leñoso caído, que son componentes importantes de los hábitats forestales, puede obtenerse a través de métodos de líneas de interceptación (Morfin-Rios *et ál.* 2012; véase también Vargas- Larreta 2013).

Los datos de inventario forestal de madera aportan por su parte información utilizable para la caracterización de hábitat. A partir de los datos de inventario forestal, puede hacerse la descripción de la composición de especies

[4]Romahn de la Vega, C. F., H. Ramírez M., J. L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 353 pág.

[5]Enrique J. Jardel Peláez, CONAFOR, PNUD, Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales. 2015. México.

arbóreas y de la fisonomía de la vegetación, para una caracterización más detallada de los tipos de hábitat, ***utilizando información cuantitativa sobre altura del dosel, densidad de la masa forestal, área basal, y estructura de tamaños, distribución del número de árboles por categorías de diámetro.***

Los criterios de selección de indicadores para describir las características de los hábitats a escala de rodales, deben considerar aquellos elementos estructurales que son importantes para el mantenimiento de biodiversidad (Gardner 2010). Estos indicadores pueden seleccionarse considerando el precedente de lo que se ha usado en estudios previos reportados en la literatura científica, la experiencia práctica o estudios de referencia específicos. Sin duda existe una necesidad de investigación y validación de los indicadores que son apropiados para generar información útil que sirva de guía para monitorear y evaluar los resultados del manejo de hábitat en la conservación de biodiversidad.

Para la clasificación de hábitats a escala de rodales, se recomienda la toma de datos sobre ciertos indicadores, la cual puede obtenerse del inventario forestal o punto de muestreo, por ser áreas excluidas del aprovechamiento maderable o no corresponder a coberturas boscosa, pero que constituyen hábitat para numerosas especies. Los indicadores o elementos clave para la caracterización de hábitat a escala de rodales, son los siguientes:

1. **Tipo de hábitat:** indicar la categoría correspondiente del mapa de hábitat definido como unidad ambiental o del paisaje en función de la zona de vida, el tipo de vegetación y las condiciones geomorfoedafologicas.
2. **Asociaciones florísticas:** indicar el tipo de asociación florística presente en el rodal donde se ubica el sitio de muestreo, señalando la especie dominante, la que representa 50% o más del área basal o la cobertura de copas en la vegetación arbolada, la especie codominante (la que sigue en importancia a la dominante en cobertura o área basal) y una especie distintiva, que puede ser arbórea o una especie arbustiva o herbácea abundante en el sotobosque.
3. **Clase de estructura:** las clases de estructura se refieren a etapas de desarrollo sucesional de los rodales o a condiciones creadas por eventos de perturbación como incendios o huracanes, o bien por intervenciones de corta. Las clases de estructura presentes en un área de estudio deben identificarse cualitativamente en recorridos de campo y describirse en un cuadro sinóptico, para luego poderse asignar sistemáticamente durante el levantamiento de los sitios de muestreo. Una primera clasificación de las estructuras puede hacerse de manera cualitativa o semicuantitativa, elaborando perfiles de vegetación que describan la estratificación vertical de la vegetación, indicando los estratos como dosel, subdosel, arbustivo, herbáceo, y su altura, la densidad de los estratos de la vegetación, con clases de cobertura por estrato de la vegetación, y la estructura de edades.

4. **Estructura de edades:** la clasificación de los rodales por su estructura de edades es información básica para los inventarios forestales, y aporta información relevante para la caracterización de hábitats, permitiendo una mejor definición de las etapas de desarrollo de los rodales y las clases de estructura.

5. **Estructura de tamaños:** la información sobre la distribución de diámetros por especie o grupos de especies (pinos, encinos, latifoliadas u hojosas), es útil para caracterizar aspectos tales como la interpretación de la respuesta del estrato arbóreo a intervenciones silvícolas en el pasado o el futuro, y las posibles tendencias sucesionales (Jardel *et ál.* 2004b) o bien puede servir de guía para el diseño de las prescripciones silvícolas o aportar información sobre la distribución de productos maderables. Esta información es útil para una mejor definición de clases de estructura. En los inventarios forestales generalmente solo se miden los árboles que pueden aprovecharse, con diámetros mayores a 10 o 15 cm, pero desde un punto de vista ecológico, para evaluar la dinámica de los rodales y sus posibles respuestas a intervenciones de manejo, y para caracterizar el hábitat, se requiere información acerca de todos los componentes del estrato arbóreo, incluyendo arboles pequeños y juveniles. Se recomienda un diámetro mínimo de medición de 2.5 cm y el conteo de todos los tallos leñosos que han pasado la altura de 1.30 m; estos árboles se pueden medir en sub-parcelas de menores dimensiones (**100 m^2**, por ejemplo) que las de los sitios donde se inventarían los arboles con diámetro mayor **a 10 o 15 cm (parcelas de 500 o 1000 m^2). De acuerdo con lo anterior se optó por usar sitios de 500 m^2 de área.**

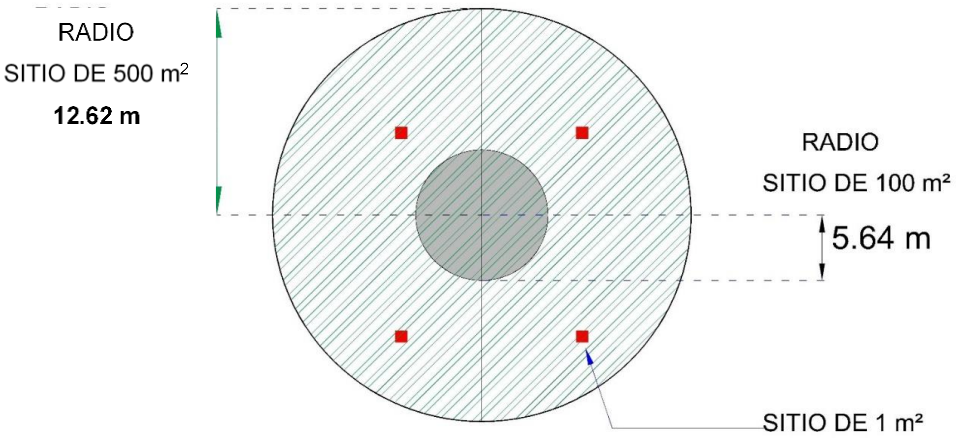


Figura IV.30 Esquema de la forma y dimensiones de los sitios de muestreo.

Debido a que el proyecto se ubica en un área relativamente homogénea en cuanto al tipo de vegetación se eligió para su evaluación el muestreo sistemático que es un esquema de muestro muy sencillo y es el método que normalmente se aplica en el muestreo forestal, el diseño corresponde a una distribución regular (cudricular) con distancias iguales entre las unidades de muestreo. Además, se eligió el muestreo sistemático por:

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

- La facilidad para armar la muestra.
- La forma justa de seleccionar una muestra a partir de una población, ya que cada miembro tiene igualdad de oportunidades de ser seleccionado.
- La representatividad de la población. En teoría, lo único que puede poner en peligro su representatividad es la suerte. Si la muestra no es representativa de la población, la variación aleatoria es denominada error de muestreo.

Determinación del tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de la muestra para el predio sujeto a cambio de uso de suelo se emplearon las siguientes fórmulas:

Media: Es una medida de tendencia central, y se define como:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Donde:

$\mathbf{X_i}$: valor observado de la unidad i-esima de la muestra

n: N° de unidades de la muestra (tamaño de la muestra)

Varianza: Es la media de las diferencias con la media elevadas al cuadrado. Se define como el cuadrado de la desviación estandar

Desviación estándar: Es una medida que caracteriza la dispersión de los individuos con respecto a la media. Da una idea de los individuos en una población si están próximos a la media o están diseminados. Se define como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

Coeficiente de variación: Es una medida que expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media. Es decir,

$$CV\% = \frac{S}{X} \times 100$$

El coeficiente de variación permite comparar la variabilidad de poblaciones que tienen diferentes medias.

El tamaño de la muestra se refiere al área total por inventariar, expresado en número de sitios de tamaño definido. El tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del tipo de vegetación (CV%) y del error máximo requerido. En términos generales, el tamaño de la muestra se puede calcular en función del error máximo requerido o en relación con una unidad de intensidad de muestreo establecida.

Si se desea calcular el tamaño de muestras (n), en base a un error prefijado, se deben conocer los estimadores de la desviación estándar (S) y la media poblacional ($\bar{X}$), los cuales permiten calcular el coeficiente de variación de la población a muestrear (CV%). El CV% puede estimarse utilizando los resultados de inventarios en bosques similares al esudiado, o haciendo un muestreo preliminar de baja intensidad.

Este método se puede emplear en poblaciones ifinitas y finitas. Para el caso de poblaciones infinitas el tamaño de la muestra se deriva de la fórmula de cálculo del error máximo requerido (E%), de lo planteado se obtiene la siguiente expresión:

$$n = \frac{(t_{\propto/2,gl})^2 (CV\ \%)^2}{(E\%)^2} =$$

Donde:

t $_{\alpha/2,\ gl}$: es un valor de t de Student con un nivel de confianza establecido (1-α) y n-1 grados de libertad (gl)

CV%: coeficiente de variación de estimado de la población por muestrear

E%: Error máximo requerido en por ciento a un nivel de confianza establecido (1-α)

Para el caso de poblaciones finitas (N= tamaño de población conocido), la fórmula para estimar n, se deriva de la ecuación para calcular el error máximo requerido de la media poblacional finita. El resultado de despejar n de esta ecuación es:

$$n = \frac{(t_{\propto/2,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2 + \frac{\left(t_{\propto/2,gl}\right)^2 (CV\%)^2}{N}}$$

Como se aprecia, es necesario disponer de información relativa a la variabilidad de la población, bien mediante la varianza o en forma relativa a través del coeficiente de variación. Dicha información suele ser no conocida cuando se va a hacer un nuevo inventario, por ello se recurre a la realización de un muestreo piloto.

El tamaño de la muestra para el predio se determinó de acuerdo con el tamaño de la población en este caso **40,840.8637** m^2 de Selva baja caducifolia, determinándose para este tipo de vegetación el siguiente número de sitios:

Tabla IV.38 Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el área de cambio de uso de suelo.

Tipo de vegetación	Superficie en m^2 en el área de cambio de uso de suelo	Número de sitios
Selva baja caducifolia	**40,840.8637**	5

Para determinar el tamaño de la muestra se tomaron datos de un pre-muestreo en la zona para los dos tipos de vegetación, obteniendo los siguientes resultados, que posteriormente fueron validados mediante el empleo de curvas de acumulación.

- **Selva baja caducifolia**

Con los datos de un muestreo previo realizado se obtuvieron los siguientes resultados:

Resultados de un inventario piloto realizado en el predio sujeto a cambio de uso de suelo

Sitio	X= Riqueza/sitio	X^2
1	20	400
2	19	361
3	20	400
4	21	441
Σ	**80**	**1,602**

Con esta información se calculan los estadísticos hasta llegar al coeficiente de varianza, que es el valor que se necesita para calcular el número de sitios a muestrear.

Cálculo del número de muestras (n) para muestreo al azar

Con los datos obtenidos de riqueza, obtenido en cada uno de las parcelas del muestreo piloto, se realiza el cálculo:

Media

$$\bar{X} = \frac{20 + 19 + 20 + 21}{4} = \frac{80}{4} = 20$$

Varianza

$$S^2 = \frac{1602 - (80)^2/4}{4 - 1} = 0.6667$$

Desviación estándar

$$S = \sqrt{0.6667} = 0.8165$$

Coeficiente de variación

$$CV\% = \frac{0.8165}{20} \times 100 = 4.0825\%$$

Con el coeficiente de variación (CV%), se puede aplicar la fórmula para determinar el tamaño de muestra (n). El valor de "t" se obtiene de la tabla correspondiente con n-1 grados de libertad, es decir 4-1=3 y con 95% de probabilidad, por lo que se calcula t de *student* para un nivel de significancia del 5% ó 0.05, siendo t igual a 2.3534 y un error de muestreo del 5%.

El tamaño de la población se determina con la siguiente relación:

$$N = \frac{Superficie\ CUSTF_{MS}}{Superficie\ del\ sitio\ de\ muestreo} = \frac{71{,}472.4545}{500} = 888.2947$$

De lo anterior determinamos el número de sitios de muestreo para una población infinita teniendo en cuenta de que se trata de una población desconocida.

Sustituyendo tenemos:

$$n = \frac{\left(t_{\alpha,gl}\right)^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2 + \frac{\left(t_{\alpha,gl}\right)^2 (CV\%)^2}{N}} = \frac{(2.3534)^2 (4.0825)^2}{(5)^2 + \frac{(2.3534)^2 (4.0825)^2}{142.9449}} = 3.5992 \approx 4$$

Con los datos de un muestreo previo realizado en una vegetación de tipo Selva Baja Caducifolia similar al área de estudio, se obtuvo que determinó que debían levantarse 4 sitios de muestreo, mismo que se ubicaron en las siguientes coordenadas, l que indica que los 5 sitios levantados en el área de cambio de uso de suelo son

representativos:

Tabla IV.39 Coordenadas de los sitios de muestreo para los estratos arbóreo, arbustivo y el grupo de cactáceas en la microcuenca.

Sitio	X	Y
1	351886	2288520
2	351795	2288535
3	351782	2288607
4	351678	2288622
5	351707	2288531

(Coordenadas UTM, DATUM WGS84 Zona 14N)

Las siguientes son las coordenadas de las parcelas de muestreo del estrato herbáceo, que se realizaron a su vez dentro de los cuadrantes delimitados en los sitios del estrato arbóreo, cuatro sitios herbáceos por cada sitio arbóreo.

Tabla IV.40 Coordenadas de los centros de los sitios de muestreo para el estrato herbáceo.

Sitio	Parcela	X	Y
1	1	351,890	2,288,525
1	2	351,891	2,288,516
1	3	351,883	2,288,518
1	4	351,884	2,288,523
2	1	351,797	2,288,539
2	2	351,800	2,288,532
2	3	351,790	2,288,531
2	4	351,792	2,288,538
3	1	351,783	2,288,610
3	2	351,786	2,288,606
3	3	351,779	2,288,602
3	4	351,777	2,288,609
4	1	351,682	2,288,627
4	2	351,683	2,288,618
4	3	351,675	2,288,620
4	4	351,676	2,288,625
5	1	351,709	2,288,535
5	2	351,712	2,288,528
5	3	351,702	2,288,527
5	4	351,704	2,288,534

La siguiente imágen muestra la ubicación física de los sitios de muestreo dentro de la superficie de cambio de uso de suelo.

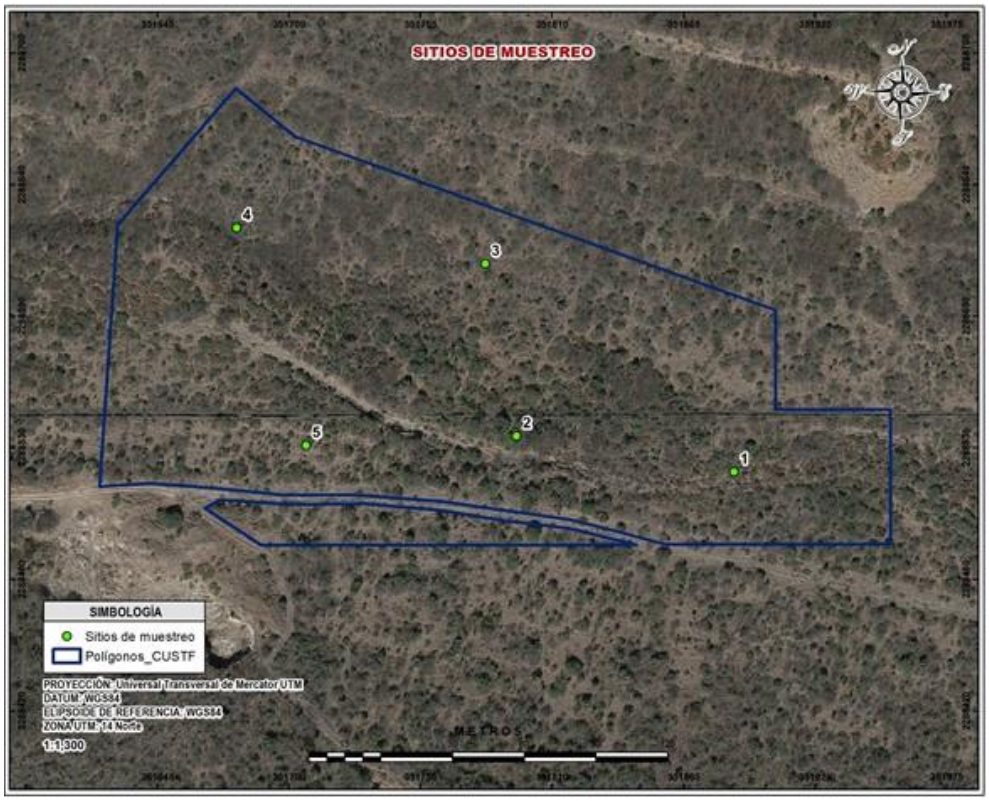


Figura IV.31 Ubicación de los puntos de muestreo en el predio

Metodología para la generación de Curva de acumulación de especies

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, siendo ésta el estimado de especies existentes.

A fin de determinar la cantidad de posibles especies presentes en el área del proyecto, incluyendo aquellas especies "raras" o de distribución "restringida" (considerando que no todas las especies tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución), se generó una curva de acumulación mediante el empleo del software denominado *EstimateS* en su versión 9.1.0. Para obtener la Rarefacción, dicho sistema, en un procedimiento de re-muestreo, selecciona al azar individuos o unidades de muestreo, hasta que todos los individuos o unidades de muestreo en la muestra de referencia se han acumulado.

Para generar las curvas de acumulación se realizaron los siguientes procedimientos:

a) Primero se integró la matriz de especies encontradas y su abundancia, matriz que indica en cada fila la abundancia por especie encontrada en cada sitio de muestreo (ubicados en cada columna).

b) La matriz antes referida se ingresó al sistema *EstimateS* en su versión 9.1.0, a fin de "aleatorizar" los datos y obtener los valores de la "curva empírica", es decir, la que se desprende de esta aleatorización.

c) Posteriormente los resultados de software *EstimateS* se ingresaron al sistema *STATISTICA*, el cual permitió el ajuste de los datos y la generación de la curva de acumulación mediante el método *Simplex & Quasi-Newton*, que de acuerdo a Jiménez –Valverde y Hortal (2003)[6] es uno de los métodos más robustos.

   Complementariamente se obtuvieron los calores relacionados a la curva de acumulación, como son el coeficiente de determinación R^2, la pendiente de la curva y la cobertura de especies, que permiten evaluar la confiabilidad del tamaño de muestra. En tal sentido se empleó el modelo Exponencial, también llamado Exponencial negativo ***S(t) = (a/b) *(1-exp(-b*t))*** por ser el que dio un mejor resultado por el tipo de datos obtendios en campo. El Coeficiente de determinación R^2, que para nuestro muestreo presenta valores cercanos 1, corrobora un buen ajuste de los datos al emplear el modelo Exponencial. Por su parte, la pendiente de la curva en todos los estratos o grupos florísticos tiene un valor menor a 0.1, lo que según Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "*nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable*".

   De esta forma se generaron las curvas de acumulación empleando la ecuación del modelo Exponencial ***S(t) = (a/b) *(1-exp(-b*t))***, donde ***S(t)*** es el número de especies estimado, ***t*** es el tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, ***a*** es la ordenada al origen, es decir la intercepción con el eje ***Y***, que representa la tasa de incremento de especies al inicio del muestreo, y ***b*** es la pendiente de la curva:

d) Para obtener la **asíntota** de la curva se dividió el valor de **a** entre **b** (**a/b**), obteniendo así, como resultado del análisis de los datos, el número de especies que se estima pueden ser encontradas en el área de muestreo.

Por otra parte, el cociente que resulta de la división del número de especies registradas en el muestreo entre las especies que se estima puedan ser encontradas, nos indica la cobertura que logramos sobre la riqueza de especies. En este sentido, tal y como lo refieren Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "*A menos que se alcance el número asintótico de especies (…) no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo (…). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza*

[6] Jiménez-Valverde A., 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-2003. Sección Artículos y Notas Pp. 151 – 161. Madrid. España.

asintótica se hacen estables". Con base en lo anterior, y a falta de parámetros aplicables al modelo Exponencial, es este (70%) el criterio que empleamos para determinar si nuestra muestra fue lo suficientemente completa.

Aunado a lo anterior también debe tomarse en cuenta, según los autores citados, que a medida que el inventario se va completando es cada vez más difícil encontrar nuevas especies en las unidades de muestro que se agregan, lo que tiene como consecuencia el decremento en la pendiente de la curva. De lo anterior se requiere un mayor esfuerzo para registrar nuevas especies. conllevaría mayores costos, sin embargo, la probabilidad de encontrar nuevas especies va disminuyendo con cada nueva unidad de muestreo, por lo que debe tomarse en cuenta la relación Resultado-Costo al momento de determinar el tamaño de la muestra.

Las curvas de acumulación de especies que resultan del procedimiento descrito muestran en el eje ***X*** el esfuerzo de muestreo efectuado (***t***; unidades de esfuerzo). y el eje ***Y*** representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado y los puntos sobre la línea son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo.

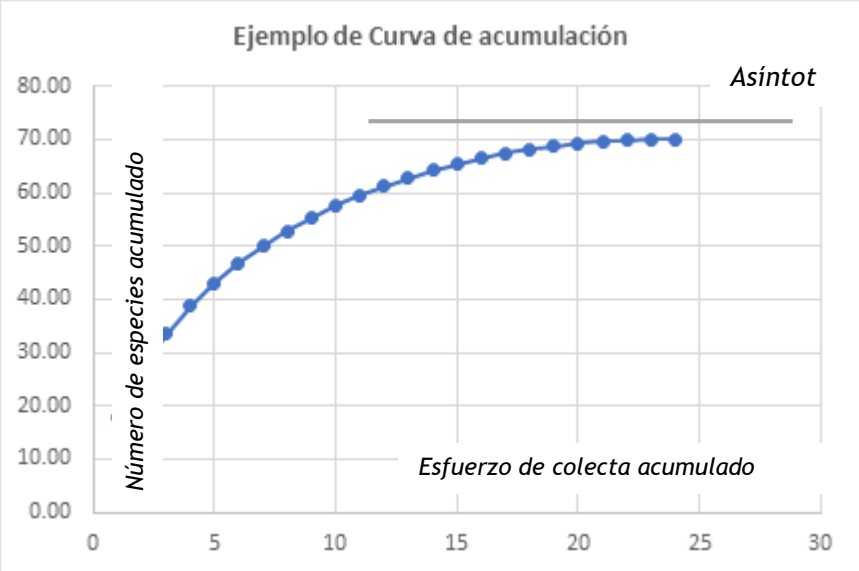


Figura IV.32 Ejemplo de una curva de acumulación de especies.

Los resultados de cada uno de los pasos antes indicados se integran como anexos al presente, en formato Excel bajo el nombre de archivo "***Curvas de Ac. Flora Selva BC***"". En él pueden encontrarse la matriz generada con los datos obtenidos en campo, las tablas de resultados emitidas por *EstimateS*, y los resultados que genera *STATISTICA* junto con la curva de acumulación.

Resultados de la Selva baja caducifolia

A continuación, se presentan las matrices generadas con los datos de campo para la **Selva baja caducifolia**, en las que se observa a las especies registradas dentro de la microcuenca por cada sitio de muestreo según su abundancia por especie en cada estrato. Estas matrices son las mismas con que se alimentó al sistema EstimateS para aleatorizar los datos 100 veces antes de ingresarlos al sistema *STATISTICA*.

Como se puede observar en las siguientes tablas fueron 21 los sitios de muestreo levantados en el área de cambio de uso de suelo, lo cual equivale a 84 sitios para el estrato herbáceo en virtud de que la metodología plantea el levantamiento de 4 sitios de este estrato por cada sitio arbóreo.

Tabla IV.41 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Arbóreo en la Selva baja caducifolia.

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Lysiloma microphylla	3	8	8	56	1
Karwinskia humboldtiana	15	25	12	8	6
Celtis pallida	9	9	2	11	6
Bursera fagaroides	3	16	17	7	12
Senna polyantha	5	9	2	2	4
Prosopis laevigata	5	4	1	1	5
Forestiera phillyreoides	2	1	0	1	1
Acacia farnesiana	1	0	4	0	4
Ipomoea murucoides	0	1	0	0	0
Bursera palmeri	0	0	0	0	1

Tabla IV.42 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Arbustivo en el Selva baja caducifolia.

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Justicia spicigera	13	38	2	39	0
Croton ciliatoglandulifer	16	29	25	21	19
Mimosa aculeaticarpa	19	0	0	17	0
Calliandra eriophylla	21	0	103	0	0
Ambrosia cordifolia	0	8	49	17	0
Iresine schaffneri	2	19	3	2	1

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Trixis californica	5	10	0	1	0
Jatropha dioica	0	0	42	5	10
Malvastrum bicuspidatum	0	0	0	5	25
Metastelma angustifolium	2	3	0	1	0
Matelea pilosa	1	0	8	0	0

Tabla IV.43 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del grupo de Cactáceas en la Selva baja caducifolia.

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Myrtillocactus geometrizans	1	2	16	4	0
Opuntia hyptiacantha	0	3	6	3	7
Opuntia pubescens	0	1	1	10	0
Peniocereus serpentinus	0	2	0	0	0

Tabla IV.44 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Herbáceo en la Selva baja caducifolia.

Especie	Sitio de muestreo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Melinis repens	7	0	0	5	4	7	0	7	3	7
Commelina diffusa	3	5	2	0	0	0	6	0	1	5
Distichlis spicata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dichondra argentea	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0
Bouteloua curtipendula	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0
Cheilanthes bonariensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetramerium nervosum	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Hybanthus attenuatus	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Sedum rupestre	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3

Especie	Sitio de muestreo									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Melinis repens	12	3	3	13	3	0	4	2	0	6
Commelina diffusa	0	0	0	5	2	4	10	0	0	12

Especie	Sitio de muestreo									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distichlis spicata	0	0	0	0	0	19	5	0	0	0
Dichondra argentea	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Bouteloua curtipendula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheilanthes bonariensis	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0
Tetramerium nervosum	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
Hybanthus attenuatus	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Sedum rupestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Por lo que respecta a los resultados generados por *EstimateS*, que permiten la construcción de la "curva empírica", se tuvieron los siguientes resultados, que serán ajustados empleando el software *STATISTICA* mediante el modelo Exponencial.

Tabla IV.45 Valores de la curva empírica generados por *EstimateS*, de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Cactáceas en la Selva baja caducifolia.

Sitios de muestreo	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas
	S(est)	S(est)	S(est)
1	7.8	2.4	6.8
2	8.7	3.3	9.4
3	9.2	3.6	10.6
4	9.6	3.8	11
5	10	4	11

Tabla IV.46 Valores de la curva empírica generados por *EstimateS*, del estrato Herbáceo en el en la Selva baja caducifolia.

Sitio	S(est)	Sitio	S(est)
1	2.05	11	7.79
2	3.21	12	8.07
3	4.03	13	8.31
4	4.69	14	8.51
5	5.28	15	8.68
6	5.83	16	8.81
7	6.3	17	8.9
8	6.72	18	8.97

Sitio	S(est)	Sitio	S(est)
9	7.12	19	9
10	7.47	20	9

Curva de acumulación de especies de la Selva baja caducifolia

Las curvas de acumulación para la Selva baja caducifolia caducifolio resultaron como sigue:

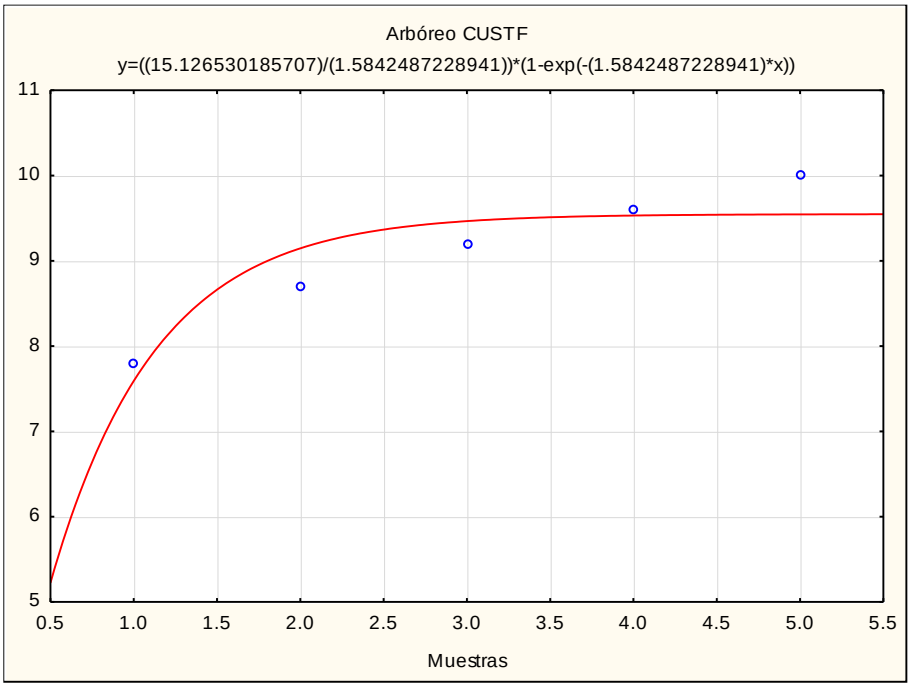


Figura IV.33 Curva de acumulación del estrato Arbóreo en el área de cambio de uso de suelo, para la Selva baja caducifolia

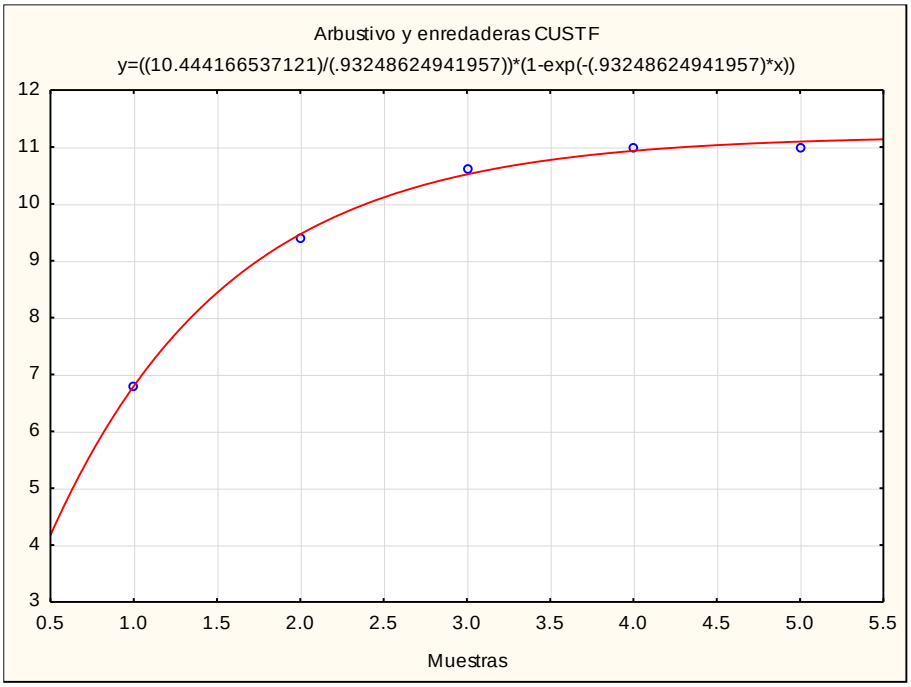


Figura IV.34 Curva de acumulación del estrato Arbustivo y Enredaderas en el área de cambio de uso de suelo, para la Selva baja caducifolia

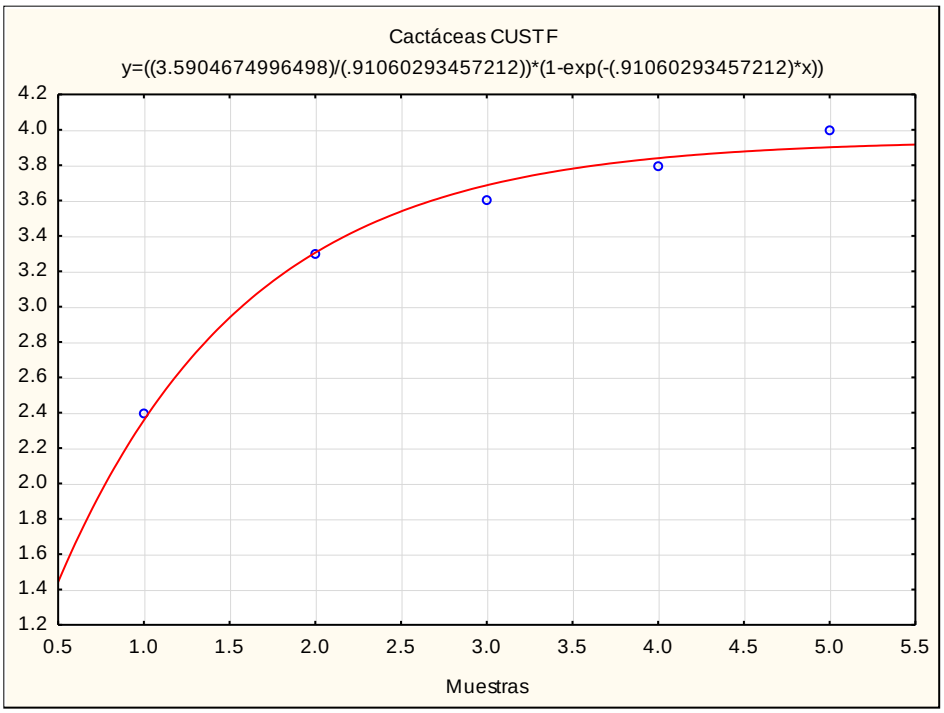


Figura IV.35 Curva de acumulación del grupo de Cactáceas en el área de cambio de uso de suelo, para la Selva baja caducifolia

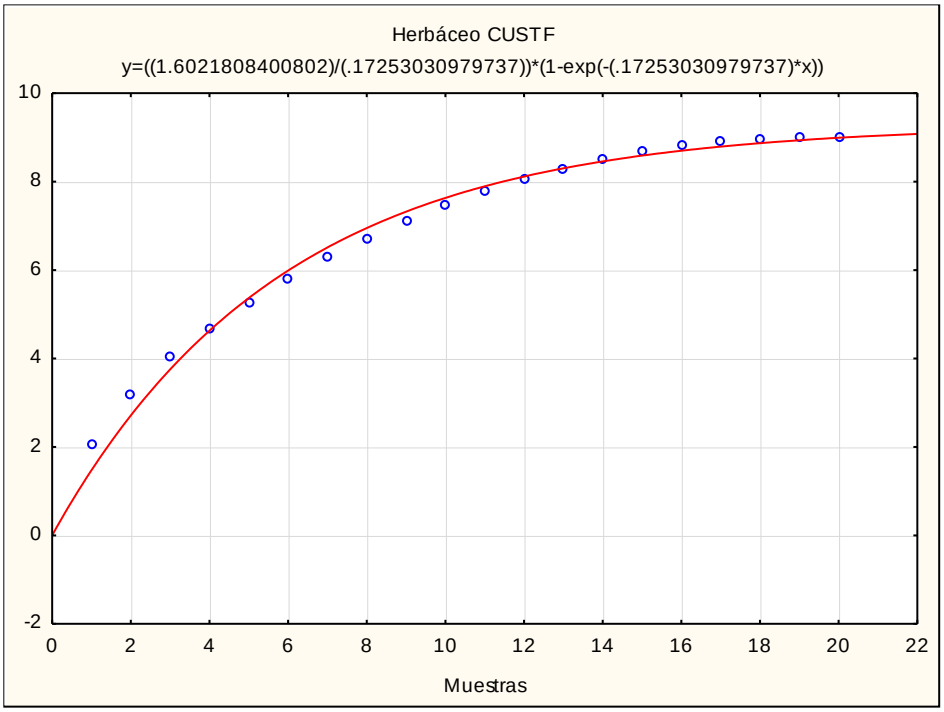


Figura IV.36 Curva de acumulación del estrato Herbáceo en el área de cambio de uso de suelo, para la Selva baja caducifolia

Tabla IV.47 Parámetros para cada estrato en el área de cambio de uso de suelo en la Selva baja caducifolia.

Parámetro	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas	Herbáceas
Sitios de Muestreo	5	5	5	20
Especies Muestreadas	10	4	11	9
Asíntota (especies)	10	4	12	10
Pendiente al Final de la Curva	0.0055	0.0378	0.0986	0.0508
Cobertura de especies %	100	100	91.67	90.00
Coeficiente de determinación R^2	0.8193	0.9868	0.9981	0.9892

Los resultados en la Selva baja caducifolia indican que el muestro registró un número aceptable (casi la totalidad) de las especies que se estima están presentes en el área de cambio de uso de suelo, lo que se corrobora con la cobertura de más del 90% de las especies y una pendiente de la curva igual o menor a 0.1 en todos los casos. Por su parte, la R^2 (coeficiente de correlación) nos indica un buen ajuste del modelo a nuestro muestreo.

Toma de información en campo

Una vez definido el tamaño de muestra, ubicados los sitios en imagen de satélite y registradas las coordenadas se realizó el trabajo de campo que consistió en:

1. Para los estratos arbóreo y cactáceas se delimitaron sitios circulares de muestreo de 500 m^2 con 12.62 m de radio, se ubicó el centro con una bandera y se lanzaron cuatro radios a los cuatro puntos cardinales marcándolo con una cinta plástica amarilla.

Figura IV.37 Delimitación de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.

2. Para el estrato arbustivo y las enredaderas se usó el mismo centro delimitado para los árboles y las cactáceas y se lanzaron radios de 5.64 m para obtener un sitio de 100 m^2.

Figura IV.38 Delimitación con cinta plástica de los sitios de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas.

3. Para el estrato herbáceo se establecieron cuatro parcelas de 1 m^2 ubicadas en el cada uno de los cuadrantes generados en el estrato arbóreo, las parcelas se delimitaron con un bastidor y se marcaron con estacas de madera pintadas con pintura de color visible.

Figura IV.39 Delimitación de las parcelas del estrato Herbáceo.

Ya delimitados los sitios para árboles y cactáceas se registraron por especie para los árboles los datos dasométricos como abundancia, altura total y diámetro de copa para los estratos arbóreo, cactáceas, así como arbustos y enredaderas. Para las herbáceas se les asignó un valor de porcentaje de ocupación dentro de un metro cuadrado.

Análisis de diversidad de la vegetación

Riqueza y abundancia de especies

La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios (McIntosh, 1967).

Abundancia relativa

La abundancia relativa es el número de especímenes de una especie que se registran dentro de las unidades de muestreo en relación con el número total de especies presentes en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Donde:

Ar =Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

A_{total} = Número Total de individuos de todas las especies

A partir de la información levantada en campo se calculó la riqueza y abundancia relativa por cada uno de los estratos, es decir la abundancia de una especie en referencia a la abundancia de todas las especies registradas en el área de cambio de uso de suelo; la memoria de cálculo forma parte de los anexos.

Abundancia por hectárea

LA fórmula para obtener la abundancia por hectárea es la siguiente:

*AH=N/(SM)*10,000*

Donde:

AH= Abundancia por hectárea

N= número de individuos contados por especie

SM= Superficie muestreada en m^2

10,000= Superficie de una hectárea en m^2

Índice de Shannon-Wiener

Para el cálculo de la biodiversidad en este estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener *H'*.

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies *S*. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de *S* especies y *N* individuos. Por lo tanto, *H'* = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, *H'* será máxima cuando todas las especies *S* estén representadas por el mismo número de individuos *ni*, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Para el cálculo de este parámetro se utiliza el log en base *2* de la abundancia relativa y los resultados se expresan como *bits/ind.*

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde

pi = abundancia proporcional de la especie *i*, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran menciona que para el Índice de Shannon- Wiener, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Otro índice utilizado en este estudio fue el índice de equidad de Pielou que 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 igual de abundantes.

Índice de valor de importancia IVI

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

IVI = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

Donde:

Frecuencia relativa (FR). La frecuencia es estimada como el número de unidades de muestreo (parcelas) en que apareció cada especie, es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral particular.

FR= Frecuencia de la especie x / Σ de las frecuencias de todas las especies (100)

Densidad relativa (DR). Es el número de individuos (N) en un área determinada (A) y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada.

Densidad= No. Individuos/área muestreada

Densidad relativa= Densidad de una especie x 100 / Densidad de todas las especies

Dominancia relativa (DmR). En árboles se calcula el área basal y se convierte a porcentaje de cobertura, para las herbáceas, arbustivas y cactáceas se puede expresar únicamente como porcentaje de cobertura.

DmR= área basal de la especie x / Σ del área basal de todas las especies (100)

Resultados del inventario forestal

Con la información recabada en el muestreo, se obtuvieron los siguientes datos; riqueza, abundancia y biodiversidad de las especies en los diferentes estratos:

A partir de la información levantada en campo se calculó la riqueza y abundancia relativa por cada uno de los estratos, es decir la abundancia de una especie en referencia a la abundancia de todas las especies registradas en el área de cambio de uso de suelo; la memoria de cálculo forma parte de los anexos.

Tabla IV.48 Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbóreo.

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Karwinskia humboldtiana*	15	4	*Lysiloma microphylla*	56
1	*Celtis pallida*	9	4	*Celtis pallida*	11
1	*Senna polyantha*	5	4	*Karwinskia humboldtiana*	8
1	*Prosopis laevigata*	5	4	*Bursera fagaroides*	7
1	*Lysiloma microphylla*	3	4	*Senna polyantha*	2

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Bursera fagaroides*	3	4	*Forestiera phillyreoides*	1
1	*Forestiera phillyreoides*	2	4	*Prosopis laevigata*	1
1	*Acacia farnesiana*	1	**Sitio 4**		**86**
Sitio 1		**43**	5	*Bursera fagaroides*	12
2	*Karwinskia humboldtiana*	25	5	*Celtis pallida*	6
2	*Bursera fagaroides*	16	5	*Karwinskia humboldtiana*	6
2	*Senna polyantha*	9	5	*Prosopis laevigata*	5
2	*Celtis pallida*	9	5	*Acacia farnesiana*	4
2	*Lysiloma microphylla*	8	5	Senna polyantha	4
2	*Prosopis laevigata*	4	5	*Lysiloma microphylla*	1
2	*Ipomoea murucoides*	1	5	Forestiera phillyreoides	1
2	*Forestiera phillyreoides*	1	5	Bursera palmeri	1
Sitio 2		**73**	**Sitio 5**		**40**
3	*Bursera fagaroides*	17	**Total general**		**288**
3	*Karwinskia humboldtiana*	12			
3	*Lysiloma microphylla*	8			
3	*Acacia farnesiana*	4			
3	*Senna polyantha*	2			
3	*Celtis pallida*	2			
3	*Prosopis laevigata*	1			
Sitio 3		**46**			

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla IV.49 Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbóreo.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	*Lysiloma microphylla*	Palo de Arco	304	0.2639	1.9220	0.5072	No endémica	No enlistada
2	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	264	0.2292	2.1255	0.4871	No endémica	No enlistada
3	*Celtis pallida*	Granjeno	148	0.1285	2.9605	0.3803	No endémica	No enlistada
4	*Bursera fagaroides*	Palo Xixote	220	0.1910	2.3886	0.4561	No endémica	No enlistada
5	*Senna polyantha*	Palo fierro	88	0.0764	3.7105	0.2834	No endémica	No enlistada
6	*Prosopis laevigata*	Mezquite	64	0.0556	4.1699	0.2317	No endémica	No enlistada

No.	Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
7	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	20	0.0174	5.8480	0.1015	No endémica	No enlistada
8	*Acacia farnesiana*	Huizache	36	0.0313	5.0000	0.1563	No endémica	No enlistada
9	*Ipomoea murucoides*	Palo bobo	4	0.0035	8.1699	0.0284	No endémica	No enlistada
10	*Bursera palmeri*	Copal Prieto	4	0.0035	8.1699	0.0284	No endémica	No enlistada
Totales			**1,152**	**1.0000**	**44.4648**	**2.6604**	**0 Endémicas**	**0 En Peligro de Extinción**
Riqueza (S)			**10**					**0 Amenazada**
Índice de Shannon			**2.6604**					**0 Sujeta a Protección Especial**
Diversidad máx			**3.3219**					
Equidad (J)			**0.8009**					

El estrato árboreo en el área de cambio de uso de suelo posee una riqueza específica de **10 especies**, las cuales tienen una **distribución de 0.8009,** lo que refleja una equidad media casi alta. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arboreo en nuestra área de estudio es de **3.3219** y la **H´es de 2.6604** (bits/individuo), lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra en el rango de 1.6 a 3.4 según Magurran. La abuncia relativa nos indica que la especie dominante en el área de cambio de uso de suelo es el Palo de arco (*Lysiloma microphylla*), junto con la Tullidora (*Karwinskia humboldtiana).* Tomando en cuenta la abundacia relativa, las especies más susceptibles a ser afectadas por el cambio de uso de suelo son el Copal prieto (*Bursera palmeri*), Palo bobo (*Ipomoea murucoides*), Acebuche (*Forestiera phillyreoides) y* Huizache (*Acacia farnesiana*).

Tabla IV.50 Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbustivo y Enredaderas.

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Calliandra eriophylla*	21	3	*Matelea pilosa*	8
1	*Mimosa aculeaticarpa*	19	3	*Iresine schaffneri*	3
1	*Croton ciliatoglandulifer*	16	3	*Justicia spicigera*	2
1	*Justicia spicigera*	13	**Sitio 3**		**232**
1	*Trixis californica*	5	4	*Justicia spicigera*	39
1	*Iresine schaffneri*	2	4	*Croton ciliatoglandulifer*	21
1	*Metastelma angustifolium*	2	4	*Ambrosia cordifolia*	17

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Matelea pilosa*	1	4	*Mimosa aculeaticarpa*	17
Sitio 1		**79**	4	*Malvastrum bicuspidatum*	5
2	*Justicia spicigera*	38	4	*Jatropha dioica*	5
2	*Croton ciliatoglandulifer*	29	4	*Iresine schaffneri*	2
2	*Iresine schaffneri*	19	4	*Metastelma angustifolium*	1
2	*Trixis californica*	10	4	*Trixis californica*	1
2	*Ambrosia cordifolia*	8	**Sitio 4**		**108**
2	*Metastelma angustifolium*	3	5	*Malvastrum bicuspidatum*	25
Sitio 2		**107**	5	*Croton ciliatoglandulifer*	19
3	*Calliandra eriophylla*	103	5	*Jatropha dioica*	10
3	*Ambrosia cordifolia*	49	5	*Iresine schaffneri*	1
3	*Jatropha dioica*	42	**Sitio 5**		**55**
3	*Croton ciliatoglandulifer*	25	**Total general**		**581**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla IV.51 Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbustivo y Enredaderas.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	*Justicia spicigera*	Flama roja 3	1,840	0.1583	2.6588	0.4210	No endémica	No enlistada
2	*Croton ciliatoglandulifer*	Solimán	2,200	0.1893	2.4010	0.4546	No endémica	No enlistada
3	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de Gato	720	0.0620	4.0125	0.2486	No endémica	No enlistada
4	*Calliandra eriophylla*	Charrasquilla	2,480	0.2134	2.2282	0.4756	No endémica	No enlistada
5	*Ambrosia cordifolia*	Vara de Cuete	1,480	0.1274	2.9729	0.3787	No endémica	No enlistada
6	*Iresine schaffneri*	Pie de Paloma	540	0.0465	4.4275	0.2058	No endémica	No enlistada
7	*Trixis californica*	Hierba del aire	320	0.0275	5.1824	0.1427	No endémica	No enlistada
8	*Jatropha dioica*	Sangregado	1,140	0.0981	3.3495	0.3286	No endémica	No enlistada
9	*Malvastrum bicuspidatum*	Huinare	600	0.0516	4.2755	0.2208	No endémica	No enlistada
10	*Metastelma angustifolium*	Bejuco alcatraz	120	0.0103	6.5974	0.0681	No endémica	No enlistada
11	*Matelea pilosa*	Estrella de Zopilote	180	0.0155	6.0125	0.0931	No endémica	No enlistada

Totales	**11,620**	**1.0000**	**44.1183**	**3.0375**	**0 Endémicas**	**0 En Peligro de Extinción**
Riqueza (S)	**11**					**0 Amenazada**
Índice de Shannon	**3.0375**					**0 Sujeta a Protección Especial**
Diversidad máx	**3.4594**					
Equidad (J)	**0.8780**					

El estrato Arbustivo y enredaderas en el área sujeta a cambio de uso de suelo posee una riqueza específica de **11 especies**, las cuales tienen una distribución de **0.8780,** lo que refleja una equidad alta, que indica que la mayoría de las especies presentes tiene una distribución equitativa. Las especies Charrasquilla (*Calliandra eriophylla*), Solimán (*Croton ciliatoglandulifer*) y Flama roja 3 (*Justicia spicigera*) son las mayormente distribuidas, presentando la mayor abundancia en el ecosistema. El resto de las especies tienen una abundancia proporcional. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en nuestra área de estudio es de 3.4594 y la **H´**es de **3.0375** (bits/individuo) lo que nos indica un índice de diversidad medio ya que se supera por debajo del valor de 3.5 según Magurran. Tomando en cuenta la abundacia relativa, las especies más susceptibles a ser afectadas por el cambio de uso de suelo son el Bejuco alcatraz (*Metastelma angustifolium*), y la Estrella de zopilote (*Matelea pilosa*).

Tabla IV.52 Abundancia por sitio de muestreo del grupo de Cactáceas.

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	*Myrtillocactus geometrizans*	1
Sitio 1		**1**
2	*Opuntia hyptiacantha*	3
2	*Myrtillocactus geometrizans*	2
2	*Peniocereus serpentinus*	2
2	*Opuntia pubescens*	1
Sitio 2		**8**
3	*Myrtillocactus geometrizans*	16
3	*Opuntia hyptiacantha*	6
3	*Opuntia pubescens*	1
Sitio 3		**23**
4	*Opuntia pubescens*	10

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
4	*Myrtillocactus geometrizans*	4
4	*Opuntia hyptiacantha*	3
Sitio 4		**17**
5	*Opuntia hyptiacantha*	7
Sitio 5		**7**
Total general		**56**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla IV.53 Integración del Índice de Shannon-Wiener del grupo de Cactáceas.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	92	0.4107	1.2838	0.5273	No endémica	No enlistada
2	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal Hartón	76	0.3393	1.5594	0.5291	No endémica	No enlistada
3	*Opuntia pubescens*	Perrito	48	0.2143	2.2224	0.4762	No endémica	No enlistada
4	*Peniocereus serpentinus*	Reina de la Noche	8	0.0357	4.8074	0.1717	No endémica	No enlistada
	Totales		**224**	**1.0000**	**9.8730**	**1.7043**	**0 Endémicas**	**0 En Peligro de Extinción**
	Riqueza (S)		**4**					**0 Amenazada**
	Índice de Shannon		**1.7043**					**0 Sujeta a Protección Especial**
	Diversidad máx		**2.0000**					
	Equidad (J)		**0.8521**					

En las cactáceas fueron 4 **las especies** encontradas, las cuales tienen una **distribución de 0.8521,** lo que refleja una equidad alta, esto se debe a que 3 de las 4 espceies presentes tienne una distribución equitativa. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato de las cactáceas en nuestra área de estudio es de **2.0** y la **H´**es de **1.7043** (bits/individuo) lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra dentro del rango de 1.6 a 3.5 según Magurran. La abundancia relativa nos indica que no hay una especie dominante en el área de cambio de uso de suelo. También nos indica que la especie más susceptible a ser afectada por el cambio de uso de suelo es la Reina de la Noche (*Peniocereus serpentinus*).

Tabla IV.54 Abundancia por sitio y por parcela de muestreo del estrato Herbáceo.

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	1	*Melinis repens*	7	3	3	*Melinis repens*	12
1	1	*Commelina diffusa*	3		**Parcela 3**		**12**
	Parcela 1		**10**	3	4	*Melinis repens*	3
1	2	*Commelina diffusa*	5		**Parcela 4**		**3**
	Parcela 2		**5**	4	1	*Cheilanthes bonariensis*	6
1	3	*Bouteloua curtipendula*	2	4	1	*Melinis repens*	3
1	3	*Commelina diffusa*	2	4	1	*Dichondra argentea*	3
	Parcela 3		**4**		**Parcela 1**		**12**
1	4	*Melinis repens*	5	4	2	*Melinis repens*	13
	Parcela 4		**5**	4	2	*Commelina diffusa*	5
2	1	*Melinis repens*	4	4	2	*Cheilanthes bonariensis*	2
2	1	*Bouteloua curtipendula*	3		**Parcela 2**		**20**
	Parcela 1		**7**	4	3	*Melinis repens*	3
2	2	*Melinis repens*	7	4	3	*Commelina diffusa*	2
2	2	*Tetramerium nervosum*	2		**Parcela 3**		**5**
2	2	*Dichondra argentea*	2	4	4	*Distichlis spicata*	19
	Parcela 2		**11**	4	4	*Commelina diffusa*	4
2	3	*Commelina diffusa*	6		**Parcela 4**		**23**
2	3	*Sedum rupestre*	2	5	1	*Commelina diffusa*	10
	Parcela 3		**8**	5	1	*Distichlis spicata*	5
2	4	*Melinis repens*	7	5	1	*Melinis repens*	4
2	4	*Hybanthus attenuatus*	3		**Parcela 1**		**19**
	Parcela 4		**10**	5	2	Melinis repens	2
3	1	*Dichondra argentea*	3		**Parcela 2**		**2**
3	1	*Melinis repens*	3	5	3	Tetramerium nervosum	8
3	1	*Commelina diffusa*	1	5	3	Hybanthus attenuatus	5
	Parcela 1		**7**		**Parcela 3**		**13**
3	2	*Melinis repens*	7	5	4	Commelina diffusa	12
3	2	*Commelina diffusa*	5	5	4	Melinis repens	6
3	2	*Sedum rupestre*	3		**Parcela 4**		**18**
	Parcela 2		**15**		**Total general**		**209**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Tabla IV.55 Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Herbáceo.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia /ha	Pi	Log2Pi	Pi*Log2Pi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	*Melinis repens*	Pasto colorado	43,000	0.4115	1.2811	0.5271	No endémica	No enlistada
2	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	27,500	0.2632	1.9260	0.5068	No endémica	No enlistada
3	*Distichlis spicata*	Pasto espiga	12,000	0.1148	3.1224	0.3586	No endémica	No enlistada
4	*Dichondra argentea*	Oreja de ratón	4,000	0.0383	4.7074	0.1802	No endémica	No enlistada
5	*Bouteloua curtipendula*	Pasto banderita	2,500	0.0239	5.3854	0.1288	No endémica	No enlistada
6	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho 2	4,000	0.0383	4.7074	0.1802	No endémica	No enlistada
7	*Tetramerium nervosum*	Olotillo	5,000	0.0478	4.3854	0.2098	No endémica	No enlistada
8	*Hybanthus attenuatus*	Pétalo morado	4,000	0.0383	4.7074	0.1802	No endémica	No enlistada
9	*Sedum rupestre*	Sedum	2,500	0.0239	5.3854	0.1288	No endémica	No enlistada
	Totales		**104,500**	**1.0000**	**35.6079**	**2.4006**	**0 Endémicas**	**0 En Peligro de Extinción**
	Riqueza (S)		**9**					**0 Amenazada**
	Índice de Shannon		**2.4006**					**0 Sujeta a Protección Especial**
	Diversidad máx		**3.1699**					
	Equidad (J)		**0.7573**					

Finalmente, el estrato Herbáceo en el área de cambio de uso de suelo posee una riqueza específica de **9 especies**, las cuales tienen una distribución de **0.7573,** que refleja una equidad media, esto se puede observar en que la abundancia de la mitad de las especies es proporcional entre sí, la máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en nuestra área de estudio es de **3.1699** y la **H´**es de **2.4006** (bits/individuo) lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra en el rango de 1.6 a 3.5 según Magurran. La abuncia relativa nos indica que la especie dominante en el área de cambio de uso de suelo es el Pasto colorado (*Melinis repens*). Tomando en cuenta la abundacia relativa las especies más susceptibles a ser afectadas por el cambio de uso de suelo son el Sedum (*Sedum rupestre)* y el Pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*).

La siguiente tabla muestra el resumen de los índices de biodiversidad obtenidos para cada grupo o estrato florístico de la Selva baja caducifolia. Se puede observar que el estrato Arbustivo y de enredaderas es el que mayor riqueza e índice de biodiversidad presenta, esto debido a que la mayor parte de las especies de este estrtao se encuentran

bien distribuidas. El estrato que menor riqueza posee es el grupo de Cactáceas, con únicamente 4 especies, presentando un índice de biodiversidad de 1.7043, esto quiere decir que se trata de un bosque en buen estado de conservación debido a que el dosel medio y alto es abundante, por lo que las especies de bajo porte son pocas. Es importante mencionar que se rescatarán y reubicarán todos los individuos del predio sujeto a cambio de uso de suelo que pertenezcan al grupo de cactáceas, así como algunas especies de los estratos Arbóreo y Arbustivo con el fin de que no se vea afectada la biodiversidad de la microcuenca.

Tabla IV.56 Resumen de Riqueza, Biodiversidad y Equidad

Estrato	Riqueza Microcuenca	Índice de Biodiversidad (H') área de cambio de uso de suelo	Indice de Biodiversidad Máximo (H'máx) área de cambio de uso de suelo	Indice de Equidad (H'/H'máx) área de cambio de uso de suelo
Arbóreo	10	2.6604	3.3219	0.8009
Cactáceas	4	1.7043	2.0000	0.8521
Arbustivo y Enredaderas	11	3.0375	3.4594	0.8780
Herbáceo	9	2.4006	3.1699	0.7573
TOTAL	**34**			

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

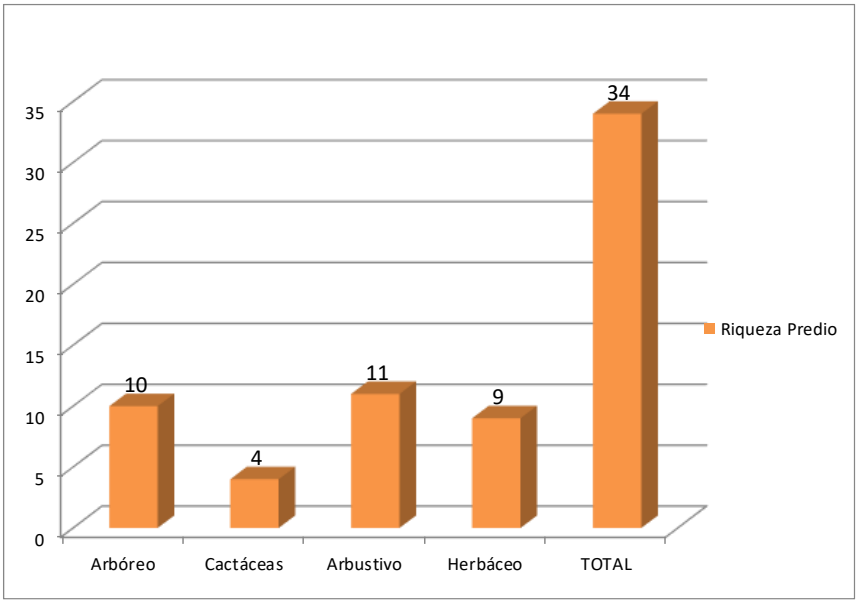


Figura IV.40 Riqueza de flora, por estrato y total de la Selva baja caducifolia

Resultados Índice de valor de importancia IVI de la Selva baja caducifolia

Tabla IV.57 Valor de Importancia de las especies del estrato Arbóreo, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	*Lysiloma microphylla*	Palo de Arco	12.8205	26.3889	37.1336	76.3430
2	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	12.8205	22.9167	13.5743	49.3114
3	*Celtis pallida*	Granjeno	12.8205	12.8472	14.7708	40.4385
4	*Bursera fagaroides*	Palo Xixote	12.8205	19.0972	8.0252	39.9429
5	*Senna polyantha*	Palo fierro	12.8205	7.6389	14.8979	35.3573
6	*Prosopis laevigata*	Mezquite	12.8205	5.5556	8.8729	27.2490
7	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	10.2564	1.7361	1.4509	13.4435
8	*Acacia farnesiana*	Huizache	7.6923	3.1250	0.8759	11.6932
9	*Ipomoea murucoides*	Palo bobo	2.5641	0.3472	0.3657	3.2770
10	*Bursera palmeri*	Copal Prieto	2.5641	0.3472	0.0329	2.9442
	Totales		**100**	**100**	**100**	**300**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

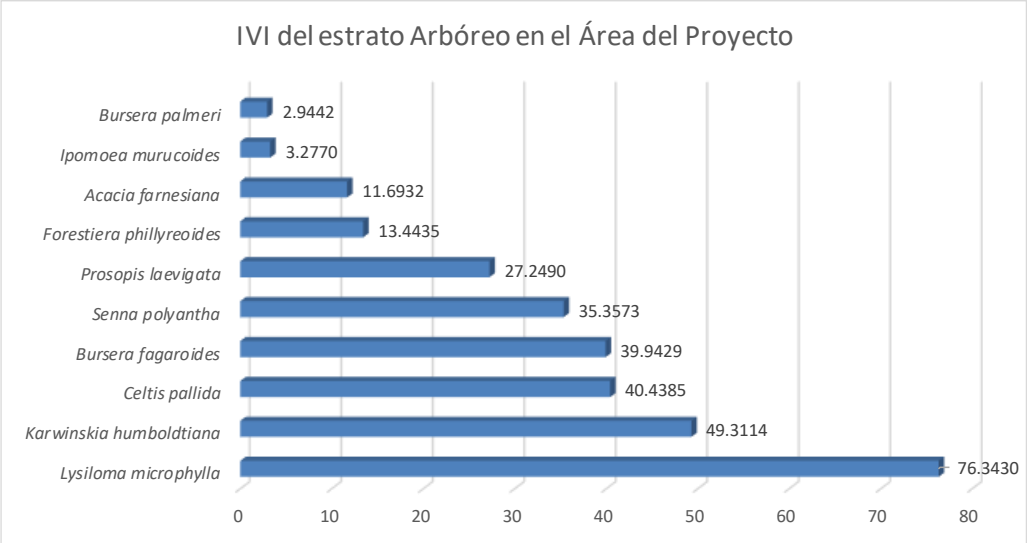


Figura IV.41 Gráfica del Índice de valor de la importancia del estrato Arbóreo

En el estrato arbóreo la especie con mayor valor de importancia es el Palo de arco (*Lysiloma microphylla*) con un IVI de 76.3430, esto se debe principalmente a su mayor densidad y dominancia relativas; en contra parte, la especie

que presentó menor IVI fue el Copal prieto (*Bursera palmeri*). por lo que en la superficie de cambio de uso de suelo se deberá tener prioridad con esta especie en el rescate, debido a que es la más suscepible a dicho cambio.

Tabla IV.58 Valor de Importancia de las especies del estrato Arbustivo y Enredaderas, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	*Justicia spicigera*	Flama roja 3	11.7647	15.8348	25.7902	53.3896
2	*Croton ciliatoglandulifer*	Solimán	14.7059	18.9329	8.9175	42.5563
3	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de Gato	5.8824	6.1962	27.8066	39.8852
4	*Calliandra eriophylla*	Charrasquilla	5.8824	21.3425	11.0872	38.3121
5	*Ambrosia cordifolia*	Vara de Cuete	8.8235	12.7367	3.5493	25.1095
6	*Iresine schaffneri*	Pie de Paloma	14.7059	4.6472	1.3290	20.6821
7	*Trixis californica*	Hierba del aire	8.8235	2.7539	8.8575	20.4349
8	*Jatropha dioica*	Sangregado	8.8235	9.8107	1.2405	19.8747
9	*Malvastrum bicuspidatum*	Huinare	5.8824	5.1635	4.6018	15.6476
10	*Metastelma angustifolium*	Bejuco alcatraz	8.8235	1.0327	3.9317	13.7880
11	*Matelea pilosa*	Estrella de Zopilote	5.8824	1.5491	2.8888	10.3202
	Totales		**100**	**100**	**100**	**300**

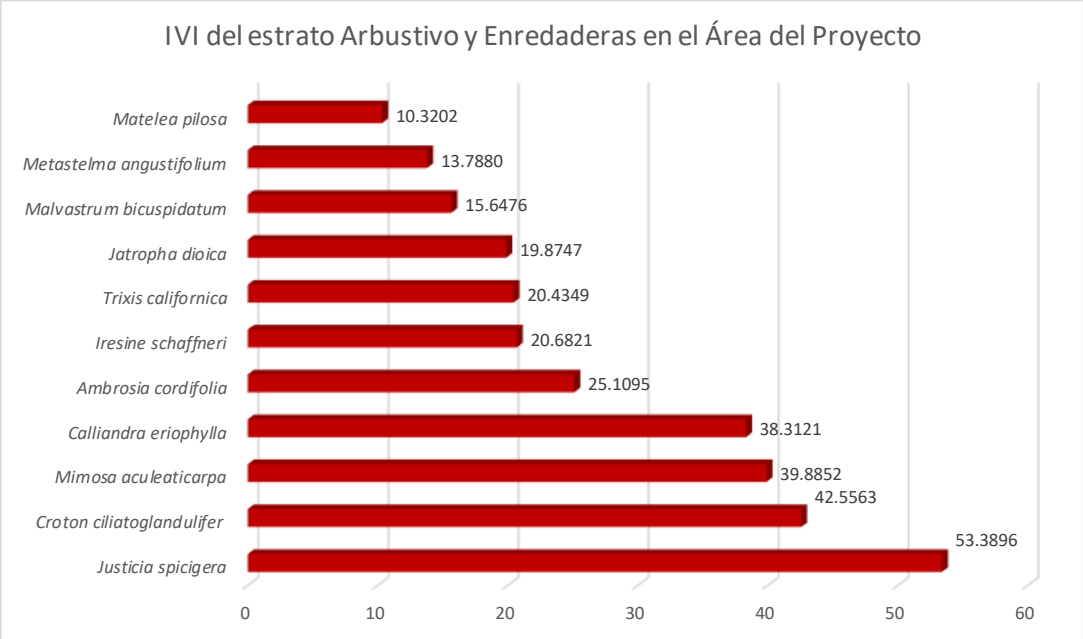


Figura IV.42 Índice de valor de la importancia del estrato Arbustivo y Enredaderas

En la grafica anterior se puede apreciar que existe una distribución equitativa de las especies en este grupo florístico, sin embargo la especie más susceptible con la ejecución del cambio de uso de suelo es el Bejuco alcatraz (*Metastelma angustifolium*), que presenta un IVI bajo de 10.3202; las especies que están mejor representadas según el IVI son la Flama roja 3 (*Justicia spicigera*), el Solimán (*Croton ciliatoglandulifer)* y la Uña de gato *(Mimosa aculeaticarpa*), con IVI's de 53.3896, 42.5563 y 39.8852 respectivamente.

Tabla IV.59 Valor de Importancia de las especies del grupo de Cactáceas, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	33.3333	41.0714	64.5743	138.9791
2	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal Hartón	33.3333	33.9286	35.3510	102.6129
3	*Opuntia pubescens*	Perrito	25.0000	21.4286	0.0736	46.5022
4	*Peniocereus serpentinus*	Reina de la Noche	8.3333	3.5714	0.0010	11.9058
	Totales		**100**	**100**	**100**	**300**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

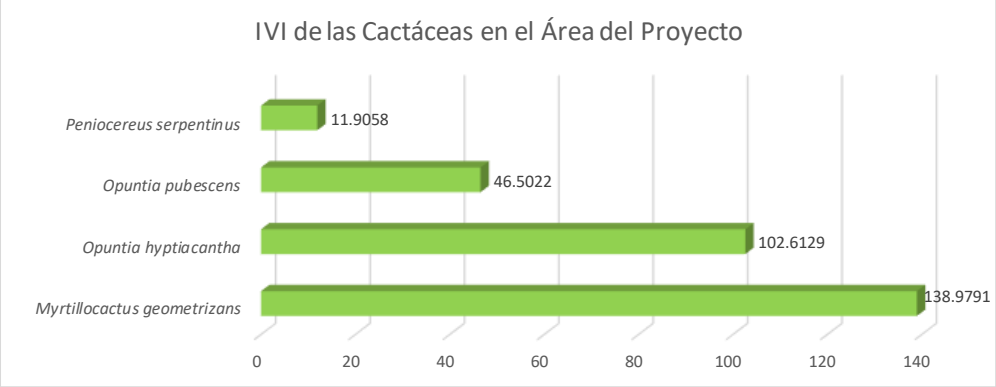


Figura IV.43 Índice de valor de la importancia del grupo de Cactáceas de la Selva baja caducifolia

Este estrato presenta una riqueza de 4 especies, siendo el Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) y el Nopal hartón (*Opuntia hyptiacantha*) los que mejor están representados con IVI's de 138.9791 y 102.6129 respectivamente. Contrastan con ellos la Reina de la noche (*Peniocereus serpentinus*) y el Perrito (*Opuntia pubescens*), os cuales presentan el menor IVI de las especies existentes, con 11.9058 y 46.5022 respectivamente. Observando la gráfica se puede concluir que en las superficies de cambio de uso de suelo se debe de tener en consideración el rescate de estas especies por haberse encontrado en muy baja abundancia, por lo que se prestará mayor atención a las especies más susceptibles que son las que presentan menor IVI; Sin embargo, como ya se mencionó, todas las especies de este grupo florístico serán rescatadas del área de cambio de uso de suelo.

Tabla IV.60 Valor de Importancia de las especies del estrato Herbáceo, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	*Melinis repens*	Pasto colorado	36.5854	41.1483	32.5000	110.2337
2	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	26.8293	26.3158	23.0000	76.1451
3	*Distichlis spicata*	Pasto espiga	4.8780	11.4833	10.0000	26.3613
4	*Dichondra argentea*	Oreja de ratón	7.3171	3.8278	14.0000	25.1448
5	*Bouteloua curtipendula*	Pasto banderita	4.8780	2.3923	6.0000	13.2704
6	*Cheilanthes bonariensis*	Helecho 2	4.8780	3.8278	4.5000	13.2058
7	*Tetramerium nervosum*	Olotillo	4.8780	4.7847	3.5000	13.1627
8	*Hybanthus attenuatus*	Pétalo morado	4.8780	3.8278	4.0000	12.7058
9	*Sedum rupestre*	Sedum	4.8780	2.3923	2.5000	9.7704
	Totales		**100**	**100**	**100**	**300**

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

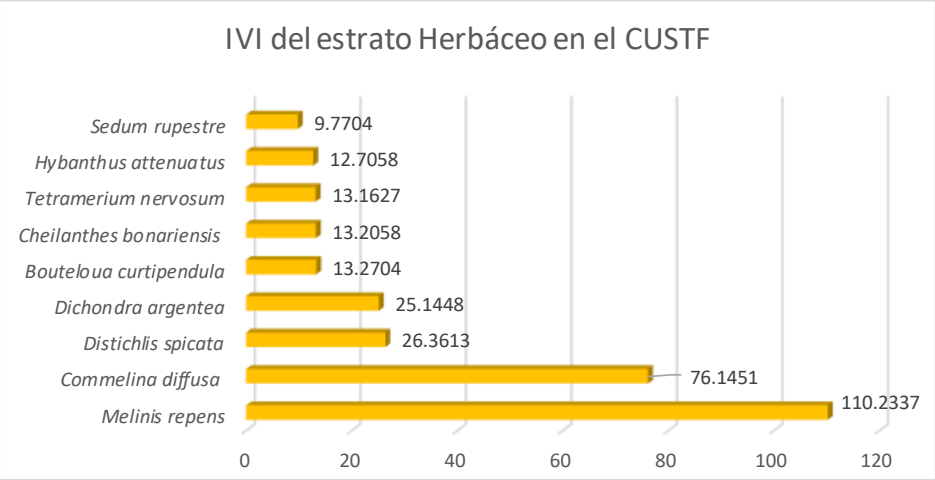


Figura IV.44 Índice de valor de la importancia del estrato Herbáceo

En la gráfica anterior se puede observar el contraste de IVI que presentan las especies de Pasto colorado (*Melinis repens*) y la Hierba del pollo (*Commelina diffusa*) con el resto de las espedcies, pasando de un IVI de 110.2337 o 76.1451 a uno de 26.3613. Tambié se puede observar que la mitad de las especies de este estrato son susceptibles al cambio de uso de suelo, por lo que se propone que al momento de llevar a cabo la ejecución del proyecto se realice el rescate de mantillo (top soil) con la finalidad de rescatar germoplasta que se reincorporará en las áreas en que se reubique la vegetación rescatada de forma directa.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Los polígonos sujetos a cambio de uso de suelo del proyecto presentan un tipo de vegetación forestal: "Selva Baja Caducifolia", mismo que presenta el siguiente estado de conservación:

- **Selva baja caducifolia**

Como resultado del inventario forestal realizado, se obtuvieron 34 especies de flora en total; 10 en el estrato arbóreo, 4 del grupo de cactáceas, 11 del estrato arbustivo y de enredaderas y 9 en el estrato herbáceo. De estas especies obtenidas ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El estrato arbóreo está representado principalmente por el Palo de arco (*Lysiloma microphylla*), junto con la Tullidora (*Karwinskia humboldtiana),* con un IVI de 76.3430 y 49.3114 respectivamente. En las cactáceas domina el Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), siendo la especie mejor representada en este estrato con un IVI de 138.9791. En el estrato arbustivo las especies Charrasquilla (*Calliandra eriophylla*), Solimán (*Croton ciliatoglandulifer*) y Flama roja 3 (*Justicia spicigera*) son las mayormente distribuidas, y en el estrato herbáceo se tiene la dominancia del Pasto colorado (*Melinis repens*), que cuenta con un IVI de 110.2337.

El estrato más representativo es el arbustivo y enredaderas, ya que posee una riqueza de 11 especies, estas especies presentan una equidad de 0.8780, que es considerada como equidad alta. El índice de biodiversidad tiene un valor de 2.4006 considerado en un rango medio. De acuerdo al índice de valor de importancia son dos las especies que dominan este estrato; el Solimán (*Croton ciliatoglandulifer*) y Flama roja 3 (*Justicia spicigera*), mientras que la especie más susceptible es el Bejuco alcatraz (*Metastelma angustifolium*), que presenta un IVI bajo de 10.3202. Este estrato presenta similitudes con el estrato Arbóreo, comenzando con la riqueza, que en este último es de 10 especies. Tomando a la equidad como referencia, el estrato arbóreo tiene una distribución menor con un valor de 0.8009 y un índice de biodiversidad de 2.6604, encontrándose en un rango medio y en segundo lugar después del estrato Arbustivo.

Los otros dos grupos (Cactáceas y estrato Herbáceo) también presentan una biodiversidad media, con1.7043 y 2.4006 respectivamente. El estrato de cactáceas es el que menor riqueza presenta con 4 especies, mientras que el herbáceo presenta 9. Respecto a la equidad, en las cactáceas se presenta en un rango medio-alto al igual que los estratos dominantes (arbustivo y enredaderas y el arbóreo). Por su parte el estrato Herbáceo presenta una equidad

media, que muestra un valor de 0.7573. Este último estrato está dominado por una especie considerada como indicadora de perturbación, el Pasto colorado (*Melinis repens*), que presenta un IVI de 110.2337.

También con el apoyo de una imagen satelital reciente, se observó que actualmente el predio se encuentra rodeado de vegetación forestal. Asimismo, se puede apreciar la dominancia de los estratos Arbóreo junto con el Arbustivo y de enredaderas.

En conclusión, tenemos que el presente trabajo brindó información cuantitativa de la flora de la Selva baja caducifolia. El predio presentó un predominio del biotipo arbustivo y enredaderas y del biotipo arbóreo sobre el de cactáceas y herbáceo. Mediante la aplicación del IVI se reconoció la importancia del Pasto colorado (*Melinis repens*) presente en la mayoría de los sitios de muestreo y en menor medida la presencia de la Uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa*), ambas especies son indicadoras de perturbación. Respecto a su distribución y estatus dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** no hay especies que se encuentras enlistadas. Los valores de importancia definidos establecieron que la vegetación evaluada se encuentra en el siguiente estado actual de conservación: **SELVA BAJA CADUCIFOLIA CON VEGETACIÓN SECUNDARIA EN PROCESO DE RECUPERACIÓN**, mismo que puede ser apreciado en la siguiente figura:

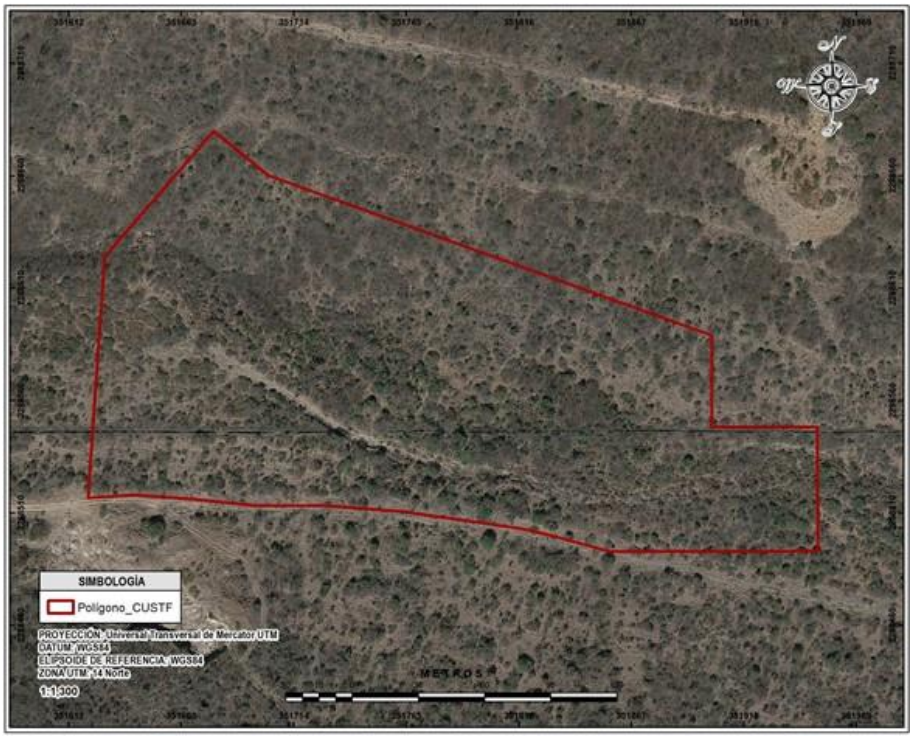


Figura IV.45 Estado de conservación en la Selva baja caducifolia

Fauna

Análisis de fauna en el sistema ambiental

Tabla IV.61 Listado de fauna silvestre potencial en el sistema ambiental

No.	Clase	Familia	*Especie*	Nombre común	Estatus	Distribución	Abundancia	CITES
1	Amphibia	Bufonidae	*Anaxyrus punctatus*	sapo de manchas rojas			Poco común	No incluida
2	Amphibia	Hylidae	*Hyla arenicolor*	ranita de cañón			Poco común	No incluida
3	Amphibia	Hylidae	*Hyla eximia*	ranita de árbol de montaña			Poco común	No incluida
4	Amphibia	Hylidae	*Smilisca baudinii*	rana trepadora			Rara	No incluida
5	Amphibia	Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	sapo montícola de espuela			Poco común	No incluida
1	Aves	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	gavilán de Cooper	Pr	No endémica	Ocasional	No incluida
2	Aves	Emberizidae	*Aimophila botterii*	zacatonero de Botteri			Común	No incluida
3	Aves	Emberizidae	*Ammodramus savannarum*	gorrión chapulín			Ocasional	No incluida
4	Aves	Strigidae	*Asio otus*	búho caro café			Poco común	No incluida
5	Aves	Emberizidae	*Atlapetes pileatus*	atlapetes gorra rufa			Ocasional	No incluida
6	Aves	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo			Común	No incluida
7	Aves	Strigidae	*Bubo virginianus*	búho cornudo			Poco común	No incluida
8	Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	aguililla cola roja			Ocasional	No incluida
9	Aves	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	codorniz escamosa			Común	No incluida
10	Aves	Trochilidae	*Calothorax lucifer*	colibrí lucifer			Poco común	Apéndice ll
11	Aves	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	mosquero lampiño			Común	No incluida
12	Aves	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	matraca del desierto			Común	No incluida
13	Aves	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara Quebrantahuesos			Poco común	No incluida
14	Aves	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	cardenal rojo			Común	No incluida

No.	Clase	Familia	*Especie*	Nombre común	Estatus	Distribución	Abundancia	CITES
15	Aves	Fringillidae	*Carduelis psaltria*	jilguero dominico			Común	No incluida
16	Aves	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano			Común	No incluida
17	Aves	Catharidae	*Cathartes aura*	Aura cabeciroja			Común	No incluida
18	Aves	Turdidae	*Catharus guttatus*	zorzal cola rufa			Común	No incluida
19	Aves	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	chivirín barranqueño			Poco común	No incluida
20	Aves	Emberizidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequin			Común	No incluida
21	Aves	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	chotacabras menor			Poco común	No incluida
22	Aves	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	codorniz cotuí			Común	No incluida
23	Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola común			Abundante	No incluida
24	Aves	Columbidae	*Columbina passerina*	tórtola coquita			Abundante	No incluida
25	Aves	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Fibí occidental			Poco común	No incluida
26	Aves	Catharidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común			Abundante	No incluida
27	Aves	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo			Común	No incluida
28	Aves	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho			Poco común	Apéndice ll
29	Aves	Odontophoridae	*Dactylortyx thoracicus*	codorniz silbadora	Pr	No endémica	Ocasional	No incluida
30	Aves	Parulidae	*Dendroica coronata*	chipe coronado			Común	No incluida
31	Aves	Parulidae	*Dendroica occidentalis*	chipe cabeza amarilla			Común	No incluida
32	Aves	Parulidae	*Dendroica townsendi*	chipe negroamarillo			Poco común	No incluida
33	Aves	Accipitridae	*Elanus leucurus*	milano cola blanca			Poco común	No incluida
34	Aves	Tyrannidae	*Empidonax hammondii*	mosquero de Hammond			Poco común	No incluida
35	Aves	Tyrannidae	*Empidonax oberholseri*	mosquero oscuro			Común	No incluida
36	Aves	Tyrannidae	*Empidonax occidentalis*	mosquero barranqueño			Común	No incluida
37	Aves	Tyrannidae	*Empidonax wrightii*	mosquero gris			Común	No incluida

No.	Clase	Familia	*Especie*	Nombre común	Estatus	Distribución	Abundancia	CITES
38	Aves	Trochilidae	*Eugenes fulgens*	colibrí magnífico			Poco común	Apéndice ll
39	Aves	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano			Poco común	No incluida
40	Aves	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos			Común	No incluida
41	Aves	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta			Común	No incluida
42	Aves	Parulidae	*Icteria virens*	Buscabreña			Común	No incluida
43	Aves	Icteridae	*Icterus abeillei*	bolsero dorsioscuro			Común	No incluida
44	Aves	Icteridae	*Icterus bullockii*	bolsero calandria			Común	No incluida
45	Aves	Icteridaae	*Icterus parisorum*	Bolsero tunero			Poco común	No incluida
46	Aves	Icteridae	*Icterus spurius*	bolsero castaño			Común	No incluida
47	Aves	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	alcaudón verdugo			Común	No incluida
48	Aves	Strigidae	*Megascops kennicottii*	tecolote occidental			Poco común	No incluida
49	Aves	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	carpintero cheje			Común	No incluida
50	Aves	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	carpintero bellotero			Poco común	No incluida
51	Aves	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	mulato azul			Común	No incluida
52	Aves	Strigidae	*Micrathene whitneyi*	tecolote enano			Poco común	No incluida
53	Aves	Mimidae	*Mimus polyglottos*	centzontle norteño			Abundante	No incluida
54	Aves	Parulidae	*Mniotilta varia*	chipe trepador			Poco común	No incluida
55	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	papamoscas cenizo			Común	No incluida
56	Aves	Parulidae	*Oporornis tolmiei*	chipe de Tolmie	A	No endémica	Ocasional	No incluida
57	Aves	Emberizidae	*Passerculus sandwichensis*	gorrión sabanero			Abundante	No incluida
58	Aves	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Pico gordo azul			Común	No incluida
59	Aves	Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín morado			Poco común	No incluida
60	Aves	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	paloma de collar			Poco común	No incluida

No.	Clase	Familia	*Especie*	Nombre común	Estatus	Distribución	Abundancia	CITES
61	Aves	Ptilogonatidae	*Phainopepla nitens*	capulinero negro			Común	No incluida
62	Aves	Picidae	*Picoides scalaris*	carpintero mexicano			Común	No incluida
63	Aves	Emberizidae	*Pipilo chlorurus*	toquí cola verde			Común	No incluida
64	Aves	Sylviidae	*Polioptila caerulea*	perlita azulgris			Abundante	No incluida
65	Aves	Emberizidae	*Pooecetes gramineus*	gorrión cola blanca			Común	No incluida
66	Aves	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	mosquero cardenal			Abundante	No incluida
67	Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	zanate mayor			Abundante	No incluida
68	Aves	Regulidae	*Regulus calendula*	reyezuelo de rojo			Poco común	No incluida
69	Aves	Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	papamoscas fibí			Abundante	No incluida
70	Aves	Tyrannidae	*Sayornis saya*	papamoscas llanero			Abundante	No incluida
71	Aves	Trochilidae	*Selasphorus rufus*	zumbador rufo			Común	Apéndice ll
72	Aves	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	chipe flameante			Común	No incluida
73	Aves	Emberizidae	*Spizella pallida*	gorrión pálido			Abundante	No incluida
74	Aves	Cardinalidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar			Abundante	No incluida
75	Aves	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	chivirín saltapared			Común	No incluida
76	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	tirano gritón			Abundante	No incluida
77	Aves	Tytonidae	*Tyto alba*	lechuza de campanario			Poco común	No incluida
78	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Ala Blanca			Abundante	No incluida
79	Aves	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma Huilota			Abundante	No incluida
1	Mammalia	Muridae	*Baiomys taylori*	ratón pigmeo			Abundante	No incluida
2	Mammalia	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle			Común	No incluida
3	Mammalia	Canidae	*Canis latrans*	Coyote			Común	No incluida
4	Mammalia	Heteromyidae	*Chaetodipus hispidus*	ratón de campo			Abundante	No incluida

No.	Clase	Familia	*Especie*	Nombre común	Estatus	Distribución	Abundancia	CITES
5	Mammalia	Heteromyidae	*Chaetodipus nelsoni*	ratón de abazones			Abundante	No incluida
6	Mammalia	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	zorrillo de espalda blanca			Abundante	No incluida
7	Mammalia	Vespertilionidae	*Corynorhinus mexicanus*	murciélago orejón			Abundante	No incluida
8	Mammalia	Soricidae	*Cryptotis parva*	musaraña orejillas minima			Abundante	No incluida
9	Mammalia	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo			Común	No incluida
10	Mammalia	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	murciélago vampiro			Poco común	No incluida
11	Mammalia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache			Abundante	No incluida
12	Mammalia	Heteromyidae	*Dipodomys ordii*	rata canguro			Abundante	No incluida
13	Mammalia	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	murciélago moreno			Común	No incluida
14	Mammalia	Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*	murciélago canoso			Común	No incluida
15	Mammalia	Phyllostomidae	*Leptonycteris nivalis*	murciélago magueyero	A	No endémica	Común	No incluida
16	Mammalia	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra			Abundante	No incluida
17	Mammalia	Heteromyidae	*Liomys irroratus*	ratón espinoso mexicano			Abundante	No incluida
18	Mammalia	Felidae	*Lynx rufus*	gato montes			Poco común	Apéndice ll
19	Mammalia	Mephitidae	*Mephitis macroura*	zorrillo listado			Común	No incluida
20	Mammalia	Mephitidae	*Spilogale gracilis*	Zorrillo manchado			Abundante	No incluida
21	Mammalia	Muridae	*Microtus mexicanus*	Meteoro			Abundante	No incluida
22	Mammalia	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja			Común	No incluida
23	Mammalia	Muridae	*Neotoma leucodon*	rata magueyera			Abundante	No incluida
24	Mammalia	Muridae	*Peromyscus difficilis*	ratón de roca			Abundante	No incluida
25	Mammalia	Muridae	*Sigmodon hispidus*	rata cañera crespa			Abundante	No incluida
26	Mammalia	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo			Abundante	No incluida
1	Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste			Abundante	No incluida

No.	Clase	Familia	*Especie*	Nombre común	Estatus	Distribución	Abundancia	CITES
2	Reptilia	Viperidae	*Crotalus molossus*	Víbora de cascabel cola negra	Pr	No endémica	Poco común	No incluida
3	Reptilia	Anguidae	*Gerrhonotus ophiurus*	cuelbra con patas			Poco común	No incluida
4	Reptilia	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	camaleón cornudo de montaña	A	Endémica	Poco común	No incluida
5	Reptilia	Colubridae	*Salvadora bairdi*	culebra parchada de Baird	Pr	Endémica	Ocasional	No incluida
6	Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija escamosa de mezquite	Pr	No endémica	Ocasional	No incluida
7	Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus minor*	chinquete espinoso			Común	No incluida
8	Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta			Común	No incluida
9	Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa			Común	No incluida
10	Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	rápido barrado			Poco común	No incluida
11	Reptilia	Colubridae	*Senticolis triaspis*	culebra oliva ratonera			Poco común	No incluida
12	Reptilia	Colubridae	*Tantilla cyrtopsis*	Culebrita			Poco común	No incluida
13	Reptilia	Colubridae	*Lampropeltis triangulum*	Coralillo	A	No endémica	Rara	No incluida
14	Reptilia	Colubridae	*Masticophis flagellum*	Chirrionera	A	No endémica	Ocasional	No incluida
15	Reptilia	Kinosternidae	*Kinosternon integrum*	Tortuga casquito	Pr	Endémica	Común	No incluida

Con el objeto de conocer la riqueza específica y abundancia relativa de las especies de fauna silvestre en la cuenca hidrológico-forestal definida para el área del proyecto, se aplicaron técnicas estándar de muestreo e inventariado de vertebrados para cada uno de los transectos seleccionados aleatoriamente, dentro de sistema ambiental

Metodología utilizada para determinar la riqueza y diversidad

Teóricamente la mejor forma de obtener una muestra de una población de fauna silvestre es hacerlo al azar porque la mayor parte de los modelos utilizados para estimar poblaciones parten de supuestos en los que los animales están distribuidos aleatoriamente. Para ello, en la zona de estudio se calculó cuántas muestras necesitamos obtener para que el muestreo sea representativo y a partir de los cuales hagamos los recuentos o las capturas.

Lamentablemente esto no siempre es posible, especialmente en zonas de relieve irregular donde no todos los puntos pueden ser accesibles o bien que los recorridos que se pueden establecer a partir de los puntos iníciales tampoco sean practicables. En tal caso debemos al menos garantizar en lo posible la representatividad del muestreo, repartiendo un número elevado de muestras de forma homogénea por toda la zona de estudio, por ejemplo, uno o más en cada tipo de vegetación, cobertura o paraje.

De este modo podemos estar razonablemente seguros de que ninguna zona estará más evaluada que otra. Además, debemos tener en cuenta que las muestras tomadas en cualquier punto, superficie o recorrido deben estar suficientemente separadas entre sí para garantizar que sean independientes unas de otras. Uno de los principales problemas de los muestreos consiste en la poca precisión a causa de que la distribución de los animales no se ajusta a una distribución al azar, sino que suele ser muy irregular y se asemeja más a una distribución agregada o son más abundantes en un tipo determinado de hábitat que en otros. Se puede aumentar la precisión del muestreo si dividimos el espacio a inventariar en zonas (estratos) más homogéneas (en densidad, hábitat o detectabilidad), en este sentido se realizaron los muestreos de acuerdo con la cobertura y las características topográficas y físicas del predio, además para corregir sesgo que puede producirse por diversos factores se aplicó el muestreo de conteos ligados de los autores Regier y Robson, 1967, descrita por Seber, 1982.

Que consiste en realizar el conteo de fauna en varias ocasiones de acuerdo a lo siguiente:

1. Tener mínimo tres observadores que identifiquen fácilmente las especies ya sea por avistamiento o sonido.
2. La actividad se realiza caminando en grupo en un transecto o ubicándose en un sitio determinado desde donde se realiza el conteo de la fauna silvestre.
3. Se registra el nombre común o científico de la especie, se toman fotografías de los especímenes y con la ayuda de guías se realiza la identificación.
4. A pesar de que se realiza el conteo en grupo no siempre todos los observadores son capaces de registrar a

todas las especies o el número total de cada especie, por lo que los datos registrados siempre difieren en este caso los valores de riqueza más altos son los que se aproximan a la realidad.

5. Ahora bien, una vez que se tienen los conteos realizados, se eligen los dos números mayores (N_m sería el mayor y N_{m-1} el siguiente) que se consideran los mejores resultados o los que se aproximan más a la realidad.

   En este caso el número total ($N\hat{}$) sería:

$$N\hat{} = 2\,N_m - N_{m-1}$$

   Así también se calcula el error estándar con la siguiente fórmula:

$$EE(N\hat{}) = \sqrt{s^2/2}$$

   Y la desviación estándar sería:

$$S(N\hat{}) = N\hat{}\,/X_{N_m - N_{m-1}} * S_{N_m - N_{m-1}}$$

Siendo $S_{N_m - N_{m-1}}$ y $X_{N_m - N_{m-1}}$ la desviación estándar y la media respectivamente

Métodos de conteo por grupo de especies

A continuación, describen los métodos utilizados para el conteo de especies de fauna silvestre dichas metodologías se utilizaron tomando como base el conteo ligado mencionado anteriormente, donde por punto o transecto se tuvo la participación de cuatro observadores.

Conteo de reptiles

Se realizó a través de los siguientes métodos:

- ***Colecta oportunista.*** Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos.
- ***Encuentro visual.*** Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatoria, generalmente durante un período de tiempo fijo.

Ambos métodos fueron utilizados inicialmente se realizó recorrido en transectos y en sitios donde se presumía podría haber presencia de reptiles (rocas, ramas muertas, cuerpos de agua), se realizó búsqueda intensiva.

Tabla IV.62 Coordenadas de los transectos para anfibios y reptiles

Recorrido	Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	1	356121	2286970	356298	2286502
1	2	356298	2286502	356323	2287102
1	3	356323	2287102	356543	2286549
2	1	354847	2287687	355031	2287222
2	2	355031	2287222	355129	2287712
2	3	355129	2287712	355230	2287223
2	4	355230	2287223	355386	2287698
2	5	355386	2287698	355480	2287207
2	6	355480	2287207	355621	2287686
2	7	355621	2287686	355714	2287195
2	8	355714	2287195	355839	2287679
2	9	355839	2287679	355947	2287191
2	10	355947	2287191	356085	2287671

Fuente: Elaboración propia con información de campo

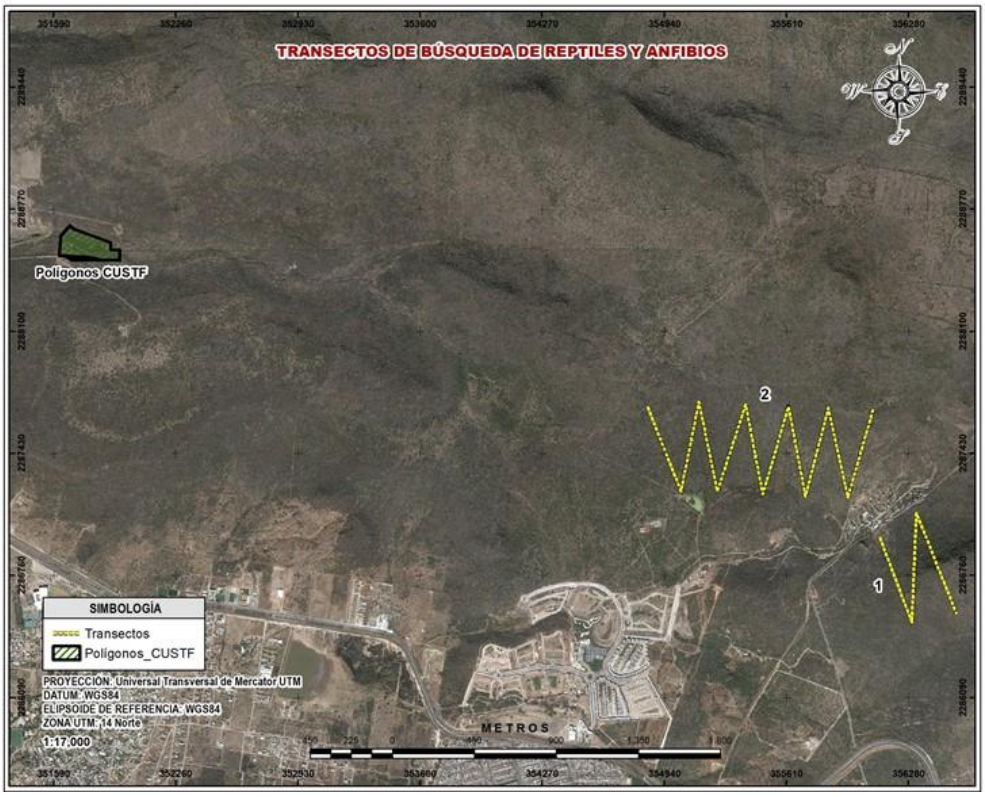


Figura IV.46 Ubicación de los transectos para reptiles

Conteo de aves terrestres

Las metodologías utilizadas fueron; conteos ligados y redes ornitológicas que se usaron sólo para determinar riqueza y características morfológicas de las especies.

Recuentos en punto o puntos de conteo

El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds *et al.* 1980, Bibby*et al.* 1992, Ralph *et al.* 1996 citado por F. González G. 2011).

Este método puede usarse para obtener la abundancia y riqueza de diferentes especies en un lugar específico estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves, así como para estudiar las diferencias en la composición de especies entre hábitats. Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente (Chávez–León y Velázquez 2004citado por F. González G. 2011). Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables ya que pueden ser observadas o escuchadas, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Huttoet *al.* 1986, Bibby*et al.* 1992citado por F. González G. 2011).

En este estudio, los puntos se seleccionaron al azar dentro del predio, para evitar el doble conteo. Los puntos o sitios tuvieron una separación de 200 m, por la separación que se planteó entre cada sitio y las condiciones de topografía del predio por día se lograban realizar hasta cuatro conteros; dos por la mañana de las 07:00 a las 09:00 horas y otros dos por la tarde de las 17:00 a las 19:00 horas.

El conteo se iniciaba tan pronto el observador llegaba al punto, donde permanecía en completo silencio y durante 10 ó 20 minutos tomaba datos de riqueza y abundancia de las especies, así como referencias fotográficas, también durante el recorrido de punto a punto si se detectaba una nueva especie se contabilizaba para el punto más cercano al que se encontrara.

Tabla IV.63 Coordenadas de los puntos de recuento para aves

Punto	X	Y
1	356435	2286817
2	356235	2287017
3	356235	2286817

Punto	X	Y
4	356033	2286824
5	355767	2287591
6	355767	2287191
7	355567	2287591
8	355567	2287391
9	355567	2287191
10	355367	2287591
11	355367	2287391
12	355367	2287191
13	355167	2287191

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

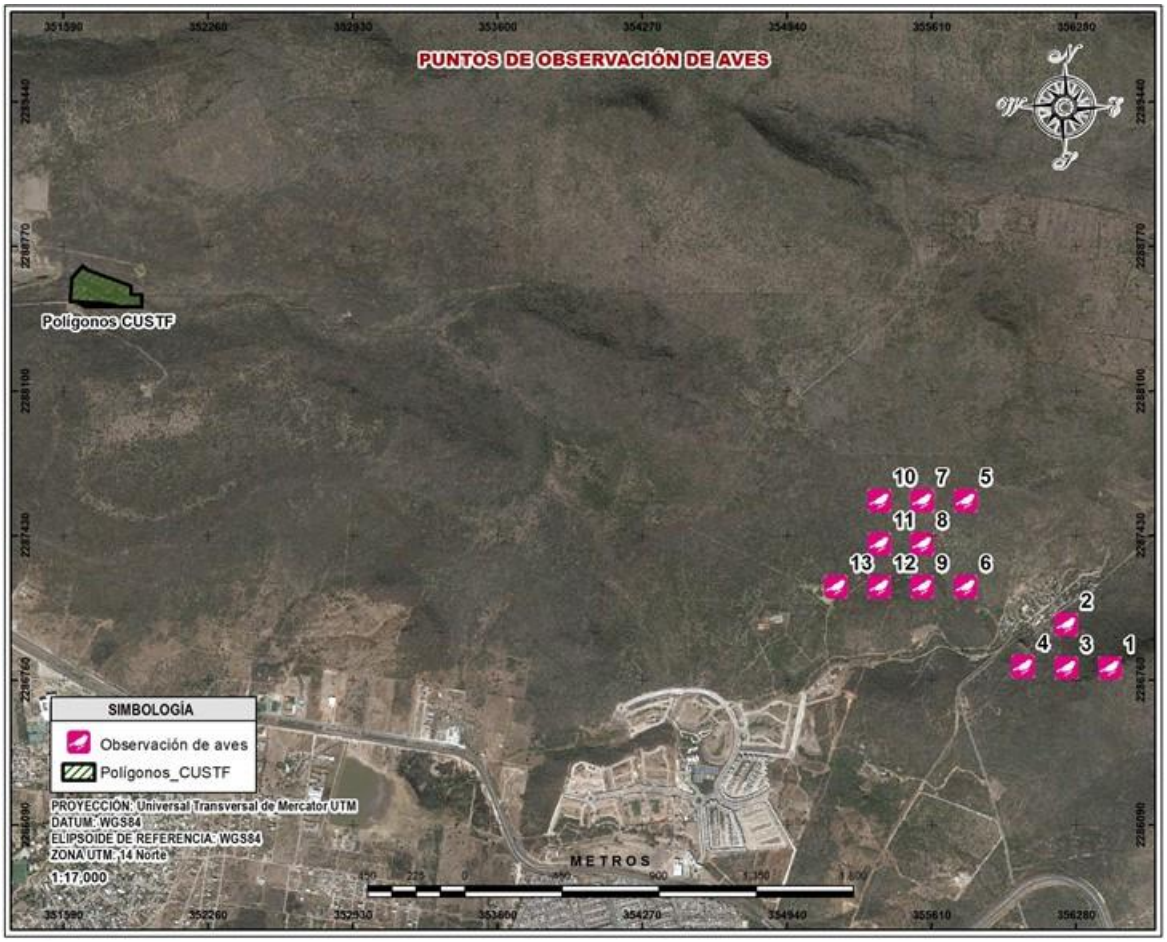


Figura IV.47 Ubicación de los puntos de recuento de aves

Conteo de mamíferos

Las técnicas utilizadas para llevar a cabo la identificación y verificación de la presencia de las especies de mamíferos en el predio fueron las siguientes:

a) **Métodos indirectos**: huellas, pieles, animales muertos, excrementos y rascaderos.
b) **Métodos directos:** trampas no mortales tipo Sherman para ratones y ratas y Tomahawk para mamíferos medianos.
c) **Método no invasivo:** utilizando cámaras nocturnas marca Simmons ® y Bushnell ®.

En el estudio de mamíferos es importante conocer los sitios donde es más probable que se encuentren dentro de un área determinada, ya que las especies no se distribuyen de manera homogénea, lo cual está relacionado con los requerimientos de hábitat que suponen variables ambientales, climáticas o topográficas, incluso la perturbación humana influye en el área que ocupan los animales. A continuación, se describen las metodologías utilizadas para este grupo de acuerdo con las especies:

Rastros indirectos

Los conteos indirectos se hacen a partir de algún rastro producido por el animal de interés, por ejemplo, cuevas, madrigueras, heces o huellas encontradas en transectos de muestreo (Aranda, M. 2000). En consecuencia, el conteo de tales evidencias indirectas de la presencia animal provee de un índice de abundancia.

Censo para lagomorfos

Se buscaron indicios de lagomorfos a través del conteo de excrementos o letrinas de acuerdo con Aranda, 2000; Sutherland, 1996, ya que los excrementos son los rastros más notorios de la presencia de conejos y mamíferos en general.

El método consiste en trazar una serie de transectos a lo largo de los cuales se cuenta la acumulación de excrementos o de letrinas en parcelas previamente establecidas en cada transecto (Greenwood, 1996). De esta manera puede medirse la acumulación de excrementos en relación con una unidad de área y por un periodo conocido de tiempo y a partir de estos datos calcular cuántos animales se pueden encontrar.

Para estimar la abundancia absoluta, los supuestos básicos del método son:

1. Se conoce la tasa de defecación diaria. Se debe determinar la tasa de defecación en relación con la época del

año y el tipo de vegetación.

2. Se conoce el periodo de acumulación de los excrementos. Para determinar con certeza el tiempo de acumulación, las parcelas se limpiaron de excrementos el día que se ubicaron en el campo, fecha a partir de la cual se inició el periodo de revisión.
3. La forma y el tamaño de la parcela son eficientes para el conteo. La medida utilizada para poblaciones de conejos y liebres fue de 1 m^2 en forma de parcelas circulares espaciadas cada 20 metros. Y se ubicaron con mayor densidad en las áreas con más abundancia de letrinas.
4. Los transectos se distribuyen al azar y son representativas del área total de referencia. La estratificación del muestreo se requiere cuando hay presencia de diferentes tipos de hábitat o vegetación claramente distinguibles. Cuando es posible identificar estas áreas con cierta homogeneidad y estratificar el muestreo, se recomienda que las unidades de muestreo, las parcelas, se repartan proporcionalmente al tamaño de cada tipo de vegetación tomado como estrato.

Los transectos se limpian en la fecha cero; un determinado número de días poco antes del primer muestreo.

Una vez cumplidos los supuestos, y ya con la información ordenada, se puede estimar la riqueza y si se requiere la densidad absoluta que es el número de animales por hectárea, utilizando la siguiente fórmula:

$$Animales / ha = n / A \times B$$

Donde:

n es el número de excrementos o letrinas acumulados en las parcelas extrapolado a 1 hectárea,

A es la tasa de defecación diaria

B es el número de días de acumulación.

El número de excrementos acumulados por hectárea se calcula a partir de la información colectada en la hoja de registro. Para cada transecto se registró el número de excrementos en cada parcela. Se obtiene la sumatoria de excrementos por transecto. Si cada parcela tuvo un área de 1 m^2 y el transecto consistió de 7 parcelas, entonces el área muestreada por transecto fue de 7 m^2. Con los datos de varios transectos se obtiene el número de excrementos promedio en 7 m^2, y este dato se extrapola a 1 hectárea.

Debe recordarse que esta extrapolación sólo es válida para aquella extensión relativamente homogénea del tipo de vegetación o hábitat considerado en el transecto.

Por ejemplo:

- El transecto "A" tiene 10 parcelas de 1 m^2 y se registraron 1, 0, 0, 5, 2, 0, 20, 0, 0, 1 excrementos en cada

parcela.

- El área muestreada en el transecto fue de 10 m^2, la sumatoria de las 10 parcelas es 29 excrementos.
- En otros 3 transectos se registraron, 80, 35 y56 excrementos, respectivamente.
- El promedio es de (29 + 80 + 36 + 56) / 4 = 50 excrementos en 10m^2.
- Lo simplificamos a 5 excrementos en 1 m^2. Para extrapolar a 1 hectárea, se multiplica: (5 excrementos/ m^2) x (10,000); porque 1 hectárea =10,000 m^2.

Así se obtiene una *n* = 50,000 de excrementos / hectárea.

Si conocemos la tasa de defecación diaria de la especie (A) y el número de días de acumulación (B), entonces podemos completar la fórmula y estimar la densidad absoluta:

Animales / ha = n / A x B

Animales / ha = 50,000 excrementos por ha/ (tasa de defección 560 excrementos por día por conejo, por 30 días = 16,800) = 50,000 / 16,800 así, el estimado resulta: 2.97 conejos /hectárea.

Tabla IV.64 Coordenadas de los transectos para conejos

Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	356371	2286806	356371	2286906
2	356235	2286992	356235	2287092
3	356091	2286805	356091	2286905
4	355919	2287348	355919	2287448
5	355809	2287145	355809	2287245
6	355684	2287354	355684	2287454
7	355576	2287137	355576	2287237
8	355452	2287350	355452	2287450
9	355350	2287136	355350	2287236
10	355244	2287350	355244	2287450

Fuente: Elaboración propia con información de campo

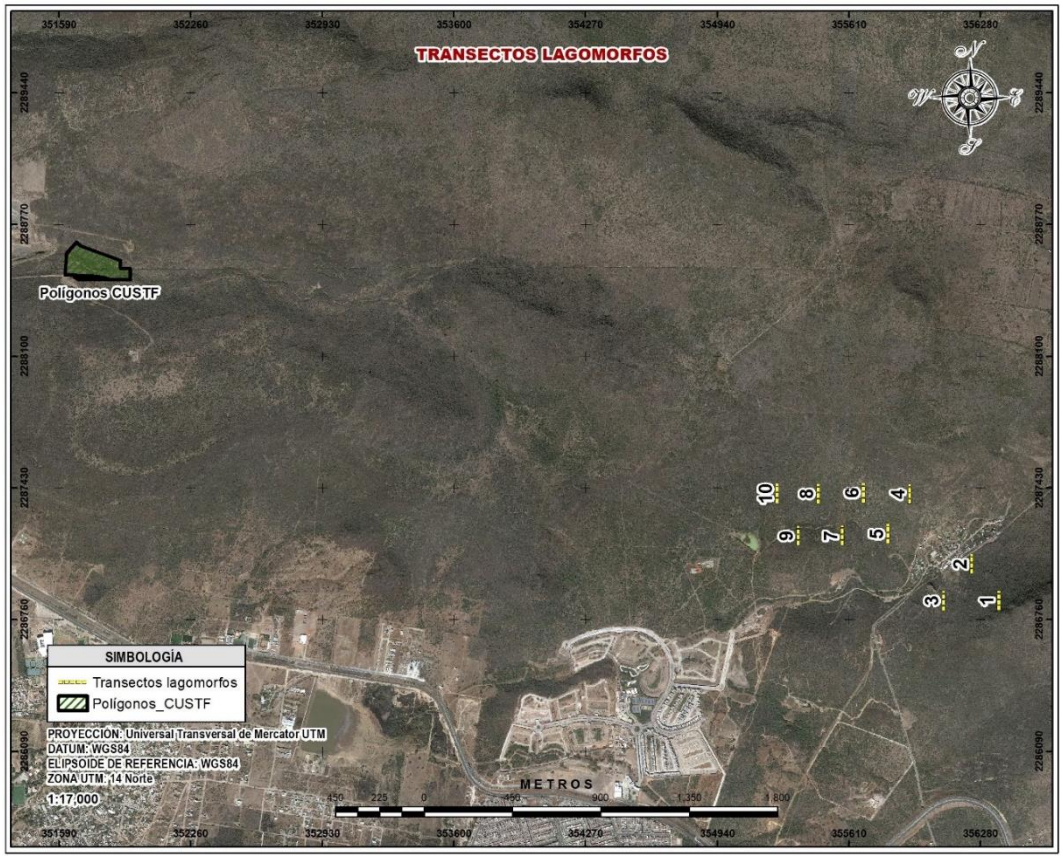


Figura IV.48 Ubicación de los transectos lagomorfos

Conteos directos

Los conteos directos pueden ser del número de animales capturados en un grupo de trampas, número de animales detectados caminando a través de un transecto o número de animales fotografiados en trampas cámara.

Trampas Sherman y Tomahawk

Se realizaron muestreos en transectos con trampas Sherman cebadas con avena y crema de cacahuate, se establecieron cinco cuadrantes donde en cada uno se colocaron 50 trampas dispuestas en línea y separadas unas de otras cada 15 m aproximadamente y se dejaron durante dos noches consecutivas y posteriormente se cambiaron a otro cuadrante.

Las trampas se ubicaron en el suelo en las nopaleras donde había vestigios de roedores y se revisaban por la mañana para evitar la muerte por hipotermia. Los especímenes capturados, se fotografiaron y se identificaron usando la Guía de mamíferos del estado de Querétaro (Soria Luna Hugo Et Al. 2007) para posteriormente ser liberados en el sitio de captura.

Figura IV.49 Trampas Sherman y Tomahawk

Cada vez que se atrapa a un animal, una trampa queda fuera de servicio, por lo tanto, el número de trampas disponibles para atrapar animales disminuye progresivamente a lo largo del período de trampeo.

La proporción de trampas capturando animales es una frecuencia de captura, que está relacionada con el número de animales que podrían haber sido capturados si las trampas fueran capaces de capturas múltiples. A esto se le conoce como densidad de captura. En otras palabras, la frecuencia de captura (número de animales capturados/trampas) NO es lineal con la densidad poblacional absoluta, pero la densidad de captura SI es lineal.

Por lo tanto, la frecuencia de captura (***f***) deberá ser convertida siempre a densidad de captura (***X***) antes de comparar a las poblaciones y se resume en la siguiente ecuación:

$f=1-e^{-x}$

Cuando se utilice este método de densidad relativa utilizando trampas siempre los resultados se dan como ***DENSIDAD DE CAPTURA*.** Ahora para obtener el índice de abundancia las capturas por transecto se dividen entre las noches que estuvieron activas por 100 y el resultado se expresa en índice de abundancia.

Para mamíferos medianos se utilizaron 15 trampas **Tomahawk** de diferentes tamaños, plegables y fijas, con una y dos puertas abatibles, en las cuales se colocó sardina como atrayente. Las trampas se dispusieron de manera sistemática alineadas de oriente a poniente con separación de 200 metros entre trampas y de 240 m entre líneas, teniendo un total de 10 repeticiones ya que solo se colocaron en las áreas con mayor cobertura vegetal. Las trampas sólo se dejaron una noche para posteriormente moverlas a la siguiente línea; por la mañana se revisaron se liberaron a los animales sin antes tomar sus características fisiológicas y fotografiarlos.

Tabla IV.65 Coordenadas de ubicación de las baterías de trampas Tomahawk y Sherman

Batería	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	356332	2286804	356332	2287004
2	356071	2287433	356071	2287633
3	355832	2287163	355832	2287363
4	355594	2287440	355594	2287640
5	355375	2287176	355375	2287376
6	355158	2287454	355158	2287654

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura IV.50 Ubicación de las baterías para trampas Tomahawk y Sherman

Trampas cámara

El uso de trampas cámara es útil para estudiar especies con bajas densidades y difíciles de capturar u observar, en este estudio se ubicaron en catorce sitios con características físicas apropiadas para determinadas especies como los bordos y las cañadas, así como sitios donde se encontraron rastros de fauna, cada sitio fue muestreado con una trampa-cámara digital con flash Infra-Rojo (Simmons ® y Bushnell ®).

Las trampas-cámaras fueron colocadas con una separación de 800 m y programadas para realizar tres tomas consecutivas una vez que se detectara movimiento, con la finalidad de propiciar la fotografía de los animales se colocaron atrayentes olfativos consistentes en sardina y crema de cacahuate colocados en un rango de 1 a 3 m de separación de las cámaras, una vez que se acercaba el animal a comer la carnada la cámara realizaba las tomas hasta que se retiraba el animal. Dependiendo de la marca de la cámara las fotos registraron la fecha, hora, temperatura y fase lunar en que fue tomada. El período de muestreo fue de veinte días del 28 de agosto al 16 de septiembre de 2017 con el uso de 3 cámaras las cuales se revisaron cada semana, se descargaron las imágenes en computadora portátil y después de quince días se cambiaron de sitio para cubrir la mayor superficie.

Análisis de datos

En cada fotografía tomada por las cámaras se revisó y se registró la especie y la hora en que se tomó la fotografía. Para definir la independencia entre fotografías y no contabilizar dos veces al mismo individuo, se tomó como fotografía nueva o independiente aquella que se tomó en un periodo mínimo de 12 horas después de tomada la primera fotografía (Yasuda 2004, Heilbrun*et al.* 2006). Para los análisis estadísticos a cada sitio se le consideró como unidad de muestreo.

Los índices de abundancia relativa para cada especie registrada se calcularon a partir de los datos de las cámaras.

Los índices empleados en los cálculos fueron los siguientes:

- Índice de detección de cámaras **IDC** (Boydston 2005). Indica la facilidad de detectar una especie o bien el número de detecciones esperadas por 100 trampas noche, el cálculo es el mismo que para el índice de abundancia relativa.

$$IDC=100x\ (f/t)$$

Donde,

f = número de fotografías por especie

t = número de noches trampa

Tabla IV.66 Coordenadas de ubicación de trampas cámara

Cámara	X	Y
1	356485	2286972
2	355889	2287513
3	355159	2287176

Fuente: Elaboración propia con información de campo

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Figura IV.51 Ubicación de las trampas cámara

Conteo de heces para carnívoros

El conteo de heces es otra técnica que se usó en el estudio de carnívoros, con esta técnica la abundancia se determinó por la cantidad de heces encontradas en un área determinada o la tasa a la que se encuentran las heces en un transecto a través de varios muestreos.

Cálculo de los parámetros poblacionales de cada grupo de fauna silvestre

Riqueza específica

La riqueza específica(S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un lugar o en un área determinada, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el

número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

Abundancia

Uno de los parámetros poblacionales más utilizados en el manejo de la fauna es el tamaño poblacional o la abundancia. Se define como abundancia el número total de individuos que conforman una población y habitualmente se denota con la letra N. Para poder estimar la abundancia es necesario que los límites de la población estén claramente establecidos, aspecto que no siempre es tan evidente en campo. En otros casos, cuando el límite de la población es de carácter administrativo, por ejemplo, una reserva, rancho, UMA, ejido, entonces la estimación de la abundancia se hará exclusivamente para los animales dentro de estos límites.

La fórmula general para estimar la abundancia es: $N = n / \alpha\beta$, donde *N* es la abundancia, *n* es el número de animales contados en las unidades de muestreo, α (alfa) es la proporción de área muestreada respecto del área total, y β (beta) la proporción de animales contados durante el muestreo.

Esta fórmula es la más general que existe y ya sea de manera explícita o implícita, todos métodos de estimación hacen referencia a esta fórmula. Es muy común expresar el tamaño de una población refiriéndose a la densidad por lo que es necesario definirla.

Por densidad se refiere el número de animales por unidad de área habitualmente expresada como individuos por hectárea, individuos por kilómetro cuadrado. Por lo tanto, la fórmula general para estimar la densidad (*D*) es: $D = N / S$, donde *N* es la abundancia de la población y *S* la superficie que ocupa la misma.

Abundancia Relativa

La abundancia relativa se define como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales en la comunidad.

Los datos de abundancia relativa proporcionan los índices del tamaño de las poblaciones que por lo general no pueden ser convertidos a una estimación de abundancia absoluta. Sin embargo, los resultados pueden proporcionar estimaciones de abundancia comparables entre localidades y especies, o dentro de la especie con el tiempo.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales.

Índice de biodiversidad

Para el cálculo de la biodiversidad en este estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener *H'*.

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies *S*.

También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de *S* especies y *N* individuos.

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

Para el cálculo de este parámetro se utiliza el log en base *2* de la abundancia relativa y los resultados se expresan como *bits/ind.*

$H' = -\sum p_i \, In \, p_i$

Donde

pi= abundancia proporcional de la especie *i*, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987).

Magurran menciona que para el Índice de Shannon- WEINER, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Otro índice utilizado en este estudio fue el índice de equidad de Pielou que 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 igual de abundantes.

El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$J = H'/H' \, max$

Donde:

J = índice de equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' max = ln (S).

S = número de especies

Diseño de Muestreo empleado por grupo de especie

Muestreo aleatorio estratificado

Se eligió este tipo de muestreo debido a que el predio presenta por lo menos dos estratos o tipos de cobertura; de esta manera las muestras tienen representación de todos y cada uno de los estratos considerados. Se aseguró que en la estratificación del área a evaluar haya la máxima homogeneidad dentro de cada estrato en relación a la variable a estudiar y la máxima heterogeneidad entre los estratos. Dentro de cada estrato la selección de las muestras fue al azar.

Metodología para la generación de Curvas de acumulación de especies

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, siendo ésta el estimado de especies existentes.

A fin de determinar la cantidad de posibles especies presentes en el Bordo Azteca Izquierdo, incluyendo aquellas especies "raras" o de distribución "restringida" (considerando que no todas las especies tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución), se generó una curva de acumulación mediante el empleo del software denominado EstimateS en su versión 9.1.0. Para obtener la Rarefacción, dicho sistema, en un procedimiento de re-muestreo, selecciona al azar individuos o unidades de muestreo, hasta que todos los individuos o unidades de muestreo en la muestra de referencia se han acumulado.

Para generar las curvas de acumulación se realizaron los siguientes procedimientos:

a) Primero se integró la matriz de especies encontradas y su abundancia, matriz que indica en cada fila la abundancia por especie encontrada en cada sitio de muestreo (ubicados en cada columna).
b) La matriz antes referida se ingresó al sistema *EstimateS* en su versión 9.1.0, a fin de "aleatorizar" los datos y obtener los valores de la "curva empírica", es decir, la que se desprende de esta aleatorización.

c) Posteriormente los resultados de software *EstimateS* se ingresaron al sistema *STATISTICA*, el cual permitió el ajuste de los datos y la generación de la curva de acumulación mediante el método *Simplex & Quasi-Newton*, que de acuerdo a Jiménez –Valverde y Hortal (2003)[7] es uno de los métodos más robustos.

Complementariamente se obtuvieron los calores relacionados a la curva de acumulación, como son el coeficiente de determinación R2, la pendiente de la curva y la cobertura de especies, que permiten evaluar la confiabilidad del tamaño de muestra. En tal sentido se empleó el modelo Exponencial, también llamado Exponencial negativo S(t) = (a/b) *(1-exp(-b*t)) por ser el que dio un mejor resultado por el tipo de datos obtendios en campo. El Coeficiente de determinación R2, que para nuestro muestreo presenta valores cercanos 1, corrobora un buen ajuste de los datos al emplear el modelo Exponencial. Por su parte, la pendiente de la curva en todos los estratos o grupos florísticos tiene un valor menor a 0.1, lo que según Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable".

De esta forma se generaron las curvas de acumulación empleando la ecuación del modelo Exponencial S(t) = (a/b) *(1-exp(-b*t)), donde S(t) es el número de especies estimado, t es el tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, a es la ordenada al origen, es decir la intercepción con el eje Y, que representa la tasa de incremento de especies al inicio del muestreo, y b es la pendiente de la curva:

d) Para obtener la asíntota de la curva se dividió el valor de a entre b (a/b), obteniendo así, como resultado del análisis de los datos, el número de especies que se estima pueden ser encontradas en el área de muestreo.

Por otra parte, el cociente que resulta de la división del número de especies registradas en el muestreo entre las especies que se estima puedan ser encontradas, nos indica la cobertura que logramos sobre la riqueza de especies. En este sentido, tal y como lo refieren Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "A menos que se alcance el número asintótico de especies (…) no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo (…). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables". Con base en lo anterior, y a falta de parámetros aplicables al modelo Exponencial, es este (70%) el criterio que empleamos para determinar si nuestra muestra fue lo suficientemente completa.

Aunado a lo anterior también debe tomarse en cuenta, según los autores citados, que a medida que el inventario se va completando es cada vez más difícil encontrar nuevas especies en las unidades de muestro que se agregan, lo que tiene como consecuencia el decremento en la pendiente de la curva. De lo anterior se requiere un mayor esfuerzo

[7] Jiménez-Valverde A., 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-2003. Sección Artículos y Notas Pp. 151 – 161. Madrid. España.

para registrar nuevas especies. conllevaría mayores costos, sin embargo, la probabilidad de encontrar nuevas especies va disminuyendo con cada nueva unidad de muestreo, por lo que debe tomarse en cuenta la relación Resultado-Costo al momento de determinar el tamaño de la muestra.

Las curvas de acumulación de especies que resultan del procedimiento descrito muestran en el eje X el esfuerzo de muestreo efectuado (t; unidades de esfuerzo). y el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado y los puntos sobre la línea son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo.

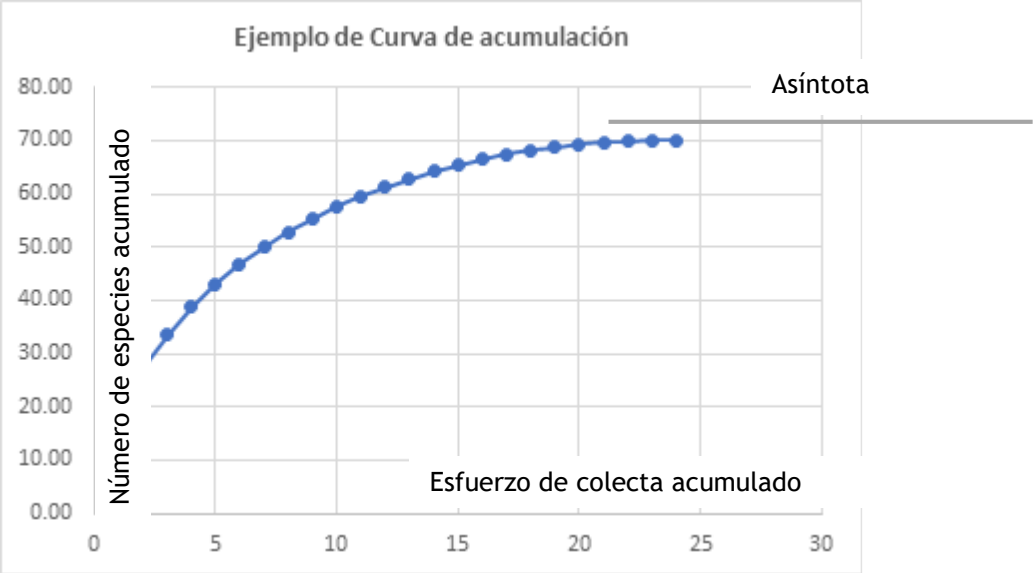


Figura IV.52 Ejemplo de una curva de acumulación de especies.

Los resultados de cada uno de los pasos antes indicados se integran como anexo al presente, en formato Excel bajo el nombre de archivo "Curvas de Ac. Fauna Bordo Azteca". En él pueden encontrarse la matriz generada con los datos obtenidos en campo, las tablas de resultados emitidas por EstimateS, y los resultados que genera STATISTICA junto con la curva de acumulación.

Resultados obtenidos

A continuación, se presentan las matrices generadas con los datos de campo, en las que se observa a las especies registradas dentro del área de cambio de uso de suelo por cada sitio de muestreo según su abundancia por especie en cada estrato. Estas matrices son las mismas con que se alimentó al sistema *EstimateS* para aleatorizar los datos 100 veces antes de ingresarlos al sistema *STATISTICA*.

Como se puede observar en las siguientes tablas fueron 13 los sitios de muestreo levantados en el predio para aves, 10 para mamíferos y 11 para reptiles y anfibios en el sistema ambiental.

Tabla IV.67 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de Aves.

Nombre científico	Nombre común	Sitios de muestreo												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
Ammodramus savannarum	Gorrión chapulín	1	2	1	3	1	3	1	3	0	1	1	1	1
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callipepla squamata	Codorniz escamosa	0	0	0	3	2	2	3	0	5	0	2	0	0
Calothorax lucifer	Colibrí Lucifer	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
Campylorhynchus gularis	Matraca del desierto	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Cardinalis cardinalis	Cardenal	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carpodacus mexicanus	Gorrión mexicano	2	3	3	1	2	2	0	0	2	1	1	2	2
Catherpes mexicanus	Salta pared	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	1	1	1	1	1	2	1	2	0	0	0	0	2
Coragyps atratus	Zopilote	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Corvus corax	Cuervo	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falco sparverius	Cernícalo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Geococcyx velox	Correcaminos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Hirundo rustica	Golondrina	0	0	0	5	0	0	5	4	4	0	3	2	3
Icterus parisorum	Calandria tunera	1	0	1	1	1	1	0	0	2	1	0	1	1
Melanerpes aurifrons	Carpintero	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
Mimus polyglottos	Cenzontle	0	1	0	0	2	0	0	1	1	1	2	1	0
Myiozetetes similis	Luis gregario	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
Passer domesticus	Gorrión doméstico	3	3	3	2	3	3	0	0	2	0	0	2	2
Passerina caerulea	Picogrueso azul	1	0	0	0	1	0	1	2	0	1	1	1	1
Phainopepla nitens	Capulinero negro	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Polioptila caerulea	Perlita grisilla	2	0	2	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	1	0	1	0	1	1	1	1	2	1	2	1	1
Quiscalus mexicanus	Urraca	0	0	0	0	6	0	4	0	3	0	2	0	0
Sayornis phoebe	Mosquerito fibi	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
Sayornis saya	Mosquero llanero	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
Spinus psaltria	Gorrión dominico	0	3	0	0	3	0	0	1	1	1	0	0	1
Spizella passerina	Gorrión ceja blanca	1	2	3	0	2	2	2	3	2	0	0	2	1

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Nombre científico	Nombre común	Sitios de muestreo												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
Troglodytes aedon	Matraquita	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
Zenaida asiática	Paloma de alas blancas	3	4	5	4	2	0	5	0	3	0	0	3	1
Zenaida macroura	Paloma huilota	1	1	1	4	0	3	1	2	2	0	3	2	0

Tabla IV.68 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de Mamíferos.

Nombre científico	Nombre común	Método de muestreo	Sitios de muestreo									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Baiomys taylori	Ratón de campo	Sherman	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1
Bassariscus astutus	Cacomixtle	Cámara Trampa y Tomahawk	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2
Canis latrans	Coyote	Cámara Trampa	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
Desmodus rotundus	Vampiro	Cámara Trampa y Tomahawk	0	0	0	5	0	0	2	0	2	0
Didelphis marsupialis	Tlacuache	Cámara Trampa y Tomahawk	3	2	2	2	3	2	2	4	2	2
Lepus californicus	Liebre	Excretas	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Lynx rufus	Lince	Cámara Trampa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Mephitis macroura	Zorrillo	Cámara Trampa y Tomahawk	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
Neotoma leucodon	Rata magueyera	Sherman	4	3	7	2	0	2	1	1	1	0
Peromyscus difficilis	Ratón	Sherman	2	5	5	2	1	1	1	4	0	2
Procyon lotor	Mapache	Cámara Trampa	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
Sciurus aureogaster	Ardilla gris	Cámara Trampa y Tomahawk	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0
Spilogale gracilis	Zorrillo manchado	Cámara Trampa y Tomahawk	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Sylvilagus cunicularis	Conejo	Excretas	2	2	4	1	2	1	4	1	2	2
Urocyon cinereoargenteus	Zorra	Cámara Trampa y Tomahawk	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla IV.69 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de Reptiles.

Nombre científico	Nombre común	Sitios de muestreo										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lagartija rayada	*Aspidoscelis gularis*	2	1	5	7	1	3	6	2	1	0	2
Cascabel	*Crotalus molossus*	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	3
Tortuga casquito	*Kinosternon integrum*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coralillo	*Lampropeltis triangulum*	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Chirrionera	*Masticophis flajellum*	1	2	0	0	1	1	1	0	0	0	1
Alicante	*Pituophis deppei*	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
Culebra de agua	*Salvadora bairdi*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lagartija	*Sceloporus grammicus*	3	1	1	2	5	2	2	1	2	1	1
Lagartija rasposa	*Sceloporus horridus*	2	2	4	1	4	3	1	1	2	1	2
Culebra de agua	*Thamnophis cyrtopsis*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabla IV.70 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de Anfíbios.

Nombre científico	Nombre común	Sitios de muestreo										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ranita de cañón	*Hyla arenicolor*	1	0	2	1	1	1	1	2	1	2	2
Ranita verde	*Hyla eximia*	2	2	0	2	4	2	2	2	4	2	2

Las siguientes son las tablas de salida de *EstimateS*, en las que se observa el esfuerzo de muestreo, la cantidad acumulativa de individuos y el número de especies que integran la "curva empírica" antes de ser ajustada mediante modelo estadístico en *STATISTICA*.

Tabla IV.71 Valores de la curva empírica generados por *EstimateS* para los grupos faunísticos.

Sitios de muestreo	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios
	S(est)	S(est)	S(est)	S(est)
1	17.05	8.2	5.55	1.91
2	23.76	10.13	6.69	2
3	26.77	11.13	7.41	2
4	28.36	11.79	7.93	2
5	29.34	12.24	8.36	2
6	30.02	12.57	8.73	2
7	30.56	12.79	9.05	2
8	31.01	12.93	9.35	2
9	31.43	13	9.6	2

Sitios de muestreo	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios
	S(est)	S(est)	S(est)	S(est)
10	31.84	13	9.82	2
11	32.23		10	2
12	32.61			
13	33			

Empleando el software estadístico llamado *STATISTICA*, se ajustó la información obtenida de *EstimateS* empleando el método antes descrito al inicio de esta sección, y se obtuvieron las curvas de acumulación ajustadas mediante el modelo Exponencial, así como los valores de ellas derivados, que se presentan a continuación:

Curvas de acumulación para Fauna

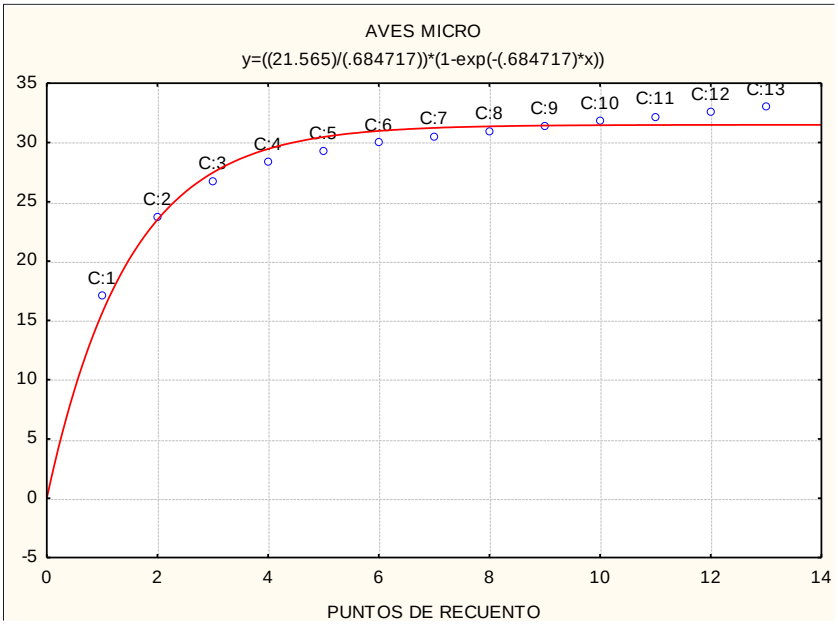


Figura IV.53 Curva de acumulación para el grupo de las aves en el sistema ambiental.

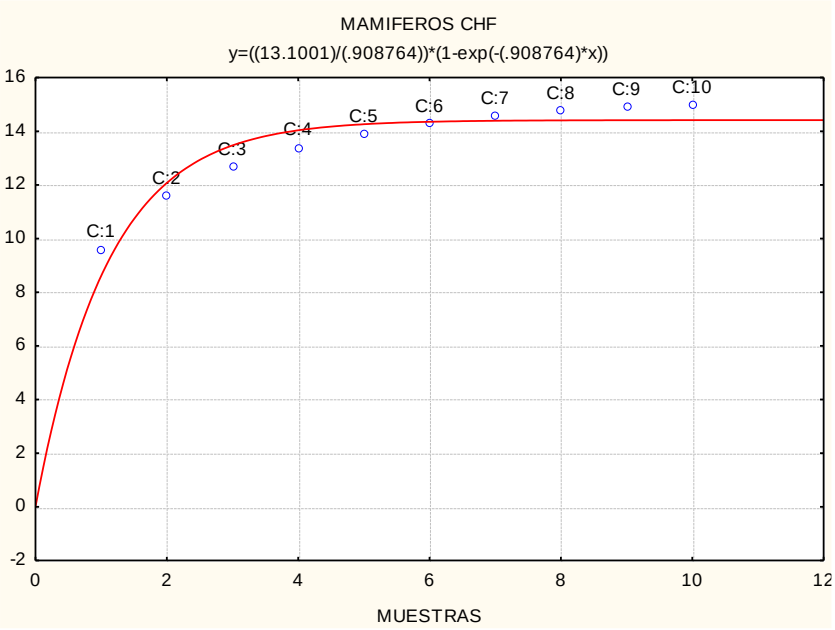


Figura IV.54 Curva de acumulación para el grupo de los mamíferos en el sistema ambiental.

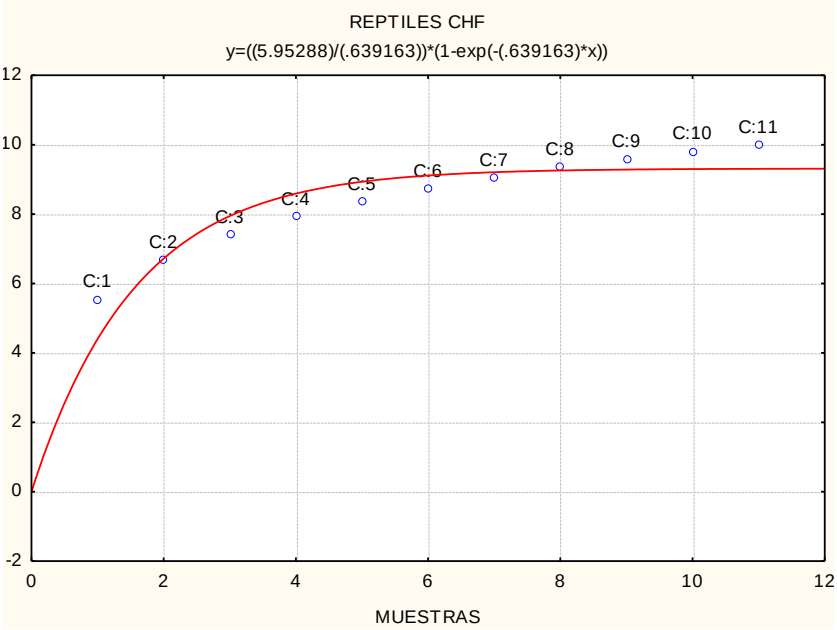


Figura IV.55 Curva de acumulación para el grupo de los reptiles en el sistema ambiental.

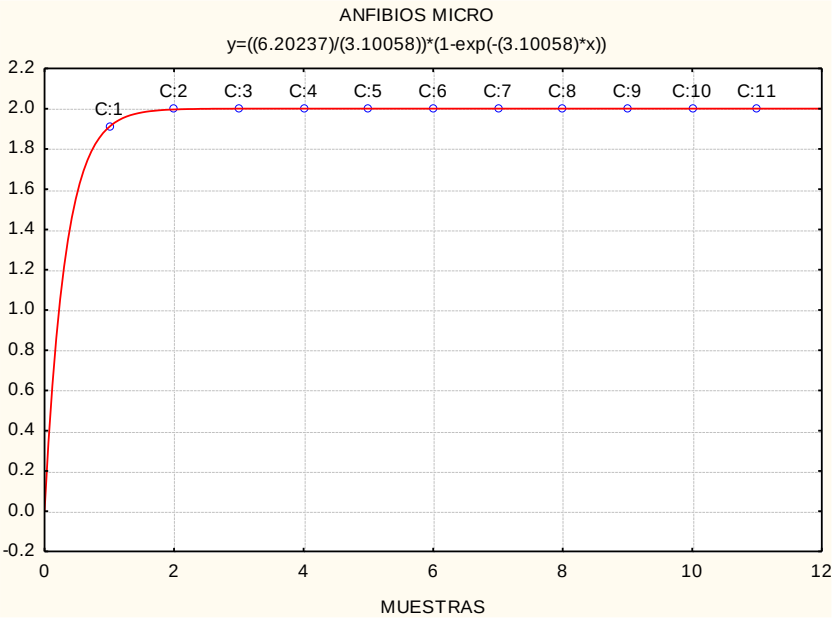


Figura IV.56 Curva de acumulación para el grupo de los anfibios en el sistema ambiental.

Tabla IV.72 Parámetros para cada grupo de fauna silvestre presente en el sistema ambiental

Parámetro	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfíbios
Sitios de Muestreo	13	10	11	11
Especies Muestreadas	33	15	10	2
Asíntota (especies)	31	14	9	2
Pendiente al Final de la Curva	0.0029	0.0015	0.0053	0.0000
Cobertura de especies %	100.00	100.00	100.00	100.00
Coeficiente de determinación R^2	0.9768	0.9405	0.9092	0.9990

Como se puede observar en los resultados anteriores, la totalidad de las muestras alcanzan una cobertura del 100% de las especies que la asíntota indica pueden encontrarse en el sistema ambiental. Por su parte la R^2 confirma un buen ajuste del modelo Exponencial a nuestro diseño de muestreo. De esta forma se constata que el tamaño de muestra aplicado fue el adecuado. De igual forma, en todos los casos la Pendiente al final de la curva es menor a 0.1, lo que nos indica que se logró un inventario bastante completo y altamente fiable.

Parámetros estructurales de la fauna en el sistema ambiental

La riqueza de especies de vertebrados observada en el sistema ambiental comprende 60 especies.

Tabla IV.73 Riqueza de especies de fauna observada en el sistema ambiental.

Grupo	Riqueza de Especies
Aves	33
Mamíferos	15
Reptiles	10
Anfibios	2
Total	**60**

De acuerdo con la información de campo, el grupo de las aves es el más representativo con una riqueza específica de 33 especies observadas en el sistema ambiental, mientras que la menor riqueza la presenta el grupo de los grupos de reptiles y anfibios de los cuales se encontraron 10 y 2 especies respectivamente dentro de este tipo de ecosistemas. En las aves destaca una mayor abundancia de la *Zenaida asiática*, que es una especie con amplia distribución y usa el ecosistema para realizar sus actividades bilógicas.

Tabla IV.74 Listado de fauna silvestre observada en el sistema ambiental.

No.	Especie	Endemismo	Estatus NOM-059	CITES
AVES				
1	*Amazilia violiceps*	No endémica	No enlistada	Apendice ll
2	*Ammodramus savannarum*	No endémica	No enlistada	No enlistada
3	*Buteo jamaicensis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
4	*Callipepla squamata*	No endémica	No enlistada	No enlistada
5	*Calothorax lucifer*	No endémica	No enlistada	Apendice ll
6	*Campylorhynchus gularis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
7	*Cardinalis cardinalis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
8	*Carpodacus mexicanus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
9	*Catherpes mexicanus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
10	*Chondestes grammacus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
11	*Coragyps atratus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
12	*Corvus corax*	No endémica	No enlistada	No enlistada
13	*Falco sparverius*	No endémica	No enlistada	No enlistada
14	*Geococcyx velox*	No endémica	No enlistada	No enlistada
15	*Hirundo rustica*	No endémica	No enlistada	No enlistada
16	*Icterus parisorum*	No endémica	No enlistada	No enlistada
17	*Melanerpes aurifrons*	No endémica	No enlistada	No enlistada
18	*Mimus polyglottos*	No endémica	No enlistada	No enlistada

No.	Especie	Endemismo	Estatus NOM-059	CITES
19	*Myiozetetes similis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
20	*Passer domesticus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
21	*Passerina caerulea*	No endémica	No enlistada	No enlistada
22	*Phainopepla nitens*	No endémica	No enlistada	No enlistada
23	*Polioptila caerulea*	No endémica	No enlistada	No enlistada
24	*Pyrocephalus rubinus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
25	*Quiscalus mexicanus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
26	*Sayornis phoebe*	No endémica	No enlistada	No enlistada
27	*Sayornis saya*	No endémica	No enlistada	No enlistada
28	*Spinus psaltria*	No endémica	No enlistada	No enlistada
29	*Spizella passerina*	No endémica	No enlistada	No enlistada
30	*Toxostoma curvirostre*	No endémica	No enlistada	No enlistada
31	*Troglodytes aedon*	No endémica	No enlistada	No enlistada
32	*Zenaida asiática*	No endémica	No enlistada	No enlistada
33	*Zenaida macroura*	No endémica	No enlistada	No enlistada
MAMIFEROS				
34	*Baiomys taylori*	No endémica	No enlistada	No enlistada
35	*Bassariscus astutus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
36	*Canis latrans*	No endémica	No enlistada	No enlistada
37	*Desmodus rotundus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
38	*Didelphis marsupialis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
39	*Lepus californicus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
40	*Lynx rufus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
41	*Mephitis macroura*	No endémica	No enlistada	No enlistada
42	*Neotoma leucodon*	No endémica	No enlistada	No enlistada
43	*Peromyscus difficilis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
44	*Procyon lotor*	No endémica	No enlistada	No enlistada
45	*Sciurus aureogaster*	No endémica	No enlistada	No enlistada
46	*Spilogale gracilis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
47	*Sylvilagus cunicularis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
48	*Urocyon cinereoargenteus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
REPTILES				
49	*Aspidoscelis gularis*	No endémica	No enlistada	No enlistada
50	*Crotalus molossus*	**No endémica**	**Sujeta a Protección Especial**	No enlistada

No.	Especie	Endemismo	Estatus NOM-059	CITES
51	*Kinosternon integrum*	**Endemica**	**Sujeta a Protección Especial**	No enlistada
52	*Lampropeltis triangulum*	No endémica	**Amenazada**	No enlistada
53	*Masticophis flajellum*	No endémica	**Amenazada**	No enlistada
54	*Pituophis deppei*	**Endemica**	**Amenazada**	No enlistada
55	*Salvadora bairdi*	**Endemica**	**Sujeta a Protección Especial**	No enlistada
56	*Sceloporus grammicus*	**No endémica**	**Sujeta a Protección Especial**	No enlistada
57	*Sceloporus horridus*	No endémica	No enlistada	No enlistada
58	*Thamnophis cyrtopsis*	No endémica	**Amenazada**	No enlistada
ANFIBIOS				
59	*Hyla arenicolor*	No endémica	No enlistada	No enlistada
60	*Hyla eximia*	No endémica	No enlistada	No enlistada

Tabla IV.75 Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de las aves en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia Relativa	Diversi-dad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Sociabili-dad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta	6	1.690	0.069	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Nectarívoro	Terrestre	Superior
Ammodramus savannarum	Gorrión chapulín	19	5.352	0.157	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	0.282	0.017	No endémica	No enlistada	No	Migratoria	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Superior
Callipepla squamata	Codorniz escamosa	17	4.789	0.146	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Granívoro	Terrestre	inferior
Calothorax lucifer	Colibrí Lucifer	9	2.535	0.093	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Nectarívoro	Terrestre	Superior
Campylorhynchus gularis	Matraca del desierto	9	2.535	0.093	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior
Cardinalis cardinalis	Cardenal	3	0.845	0.040	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Granívoro	Terrestre	Superior
Carpodacus mexicanus	Gorrión mexicano	21	5.915	0.167	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Catherpes mexicanus	Salta pared	6	1.690	0.069	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	12	3.380	0.114	No endémica	No enlistada	No	Migratoria	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Coragyps atratus	Zopilote	1	0.282	0.017	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Carroñero	Terrestre	Superior
Corvus corax	Cuervo	2	0.563	0.029	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Omnívoro	Terrestre	Superior
Falco sparverius	Cernícalo	1	0.282	0.017	No endémica	No enlistada	No	Migratoria	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Superior
Geococcyx velox	Correcaminos	1	0.282	0.017	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia Relativa	Diversi-dad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Sociabili-dad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Hirundo rustica	Golondrina	26	7.324	0.191	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Insectívoro	Terrestre-acuático	Superior
Icterus parisorum	Calandria tunera	10	2.817	0.101	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Melanerpes aurifrons	Carpintero	6	1.690	0.069	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior
Mimus polyglottos	Cenzontle	9	2.535	0.093	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Myiozetetes similis	Luis gregario	5	1.408	0.060	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Passer domesticus	Gorrión doméstico	23	6.479	0.177	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Passerina caerulea	Picogrueso azul	9	2.535	0.093	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Granívoro	Terrestre	Superior
Phainopepla nitens	Capulinero negro	4	1.127	0.051	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Polioptila caerulea	Perlita grisilla	14	3.944	0.128	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	13	3.662	0.121	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Quiscalus mexicanus	Urraca	15	4.225	0.134	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Omnívoro	Terrestre	Superior
Sayornis phoebe	Mosquerito fibi	6	1.690	0.069	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Sayornis saya	Mosquero llanero	10	2.817	0.101	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Spinus psaltria	Gorrión dominico	10	2.817	0.101	No endémica	No enlistada	No	Residente	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior
Spizella passerina	Gorrión ceja blanca	20	5.634	0.162	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	11	3.099	0.108	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Troglodytes aedon	Matraquita	6	1.690	0.069	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia Relativa	Diversi-dad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Sociabili-dad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Zenaida asiática	Paloma de alas blancas	30	8.451	0.209	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Zenaida macroura	Paloma huilota	20	5.634	0.162	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Total general		**355**	**100**	**3.241**								
Riqueza S =	**33**											
H´ calculada =	**3.2**											
H máx. =	**3.5**											
Equidad (J) =	**0.9**											

El grupo de las aves es el más representativo con una riqueza específica de 33 especies en el sistema ambiental, la máxima diversidad que pueden alcanzar las aves es de 3.5 y el índice de diversidad de Shannon **H´ es de 3.2** lo que nos indica que tiene una diversidad media al encontrarse en el rango de 1.6 a 3.4 según Magurran. El valor calculado para **(J)** nos refleja una quidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es semejante. Se observa que la abundancia para las aves no es constante ya que algunas especies en el muestreo se encontraban en parvadas pequeñas. En las siguientes imágenes se muestran algunas de las especies avistadas en el sistema ambiental durante el muestreo realizado.

Figura IV.57 Paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*).

Figura IV.58 Capulinero negro (*Phainopepla nitens*) y mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*).

Figura IV.59 Cenzontle (Mimus polyglottos) y cuitlacoche pico curvo (Toxostoma curvirostre).

Figura IV.60 Perlita grisilla (Polioptila caerulea) y golondrina (Hirundo rustica).

Tabla IV.76 Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los mamíferos en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia Relativa	Diversi-dad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Sociabili-dad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Baiomys taylori	Ratón de campo	13	7.98	0.202	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Granívoro	Terrestre	Inferior
Bassariscus astutus	Cacomixtle	13	7.98	0.202	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Canis latrans	Coyote	3	1.84	0.074	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Desmodus rotundus	Vampiro	9	5.52	0.160	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Hematófago	Aéreo	Superior
Didelphis marsupialis	Tlacuache	24	14.72	0.282	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Lepus californicus	Liebre	10	6.13	0.171	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Herbívoro	Terrestre	Inferior
Lynx rufus	Lince	1	0.61	0.031	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Mephitis macroura	Zorrillo	5	3.07	0.107	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Neotoma leucodon	Rata magueyera	21	12.88	0.264	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Herbívoro	Terrestre	Inferior
Peromyscus difficilis	Ratón	23	14.11	0.276	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Granívoro	Terrestre	Inferior
Procyon lotor	Mapache	4	2.45	0.091	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Sciurus aureogaster	Ardilla gris	5	3.07	0.107	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Granívoro	Terrestre	Inferior

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia Relativa	Diversi-dad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Sociabili-dad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Spilogale gracilis	Zorrillo manchado	2	1.23	0.054	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Sylvilagus cunicularis	Conejo	21	12.88	0.264	No endémica	No enlistada	si	Residente	Solitario	Herbívoro	Terrestre	Inferior
Urocyon cinereoargenteus	Zorra	9	5.52	0.160	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Total		**163**	**100.00**	**2.444**								

Riqueza S =	**15**
H´ calculada =	**2.4**
H máx. =	**2.7**
Equidad (J) =	**0.9**

*En el último apartado de este Capítulo se aclara la información referente a las subespecies.

Los mamíferos presentaron una riqueza específica de 15, la máxima diversidad que pueden alcanzar los mamíferos es de 2.7 y el índice de diversidad de Shannon **H´ es de 2.4** lo que nos indica que tiene una diversidad media al caer el valor en el rango de 1.6 a 3.4 según Magurran. El valor calculado para **(J)** nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es homogénea a excepción de Zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*) y Lince (*Lynx rufus*) que tienen una abundancia baja.

Figura IV.61 Conejo (*Sylvilagus cunicularius*) y auto retrato de zorro (*Urocyon cinereoargenteus*).

Figura IV.62 Auto retratos de Mapache (Procyon lotor) y cacomiztle (Bassariscus astutus).

Tabla IV.77 Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los reptiles en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia Relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Lagartija rayada	*Aspidoscelis gularis*	30	27.03	0.354	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Cascabel	*Crotalus molossus*	18	16.22	0.295	No endémica	Protección especial	No	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Tortuga casquito	*Kinosternon integrum*	1	0.90	0.042	No endémica	Protección especial	No	Residente	Gregario	Carnívoro	Acuático	Inferior
Coralillo	*Lampropeltis triangulum*	2	1.80	0.072	No endémica	Amenazada	No	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Chirrionera	*Masticophis flajellum*	7	6.31	0.174	No endémica	Amenazada	No	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Alicante	*Pituophis deppei*	6	5.41	0.158	Endémica	Amenazada	No	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Culebra de agua	*Salvadora bairdi*	2	1.80	0.072	Endémica	Protección especial	No	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Lagartija	*Sceloporus grammicus*	21	18.92	0.315	No endémica	Protección especial	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Lagartija rasposa	*Sceloporus horridus*	23	20.72	0.326	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Culebra de agua	*Thamnophis cyrtopsis*	1	0.90	0.042	No endémica	Amenazada	No	Residente	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia Relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Total		**111**	**100**	**1.851**								

Riqueza S =	**10**
H´ calculada =	**1.9**
H máx. =	**2.3**
Equidad (J) =	**0.8**

La riqueza de reptiles en el sistema ambiental fue de 10 especies, por ser un grupo con baja riqueza la máxima diversidad que puede alcanzar es de 2.3 considerada media, así también el índice de diversidad de Shannon **H´ es de 1.9 l**o que la coloca en el rango de 1.6 a 3.5 por lo que se considera media. El valor calculado para **(J) 0.8** nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es homogénea a excepción de *Kinosternon integrum* y *Thamnophis cyrtopsis*, que presentan la abundancia más baja.

Figura IV.63 Alicante (*Pituophis deppei)* y lagartija rayada (*Aspidoscelis gularis).*

Figura IV.64 Lagartija (*Sceloporus horridus*).

Tabla IV.78 Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los anfibios en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia Relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Ranita de cañón	*Hyla arenicolor*	14	36.842	0.368	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Ranita verde	*Hyla eximia*	24	63.158	0.290	No endémica	No endémica	No	Residente	Gregario	Insectívoro	Terrestre-acuático	Inferior
Total		**38**	**100**	**0.658**								

Riqueza S =	**2**
H´ calculada =	**0.7**
H máx. =	**0.7**
Equidad (J) =	**0.9**

La riqueza de anfibios en el sistema ambiental fue de 2 especies, por ser un grupo con la riqueza más baja la máxima diversidad que puede alcanzar es de 0.7 considerada baja, así también el índice de diversidad de Shannon **H´ es de 0.7** lo que los coloca en el rango de 0 a 1.5 por lo que se considera baja. El valor calculado para **(J) 0.9** nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es homogénea.

Figura IV.65 Rana cañón (Hyla arenicolor).

Tabla IV.79 Resumen del Índice de Shannon y Wiener por grupo faunístico en el sistema ambiental.

Grupo	H'	H máx.
Aves	3.2	3.5
Mamíferos	2.4	2.7
Reptiles	1.9	2.3
Anfibios	0.7	0.7

De acuerdo a los índices calculados derivados de los muestreos de fauna, se puede concluir que la diversidad se considera baja y media ya que los valores máximos no sobrepasan el valor de 3.5, la diversidad media se relaciona con las actividades antrópicas que se desarrollan en el sistema ambiental ya que como se observa en las imágenes de satélite el uso de suelo predominante es agrícola y urbano que provoca el desplazamiento de la fauna silvestre hacia zonas más alejadas e inaccesibles en las que el hábitat guarda características idóneas para la fauna.

El máximo índice de biodiversidad lo tienen las aves con 3.5 bits/individuo y el menor los anfibios, 1.00 bits/individuo, índice que se relaciona directamente con la riqueza y abundancia de las especies.

Estado de conservación y riesgo de las especies de Fauna presentes en el sistema ambiental

De la fauna estudiada se encontraron 8 especies de reptiles listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.80 Listado de especies de fauna en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Especie	Estatus en la NOM-059
Reptilia	*Crotalus molossus*	**Sujeta a Protección Especial**
Reptilia	*Kinosternon integrum*	**Sujeta a Protección Especial**
Reptilia	*Lampropeltis triangulum*	**Amenazada**

Clase	Especie	Estatus en la NOM-059
Reptilia	*Masticophis flajellum*	**Amenazada**
Reptilia	*Pituophis deppei*	**Amenazada**
Reptilia	*Salvadora bairdi*	**Sujeta a Protección Especial**
Reptilia	*Sceloporus grammicus*	**Sujeta a Protección Especial**
Reptilia	*Thamnophis cyrtopsis*	**Amenazada**

Bassariscus astutus la cual se incluye enlistada en la NOM 059 SEMARNAT 2010 con categoría de protegida y fue omitido, ya que en la NOM 059 SEMARNAT 2010 se incluyen las siguientes sub-especies las cuales por su distribución en México no corresponden a la que se presenta en el sistema ambiental.

De acuerdo con Álvarez Castañeda, S.T. 2003. La Subespecie ***Bassariscus astutus insulicola***. Presenta una distribución endémica en la isla San José, Baja California, Méx. Y ***Bassariscus astutus saxicola*** se distribuye únicamente en la isla Espíritu Santo, Baja California, Méx. **Fuente: Álvarez Castañeda, S.T. 2003 Roedores y carnívoros del noroeste de México incluidos en el Proyecto NOM-059-ECOL-2001. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W003. México, D.F**.

La especie ***Carpodacus mexicanus*** la cual se encuentra enlistada en la NOM 059 SEMARNAT 2010 con categoría de protegida sin embargo solo las siguientes sub-especies son las que por su distribución en México no corresponden a la que se presenta en el sistema ambiental.

Según Morgan, L., Maxwell, S., Tsao, F., Wilkinson, T.A.C. & Etnoyer, P. 2005. Marine Priority Conservation Areas: Baja California to the Bering Sea. Commission for Environmental Cooperation of North America and the Marine Conservation Biology Institute. Montreal. **El Pinzón de Guadalupe Carpodacus *mexicanus amplus*** tiene una distribución endémica en la Isla de Guadalupe Baja California, por lo que no corresponde a la especie reportada en el predio.

Erik Mellink 2002, El Límite sur de la región Mediterránea de Baja California, con base en sus Tetrápodos Endémicos. Indica que las especies endémicas a la región mediterránea de Baja California se pueden dividir en aquellas que ocupan áreas pequeñas, aisladas, como las Ciénegas, islas y pequeños bosques de coníferas en las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir, y los que ocupan áreas extensas dentro de una distribución continua. Así mismo menciona que la especie ***Carpodacus mexicanus clementis*** es endémica y se localiza en las Islas de los Coronados. Por lo que no corresponde a la especie reportada en el predio

La CONABIO en su listado "Especies de plantas vasculares y vertebrados cuya extinción ha sido confirmada", indica que desde el año 1938 la especie ***Carpodacus mexicanus mcgregori*** no registrada, King en 1981 y Gómez

de Silva y Oliveras de Ita (2003) consideran extinta la subespecie. La cual se distribuía únicamente en la Isla de San Benito, Baja California, por lo que no corresponde a la especie registrada en el predio.

Fuente: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/Capitulo%2010/Cuadro%20104a.pdf

Análisis de fauna para el predio

Conteo de Reptiles y anfibios

Se realizó a través del siguiente método:

- *Encuentro visual*. Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatoria, generalmente durante un período de tiempo fijo.

Para el grupo de los anfibios y reptiles, se utilizó la metodología de encuentro visual dentro de los transectos, que consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de los trayectos generalmente durante un periodo fijo, esto incluyendo el movimiento de piedras, ramas o especie arbóreas o arbustivas que pudieran servir de refugios a los individuos. La utilización de transectos sirve no solamente para la identificación de las especies, sino también para la obtención de datos como la abundancia relativa, riqueza de especies y densidad (Gallina y López 2011)[8].

Tabla IV.81 Coordenadas de los transectos para reptiles y anfibios

Recorrido	Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	1	355928	2286152	356196	2286467
1	2	356196	2286467	355884	2286319
1	3	355884	2286319	356083	2286569
1	4	356083	2286569	355829	2286501
1	5	355829	2286501	355918	2286679
1	6	355918	2286679	355769	2286718
2	1	355645	2286244	355756	2286324
2	2	355756	2286324	355747	2286211

[8] Gallina, S. y López C. (Eds.) 2011. Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna. Universidad Autónoma de Querétaro. págs.61-64, 390.

Recorrido	Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
2	3	355747	2286211	355837	2286265
2	4	355837	2286265	355876	2286164
3	1	355746	2286597	355824	2286333
3	2	355824	2286333	355717	2286467
3	3	355717	2286467	355632	2286279
4	1	355629	2286243	355578	2286271
5	1	355487	2286293	355561	2286291
6	1	355344	2286358	355396	2286335
6	2	355396	2286335	355422	2286303
6	3	355422	2286303	355456	2286304
7	1	355581	2286888	355630	2286941
7	2	355630	2286941	355668	2286923
8	1	355319	2286853	355401	2286862
9	1	355309	2286802	355243	2286458
9	2	355243	2286458	355456	2286810
9	3	355456	2286810	355360	2286384
9	4	355360	2286384	355651	2286887
9	5	355651	2286887	355514	2286336
9	6	355514	2286336	355773	2286840
10	1	355281	2286300	355153	2286412
10	2	355153	2286412	355288	2286396
11	1	355132	2286365	355210	2286306
11	2	355210	2286306	355147	2286316
12	1	355107	2286312	355138	2286336

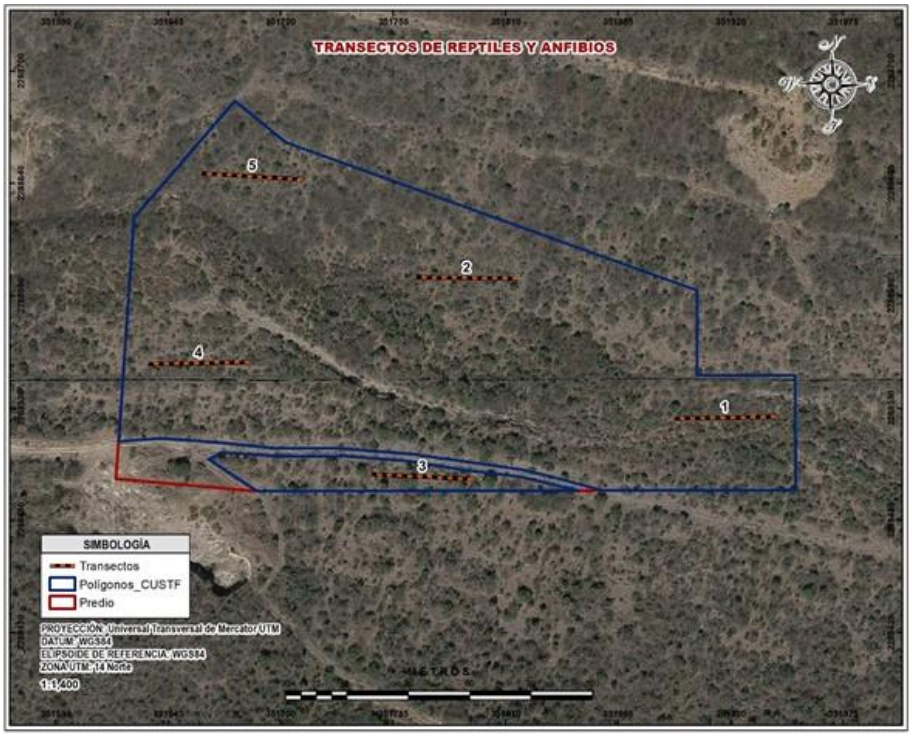


Figura IV.66 Ubicación de los transectos para reptiles

Conteo de aves terrestres

Recuentos en punto o puntos de conteo

El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds *et al.* 1980, Bibby*et al.* 1992, Ralph *et al.* 1996 citado por F. González G. 2011).

Este método puede usarse para obtener abundancia y riqueza de diferentes especies en un lugar específico, estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves, así como para estudiar las diferencias en la composición de especies entre hábitats.

Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente (Chávez–León y Velázquez 2004citado por F. González G. 2011).

Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables ya que pueden ser observadas o escuchadas, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Hutto *et al.* 1986, Bibby *et al.* 1992 citado por F. González G. 2011).

En este estudio únicamente se seleccionó un punto para evitar el doble conteo, realizándose en total dos conteos uno por la mañana de las 07:00 a las 10:00 horas y otros por la tarde de las 16:00 a las 18:00 horas.

El conteo se iniciaba tan pronto el observador llegaba al punto, donde permanecía en completo silencio y durante 10 ó 20 minutos tomaba datos de riqueza y abundancia de las especies, así como referencias fotográficas, así también durante el recorrido de punto a punto si se detectaba una nueva especie se contabilizaba para el punto más cercano al que se encontrara.

Tabla IV.82 Coordenadas de los puntos de recuento para aves

Punto	X	Y
1	356176	2286393
2	355976	2286593
3	355976	2286393
4	355976	2286193
5	355776	2286793
6	355776	2286393
7	355576	2286793
8	355576	2286593
9	355576	2286393
10	355376	2286793
11	355376	2286593
12	355376	2286393
13	355176	2286393

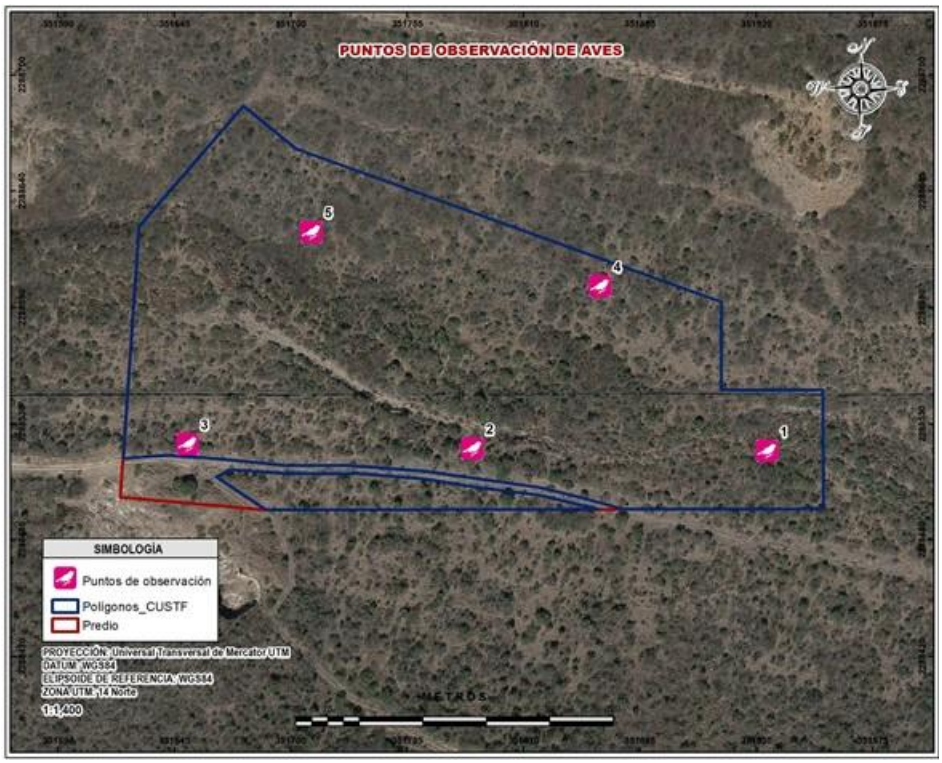


Figura IV.67 Ubicación de los puntos de recuentos de aves

Conteo de mamíferos

Las técnicas utilizadas para llevar a cabo la identificación y verificación de la presencia de las especies de mamíferos en el predio fueron las siguientes:

1. Métodos indirectos; huellas, pieles, animales muertos, excrementos y rascaderos
2. Métodos directos; trampas no mortales tipo Sherman para ratones y ratas y Tomahawk para mamíferos medianos
3. Método no invasivo utilizado cámaras nocturnas marca Simmons ® y Bushnell ®

En el estudio de mamíferos es importante conocer los sitios donde es más probable que se encuentren dentro de un área determinada, ya que las especies no se distribuyen de manera homogénea, lo cual está relacionado con los requerimientos de hábitat que suponen variables ambientales, climáticas o topográficas, incluso la perturbación humana influye en el área que ocupan los animales. A continuación, se describen las metodologías utilizadas para este grupo de acuerdo con las especies:

Rastros indirectos

Los conteos indirectos se hacen a partir de algún rastro producido por el animal de interés, por ejemplo, cuevas, madrigueras, heces o huellas encontradas en transectos de muestreo (Aranda, M. 2000). En consecuencia, el conteo de tales evidencias indirectas de la presencia animal provee de un índice de abundancia.

Censo para lagomorfos

Se buscaron indicios de lagomorfos a través del conteo de excrementos o letrinas de acuerdo con Aranda, 2000; Sutherland, 1996, ya que los excrementos son los rastros más notorios de la presencia de conejos y mamíferos en general.

El método consiste en trazar una serie de transectos a lo largo de los cuales se cuenta la acumulación de excrementos o de letrinas en parcelas previamente establecidas en cada transecto (Greenwood, 1996). De esta manera puede medirse la acumulación de excrementos en relación con una unidad de área y por un periodo conocido de tiempo y a partir de estos datos calcular cuántos animales se pueden encontrar.

Para estimar la abundancia absoluta, los supuestos básicos del método son:

1. Se conoce la tasa de defecación diaria. Se debe determinar la tasa de defecación en relación con la época del año y el tipo de vegetación.
2. Se conoce el periodo de acumulación de los excrementos. Para determinar con certeza el tiempo de acumulación, las parcelas se limpiaron de excrementos el día que se ubicaron en el campo, fecha a partir de la cual se inició el periodo de revisión.
3. La forma y el tamaño de la parcela son eficientes para el conteo. La medida utilizada para poblaciones de conejos y liebres fue de 1 m^2 en forma de parcelas circulares espaciadas cada 20 metros. Y se ubicaron con mayor densidad en las áreas con más abundancia de letrinas.
4. Los transectos se distribuyen al azar y son representativas del área total de referencia. La estratificación del muestreo se requiere cuando hay presencia de diferentes tipos de hábitat o vegetación claramente distinguibles. Cuando es posible identificar éstas áreas con cierta homogeneidad y estratificar el muestreo, se recomienda que las unidades de muestreo, las parcelas, se repartan proporcionalmente al tamaño de cada tipo de vegetación tomado como estrato.

Los transectos se limpian en la fecha cero; un determinado número de días poco antes del primer muestreo.

Una vez cumplidos los supuestos, y ya con la información ordenada, se puede estimar la riqueza y si se requiere la densidad absoluta que es el número de animales por hectárea, utilizando la siguiente fórmula:

Animales / ha = n / A x B

Donde:

n = número de excrementos o letrinas acumulados en las parcelas extrapolado a 1 hectárea,

A = tasa de defecación diaria

B = número de días de acumulación.

El número de excrementos acumulados por hectárea se calcula a partir de la información colectada en la hoja de registro. Para cada transecto se registró el número de excrementos en cada parcela. Se obtiene la sumatoria de excrementos por transecto. Si cada parcela tuvo un área de 1 m^2 y el transecto consistió de 10 parcelas, entonces el área muestreada por transecto fue de 10m^2. Con los datos de varios transectos se obtiene el número de excrementos promedio en 10 m^2, y este dato se extrapola a 1 hectárea.

Debe recordarse que esta extrapolación sólo es válida para aquella extensión relativamente homogénea del tipo de vegetación o hábitat considerado en el transecto.

Por ejemplo:

El transecto "A" tiene 10 parcelas de 1 m^2 y se registraron1, 0, 0, 5, 2, 0, 20, 0, 0, 1 excrementos encada parcela.

El área muestreada en el transecto fue de 10 m^2, la sumatoria de las 10 parcelas es 29 excrementos.

En otros 3 transectos se registraron, 80, 35 y 56 excrementos, respectivamente.

El promedio es de (29 + 80 + 36 + 56) / 4 = 50 excrementos en 10m^2.

Lo simplificamos a 5 excrementos en 1 m^2. Para extrapolar a 1 hectárea, se multiplica: (5 excrementos/ m^2) x (10,000); porque 1 hectárea =10,000 m^2.

Así se obtiene una *n* = 50,000 de excrementos / hectárea.

Si conocemos la tasa de defecación diaria de la especie (A) y el número de días de acumulación (B), entonces podemos completar la fórmula y estimar la densidad absoluta:

$$Animales / ha = n / A \times B$$

Animales / ha = 50,000 excrementos por ha/ (tasa de defección 560 excrementos por día por conejo, por 30 días = 16,800) = 50,000 / 16,800 así, el estimado resulta: 2.97 conejos / hectárea.

Tabla IV.83 Ubicación de los transectos lagomorfos

Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	356174	2286403	356174	2286503
2	356010	2286552	356010	2286652
3	356002	2286229	356002	2286329
4	355861	2286421	355861	2286521
5	355761	2286204	355761	2286304
6	355689	2286666	355689	2286766
7	355594	2286394	355594	2286494
8	355482	2286652	355482	2286752
9	355380	2286394	355380	2286494
10	355283	2286652	355283	2286752

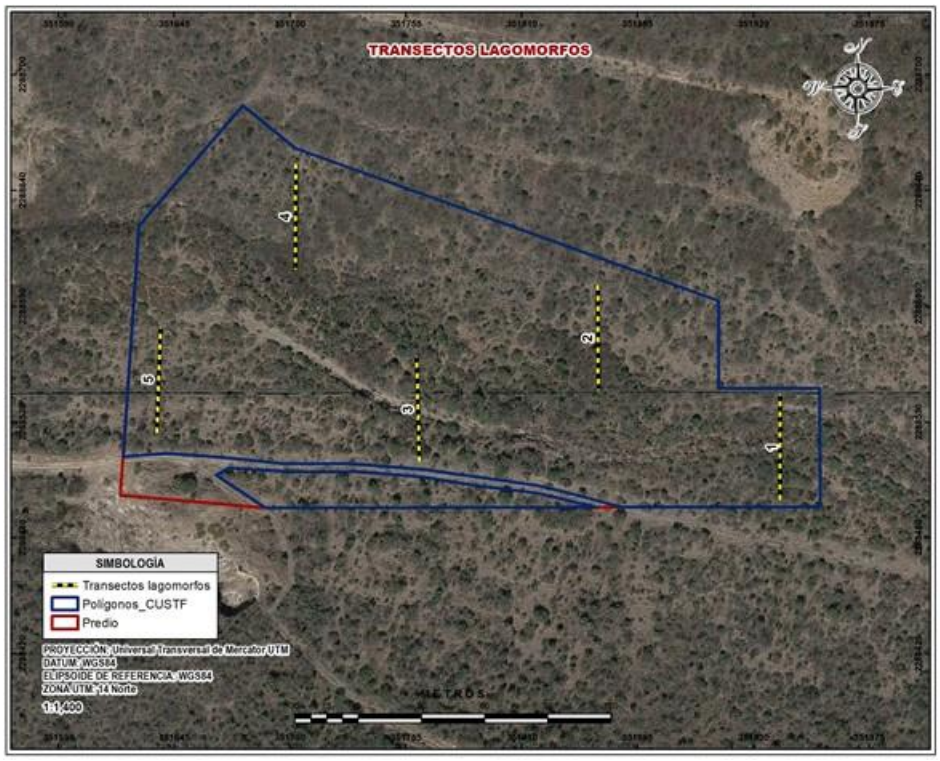


Figura IV.68 Transectos para lagomorfos

Conteos directos

Los conteos directos pueden ser del número de animales capturados en un grupo de trampas, número de animales detectados caminando a través de un transecto o número de animales fotografiados en trampas cámara

Trampas Sherman y Tomahawk

Se realizaron muestreos en transectos con trampas Sherman cebadas con avena y crema de cacahuate, se establecieron cinco baterías de 200 m donde se colocaron 50 trampas dispuestas en línea y separadas unas de otras cada 30 m aproximadamente y se dejaron durante dos noches consecutivas.

Las trampas se ubicaron en el suelo en la base de los árboles y nopales donde había vestigios de roedores y se revisaban por la mañana para evitar la muerte por hipotermia. Los especímenes capturados, se fotografiaron y se identificaron usando la Guía de mamíferos del estado de Querétaro (Soria Luna Hugo Et Al. 2007) para posteriormente ser liberados en el sitio de captura.

Cada vez que se atrapa a un animal, una trampa queda fuera de servicio, por lo tanto, el número de trampas disponibles para atrapar animales disminuye progresivamente a lo largo del período de trampeo.

La proporción de trampas capturando animales es una frecuencia de captura, que está relacionada con el número de animales que podrían haber sido capturados si las trampas fueran capaces de capturas múltiples. A esto se le conoce como densidad de captura. En otras palabras, la frecuencia de captura (número de animales capturados/trampas) NO es lineal con la densidad poblacional absoluta, pero la densidad de captura SI es lineal.

Por lo tanto, la frecuencia de captura (***f***) deberá ser convertida siempre a densidad de captura (***X***) antes de comparar a las poblaciones y se resume en la siguiente ecuación:

$f=1-e^{-x}$

Cuando se utilice este método de densidad relativa utilizando trampas siempre los resultados se dan como ***DENSIDAD DE CAPTURA*.** Ahora para obtener el índice de abundancia las capturas por transecto se dividen entre las noches que estuvieron activas por 100 y el resultado se expresa en índice de abundancia.

Para mamíferos medianos se utilizaron 15 trampas **Tomahawk** de diferentes tamaños, plegables y fijas, con una y dos puertas abatibles, en las cuales se colocó sardina como atrayente. Las trampas se dispusieron de manera sistemática con separación de 50 metros entre trampas. Las trampas se dejaron durante dos noches por la mañana se revisaron se liberaron a los animales sin antes tomar sus características fisiológicas y fotografiarlos.

Tabla IV.84 Coordenadas de ubicación de las baterías de trampas Tomahawk y Sherman

Batería	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	356082	2286290	356082	2286490
2	355909	2286502	355909	2286702
3	355734	2286298	355734	2286498
4	355607	2286621	355607	2286821
5	355455	2286353	355455	2286553
6	355298	2286583	355298	2286783

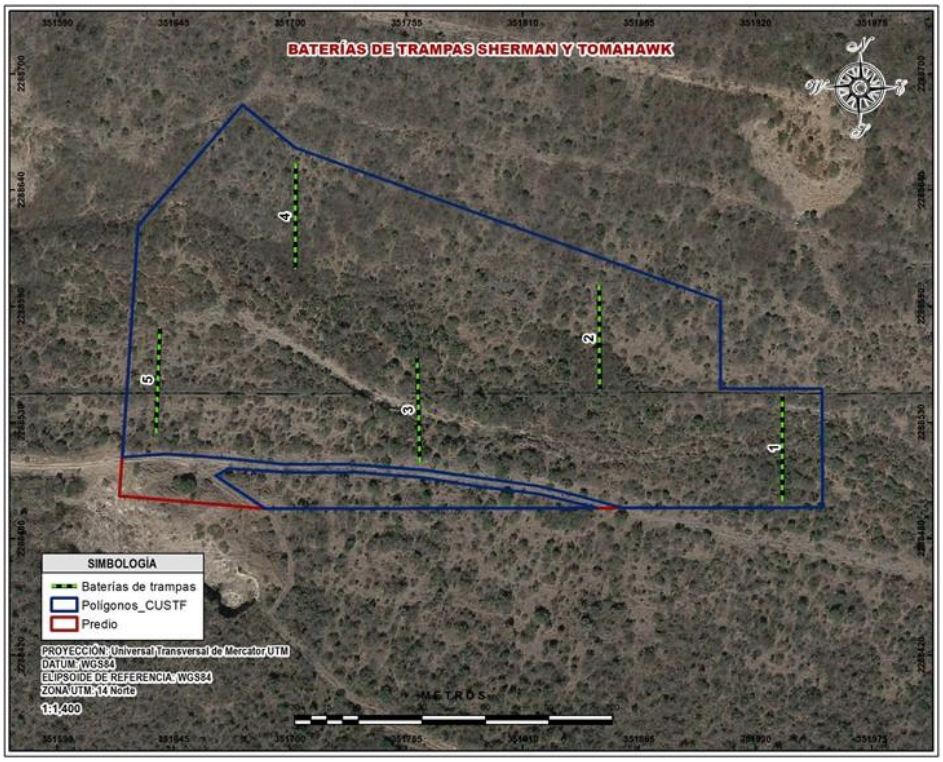


Figura IV.69 Ubicación de las baterías para trampas Sherman y Tomahawk

Trampas cámara

El uso de trampas cámara es útil para estudiar especies con bajas densidades y difíciles de capturar u observar, en este estudio se ubicaron en sitios con características físicas apropiadas para determinadas especies, así como sitios donde se encontraron rastros de fauna, cada sitio fue muestreado con dos trampas-cámara digital con flash Infra-Rojo (Simmons ®).

Las trampas-cámaras fueron colocadas con una separación de 500 m y programadas para realizar tres tomas consecutivas una vez que se detectara movimiento, con la finalidad de propiciar la fotografía de los animales se colocaron atrayentes olfativos consistentes en sardina y crema de cacahuate colocados en un rango de 1 a 3 m de separación de las cámaras, una vez que se acercaba el animal a comer la carnada la cámara realizaba las tomas hasta que se retiraba el animal. Dependiendo de la marca de la cámara las fotos registraron la fecha, hora, temperatura y fase lunar en que fue tomada. El período de muestreo fue de cinco días con el uso de cuatro cámaras.

Análisis de datos

En cada fotografía tomada por las cámaras se revisó y se registró la especie y la hora en que se tomó la fotografía. Para definir la independencia entre fotografías y no contabilizar dos veces al mismo individuo, se tomó como fotografía nueva o independiente aquella que se tomó en un periodo mínimo de 12 horas después de tomada la primera fotografía (Yasuda 2004, Heilbrun*et al.* 2006). Para los análisis estadísticos a cada sitio se le consideró como unidad de muestreo.

Los índices de abundancia relativa para cada especie registrada se calcularon a partir de los datos de las cámaras.

Los índices empleados en los cálculos fueron los siguientes:

- Índice de detección de cámaras **IDC** (Boydston 2005). Indica la facilidad de detectar una especie o bien el número de detecciones esperadas por 100 trampas noche, el cálculo es el mismo que para el índice de abundancia relativa.

$IDC=100x\ (f/t)$

Donde:

f = número de fotografías por especie

t = número de noches trampa

Tabla IV.85 Coordenadas de reubicación de trampa cámara

Cámara	X	Y
1	356009	2286472
2	355560	2286717
3	355214	2286355

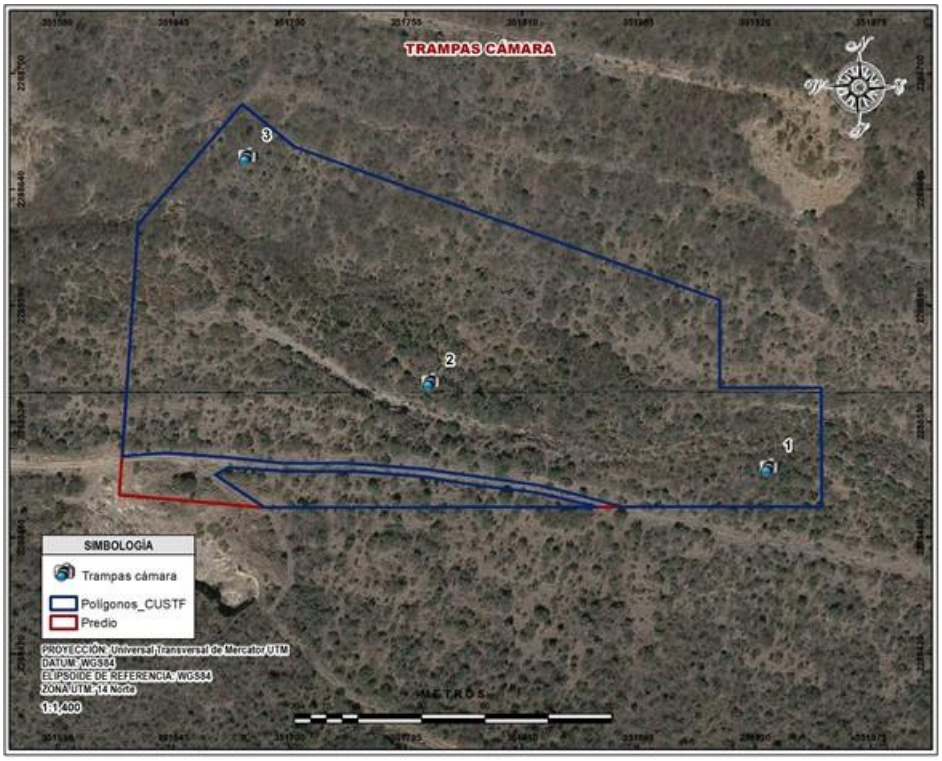


Figura IV.70 Ubicación de las trampas cámara

Analisis de la diversidad de la fauna

Riqueza específica

La riqueza específica(S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un lugar o en un área determinada, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

Abundancia

Uno de los parámetros poblacionales más utilizados en el manejo de la fauna es el tamaño poblacional o la abundancia. Se define como abundancia el número total de individuos que conforman una población y habitualmente se denota con la letra N. Para poder estimar la abundancia es necesario que los límites de la población

estén claramente establecidos, aspecto que no siempre es tan evidente en campo. En otros casos, cuando el límite de la población es de carácter administrativo, por ejemplo, una reserva, rancho, UMA, ejido, entonces la estimación de la abundancia se hará exclusivamente para los animales dentro de estos límites.

La fórmula general para estimar la abundancia es: $N = n / \alpha\beta$, donde *N* es la abundancia, *n* es el número de animales contados en las unidades de muestreo, α (alfa) es la proporción de área muestreada respecto del área total, y β (beta) la proporción de animales contados durante el muestreo.

Esta fórmula es la más general que existe y ya sea de manera explícita o implícita, todos métodos de estimación hacen referencia a esta fórmula. Es muy común expresar el tamaño de una población refiriéndose a la densidad por lo que es necesario definirla.

Por densidad se refiere el número de animales por unidad de área habitualmente expresada como individuos por hectárea, individuos por kilómetro cuadrado. Por lo tanto, la fórmula general para estimar la densidad (*D*) es: $D = N / S$, donde *N* es la abundancia de la población y *S* la superficie que ocupa la misma.

Abundancia Relativa

La abundancia relativa se define como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales en la comunidad.

Los datos de abundancia relativa proporcionan los índices del tamaño de las poblaciones que por lo general no pueden ser convertidos a una estimación de abundancia absoluta. Sin embargo, los resultados pueden proporcionar estimaciones de abundancia comparables entre localidades y especies, o dentro de la especie con el tiempo.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales.

Índice de biodiversidad

Para el cálculo de la biodiversidad en este estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener *H'*.

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies *S*.

También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de *S* especies y *N* individuos.

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

Para el cálculo de este parámetro se utiliza el log en base *2* de la abundancia relativa y los resultados se expresan como *bits/ind.*

$H' = -\sum p_i \, In \, p_i$

Donde:

pi= abundancia proporcional de la especie *i*, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987).

Magurran menciona que para el Índice de Shannon- WEINER, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Otro índice utilizado en este estudio fue el índice de equidad de Pielou que 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 igual de abundantes.

El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$J = H'/H'\ max$

Donde:

J = índice de equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$H'\ max$ = ln (S).

S = número de especies

Diseño de Muestreo empleado por grupo de especie

Muestreo aleatorio estratificado

Se eligió este tipo de muestreo debido a que el predio presenta por lo menos dos estratos o tipos de cobertura; de esta manera las muestras tienen representación de todos y cada uno de los estratos considerados. Se aseguró que en la estratificación del área a evaluar haya la máxima homogeneidad dentro de cada estrato en relación a la variable a estudiar y la máxima heterogeneidad entre los estratos. Dentro de cada estrato la selección de las muestras fue al azar.

Metodología para la generación de Curva de acumulación de especies

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, siendo ésta el estimado de especies existentes.

A fin de determinar la cantidad de posibles especies presentes en el predio propuesto para cambio de uso de suelo, incluyendo aquellas especies "raras" o de distribución "restringida" (considerando que no todas las especies tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución), se generó una curva de acumulación mediante el empleo del software denominado *EstimateS* en su versión 9.1.0. Para obtener la Rarefacción, dicho sistema, en un procedimiento de re-muestreo, selecciona al azar individuos o unidades de muestreo, hasta que todos los individuos o unidades de muestreo en la muestra de referencia se han acumulado.

Para generar las curvas de acumulación se realizaron los siguientes procedimientos:

e) Primero se integró la matriz de especies encontradas y su abundancia, matriz que indica en cada fila la abundancia por especie encontrada en cada sitio de muestreo (ubicados en cada columna).

f) La matriz antes referida se ingresó al sistema *EstimateS* en su versión 9.1.0, a fin de "aleatorizar" los datos y obtener los valores de la "curva empírica", es decir, la que se desprende de esta aleatorización.

g) Posteriormente los resultados de software *EstimateS* se ingresaron al sistema *STATISTICA*, el cual permitió el ajuste de los datos y la generación de la curva de acumulación mediante el método *Simplex & Quasi-Newton*, que de acuerdo a Jiménez –Valverde y Hortal (2003)[9] es uno de los métodos más robustos.
Complementariamente se obtuvieron los valores relacionados a la curva de acumulación, como son el coeficiente de determinación R^2, la pendiente de la curva y la cobertura de especies, que permiten evaluar la confiabilidad del tamaño de muestra. En tal sentido se empleó el modelo Exponencial, también llamado Exponencial negativo ***S(t) = (a/b) *(1-exp(-b*t))*** por ser el que dio un mejor resultado por el tipo de datos obtendios en campo. El Coeficiente de determinación R^2, que para nuestro muestreo presenta valores cercanos 1, corrobora un buen ajuste de los datos al emplear el modelo Exponencial. Por su parte, la pendiente de la curva en todos los estratos o grupos florísticos tiene un valor menor a 0.1, lo que según Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "*nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable*".

De esta forma se generaron las curvas de acumulación empleando la ecuación del modelo Exponencial ***S(t) = (a/b)*(1-exp(-b*t))***, donde ***S(t)*** es el número de especies estimado, ***t*** es el tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, ***a*** es la ordenada al origen, es decir la intercepción con el eje ***Y***, que representa la tasas de incremento de especies al inicio del muestreo, y ***b*** es la pendiente de la curva:

h) Para obtener la **asíntota** de la curva se dividió el valor de **a** entre **b** (**a/b**), obteniendo así, como resultado del análisis de los datos, el número de especies que se estima pueden ser encontradas en el área de muestreo.

Por otra parte, el cociente que resulta de la división del número de especies registradas en el muestreo entre las especies que se estima puedan ser encontradas, nos indica la cobertura que logramos sobre la riqueza de especies. En este sentido, tal y como lo refieren Jiménez –Valverde y Hortal (2003), "*A menos que se alcance el número asintótico de especies (…) no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo*

[9] Jiménez-Valverde A., 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-2003. Sección Artículos y Notas Pp. 151 – 161. Madrid. España.

suficientemente completo (…). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables". Con base en lo anterior, y a falta de parámetros aplicables al modelo Exponencial, es este (70%) el criterio que empleamos para determinar si nuestra muestra fue lo suficientemente completa.

Aunado a lo anterior también debe tomarse en cuenta, según los autores citados, que a medida que el inventario se va completando es cada vez más difícil encontrar nuevas especies en las unidades de muestro que se agregan, lo que tiene como consecuencia el decremento en la pendiente de la curva. De lo anterior se requiere un mayor esfuerzo para registrar nuevas especies. conllevaría mayores costos, sin embargo, la probabilidad de encontrar nuevas especies va disminuyendo con cada nueva unidad de muestreo, por lo que debe tomarse en cuenta la relación Resultado-Costo al momento de determinar el tamaño de la muestra.

Las curvas de acumulación de especies que resultan del procedimiento descrito muestran en el eje ***X*** el esfuerzo de muestreo efectuado (***t***; unidades de esfuerzo). y el eje ***Y*** representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado y los puntos sobre la línea son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo.

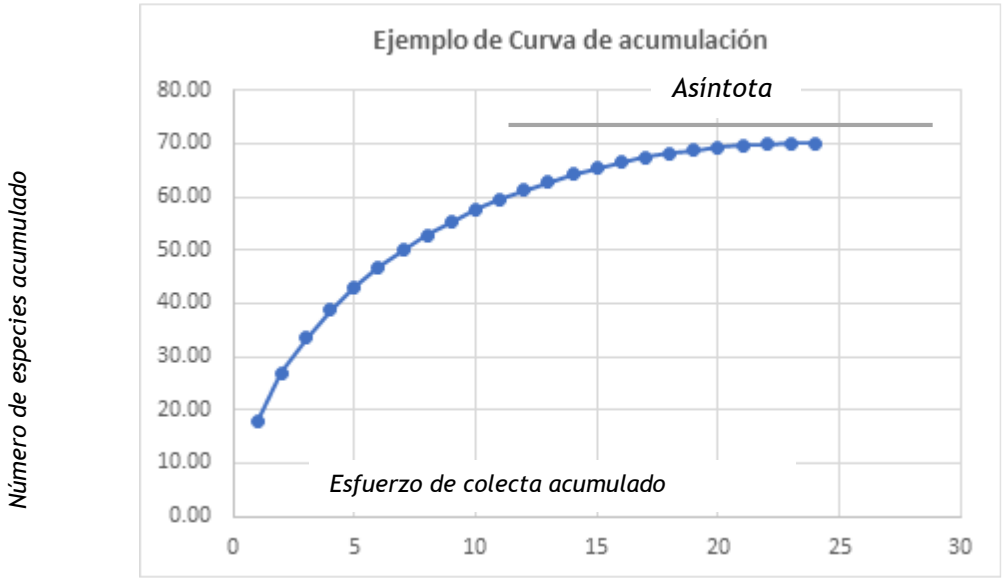


Figura IV.71 Ejemplo de una curva de acumulación de especies.

Los resultados de cada uno de los pasos antes indicados se integran como anexo al presente, en formato Excel. En él pueden encontrarse la matriz generada con los datos obtenidos en campo, las tablas de resultados emitidas por *EstimateS*, y los resultados que genera *STATISTICA* junto con la curva de acumulación.

Resultados obtenidos

A continuación, se presentan las matrices generadas con los datos de campo, en las que se observa a las especies registradas dentro del área de cambio de uso de suelo por cada sitio de muestreo según su abundancia por especie en cada estrato. Estas matrices son las mismas con que se alimentó al sistema *EstimateS* para aleatorizar los datos 100 veces antes de ingresarlos al sistema *STATISTICA*.

Como se puede observar en las siguientes tablas fueron 5 los sitios de muestreo levantados en el predio para aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

Tabla IV.86 ***Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de las aves.***

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Amazilia violiceps	1	1	0	1	2
Callipepla squamata	0	2	5	0	3
Calothorax lucifer	1	1	0	1	1
Carpodacus mexicanus	2	0	2	2	1
Campylorhynchus gularis	1	0	0	1	0
Carduelis psaltria	3	1	2	0	1
Hirundo rustica	0	2	0	4	0
Melanerpes aurifrons	1	0	1	1	2
Mimus polyglottos	0	1	1	0	1
Polioptila caerulea	0	1	3	0	1
Pyrocephalus rubinus	2	1	0	1	0
Toxostoma curvirostre	1	1	0	0	1

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Zenaida macroura	1	2	2	0	2

Tabla IV.87 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los mamíferos.

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Bassariscus astutus	1	1	0	2	0
Didelphis marsupialis	2	2	2	0	1
Mephitis macroura	1	0	0	1	0
Neotoma leucodon	0	0	1	2	0
Peromyscus difficilis	0	4	2	0	2
Spilogale gracilis	0	1	0	1	0
Sylvilagus cunicularius	1	0	1	0	1
Urocyon cinereoargenteus	1	0	1	1	0

Tabla IV.88 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los reptiles.

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Aspidoscelis gularis	1	0	0	1	2
Crotalus molossus	1	0	1	0	0
Micrurus browni	0	0	0	1	2
Sceloporus grammicus	1	0	0	1	1
Sceloporus horridus	0	0	1	1	0

Tabla IV.89 Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los anfibios.

Especie	Sitio de muestreo				
	1	2	3	4	5
Hyla arenicolor	1	0	0	0	2

Las siguientes son las tablas de salida de *EstimateS*, en las que se observa el esfuerzo de muestreo, la cantidad acumulativa de individuos y el número de especies que integran la "curva empírica" antes de ser ajustada mediante modelo estadístico en STATISTICA.

Tabla IV.90 Valores de la curva empírica generados por *EstimateS*, para aves, mamíferos y reptiles.

Sitios de muestreo	Aves	Mamiferos	Reptiles	Anfibios
	S(est)	S(est)	S(est)	S(est)
1	8.8	4.8	3.4	0.4
2	12.1	7.1	4.6	0.7
3	12.9	7.9	4.9	0.9
4	13	8	5	1
5	13	8	5	1

Empleando el software estadístico llamado *STATISTICA*, se ajustó la información obtenida de *EstimateS* empleando el método antes descrito al inicio de esta sección, y se obtuvieron las curvas de acumulación ajustadas mediante el modelo Exponencial, así como los valores de ellas derivados, que se presentan a continuación:

Curvas de acumulación para Fauna

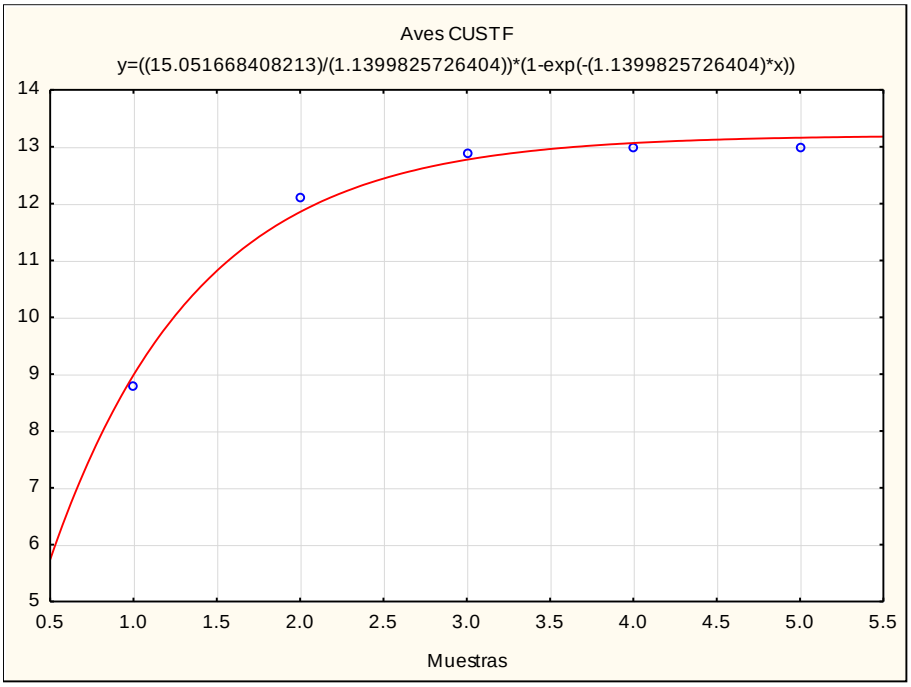


Figura IV.72 Curva de acumulación para el grupo de las aves en el área de cambio de uso de suelo.

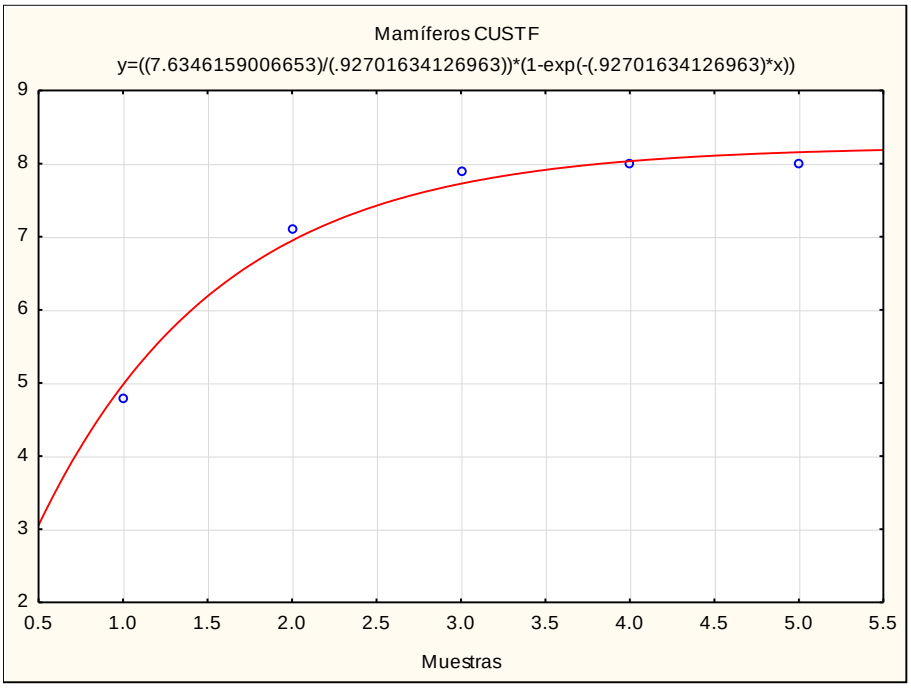


Figura IV.73 Curva de acumulación para el grupo de los mamíferos en el área de cambio de uso de suelo.

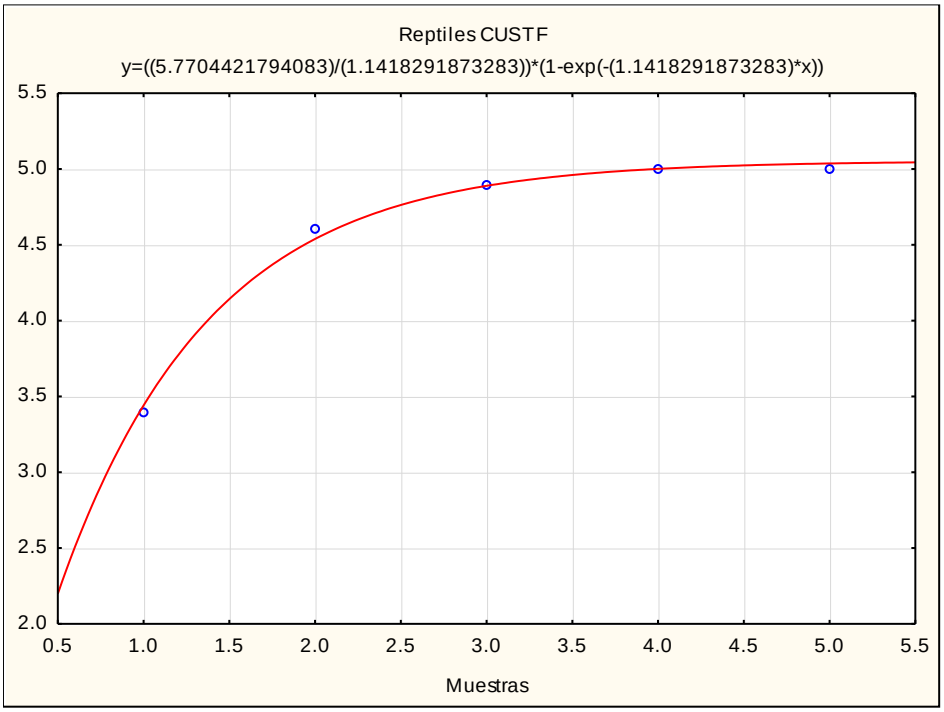


Figura IV.74 Curva de acumulación para el grupo de los reptiles en el área de cambio de uso de suelo.

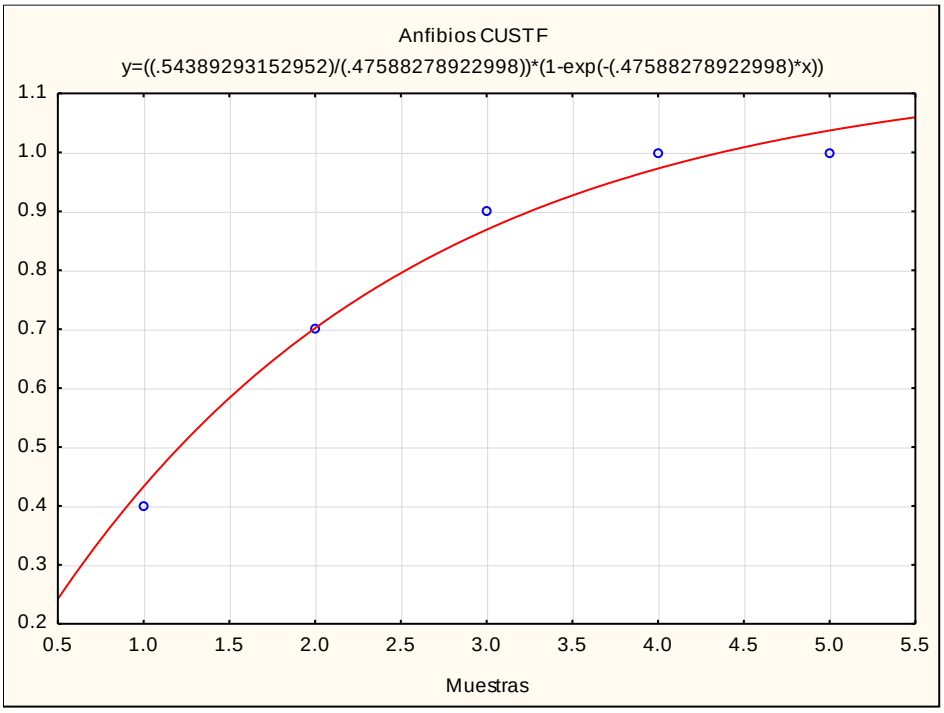


Figura IV.75 Curva de acumulación para el grupo de los anfibios en el área de cambio de uso de suelo.

Tabla IV.91 Parámetros para cada grupo de fauna silvestre presente en el área de cambio de uso de suelo

Parámetro	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios
Sitios de Muestreo	5	5	5	5
Especies Muestreadas	13	8	5	1
Asíntota (especies)	14	9	6	2
Pendiente al Final de la Curva	0.0504	0.0741	0.0191	0.0504
Cobertura de especies %	93	89	83	50
Coeficiente de determinación R^2	0.98932	0.9853	0.9963	0.9839

Como se puede observar en los resultados anteriores, a excepción de los anfibios la totalidad de las muestras alcanzan una cobertura mayor al 80% de las especies de la asíntota, lo que indica que la mayoría de las especies "probables" se encontraron en el predio propuestos para cambio de uso de suelo. Por su parte la R^2 confirma un buen ajuste del modelo Exponencial a nuestro diseño de muestreo. De esta forma se constata que el tamaño de muestra aplicado fue el adecuado. De igual forma la Pendiente al final de la curva es menor a 0.1, lo que nos indica que se logró un inventario bastante completo y altamente fiable.

En el caso particular de las aves la asíntota indica una posible existencia de 14 especies, de las cuales 13 fueron identificadas en los sitios de muestreo, logrando con ello una cobertura del 93%; la pendiente al final de la curva resultó de 0.0504 con un coeficiente de determinación de 0.9893, ambos dentro de los rangos permisible para que el muestreo sea considerado representativo.

En el grupo de los mamíferos la asíntota indica 9 posibles existencias de especies en el predio, de los cuales 8 se identificaron en los sitios de muestreo, obteniendo una cobertura del 89%, la pendiente al final de la curva fue de 0.0741 con un coeficiente de determinación 0.9853 ambos resultados se encuentran en los rangos permitidos, para que el muestreo sea considerado representativo.

Por lo que respecta al grupo de reptiles la asíntota indica una posible existencia de 6 especies, de las cuales 5 fueron identificadas en los sitios de muestreo, logrando así una cobertura del 83%; la pendiente al final de la curva resultó

de 0.0191 con un coeficiente de determinación de 0.9963 ambos indicadores dentro de los rangos que indican que el muestreo es representativo.

En cuanto a los anfibios fue 1 especie registrada en el inventario, logrando así una cobertura del 50% de las especies que la asíntota estima pudieran existir en el área de cambio de uso de suelo. Por su parte la pendiente al final de la curva resultó de 0.0504, que es inferior al límite permitido de 0.1; los resultados obtenidos demuestran un buen ajuste del modelo al obtener un coeficiente de determinación de 0.9839. En este caso la casi nula riqueza de anfibios en el predio genera esta amplia variación entre la asíntota y las especies registradas, lo cual desvirtúa la aplicación de este modelo para validar la información de este estrato.

Parámetros estructurales de la fauna en el predio

La riqueza específica de especies de vertebrados observada en el área de cambio de uso de suelo comprende 39 especies en total.

Tabla IV.92 Riqueza de especies de fauna observada en el área de cambio de uso de suelo (muestreo).

Grupo	Riqueza de Especies
Aves	13
Mamíferos	8
Reptiles	5
Anfibios	1
Total	**27**

De acuerdo con la información de campo, el grupo de las aves es la más representativa con una riqueza específica de 13 especies observadas en el área de cambio de uso de suelo, seguida por los mamíferos con 8 especies y los reptiles con 5, mientras que la menor riqueza encontrada es la de los anfibios que es de 1 especie.

Tabla IV.93 Listado de fauna silvestre observada en el área de cambio de uso de suelo.

No.	Grupo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estatus NOM-059	CITES
1	Aves	*Amazilia violiceps*	Colibrí corona violeta	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
2	Aves	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Grupo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estatus NOM-059	CITES
3	Aves	*Calothorax lucifer*	Colibrí Lucifer	No endémica	No enlistada	Apéndice ll
4	Aves	*Carpodacus mexicanus*	Gorrión mexicano	No endémica	No enlistada	No incluida
5	Aves	*Campylorhynchus gularis*	Matraca del desierto	No endémica	No enlistada	No incluida
6	Aves	*Carduelis psaltria*	Jilguero dominico	No endémica	No enlistada	No incluida
7	Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina	No endémica	No enlistada	No incluida
8	Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero	No endémica	No enlistada	No incluida
9	Aves	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	No endémica	No enlistada	No incluida
10	Aves	*Polioptila caerulea*	Perlita grisilla	No endémica	No enlistada	No incluida
11	Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	No endémica	No enlistada	No incluida
12	Aves	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	No endémica	No enlistada	No incluida
13	Aves	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	No endémica	No enlistada	No incluida
14	Mamíferos	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle	No endémica	No enlistada	No incluida
15	Mamíferos	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache	No endémica	No enlistada	No incluida
16	Mamíferos	*Mephitis macroura*	Zorrillo	No endémica	No enlistada	No incluida

No.	Grupo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estatus NOM-059	CITES
17	Mamíferos	*Neotoma leucodon*	Rata magueyera	No endémica	No enlistada	No incluida
18	Mamíferos	*Peromyscus difficilis*	Ratón	No endémica	No enlistada	No incluida
19	Mamíferos	*Spilogale gracilis*	Zorrillo manchado	No endémica	No enlistada	No incluida
20	Mamíferos	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	No endémica	No enlistada	No incluida
21	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra	No endémica	No enlistada	No incluida
22	Reptiles	*Aspidoscelis gularis*	Lagartija rayada	No endémica	No enlistada	No incluida
23	Reptiles	*Crotalus molossus*	Cascabel	No endémica	Protección especial	No incluida
24	Reptiles	*Micrurus browni*	Coralillo	No endémica	Protección Especial	No incluida
25	Reptiles	*Sceloporus grammicus*	Lagartija rasposa	No endémica	Protección especial	No incluida
26	Reptiles	*Sceloporus horridus*	Lagartija	No endémica	No enlistada	No incluida
27	Anfibios	*Hyla arenicolor*	Ranita de cañón	No endémica	No enlistada	No incluida

Tabla IV.94 Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de las aves en el predio.

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia Relativa	Diver-sidad	Distri-bución	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacio-nalidad	Abun-dancia	Socia-bilidad	Alimen-tación	Hábitat	Distribución vertical
Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta	***5***	7.4	**0.277**	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Pareja	Nectarívoro	Terrestre	Superior. Vive cerca de arroyos, preferentemente cañones
Callipepla squamata	Codorniz escamosa	***10***	14.7	**0.407**	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Poco común	Gregario	Granívoro-Insectívoro	Terrestre	Inferior
Calothorax lucifer	Colibrí Lucifer	***4***	5.9	**0.240**	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de verano, Migratoria de Invierno-Residente	Poco común	Pareja	Nectarívoro-Insectivoro	Terrestre	Superior. Laderas, cañones
Carpodacus mexicanus	Gorrión mexicano	***7***	10.3	**0.338**	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Campylorhynchus gularis	Matraca del desierto	***2***	2.9	**0.150**	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior.

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia Relativa	Diver-sidad	Distri-bución	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacio-nalidad	Abun-dancia	Socia-bilidad	Alimen-tación	Hábitat	Distribución vertical
Carduelis psaltria	Jilguero dominico	***7***	10.3	**0.338**	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior
Hirundo rustica	Golondrina	***6***	8.8	**0.309**	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de verano, Migratoria de invierno, Residente-Transitoria	Abundante	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior
Melanerpes aurifrons	Carpintero	***5***	7.4	**0.277**	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Pareja	Omnívoro	Terrestre	Superior. Arboledas cerca de ríos
Mimus polyglottos	Cenzontle	***3***	4.4	**0.199**	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de Invierno	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Medio
Polioptila caerulea	Perlita grisilla	***5***	7.4	**0.277**	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia Relativa	Diver-sidad	Distri-bución	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacio-nalidad	Abun-dancia	Socia-bilidad	Alimen-tación	Hábitat	Distribución vertical
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	***4***	5.9	**0.240**	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de Invierno	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	***3***	4.4	**0.199**	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Zenaida macroura	Paloma huilota	***7***	10.3	**0.338**	No endémica	No enlistada	Si	Residente-Migratoria de Invierno	Abundante	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Total general		**68**	**100**	**3.5871**	**0 Endémicas**	**0 Enlistadas**							

Riqueza S =	**13**
H´ calculada =	**3.6**
H max =	**3.7**
Equidad (J) =	**0.97**

El grupo de las aves es el más representativo en el predio con una riqueza de **13 especies**, la máxima diversidad que pueden alcanzar las aves en el predio es de 3.7 y la diversidad de Shannon **H´ es de 3.6** lo que nos indica que tiene una diversidad alta al encontrarse en el rango de 1.6 a 3.5 según Magurran. El valor calculado para **(J) 0.97** nos refleja una equidad alta. Se observa que la abundancia para las aves es constante a excepción de *Campylorhynchus gularis y Mimus polyglottos* y *Toxostoma curvirostre* que presentan un valor de 13 individuos respectivamente y los ubica en el punto más alto.

Figura IV.76 Cenzontle (*Mimus polyglottos*) y Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*)

Figura IV.77 Golondrina (*Hirundo rustica*) y Huilota (*Zenaida macroura*).

Tabla IV.95 Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los mamíferos en el predio.

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia rel	Diver-sidad	Distri-bución	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Bassariscus astutus	Cacomixtle	4	13	0.375	No endémica	No enlistada	No	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Didelphis marsupialis	Tlacuache	7	22	0.480	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Mephitis macroura	Zorrillo	2	6	0.250	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Rara	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Neotoma leucodon	Rata magueyera	3	9	0.320	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Terrestre	Inferior
Peromyscus difficilis	Ratón	8	25	0.500	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Terrestre	Inferior
Spilogale gracilis	Zorrillo manchado	2	6	0.250	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Rara	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Sylvilagus cunicularius	Conejo	3	9	0.320	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Terrestre	Inferior
Urocyon cinereoargenteus	Zorra	3	9	0.320	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Rara	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Inferior

M. en C. Anahí Silva Sánchez
Oficina. (448)2751984 – Cel. (442)3599118
Consultoría Ambiental - Impacto Ambiental - Riesgo Ambiental - Capacitaciones - Gestión Ambiental

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia rel	Diver-sidad	Distri-bución	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Total general		**32**	**100**	**2.8151**	**0 Endémicas**	**0 Enlistadas**							

Riqueza S =	**8**
H´ calculada =	**2.8**
H max =	**3.0**
Equidad (J) =	**0.94**

Los mamíferos presentaron una riqueza de **8 especies**, la máxima diversidad que pueden alcanzar los mamíferos es de 3.0 considerada como media y el índice de diversidad de Shannon **H´ es de 2.8** lo que nos indica según Magurran que tiene una diversidad media al encontrarse en el rango de 1.6 a 3.5. El valor calculado para **(J) 0.94** nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es casi constante; es decir, indica que la presencia de especies dominantes es baja.

Figura IV.78 Zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*) y Ardilla (*Sciurus aureogaster*).

Figura IV.79 Ratón (*Peromyscus difficilis*) y rata magueyera (*Neotoma leucodon*).

Figura IV.80 Tlacuache (*Didelphis marsupialis*) y Conejo (*Sylvilagus cunicularius*).

Tabla IV.96 Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los reptiles en el predio.

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia rel	Diver-sidad	Distri-bución	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacio-nalidad	Abun-dancia	Socia-bilidad	Alimen-tación	Hábitat	Distribución vertical
Aspidoscelis gularis	Lagartija rayada	*4*	29	0.5164	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Crotalus molossus	Cascabel	*2*	14	0.4011	No endémica	Protección especial	Si	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Micrurus browni	Coralillo	*3*	21	0.4762	No endémica	Protección Especial	No	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Sceloporus grammicus	Lagartija rasposa	*3*	21	0.4762	No endémica	Protección especial	No	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Sceloporus horridus	Lagartija	*2*	14	0.4011	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Total general		**14**	**100**	**2.2709**	**0 Endémica**	**3 Enlistadas**							

Riqueza S =	**5**
H´ calculada =	**2.3**
H max =	**2.3**

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia rel	Diver-sidad	Distri-bución	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacio-nalidad	Abun-dancia	Socia-bilidad	Alimen-tación	Hábitat	Distribución vertical
Equidad (J) =	**0.98**												

Los reptiles presentaron una riqueza baja en el predio con **5 especies**, la máxima diversidad que pueden alcanzar los reptiles en el predio es de 2.3 considerada como media y el índice de diversidad de Shannon **H´ es de 2.3** lo que nos indica según Magurran que tiene una diversidad media al encontrarse en el rango de 1.6 a 3.5. El valor calculado para **(J) 0.98** nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es constante; es decir indica que la presencia de especies dominantes es baja y la dominancia se concentra en la lagartija rayada (*Aspidoscelis gularis)* que es la especie con mayor número de individuos.

Figura IV.81 Lagartija (*Sceloporus horridus*) y lagartija rayada (*Aspidoscelis gularis*).

Tabla IV.97 Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los anfibios en el predio.

Nombre científico	Nombre común	Abun-dancia	Abundancia rel	Diver-sidad	Distri-bución	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacio-nalidad	Abun-dancia	Socia-bilidad	Alimen-tación	Hábitat	Distribución vertical
Hyla arenicolor	Ranita de cañón	*3*	100	0.0000	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Total general		**3**	**100**	**0.0000**	**0 Endémica**	**0 Enlistadas**							

Riqueza S =	**1**
H´ calculada =	**0.0000**
H max =	**0.0000**
Equidad (J) =	**0.0000**

El grupo de los anfibios presenta una riqueza baja en el predio con 1 especie, por lo que no se pudo calcular la diversidad, sin embargo, se deberá de rescatar el total de los individuos que se encuentren para evitar la pérdida de diversidad.

Tabla IV.98 Resumen del Índice de Shannon-Wiener por grupo faunístico en el área de cambio de uso de suelo.

Grupo	H'	H máx.	Equidad (J)
Aves	3.6	3.7	0.97
Mamíferos	2.8	3.0	0.94
Reptiles	2.3	2.3	0.98
Anfibios*	0	0	0

*Sólo se registró una especie, por lo tanto, no se pudo calcular los índices.

De acuerdo a los índices calculados derivados de los muestreos de fauna, se puede concluir que la diversidad se considera alta para el estrato de aves y media para los estratos mamíferos y reptiles , ya que los valores se mantiene en el rango de 1.5 a 3.5 según Magurran, la diversidad media se relaciona con la poca cobertura forestal que presenta gran parte del predio lo que provoca el desplazamiento de la fauna silvestre hacia zonas más alejadas e inaccesibles en las que el hábitat guarda características idóneas para estos.

El máximo índice de biodiversidad lo tienen las aves con 3.6 bits/individuo manteniéndose con un valor alto, y el menor lo obtuvieron los anfibios con 0 bits/individuo, índice que se relaciona directamente con la riqueza y abundancia de las especies.

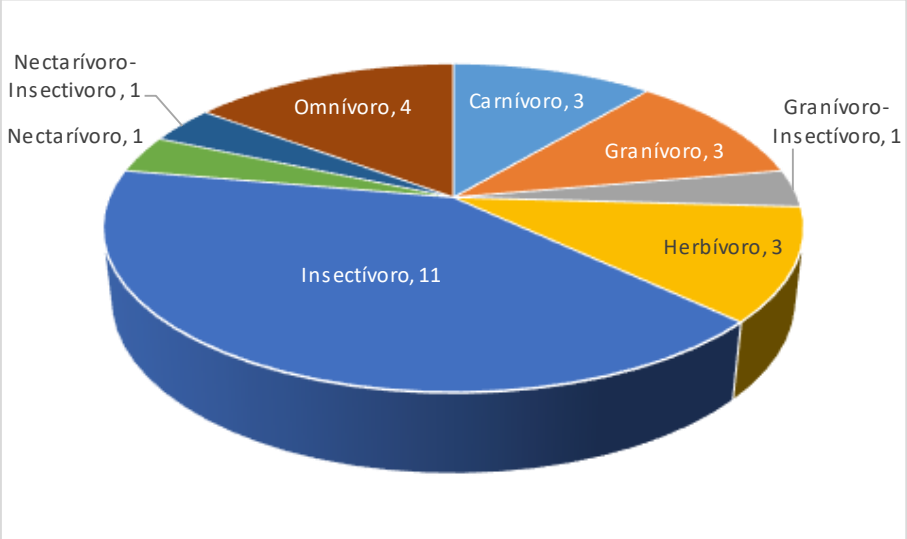


Figura IV.82 Niveles Tróficos de la fauna presente en el área de cambio de uso de suelo

Se establecieron tres niveles tróficos: productores (vegetación), consumidores de primer orden (organismos herbívoros granívoros, nectarívoros e insectos), consumidores de segundo orden (organismos insectívoros, omnívoros y carnívoros).

La vegetación del área de cambio de uso de suelo es la principal fuente de alimentación de la fauna silvestre independientemente del nivel trófico que ocupen, ya que los consumidores dependen directa o indirectamente las plantas que ponen a disposición los nutrientes para los demás niveles de la cadena alimenticia.

Los consumidores de primer orden están representados principalmente por aves consumidoras de granos e insectos; así como por mamíferos que consumen directamente la vegetación.

Estado de conservación y riesgo de las especies de Fauna presentes en el área de cambio de uso de suelo

De la fauna estudiada se encontraron **3 especies** de reptiles listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de protección.

Tabla IV.99 Listado de especies de fauna en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	Categoría en la NOM 059
Crotalus molossus	Cascabel	Protección especial
Micrurus browni	Coralillo	Protección especial
Sceloporus grammicus	Lagartija rasposa	Protección especial

La especie ***Carpodacus mexicanus*** se encuentra enlistada en la NOM 059 SEMARNAT 2010 con categoría de protegida sin embargo las sub-especies no corresponden a la que se presenta en el área de CUST.

Según Morgan, L., Maxwell, S., Tsao, F., Wilkinson, T.A.C. & Etnoyer, P. 2005. Marine Priority Conservation Areas: Baja California to the Bering Sea. Commission for Environmental Cooperation of North America and the Marine Conservation Biology Institute. Montreal. **El Pinzón de Guadalupe Carpodacus *mexicanus amplus*** tiene una distribución endémica en la Isla de Guadalupe Baja California, por lo que no corresponde a la especie reportada en el predio.

Erik Mellink 2002, El Límite sur de la región Mediterránea de Baja California, con base en sus Tetrápodos Endémicos. Indica que las especies endémicas a la región mediterránea de Baja California se pueden dividir en aquellas que ocupan áreas pequeñas, aisladas, como las Ciénegas, islas y pequeños bosques de coníferas en las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir, y los que ocupan áreas extensas dentro de una distribución continua. Así mismo menciona que la especie ***Carpodacus mexicanus clementis*** es endémica y se localiza en las Islas de los Coronados. Por lo que no corresponde a la especie reportada en el predio.

La CONABIO en su listado "Especies de plantas vasculares y vertebrados cuya extinción ha sido confirmada", indica que desde el año 1938 la especie ***Carpodacus mexicanus mcgregori*** no registrada, King en 1981 y Gómez de Silva y Oliveras de Ita (2003) consideran extinta la subespecie. La cual se distribuía únicamente en la Isla de San Benito, Baja California, por lo que no corresponde a la especie registrada en el predio.

Fuente: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/Capitulo%2010/Cuadro%20104a.pdf

Bassariscus astutus fue omitido, ya que en la NOM 059 SEMARNAT 2010 se incluyen las siguientes sub-especies las cuales por su distribución en México no corresponde a la que se presenta en el predio propuesto a cambio de uso de suelo.

De acuerdo con Álvarez Castañeda, S.T. 2003. La Subespecie ***Bassariscus astutus insulicola***. Presenta una distribución endémica en la isla San José, Baja California, Méx. Y ***Bassariscus astutus saxicola*** se distribuye únicamente en la isla Espíritu Santo, Baja California, Méx. **Fuente: Álvarez Castañeda, S.T. 2003 Roedores y carnívoros del noroeste de México incluidos en el Proyecto NOM-059-ECOL-2001. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W003. México, D.F**.

IV.2.3 Paisaje

El paisaje de la zona de estudio según el Inventario Forestal Municipal de Querétaro (2015), especifica que Peña Colorada es una zona de alta biodiversidad, conteniendo vegetación de tipo Selva Baja Caducifolia. Dicha zona colinda con áreas urbanizadas y es justamente, donde se encuentra el predio, la colindancia entre lo que se conoce como "Peña Colorada" en el Municipio de Querétaro y El Marqués, toda vez que el predio forma parte de éste paisaje con abundancia de biodiversidad y una vegetación de tipo Selva Baja Caducifolia.

La zona se caracteriza por un paisaje montañoso lo que hace que contenga cárcavas definidas que conducen escurrimientos temporales, sin embargo, dichas cárcavas son poco visibles en el sitio, toda vez que los pastos que cubren el suelo llegan a medir hasta un metro y medio, y la cobertura vegetal en tramos es densa.

Figura IV.83 Detalle del paisaje del sitio del proyecto (dirección este)

Figura IV.84 Detalle 2 del paisaje en el sitio del proyecto (Dirección norte).

Visibilidad

La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales. La visibilidad en la zona se extiende en más de 100 metros debido a que es una zona baja del paisaje montañoso, elegida estratégicamente así por su importancia para la regulación hidrológica.

La visibilidad de la zona no se verá obstruida por la construcción del proyecto, en primer lugar, ya que desde la zona urbana (oeste) se puede apreciar un banco de material y construcciones urbanas, topando su visibilidad en dichas edificaciones, en segundo lugar, debido a que una vista este-oeste no tiene un disfrute humano.

No obstante, lo dicho, se considera que al ser una obra que difiere de la naturalidad de los terrenos y que, si bien se encuentra en una zona de colindancia urbana, tendrá un efecto en la visibilidad entera del paisaje.

Contaminación visual

El presente proyecto no contempla contaminación visual debido a que es una zona de colindancia urbana y natural, por lo que visto desde la urbanidad es bien llevado por el espectador, mientras que la vista desde la foresta conservada no es utilizada por espectadores.

La contaminación visual del proyecto se estima que está ligada de forma importante a futuras adecuaciones de urbanidad adyacentes al proyecto que finalmente tienen como objetivo la comodidad de la población, lo cual podría provocar un desencadenamiento de impacto visual significativo.

Calidad Paisajística

Los aspectos para revisar calidad paisajística, son los siguientes (Bosque, et. al., 1997):

Singularidad: término que hace referencia a la existencia de elementos raros o no habituales en un lugar, poco repetidos en el conjunto del ámbito analizado.

Diversidad: hace referencia a la variabilidad de elementos y matices existentes en la unidad estudiada. También se le conoce con el nombre de variedad.

Naturalidad: variable muy importante a la hora de determinar la calidad paisajística de una determinada zona pues, como consecuencia de la creciente humanización del territorio, se valoran prioritariamente los parajes que conservan en un grado notable la situación previa a la acción del hombre.

Integración antrópica: con ella se trata de determinar si los elementos artificiales que soporta ese paisaje están adecuadamente adaptados a los elementos naturales y no se destacan en exceso, ocultando con su fuerte presencia las otras características del paisaje.

Es por ello que, de acuerdo a los parámetros descritos, el predio muestra una singularidad regular, lo que quiere decir que en el sistema ambiental guarda una armonía con elementos naturales y de biodiversidad. Cuenta con una diversidad natural, toda vez que son pocos los elementos existentes perturbados antropizados dentro del sistema, aunque es menester tomar en cuenta que el predio motivo del proyecto es la colindancia entre la parte previa a la antropización y una urbanización visible.

Por otro lado, es una zona con naturalidad alta, por lo que se debe privilegiar el elemento natural por sobre cualquier otro.

Es por el elemento integración antrópica que nos damos cuenta que más que una afectación a la calidad paisajística será un beneficio, toda vez que la parte urbana aguas abajo del proyecto se mantendrá con una urbanidad sana, al menos en el rubro de inundaciones debido al proyecto. De igual manera la cortina se encontrará acorde con la visibilidad desde la parte urbanizada.

Fragilidad Paisajística

La fragilidad respecto a su definición es la capacidad del mismo paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad representa mucho mejor la calidad de la objetivación para la medición del paisaje (Bosque, et. al.), toda vez que depende, entre otras cosas, del tipo de actividad que se pretende desarrollar.

Toda vez que el proyecto consiste en una obra de control hidráulico, la cual no contará con turbinas, piezas móviles o motores que requieran insumos, mano de obra permanente ni provoquen ruido en la zona durante su operación, sino que la única obra permanente será la cortina, y en algunos meses del año, el espejo de agua, dentro de un paisaje rodeado de naturalidad, si bien no hace frágil al paisaje debido a que ocupará un espacio en relativa, pequeño, en contra del espacio no urbanizado del sistema ambiental.

Frecuencia humana

La zona del proyecto se encuentra a una distancia considerable de la urbanización siendo los puntos de asentamientos humanos más cercanos algunas casas dispersas que de algún modo pueden compararse con casas campestres. Realmente no hay una afectación en el aumento de frecuencia humana más que la que se dará como resultado de las actividades de construcción proyecto, mientras que en la etapa de operación carecerá de frecuencia humana.

Lo anterior hace que el proyecto tenga cabida dentro del paisaje sin afectar los elementos paisajísticos.

IV.2.4 Componentes del medio socioeconómico

Población actual

En el 2015 de acuerdo a estudios del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el municipio de Santiago de Querétaro la población era de 878,931 habitantes, la densidad en promedio a nivel estado era de 174 personas por km^2 (Cuéntame INEGI, 2015). En un radio de 2 km alrededor del área del proyecto se estimó que hay un total de 9.450 personas (INEGI, 2016).

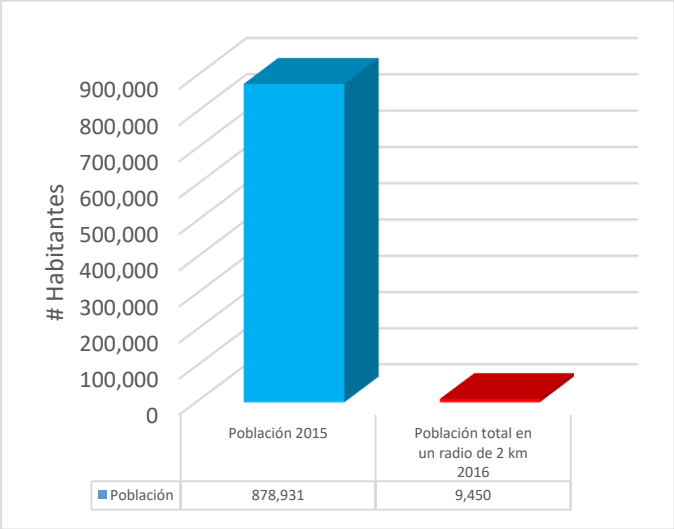


Figura IV.85 Población municipio de Querétaro.

- **Dinámica de la población del municipio**

En el Censo Poblacional 2010 En el Censo Poblacional 2010, indica que el Municipio de Querétaro tuvo una población de 801,940 habitantes, el 43.9% de la población de la Estatal. Para el 2015 la población era de 878,931, que deriva en un crecimiento poblacional de 76,991 personas en 5 años (Cuentame INEGI, 2015).

- **Estructura por sexo y edad del municipio**

En cuanto a distribución de la población por sexo, se tiene que para el año 2010, en el municipio, la población masculina estuvo conformada por 389,742 personas (48.6% de la población municipal) mientras que la población femenina fueron 412,198 personas (51.4% de la población municipal) (INEGI, 2010). A un radio de aproximadamente de 1.5 km de la zona de estudio con datos actualizados del año 2016 la población por edades se conforma de la siguiente manera (INEGI, 2016).

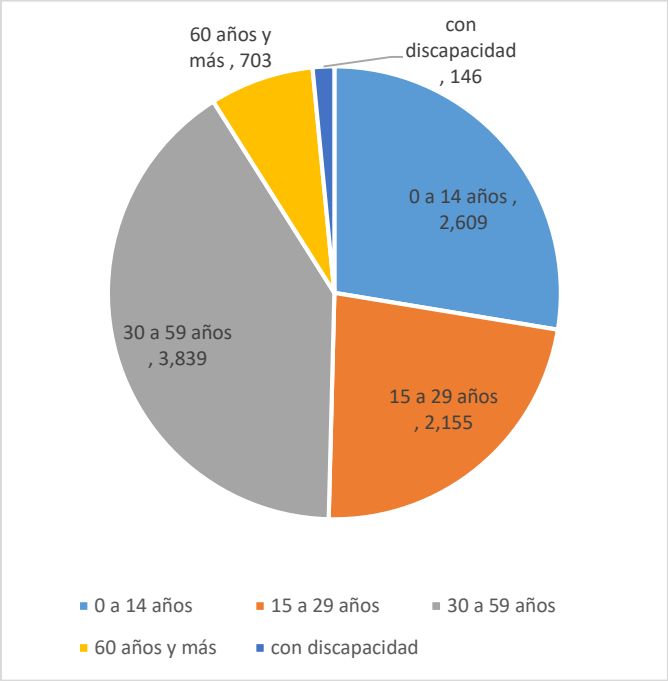


Figura IV.86 Estructura por edades alrededores zona de estudio.

Natalidad y mortalidad en el municipio

En el municipio de Santiago de Querétaro el porcentaje de fallecimientos en mujeres de 12 años es de aproximadamente de 4.9%, municipio con menor índice de fallecimientos a nivel Estado (INEGI, 2015).

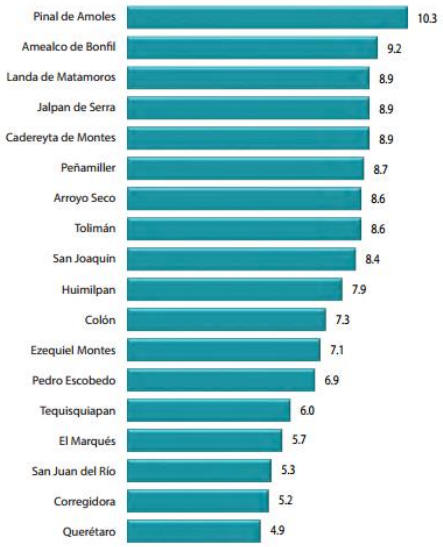


Figura IV.87 Porcentaje de fallecimientos por municipio.

En el municipio de Santiago de Querétaro el promedio de hijos nacidos es de 1.4, índice con el menor porcentaje a nivel Estado (INEGI, 2015).

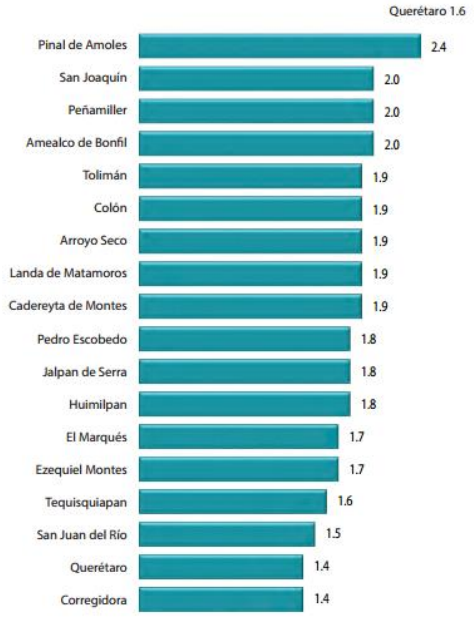


Figura IV.88 Porcentaje de hijos nacidos.

- **Migración en el municipio**

En el municipio en el año 2010 de la población total que era 801,940 personas, 249,457 individuos permanecían en otro Estado, por otra parte, en el mismo año a la región llegaban alrededor de 94,336 personas de diferentes entidades del país (Cuéntame INEGI, 2015)

- **Salud en el municipio**

En el Municipio de Santiago de Querétaro, los servicios médicos de manera general en 2010, de acuerdo al censo de población y vivienda realizado por el INEGI, 307,515 mujeres reciben servicio de salud, con seguro popular con 55,459, del Instituto Mexicano del Seguro Social con 216,060 y con menos atenciones afiliados a Pemex o defensa Nacional; respecto a los hombres de los 277,618, los que son atendidos por el seguro popular son 44,717, el IMSS 202,384 habitantes y de igual forma Pemex o defensa Nacional es el que menos atención o afiliación tiene con tan solo 1767 personas (INEGI, 2010).

Tabla IV.100 Servicio de salud en el municipio

Derecho habiente			
	Hombres	Mujeres	
Total	**277,618**	**307,515**	
IMMS	202,384	216,060	
ISSSTE	17,589	23,488	
ISSSTE ESTATAL	521	644	
PEMEX, DEFENSA	1,767	1,760	
SEGURO POPULAR	44,717	55,459	
INSTITUCIÓN PRIVADA	15,068	15,173	
OTRA INSTITUCIÓN	1,699	1,864	
Hombres	**Mujeres**	**Hombres**	**Mujeres**
106,476	99,647	5,309	5,375

- **Educación y escolaridad en el municipio**

La educación básica en nuestro país comprende (preescolar, primaria y secundaria) este rubro es muy importante para cualquier Estado, Municipio o comunidad, ya que la educación es la base del desarrollo en todo sentido, en el Municipio de Santiago de Querétaro la población de 15 años y más, suman un total de 577,620 personas en total, de los cuales 275,786 son hombres y 301,834 mujeres, desglosando el total 19,150 no tienen ninguna escolaridad, solamente 1,152 cuentan con educación preescolar, 107,812 con educación primaria y secundaria 130,477 completa, en casi de la mayoría de los rubros las mujeres tienen mejores expectativas en relación a la educación básica.

Respecto a la educación media superior únicamente 131,179 personas culminaron satisfactoriamente, la educación superior el índice con tan solo 150,651 habitantes (INEGI, 2010).

- **Etnografía**

Se sabe que nuestro país, en prácticamente toda su amplia extensión, es un lugar lleno de tradiciones y costumbres, que forman una parte de nuestro acervo y manifiesto cultural. En México se celebran diferentes fiestas típicas,

costumbres locales y regionales, y un continuo repertorio de tradiciones relacionadas con la música, danza, gastronomía, creencias y modos de vida, entre muchas otras fuentes de la diversidad cultural que goza nuestra nación.

Sin embargo, dentro de los aspectos socioculturales que se pueden destacar en la zona de estudio y sus inmediaciones, es importante señalar que el sitio y sus cercanías no cuentan con una lengua indígena de características particulares, ni se advierte la presencia de alguna cultura significativa o costumbres diferenciales. Cabe destacar por otra parte, que, dentro del municipio, la población que se considera indígena es de 14.41% dentro del total, así como también existe un 0.8% de población de 3 años o más que habla alguna lengua indígena. Además, un 0.15% de población se considera afrodescendiente (INEGI, 2015).

Las fiestas y celebraciones son de carácter regional, con el desplazamiento de los habitantes hacia el centro del municipio de Querétaro. Dentro de éstas podemos incluir:

- 5 de febrero: Día del aniversario de la Constitución Mexicana
- Marzo: Festival de Santiago de Querétaro, música y teatro.
- 25 de Julio: Aniversario de la fundación de la ciudad.
- 30 de agosto: Fiestas de la comunidad de Santa Rosa Jáuregui.
- 13 y 14 de septiembre: Fiestas de los barrios de la Cruz y San Francisquito, y bailes de concheros.
- Diciembre:
  - Feria de Querétaro; conciertos, juegos, compras, ganadería, artesanía, etc.
  - 16 al 23: Posadas con carros alegóricos.
  - 24 y 25 de diciembre: Cabalgata y desfile de carros alegóricos bíblicos.

- **Población económica activa (PEA) del municipio**

Para el 2010, la Población Económicamente Activa fue de 362.595, lo que represento el 45.21% de la población total del municipio. La PEA ocupada fue de 345.404 (95.3%) y la desocupada fue de 17.191(4.7%) (INEGI, 2010).

Actividades económicas

- **Sector Primario (Agricultura, Explotación forestal, Ganadería, Minería y Pesca)**

Existen cinco zonas principales de alta productividad agrícola en el municipio de Querétaro: Tlacote, Santa Catarina, Buena Vista, Santa Rosa y el área integrada por el Jofre, Montenegro, El Retablo, La Solana, El Nabo y

Mompaní. Dentro de ellas se producen principalmente maíz, frijol, sorgo, cebada, avena, alfalfa, espárrago, chile y ajo.

El subsector pecuario es el más importante de los que integran las actividades primarias dentro del estado, ya que se distingue por su gran prestigio en el ámbito nacional y por la alta calidad de sus productos. La producción de carne de aves, leche bovina y huevo de consumo, desde el estado, ocupan importantes lugares en el ámbito nacional. En producción de carne de bovino sobresale el municipio de Santiago de Querétaro, al igual que Ezequiel Montes, San Juan del Río y Corregidora, que en conjunto representan el 78.8% de la producción total de la entidad; en la carne de porcinos el productor más importante es Querétaro que acapara el 44% de la producción estatal (Blog Querétaro, 2012).

El aumento en 2016 la producción de mojarra en el país en un 15.6%, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) destacó que Querétaro es uno de los estados que registró mayor incremento de este producto en el país a través de la acuacultura.

El estado de Querétaro tuvo en 2016 un incremento en la producción al obtener más de 819 toneladas en comparación con 2015 donde se alcanzó una producción de 598 toneladas de productos pesqueros, de los cuales, en un 65% son Mojarra, así como otras especies como son bagre (7.3%), trucha (1.5%), rana-toro (4.2%) y carpa (22 %) (SAGARPA, 2017).

- **Sector secundario (Construcción e Industria manufacturera)**

Dentro de la Ciudad de Santiago de Querétaro hay alrededor de 50 empresas dedicadas a la construcción, Querétaro es uno de los municipios con mayor urbanización junto con Corregidora y San Juan del Río. Existen edificios, carreteras, centros comerciales, parques y diferentes áreas recreacionales.

La industria manufacturera en Querétaro reportó un aumento de 12.6% anual, lo que lleva a la entidad a ubicarse en el tercer sitio con el mayor avance en el periodo entre los estados del Bajío. Según las cifras de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), que elabora el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el sector manufacturero en Querétaro registró un valor de producción de 20,533.1 millones de pesos en el décimo mes de este año (EL ECONOMISTA, 2015).

- **Sector terciario (Comercio, Servicios y Transportes)**

El Municipio de Santiago de Querétaro cuenta con diferentes secciones para el sector terciario, dentro de las que se cuenta con 10 principales centros comerciales con establecimientos de servicio y comercio; entre los cuales Galerías Querétaro, Antea, Paseo Querétaro, Outlet El Punto, Plaza del Parque, Esfera Querétaro, Plaza Candiles, Plaza Constituyentes y Urban Center.

Dentro de la Ciudad de Querétaro existe una central camionera con algunas líneas para las tres diferentes clases sociales, denominadas como clase A (media alta), B (media baja) y C (clase baja); dentro de las principales líneas de transporte están Primera Plus, Autovías, ETN, Autobuses Futura, Flecha Amarilla, entre otros, que logran rutas hacia diferentes Estados de la Republica, entre ellos Guerrero, Estado de México, Jalisco y Tamaulipas.

Las empresas del sector se concentran principalmente en parques industriales ubicados en la zona conurbada de la ciudad de Querétaro, sin embargo, el más cercano a la zona es el Parque Industrial Benito Juárez y el Parque Industrial Querétaro que, de acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, se encuentran alrededor de 123 establecimientos económicos de giros variados, entre los cuales podemos encontrar: Hilos Delgados de México SA de CV, Americoan Industries, Avery Dennison SA de CV, Beachmold México S de RL de CV, Jafra Manufacturing SA de CV, Kostal Mexicana SA de CV, Plaka Comex, Plenco de México S de RL de CV, Tetrapak, Thermotech SA de CV, Viñoplastic Inyección SA de CV, Aernnova Aerospace México SA de CV, Bticino de México SA de CV, Eaton Industries S de RL de CV, Elikamex SA de CV, Kenworth del Bajío SA de CV, Norgren SA de CV, Sitmobel, Eurotranciatura México SA de CV, Preformados de México SA de CV, Samsung, Zimmer SA de CV, OXXO Express sucursales PIQ, Samsung y PinQro; Vesta, CINDITEC, Drago Querétaro, Safran Landing Systems Services Americas SA de CV, entre otros.

La actividad turística ocupa el tercer lugar como actividad en la contribución al PIB estatal, en este rubro se han desarrollado con un enfoque hacia el turismo especializado: el turismo cultural y el ecoturismo. En el estado de Querétaro, la actividad turística, así como las actividades económicas en general, han presentado un auge en los últimos años, donde las operaciones se concentraron principalmente en la Ciudad de Querétaro, y representó un parte aguas en la historia del país, hecho que lo ha llevado a ganarse la declaratoria de Patrimonio Mundial de la Humanidad por parte de la UNESCO.

La entidad presenta una ubicación geográfica privilegiada que facilita a comunicación con los principales destinos emisores de turistas como el Estado de México y el Distrito Federal. Además, es un espacio que por las características fisiográficas que presenta, fomenta un desarrollo por las actividades turísticas en diferentes

segmentos, como el cultural, deportivo o de negocios. En el análisis interno, el patrimonio con el que cuenta el municipio es diverso, en el aspecto cultural se destacan el Parque Nacional Cerro de las Campanas, la Casa del Corregimiento y el Ex Convento de Santa Clara, lugares representativos y fieles testigos de la historia que ahí se vivió. En el ámbito natural, se encuentra el Parque Nacional el Cimatario, lugar que presenta un alto potencial turístico por sus aptas condiciones para el desarrollo de actividades al aire libre (SECTUR, 2013).

La riqueza arquitectónica y natural de destino se traduce en las cuatro declaratorias con las que cuenta:

a) Zona de monumentos históricos de Querétaro.

b) Camino Real de Tierra Adentro, ambos declarados por la UNESCO, y por otra parte los Parques Nacionales.

c) Cerro de Las Campanas.

d) El Cimatario.

Uso de los recursos naturales

El municipio de Santiago de Querétaro se encuentra en constante crecimiento, por lo que gran parte del territorio de la ciudad se encuentra urbanizado, existe gran parte que se dedica a la agricultura por lo cual gran parte de los recursos naturales se utiliza en esta actividad, así como la ganadería; aunque la mayor parte es destinada para consumo propio de los habitantes de la ciudad.

IV.2.5 Diagnóstico Ambiental

El diagnóstico ambiental consiste en la integración del medio abiótico, biótico y social que se describió en la caracterización del área de estudio, con el fin de hacer un diagnóstico ambiental del área del estudio y el proyecto, identificando el grado de conservación del ambiente, los procesos de deterioro ambiental, la calidad de vida con relación a la ejecución del proyecto, considerando aspectos de tiempo y espacio. El proyecto consiste en la construcción de un nuevo parque industrial con las actividades antes descritas.

a) Síntesis del inventario

A continuación, se analiza a forma de resumen cada aspecto y la forma en la que podría ser afectado.

En la zona de proyecto surgirán situaciones de deterioro ambiental durante la preparación del sitio y construcción del proyecto. Las situaciones previstas son principalmente:

- Incremento de los indicadores de contaminantes (emisiones de gases de camiones, maquinaria y equipo con motores de combustión interna).
- Generación de residuos sólidos (cascajo, metales o varillas rotas, madera de cimbra, cartón, papel, plásticos, zapatos y ropa vieja, envases de agua y/o de refresco, botes de aluminio, etc.) principalmente.
- Residuos especiales derivados del mantenimiento emergente de maquinaria (serán aceites gastados, estopas o trapos impregnados con hidrocarburos usados).
- A corto plazo se iniciará la recuperación de los niveles contaminantes que se emitirán en la zona del proyecto debido a su construcción, la construcción del parque industrial no son obras con emisiones significantes durante su construcción (5 meses), su impacto visible desaparecerá rápidamente y estará completamente integrado a las características del área aledaña y al paisaje del lugar.
- Existen dentro del predio especies de difícil regeneración como cactáceas, así como no existe alguna especie listada dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual se deberá tomar en cuenta al momento de establecer medidas de prevención y mitigación.
- Se realizará un programa de rescate y reubicación de toda la fauna que se encuentre en el predio, una semana antes del inicio de la obra y tres días durante su inicio, rescatando todos los individuos que se encuentren integrados en una zona conservada parte del sistema ambiental y de preferencia con estatus de conservación en ordenamientos jurídicos. Cabe resaltar que dentro del predio se encontraron tres especies de reptiles dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-2010, la *Crotalus molossus, Micrururs browni y Sceloporus grammicus*.
- Durante la construcción se generarán trabajos formales para las personas del Municipio de Querétaro, toda vez que se utilizará mano de obra para el manejo de maquinaria, albañilería, supervisión de obra, entre otros.
- Aguas abajo del proyecto serán beneficiadas las comunidades urbanas, toda vez que el proyecto les dará un servicio de prevención de inundaciones, mientras que no se afectará la capacidad hidrológica de la cuenca, toda vez que el bordo retendrá agua que será depositada en la misma cuenca en un tiempo razonable para su integración en la misma sin causar efectos adversos a las estructuras y población. Como se verificó el suelo no será sujeto a sellamiento, por lo que seguirá habiendo infiltración de agua al suelo, aunque también es cierto que, en menor medida, por lo que se deberá tomar en cuenta al momento de evaluar los impactos ambientales.
- El proyecto se encuentra rodeado de una matriz natural, así como es parte de la zona de colindancia con terrenos urbanizados o que se encuentran en reserva para su urbanización. Así también, la frecuencia de personas únicamente será modificada durante la construcción del proyecto en un plazo menor a 1 año.

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 3

V.1.1 Indicadores de impacto 4

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto 5

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación 8

V.1.3.1 Criterios 8

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 11

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS O RELEVANTES

En este capítulo se identifican los posibles impactos ambientales tanto perjudiciales como benéficos derivados del cambio de uso de suelo en áreas forestales y la obra civil en zona federal.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto es una etapa crítica del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental; su elaboración consiste, por un lado, en la valoración de la calidad ambiental del sitio donde se proyectan las obras (realizada en el capítulo anterior) y, por el otro, en la determinación del daño o beneficio que cada actividad tiene sobre los componentes ambientales. La metodología para la evaluación de los impactos ambientales consistió en una valoración ponderada de cada impacto y su contribución al deterioro o mejoramiento de la calidad ambiental del sistema de acuerdo a lo establecido por Cervantes Magaña Eduardo en su "Propuesta de diseño de una matriz ponderada para la evaluación de impacto ambiental" (2001).

En este capítulo se identifican y evalúan de manera estricta los impactos ambientales que podrían presentarse durante las diferentes etapas del proyecto. Para tal efecto se interrelacionan las actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable de cada impacto.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes y las actividades que se desarrollarán en las distintas etapas del proyecto.

En este sentido, para la identificación de los impactos ambientales se ha optado por tablas de interacción (aspecto/componente), y para su correspondiente evaluación se emplearon diversos criterios que se describirán en apartados subsecuentes. Todo ello converge en que la aplicación metodológica sugiere, por una parte, indicadores de los sistemas ecológicos naturales y, por otra parte, las actividades del proyecto en sí, de tal

manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

V.1.1 Indicadores de impacto

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto es la de determinar, para cada componente ambiental, la magnitud de la alteración que recibe. Asimismo, permiten estimar los impactos del proyecto a través de la cuantificación de la magnitud de las alteraciones.

Con el propósito de detectar los cambios que supongan modificaciones positivas o negativas en la calidad ambiental del entorno, es necesario identificar los componentes ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto.

Para la definición de los indicadores de impacto se consideran los siguientes criterios:

1) Ser representativos del entorno afectado
2) Ser relevantes (portadores de información sobre la importancia y magnitud del impacto)
3) Ser excluyentes
4) De fácil identificación
5) De fácil localización
6) Susceptibles de ser cuantificados
7) Prever la legislación y las exigencias administrativas

Los componentes ambientales relevantes considerados en la evaluación de los impactos generados por la aplicación del proyecto, son los mismos considerados en la evaluación de la calidad ambiental del ecosistema:

- ✓ Calidad del aire
- ✓ Hidrología (superficial y subterránea)
- ✓ Suelo
- ✓ Vegetación terrestre
- ✓ Fauna
- ✓ Paisaje
- ✓ Componente socio-económico

Los aspectos a los que hace alusión la metodología se refieren a las interacciones que se dan entre las actividades del proyecto y el medio ambiente, indicándose por componente ambiental en las tablas de valoración de los impactos.

Con la finalidad de identificar las fuentes de cambio (las actividades del proyecto) que afectarán al sistema ambiental, determinar las perturbaciones ocasionadas por dichas fuentes de cambio y, finalmente, analizar los efectos en la estructura y funcionamiento del sistema, se realizó la detallada examinación de cada una de las actividades asociadas con la ejecución del proyecto y sus características, de modo que pudieran determinarse las acciones particulares con potencialidad para generar impactos. Al respecto las principales acciones del proyecto generadoras de impactos se indican en la siguiente tabla.

Tabla V.1 Acciones asociadas al cambio de uso de suelo en áreas forestales susceptibles de generar impactos ambientales

No.	Actividades / Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos ambientales
1	Delimitación de áreas de trabajo
2	Rescate y reubicación de flora y fauna
3	Instalación de áreas temporales de trabajo
4	Desmonte
5	Manejo de residuos vegetales
6	Despalme
7	Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo
8	Construcción de la cortina
9	Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación
10	Implementación del programa de residuos
11	Mantenimiento de área de conservación
12	Implementación del programa de conservación de suelos

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Como se ha mencionado con anterioridad, los aspectos ambientales representan los elementos de una actividad o acción del proyecto que interactúan con el ambiente. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y el medio ambiente, se denotan entonces como impactos ambientales.

Los aspectos ambientales relevantes considerados en la evaluación de los impactos generados por la aplicación del proyecto, son los siguientes:

1) Calidad del Aire

- Generación de partículas de polvo suspendidas
- Emisión de contaminantes criterio
- Generación de ruido y vibraciones
- Mejoramiento de la calidad del aire

2) Hidrología

- Alteración del flujo y dirección de escurrimientos
- Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos
- Cambios en la calidad por descargas sanitarias
- Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero

3) Suelo

- Erosión y compactación
- Contaminación por residuos sólidos y líquidos
- Alteración de las características geomorfológicas

4) Vegetación

- Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies
- Cambios en la cobertura forestal
- Fragmentación del ecosistema

5) Fauna

- Destrucción directa
- Destrucción de hábitat y desplazamiento
- Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies

6) Paisaje

- Cambios en el relieve
- Cambios en la visibilidad
- Cambios por la generación de residuos sólidos
- Incorporación de elementos nuevos

7) Componente socio-económico

- Utilización de servicios urbanos locales
- Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo
- Generación de empleos locales
- Mejoramiento en la calidad de vida

La tabla V.2 permite identificar las posibles interacciones o impactos potenciales entre las doce (12) actividades asociadas al proyecto y los siete (7) componentes ambientales susceptibles de verse afectados.

En total el análisis aportó la posibilidad de ocurrencia de 146 interacciones o impactos potenciales. Una vez determinados los aspectos ambientales, se procede a la valoración de los impactos ambientales, identificando su carácter benéfico (positivos) o perjudicial (negativos) al medio ambiente, que podrían ser generados por el proyecto, utilizando los criterios y metodología de evaluación que a continuación se describen.

Tabla V.2 Identificación de interacciones generadoras de impactos ambientales

Componentes y aspectos ambientales	Actividades del proyecto	Delimitación de áreas de trabajo	Rescate y reubicación de flora y fauna	Instalación de áreas temporales de trabajo	Desmonte	Manejo de residuos vegetales	Despalme	Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo	Construcción de la cortina	Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación	Implementación del programa de residuos	Mantenimiento de área de conservación	Implementación del programa de conservación de suelos
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas				1		1		1				1
	Emisión de contaminantes criterio		1	1	1	1	1	1	1		1		1
	Generación de ruido y vibraciones	1		1	1	1	1	1	1		1		1
	Mejoramiento de la calidad del aire									1		1	
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	1		1	1		1		1	1		1	
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	1		1		1		1			1		
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	1	1	1	1		1	1	1				
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero		1		1		1			1		1	1
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								1		1		1
Suelo	Erosión y compactación				1		1			1		1	1
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	1		1	1	1	1	1	1		1		
	Alteración de las características geomorfológicas						1						1
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies		1	1	1					1		1	
	Cambios en la cobertura forestal		1		1					1		1	
	Fragmentación del ecosistema		1		1					1		1	
Fauna	Destrucción directa		1		1		1						
	Destrucción de hábitat y desplazamiento		1		1		1			1		1	
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies		1		1					1			
Paisaje	Cambios en el relieve						1		1				1
	Cambios en la visibilidad	1	1	1	1			1		1		1	
	Cambios por la generación de residuos sólidos	1		1	1	1	1	1	1		1		
	Incorporación de elementos nuevos		1						1				
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo		1		1		1						1
	Generación de empleos locales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Mejoramiento en la calidad de vida		1			1			1	1	1	1	1

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1 Criterios

Valorar implica medir y luego traducir esa medida a una unidad que permita establecer comparaciones. La valoración del impacto ambiental consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a

unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que sea posible comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto e inclusive entre proyectos distintos.

El valor del impacto dependerá de la cantidad y calidad del componente afectado, de la importancia o contribución de éste a la calidad de vida en el ámbito de referencia, del grado de incidencia o severidad de la afectación y características del efecto expresadas por una serie de atributos que lo describen. Los criterios empleados en la evaluación de los impactos ambientales fueron los siguientes:

1. **Signo**

Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de los impactos generados por las distintas actividades del proyecto.

2. **Intensidad**

Se refiere al grado de severidad o destrucción de la acción sobre el componente en el aspecto específico en que actúa, de acuerdo a la siguiente escala. La intensidad se considera Baja cuando las afectaciones sobre el componente ambiental se encuentran dentro de los límites existentes de variaciones naturales. En cambio, si se superan estos límites, más el impacto es recuperable de manera natural en su totalidad, la intensidad se clasifica como Media. El grado de destrucción será Alto si el impacto provoca el daño a uno o más componentes ambientales, pero sigue siendo recuperable de manera natural. La intensidad del impacto se definirá como Muy alta cuando las afectaciones ya no sean recuperables en su totalidad de manera natural y, si el impacto es irrecuperable en su totalidad, el impacto se clasificará como Total.

Intensidad (grado de destrucción)	
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12

3. **Extensión**

Se refiere al porcentaje del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto; se valora como sigue: si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1); si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto teniendo una influencia generalizada el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, se tiene un impacto parcial (2) y extenso (4).

Extensión	
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8

4. Persistencia

También denominada permanencia del efecto, hace referencia a la escala temporal en que permanecería el impacto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o por medidas correctoras. Se valora como sigue: si la permanencia del impacto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un impacto fugaz, asignándole un valor de (1); si dura entre 1 y 10 años, temporal (2), y si el impacto tiene una duración superior a 10 años, se considera el impacto permanente asignándole un valor de (4).

Persistencia	
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

5. Efecto

Establece la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Se valora como sigue:

Efecto	
Indirecto (secundario)	1
Directo	4

6. Periodicidad

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el mismo (efecto continuo). Se valora como sigue:

Periodicidad	
Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

7. Recuperabilidad

Se refiere a la capacidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado, por medio de la intervención humana (medidas correctivas); por lo tanto, en impactos positivos no existe recuperabilidad. Se valora como

sigue: si el impacto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo; si lo es parcialmente, el impacto es mitigable y se le asigna un valor de (4); cuando el impacto es irrecuperable se le asigna un valor de (8); en el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor será de (4).

Recuperabilidad	
Recuperable inmediatamente	1
Recuperable a mediano plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Para poder evaluar el impacto que cada actividad del proyecto representa en los componentes del ecosistema antes indicados, se enlistaron los impactos en cuadros por actividad; de este modo puede evaluarse cualitativa y cuantitativamente cada actividad del proyecto con respecto a cada componente y aspecto ambiental.

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Utilizando los criterios anteriormente descritos como indicadores del grado de impacto sobre los componentes ambiental, es posible realizar una correcta evaluación del daño provocado por las diferentes actividades del proyecto.

Cada aspecto ambiental presenta una importancia distinta, en cuanto mayor o menor sea su contribución a la situación ambiental. Considerando que cada uno representa sólo una parte del ambiente, es importante disponer de un mecanismo en el cual todos se puedan analizar en conjunto para tener una perspectiva de la situación general. Por este motivo es necesario llevar a cabo la ponderación de los impactos ambientales, teniendo en cuenta la contribución a la situación de los componentes ambientales, para así poder determinar el Impacto Ambiental Total.

Para cada factor ambiental se establece una medida de importancia relativa al entorno (IP); la asignación de los valores de importancia se realiza tomando en cuenta el criterio del grupo que desarrolló la Evaluación de Impacto Ambiental. Para cuantificar la importancia de cada impacto deben tenerse en cuenta los criterios anteriormente descritos como indicadores del grado de impacto sobre los componentes ambientales. Siguiendo un procedimiento sistemático, es factible determinar la importancia de los impactos para su posterior comparación con el escenario original (sitio sin intervenir).

El impacto que el proyecto produce sobre un componente determinado es función tanto de su magnitud como de su importancia. La importancia del impacto trata de valorar el grado de influencia que tiene una determinada actividad sobre un componente en términos de calidad ambiental. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el siguiente modelo:

IP = + (3I+2EX+PE+EF+PR+MC)

Dónde:

- IP: importancia del impacto
- +: signo del impacto
- 3I: valor de la intensidad del impacto multiplicado por tres
- 2EX: valor de la extensión del impacto multiplicado por dos
- PE: persistencia
- EF: efecto
- PR: periodicidad
- MC: recuperabilidad (no aplica para impactos positivos).

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos, obteniéndose valores que varían entre 9 y 72. De acuerdo al valor obtenido el impacto se cataloga como irrelevante (9 ≤ 20), moderado (21 ≤ 40), severo (41 ≤ 60) o crítico (61 ≤ 72).

	Tipo de impacto	Valor del impacto
	Moderado	21 ≤ 40
	Severo	41 ≤ 60
	Crítico	61 ≤ 72

De la evaluación de impactos se seleccionaron solo los impactos significativos, clasificados como moderados, severos o críticos, tal como se muestra en la tabla V.3.

Se identificaron un total de 61 interacciones significativas, de las cuales 35 son negativas y 26 positivas. De los impactos ambientales negativos, dos (2) se clasificaron como críticos y seis (8) como severos; dichos impactos se presentan durante las actividades de desmonte y despalme y afectan a los componentes ambientales de hidrología, suelo, vegetación y fauna. El resto de los impactos ambientales negativos son moderados.

En lo que respecta a los impactos ambientales positivos, todos son moderados a excepción de dos impactos que tienen un valor más significativo. El impacto positivo con mayor valor de importancia es el que corresponde a la alteración del flujo y dirección de los escurrimientos por la construcción de la cortina. Esto debido a que la con la construcción de dicha obra, no solo será mitigada en parte la erosión hídrica del suelo, sino que, al actuar como un bordo, se prevendrán futuras inundaciones aguas abajo de la pendiente en temporada de lluvias y se podrán almacenar los escurrimientos para funcionar como almacenes de agua en caso de ser necesarios en temporada de estiaje.

Tabla V.3 Valores de importancia para los impactos ambientales significativos

Componentes y aspectos ambientales	Actividades del proyecto	Delimitación de áreas de trabajo	Rescate y reubicación de flora y fauna	Instalación de áreas temporales de trabajo	Desmonte	Manejo de residuos vegetales	Despalme	Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo	Construcción de la cortina	Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación	Implementación del programa de residuos	Mantenimiento de área de conservación	Implementación del programa de conservación de suelos
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas						-26						
	Emisión de contaminantes criterio				-21								
	Generación de ruido y vibraciones				-23		-24						
	Mejoramiento de la calidad del aire									23		25	
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos				-48		-34		52				
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos												
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias				-24		-24						
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero				-32		-32					23	25
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								23		23		29
Suelo	Erosión y compactación				-56		-44		39			22	32
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	-22		-27		23		-28			24		
	Alteración de las características geomorfológicas						-52						28
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies				-68							28	
	Cambios en la cobertura forestal				-68					26		28	
	Fragmentación del ecosistema				-48							25	
Fauna	Destrucción directa		23		-24		-22						
	Destrucción de hábitat y desplazamiento		23		-57		-27			26		25	
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies				-30								
Paisaje	Cambios en el relieve						-30						
	Cambios en la visibilidad				-21							32	
	Cambios por la generación de residuos sólidos					23					24		
	Incorporación de elementos nuevos											32	
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales										21		
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo				26		26						21
	Generación de empleos locales				24		24		24				
	Mejoramiento en la calidad de vida								23				23

Asimismo, también se presentan las matrices parciales correspondientes a cada una de las actividades previstas. En estas tablas es posible observar los valores asignados a los criterios de evaluación utilizados para determinar

los valores de importancia de cada una de las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales.

Tabla V.4 Matriz parcial de impactos: Delimitación de áreas de trabajo

Matriz parcial de impactos: Delimitación de áreas de trabajo									
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas								
	Emisión de contaminantes criterio								
	Generación de ruido y vibraciones	-	2	1	1	4	1	1	-15
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	-	2	1	2	4	4	2	-20
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	-	2	2	2	4	2	4	-22
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
	Cambios en la cobertura forestal								
	Fragmentación del ecosistema								
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad	-	2	2	1	4	1	1	-17
	Cambios por la generación de residuos sólidos	-	2	2	1	1	2	2	-16
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	2	1	4		17
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo								
	Generación de empleos locales	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida								

Tabla V.5 Matriz parcial de impactos: Instalación de áreas temporales de trabajo

Matriz parcial de impactos: Instalación de áreas temporales de trabajo									
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas								
	Emisión de contaminantes criterio	-	2	2	1	4	1	4	-20
	Generación de ruido y vibraciones	-	2	2	1	4	2	2	-19
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	-	2	2	2	4	1	2	-19
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	-	4	1	2	1	2	1	-20
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	-	4	2	1	4	2	4	-27
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
	Cambios en la cobertura forestal								
	Fragmentación del ecosistema								
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad	-	2	2	1	4	1	1	-17
	Cambios por la generación de residuos sólidos	-	2	2	1	1	2	2	-16
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	1	4	4		19
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo								
	Generación de empleos locales	+	2	2	1	4	4		19
	Mejoramiento en la calidad de vida								

Tabla V.6 Matriz parcial de impactos: Rescate y reubicación de flora y fauna

Matriz parcial de impactos: Rescate y reubicación de flora y fauna										
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas								
	Emisión de contaminantes criterio								
	Generación de ruido y vibraciones								
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	+	2	2	4	1	4		19
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación	+	2	2	4	1	1		16
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos								
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	+	2	2	2	4	4		20
	Cambios en la cobertura forestal	+	2	2	2	4	4		20
	Fragmentación del ecosistema	+	2	2	2	4	4		20
Fauna	Destrucción directa	+	4	2	2	4	1		23
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	+	4	2	2	4	1		23
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	+	2	2	2	4	1		17
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad	+	2	2	2	4	4		20
	Cambios por la generación de residuos sólidos								
	Incorporación de elementos nuevos	+	2	2	2	4	4		20
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	2	1	4		17
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo	+	2	2	2	4	4		20
	Generación de empleos locales	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida	+	2	2	2	1	2		15

Tabla V.7 Matriz parcial de impactos: Desmonte

Matriz parcial de impactos: Desmonte									
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	-	2	2	1	4	1	1	-17
	Emisión de contaminantes criterio	-	2	2	1	4	2	4	-21
	Generación de ruido y vibraciones	-	4	2	1	4	1	1	-23
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	-	8	4	4	4	4	4	-48
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	-	4	1	2	4	2	2	-24
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	-	4	2	4	4	4	4	-32
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación	-	8	8	4	4	4	4	-56
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	-	1	2	1	4	1	2	-15
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	-	12	8	4	4	4	4	-68
	Cambios en la cobertura forestal	-	12	8	4	4	4	4	-68
	Fragmentación del ecosistema	-	8	2	4	4	4	8	-48
Fauna	Destrucción directa	-	4	2	2	1	1	4	-24
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	-	8	8	4	4	1	8	-57
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	-	4	4	4	1	1	4	-30
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad	-	2	2	2	4	1	4	-21
	Cambios por la generación de residuos sólidos	-	2	2	1	4	1	4	-20
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	2	1	4		17
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo	+	4	4	4	1	1		26
	Generación de empleos locales	+	4	2	2	4	2		24
	Mejoramiento en la calidad de vida								

Tabla V.8 Matriz parcial de impactos: Manejo de residuos vegetales

Matriz parcial de impactos: Manejo de residuos vegetales									
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas								
	Emisión de contaminantes criterio	-	2	2	2	4	1	2	-19
	Generación de ruido y vibraciones	-	2	2	2	1	1	1	-15
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	+	2	2	2	4	1		17
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	+	4	2	2	4	1		23
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
	Cambios en la cobertura forestal								
	Fragmentación del ecosistema								
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	+	4	2	2	4	1		23
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	2	1	2		15
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo								
	Generación de empleos locales	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida	+	2	2	2	4	2		18

Tabla V.9 Matriz parcial de impactos: Despalme

Matriz parcial de impactos: Despalme									
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	-	4	2	1	4	1	4	-26
	Emisión de contaminantes criterio	-	2	2	1	4	1	2	-18
	Generación de ruido y vibraciones	-	4	2	1	4	2	1	-24
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	-	4	4	4	4	2	4	-34
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	-	4	1	2	4	2	2	-24
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	-	4	2	4	4	4	4	-32
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación	-	8	4	2	4	2	4	-44
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	-	1	2	1	4	1	2	-15
	Alteración de las características geomorfológicas	-	8	4	4	4	4	8	-52
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
	Cambios en la cobertura forestal								
	Fragmentación del ecosistema								
Fauna	Destrucción directa	-	2	4	2	1	1	4	-22
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	-	2	4	4	4	1	4	-27
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve	-	4	2	4	4	2	4	-30
	Cambios en la visibilidad								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	-	2	2	1	4	1	4	-20
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	2	1	4		17
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo	+	4	4	4	1	1		26
	Generación de empleos locales	+	4	2	2	4	2		24
	Mejoramiento en la calidad de vida								

Tabla V.10 Matriz parcial de impactos: Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo

Matriz parcial de impactos: Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo										
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas								
	Emisión de contaminantes criterio	-	2	2	1	4	2	2	-19
	Generación de ruido y vibraciones	-	2	2	1	4	1	1	-17
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	-	2	2	2	4	1	2	-19
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	-	4	1	2	1	1	2	-20
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	-	4	2	2	4	2	4	-28
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
	Cambios en la cobertura forestal								
	Fragmentación del ecosistema								
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad	+	2	2	1	1	1		13
	Cambios por la generación de residuos sólidos	-	2	2	1	4	2	2	-19
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	1	4	4		19
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo								
	Generación de empleos locales	+	2	2	1	4	4		19
	Mejoramiento en la calidad de vida								

Tabla V.11 Matriz parcial de impactos: Construcción de la cortina

Matriz parcial de impactos: Construcción de la cortina									
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	-	2	1	1	1	1	8	-19
	Emisión de contaminantes criterio	-	2	2	1	4	1	4	-20
	Generación de ruido y vibraciones	-	2	2	1	4	1	1	-17
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	+	8	8	4	4	4		52
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	-	2	1	2	4	2	2	-18
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	+	4	2	2	1	4		23
Suelo	Erosión y compactación	+	8	4	2	1	4		39
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	-	2	2	1	4	1	4	-20
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
	Cambios en la cobertura forestal								
	Fragmentación del ecosistema								
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve	+	2	2	4	1	4		19
	Cambios en la visibilidad								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	-	2	2	1	4	1	4	-20
	Incorporación de elementos nuevos	+	2	1	2	1	2		13
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	2	1	4		17
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo								
	Generación de empleos locales	+	4	2	2	4	2		24
	Mejoramiento en la calidad de vida	+	4	2	4	1	2		23

Tabla V.12 Matriz parcial de impactos: Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación

Matriz parcial de impactos: Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación										
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas								
	Emisión de contaminantes criterio								
	Generación de ruido y vibraciones								
	Mejoramiento de la calidad del aire	+	4	2	2	1	4		23
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	+	2	2	2	1	4		17
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	+	2	2	2	1	2		15
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación	+	2	2	2	1	4		17
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos								
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	+	2	2	2	4	4		20
	Cambios en la cobertura forestal	+	4	2	2	4	4		26
	Fragmentación del ecosistema	+	2	2	2	1	4		17
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	+	4	2	2	4	4		26
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	+	2	2	2	1	4		17
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad	+	2	2	2	4	4		20
	Cambios por la generación de residuos sólidos								
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	2	4	2		18
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo								
	Generación de empleos locales	+	2	2	2	1	4		17
	Mejoramiento en la calidad de vida	+	2	2	2	1	4		17

Tabla V.13 Matriz parcial de impactos: Implementación del programa de residuos

Matriz parcial de impactos: Implementación del programa de residuos									
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas								
	Emisión de contaminantes criterio	-	2	2	2	4	2	2	-20
	Generación de ruido y vibraciones	-	2	2	2	4	2	1	-19
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	+	2	2	2	4	1		17
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	+	4	2	2	1	4		23
Suelo	Erosión y compactación								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	+	4	2	2	4	2		24
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
	Cambios en la cobertura forestal								
	Fragmentación del ecosistema								
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	+	4	2	2	4	2		24
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	4	2	2	1	2		21
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo								
	Generación de empleos locales	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida	+	2	2	2	4	2		18

Tabla V.14 Matriz parcial de impactos: Mantenimiento de área de conservación

Matriz parcial de impactos: Mantenimiento de área de conservación										
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas								
	Emisión de contaminantes criterio								
	Generación de ruido y vibraciones								
	Mejoramiento de la calidad del aire	+	4	2	4	1	4		25
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	+	2	2	4	1	4		19
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	+	4	2	4	1	2		23
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos								
Suelo	Erosión y compactación	+	2	2	4	4	4		22
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos								
	Alteración de las características geomorfológicas								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	+	4	2	4	4	4		28
	Cambios en la cobertura forestal	+	4	2	4	4	4		28
	Fragmentación del ecosistema	+	4	2	4	1	4		25
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	+	4	2	4	1	4		25
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve								
	Cambios en la visibilidad	+	4	4	4	4	4		32
	Cambios por la generación de residuos sólidos								
	Incorporación de elementos nuevos	+	4	4	4	4	4		32
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	4	4	2		20
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo								
	Generación de empleos locales	+	2	2	4	1	2		17
	Mejoramiento en la calidad de vida	+	2	2	4	1	4		19

Tabla V.15 Matriz parcial de impactos: Implementación del programa de conservación de suelos

Matriz parcial de impactos: Implementación del programa de conservación de suelos									
Componentes y aspectos ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	-	2	2	1	4	1	1	-17
	Emisión de contaminantes criterio	-	2	2	1	4	1	4	-20
	Generación de ruido y vibraciones	-	1	1	1	4	1	1	-12
	Mejoramiento de la calidad del aire								
Hidrologìa	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	+	4	2	4	1	4		25
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	+	4	4	4	1	4		29
Suelo	Erosión y compactación	+	4	4	4	4	4		32
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos								
	Alteración de las características geomorfológicas	+	4	2	4	4	4		28
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
	Cambios en la cobertura forestal								
	Fragmentación del ecosistema								
Fauna	Destrucción directa								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies								
Paisaje	Cambios en el relieve	+	2	2	4	1	4		19
	Cambios en la visibilidad								
	Cambios por la generación de residuos sólidos								
	Incorporación de elementos nuevos								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	+	2	2	2	1	4		17
	Aprovechamiento óptimo del uso potencial del suelo	+	4	1	2	1	4		21
	Generación de empleos locales	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida	+	4	2	4	1	2		23

El Impacto Ambiental Total se obtiene de manera cuantitativa como la suma de la importancia del impacto en las distintas etapas del proyecto. En la tabla V.16 se muestra el impacto ambiental total para cada componente ambiental y por actividad del proyecto**.**

Tabla V.16 Impacto ambiental por actividad del proyecto y componentes ambientales

Impacto Ambiental por Actividad del Proyecto y Componentes Ambientales Impactados													
Actividades del proyecto / **Componentes ambientales**	Delimitación de áreas de trabajo	Rescate y reubicación de flora y fauna	Instalación de áreas temporales de trabajo	Desmonte	Manejo de residuos vegetales	Despalme	Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo	Construcción de la cortina	Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación	Implementación del programa de residuos	Mantenimiento de área de conservación	Implementación del programa de conservación de suelos	Valor del Impacto Absoluto por componente ambiental
Calidad del aire	0	0	0	-44	0	-50	0	0	23	0	25	0	-46
Agua	0	0	0	-104	0	-90	0	52	0	0	23	25	-94
Suelo	-22	0	-27	-56	23	-96	-28	39	0	24	22	60	-61
Vegetación	0	0	0	-184	0	0	0	0	26	0	81	0	-77
Fauna	0	46	0	-111	0	-49	0	0	26	0	25	0	-63
Paisaje	0	0	0	-21	23	-30	0	0	0	24	64	0	60
Componente socio-económico	0	0	0	46	0	46	0	47	0	21	0	36	196
Impacto Ambiental Total	-22	46	-27	-474	46	-269	-28	138	75	69	240	121	-85

De la tabla anterior se concluye que el impacto global del proyecto es negativo (-85). Las actividades que producen un mayor impacto ambiental negativo sobre el área de influencia del proyecto son el desmonte (-474) y despalme (-269). Esto se debe principalmente a que durante estas etapas se da la remoción de vegetación forestal y el suelo natural presente en el predio, lo cual tiene impactos no sólo sobre los componentes de vegetación y suelo, sino que también se ve afectada la fauna, la hidrología, el paisaje y la calidad del aire.

Asimismo, es posible observar que el agua, el suelo y la vegetación son los componentes ambientales que se ven afectados de manera más significativa por la ejecución del proyecto. Si bien la calidad del aire también se ve afectada, la mayoría de estos impactos ambientales se pueden abatir con las medidas preventivas y de mitigación pertinentes, por lo que no se consideran significativos.

Es importante hacer hincapié en que dentro de las actividades del proyecto ya se incluyen las obras de disminución de la erosión, medidas de mitigación de escurrimientos y el rescate y reubicación de flora y fauna, contribuyendo así con un impacto positivo que disminuye el impacto global total. Lo anterior toda vez a que aquellas fueron incluidas como actividades inherentes al proyecto, mucho de ello, como la mitigación de los

escurrimientos y disminución de la erosión, debido a la naturaleza del proyecto y en específico a la cortina, que hará las veces de medida para la retención de suelo y sedimento, y moderar los escurrimientos para darle cabida en la cuenca.

Por otro lado, los componentes sociales y económicos perciben un impacto positivo debido a la generación de empleos, aprovechamiento óptimo del uso de suelo del predio, utilización se servicios urbanos locales y el mejoramiento de la calidad de vida.

Descripción de los impactos ambientales identificados

A continuación, se describen los impactos ambientales identificados por componente ambiental. Se hace énfasis únicamente en los componentes impactos de manera negativa, dado que son estos los impactos que tendrán que ser prevenidos, mitigados o compensados con las medidas pertinentes para así poder abatir y contrarrestar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio ambiente.

Calidad del aire

La calidad del aire en el predio y los alrededores se verá afectada por la ejecución del proyecto, principalmente debido al incremento de partículas suspendidas y a la emisión de gases contaminantes por el desarrollo de las actividades que implican el uso de maquinaria y el movimiento de suelo.

Debido a la ubicación del proyecto (colindando con la zona urbana en la zona norte del municipio) será necesario mitigar los impactos ambientales para evitar posibles afectaciones sobre la salud de la población.

Asimismo, debido a la implementación del cambio de uso de suelo y la construcción de la cortina dentro del predio, se generarán ruidos y vibraciones debido al uso de maquinaria y camiones, por lo que es necesario aplicar también prevenir y mitigar estos impactos ambientales.

Hidrología

El componente hidrológico del predio se ve significativamente afectado por la implementación del cambio de uso de suelo en áreas forestales. El impacto que se pudiera generar no se limita al vertimiento de contaminantes al suelo y su infiltración durante la remoción de la vegetación, bien el arrastre de residuos hacia la cuenca y la

subsecuente contaminación de la calidad del agua superficial de donde pudieran ser depositados, así como el aumento de escurrimientos derivados de la remoción de vegetación.

Se tienen dos impactos severos sobre este componente debido a la alteración del flujo de los escurrimientos y la alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero. Al remover la vegetación y cambiar el relieve, los escurrimientos dentro del predio también cambian. En general, debido a la remoción de la vegetación y la compactación del terreno, una menor cantidad de agua es capaz de infiltrarse, por lo que aumenta el volumen de escurrimientos. Sin embargo, este impacto es mitigable con la construcción de la obra general de la cortina del bordo propuesto, ya que todos los escurrimientos serán almacenados dentro de la cortina lo que evitará inundaciones y además podrá usarse como almacén para infiltración en época de estiaje.

Al realizar el cambio de uso de suelo también disminuye la recarga del manto acuífero. Sin embargo, con la implementación y mantenimiento de obras para la conservación de suelo, la conservación de los individuos arbóreos rescatados y las actividades de reforestación es posible mejorar la recarga de acuíferos en otras áreas previamente seleccionadas, de tal manera que se compensa el impacto ambiental generado por el proyecto.

Suelo

El suelo, al igual que el componente hidrológico, se ve afectado en mayor medida por la implementación del proyecto. Como se pudo apreciar en la evaluación de los impactos ambientales, las afectaciones principales son el incremento en la erosión, pérdida de suelo, posible contaminación por la generación de residuos y contaminación por derrame de grasas y aceites. De igual manera no podemos dejar de lado la pérdida de funciones del suelo en su entorno actual, impacto no mitigable que se deberá compensar.

Para este componente se tienen tres impactos severos, presentándose uno de ellos durante el desmonte y los otros dos durante el despalme. La implementación del cambio de uso de suelo propicia la erosión y compactación del suelo en el terreno ya que la remoción de vegetación deja desprotegida a la capa superficial de suelo, lo cual facilita el transporte de material edáfico por la acción del agua (erosión hídrica) y el aire (erosión eólica).

Resulta pertinente mitigar el impacto ambiental en los anteriores rubros, así como también compensar el impacto por la pérdida de suelo que infiere pérdida de funcionalidad ecológica.

Un aporte importante per se del proyecto es que cuenta con una medida de mitigación por la sola implementación del mismo, como es la cortina de 7 metros de altura y aproximadamente 6 metros de ancho.

Vegetación

La vegetación fue uno de los rubros mayormente impactados por el cambio de uso de suelo, lo que es de esperarse, toda vez que el proyecto versa precisamente sobre la remoción de la misma. La remoción de la vegetación provoca afectaciones sobre la biodiversidad, cambios en la abundancia de especies dentro del área de influencia, disminución de la cobertura forestal y la fragmentación del ecosistema. Es en este componente donde encontramos los dos únicos impactos críticos y un impacto severo durante la etapa de desmonte.

Si bien a primera vista es posible pensar que las severas afectaciones sobre la vegetación hacen del cambio de uso de suelo un proyecto con un elevado impacto ambiental, es importante analizar primero la situación actual del área y establecer si la vegetación del predio es representativa o no de la vegetación que pudiera encontrarse en áreas mejor conservadas del sistema ambiental. En el predio no se encontraron especies dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, el predio colinda con algunas áreas urbanas y la vegetación ya presenta un leve estado de deterioro y fragmentación, por lo que es de suponerse que en ausencia de programas de conservación dentro del predio la vegetación eventualmente tendería a deteriorarse aún más.

Una vez que se considera esta información, el impacto ambiental sobre la vegetación disminuye en importancia, mientras que las medidas de rescate y reubicación de flora, así como la conservación de la vegetación rescatada hacen viable la ejecución del cambio de uso de suelo.

Fauna

Si bien es posible encontrar ejemplares de distintas especies, la tendencia dentro del predio es la disminución de la biodiversidad en comparación con el sistema ambiental. Sin embargo, la remoción de vegetación conlleva la disminución del hábitat para las especies de fauna que aún habitan en la superficie del predio. Los impactos ambientales sobre la fauna se pueden mitigar mediante el rescate y reubicación de los ejemplares que se encuentren en el predio, dentro de las cuales se encontraron tres especies listadas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Crotalus molossus, Micrurus browni y Sceloporus grammicus. Los ejemplares rescatados se reubicarán en la zona especificada para ello. Asimismo, el mantenimiento de la vegetación rescatada y reubicada permite mejorar las condiciones de otros hábitats en zonas donde la

conservación y supervivencia de la fauna es mucho más factible, lo cual se cumple en las inmediaciones oeste del predio.

Paisaje

La ejecución del cambio de uso de suelo implica un cambio significativo en la calidad paisajística de la mayoría de los predios, sin embargo, como se pudo verificar en el sistema ambiental y en la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables, la aptitud del predio es compatible con los cuerpos de agua, del cual se trata el proyecto.

Es también importante apuntar que se pudo observar un impacto por la modificación de la naturalidad con que la unidad de gestión ambiental en la que se encuentra el proyecto, aun cuando se encuentra en el borde de la urbanización, y que por ello mismo es necesario establecer medidas para su ejecución armónica con el paisaje.

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES... 1

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 4

VI.2 Impactos residuales..... 9

VI.3 Indicar los procedimientos para supervisar el cumplimiento de la medida de mitigación 9

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez que se cuantificó el valor de los impactos ambientales que se provocarán con la ejecución del proyecto, el presente capítulo pretende ponderar el impacto que llevaría consigo la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación. En sentido textual prevenir, mitigar o compensar el impacto ambiental, significa implementar medidas preventivas y correctoras como lo especifican Conesa Fernández-Vítora, en el momento preciso para la atenuación de determinado impacto, con el fin de anular, evitar o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el Sistema Ambiental o un entorno más amplio.

Las medidas correctoras, que manejaremos como de mitigación, son aquellas que en función del grado de recuperación del factor pueden ser de corrección total o atenuantes, las primeras que restituyen la calidad ambiental que se contaba antes de la actuación de la acción, mientras que las atenuantes únicamente restituyen parte de la calidad que se tenía, pero situándola sobre por encima de la calidad del umbral requerido.

Las medidas preventivas hacen referencia a aquellas actividades dirigidas a evitar la aparición del efecto por la actividad del proyecto, es decir antes de realizar la actividad deben llevarse a cabo para evitar que con la implementación de éstas se llegue a producir el efecto modificatorio en el ambiente.

Sumando en forma ponderada el valor del impacto soportado por los diferentes factores, obtendremos el impacto sobre los componentes ambientales, los impactos sobre las categorías ambientales o subsistemas, sobre los sistemas ambientales y el impacto ambiental total causado por el proyecto.

Por último, tenemos las medidas de compensación, las cuales son definidas como aquellas dirigidas a los impactos inevitables e irrecuperables, que no lo evitan ni lo atenúan, sino que elevan, de alguna manera, la calidad ambiental.

La finalidad de desarrollar las medidas antes definidas es la de reducir el impacto ambiental al mínimo el impacto ambiental total del proyecto, haciendo así que quepa dentro de los umbrales de aceptación del ambiente (capacidad de acogida) en el que se desarrolla, por lo que deben ser medibles y verificables.

Recordemos que el valor total negativo a abatir de acuerdo a la evaluación de los impactos ambientales es de -69. El valor calculado corresponde al impacto total sin medidas de prevención, mitigación y compensación (aunque se incluyeron aquellas que son inherentes actividades del proyecto), por lo que se deberá restar el impacto total de dichas medidas para así obtener el impacto real del proyecto.

El impacto real del proyecto dependerá de la correcta aplicación, en tiempo y forma técnica de la implementación de dichas medidas, por lo que es importante, además de su diseño especificar la temporalidad de las mismas, su forma de medición y seguimiento.

Para el presente proyecto fueron desarrolladas las medidas de prevención, mitigación y compensación que se creen idóneas para el abatimiento de los impactos ambientales, dicho desarrollo obedeció a los cálculos mostrados en los capítulos anteriores, tomando en cuenta las actividades del proyecto y los parámetros ambientales del sistema ambiental y más allá de dichos límites, siendo así que se obtuvieron las siguientes medidas.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Durante el proyecto se han previsto posibles impactos ambientales a generar, como ya fue indicado en el capítulo anterior, en la siguiente lista se agruparán por componente o rubro ambiental, lo que facilitará detectar el componente a que se privilegia con cada una de las medidas y estar en condiciones de tomar decisiones de acuerdo a la idoneidad o no de las mismas.

Hidrología (superficial y subterránea)

El proyecto se encuentra dentro de un cauce de carácter federal, por lo que la hidrología es el primer rubro para abatir impactos ambientales en este proyecto.

Dicho ello, se tiene que el impacto que se pudiera generar es aumento de escurrimientos derivados de la remoción de vegetación, disminución de la infiltración de agua hacia los mantos acuíferos, modificación de la calidad del agua superficial por el arrastre de residuos y su acumulación.

Medidas preventivas:

- Las reparaciones y mantenimiento de maquinaria, así como el cambio de combustibles se hará en el patio de concentración o taller, fuera del sitio de construcción que el contratista destine para tal fin, en el cual deberán tomarse las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.

- Implementar un Programa de Manejo de Residuos (especificado en el capítulo II de la presente MIA-P) durante la implementación del proyecto donde se prevean derrames accidentales de grasas y aceites sobre suelo natural.
- Evitar cambios en el relieve, de tal manera que los escurrimientos laminares sigan llegando al predio de la misma manera que en estos momentos.

Medidas de mitigación

- Como principal medida de mitigación se tiene la cortina del proyecto, la cual cuenca con la capacidad de regulación de 72,570.51 m3, en un mismo momento, mientras que de acuerdo a los cálculos especificados en el capítulo IV de la presente MIA-P el aumento anual será de 550.35 m3, por lo que, aunque se tuviera dicha carga volumétrica en un solo día, el bordo tendría la capacidad de retener el escurrimiento, que aun así representa el 0.75% de su capacidad, lo cual da factibilidad a dicha medida.

Medidas de compensación

- Para compensar el impacto ambiental residual, que versa sobre la pérdida de infiltración, la superficie donde se realice el rescate y reubicación se realizará el compromiso de conservarse, lo cual impacta directamente en la conservación de infiltración de agua.

Calidad del aire

Con la ejecución del proyecto, la calidad del aire se verá afectada debido principalmente al incremento de partículas suspendidas y al incremento de gases contaminantes, por el desarrollo de las actividades que implican el uso de maquinaria y el movimiento de tierras principalmente.

El transporte, excavación y carga de materiales generadores de polvo serán de mayor observancia en zonas en las que existen viviendas habitadas. Por lo tanto, dado que los accesos al predio tienen viviendas en su periferia, obliga en todo momento al contratista a poner especial atención en este apartado y cubrir las medidas siguientes:

Medidas Preventivas

- En caso de ser necesario el almacenamiento del suelo en el sitio para su posterior traslado y disposición, éste deberá ser cubierto por lonas, así como se construirán canaletas a su alrededor para los escurrimientos que se pudieran llegar a presentar, evitando así su dispersión por acción del viento o del agua.

- Durante el transporte de material para su disposición se deberá evitar el llenado del camión a su máxima capacidad, previendo así dispersión accidental del material durante su traslado. De igual manera sin excepción todo el transporte de material deberá ser cubierto por lonas para evitar la dispersión de polvos durante su camino.
- Se llevará a cabo el programa de manejo de residuos especificado en el capítulo II de la presente MIA-P, con la finalidad de evitar la quema de residuos durante la implementación del proyecto.
- Toda la maquinaria y el transporte deberá cumplir con la las NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-041-SEMARNAT-2015, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio durante la operación del proyecto.

Ruidos y vibraciones

Debido a la implementación del cambio de uso de suelo y la construcción de la obra civil en zona federal, dentro del predio, se incrementarán los decibeles debido al uso de maquinaria y camiones, por lo que es menester aplicar medidas para evitar impactos ambientales, y se proponen las siguientes:

Medidas Preventivas

- La maquinaria y el transporte que se utilice deberá cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Suelo

El suelo, como se pudo apreciar en la evaluación, los impactos ambientales son el incremento en la erosión, pérdida de suelo, posible contaminación por la generación de residuos y contaminación por derrame de grasas y aceites.

Para lo anterior, se decidió llevar a cabo las siguientes medidas:

Medidas preventivas

- Se evitará mover la maquinaria fuera de la superficie del proyecto, evitando así impactar lugares cercanos por la compactación y pérdida de suelo.
- En caso de que para el manejo de suelo se deba almacenar por un periodo corto de tiempo, la superficie idónea para ello será dentro del mismo predio, el suelo deberá ser cubierto con lonas y se

deberá implementar canaletas alrededor del espacio de almacenamiento para que en caso de lluvia ésta evite arrastrar partículas, pérdida de éste y modificación de la calidad del agua.

- Una vez removida la vegetación, se llevará de inmediato el retiro del suelo necesario para las condiciones del bordo, evitando así parte de la erosión.
- El mantenimiento de maquinaria y la recarga de combustibles se llevarán a cabo fuera del predio, lo cual es viable debido a que el predio se encuentra en una zona urbana con talleres y estaciones de servicio a menos de 5 km de distancia.

Medidas de Mitigación

- Parte del suelo se recuperará y reutilizará para el área donde se reubicarán las especies de flora rescatadas.
- Como principal medida de mitigación para la erosión y la pérdida de suelo la misma construcción de la cortina del bordo, actúa como una terraza que retiene el suelo desplazado por erosión:

Tomando en cuenta la erosión potencial para el predio y toda vez que el horizonte se considera para 1 año, se tiene que ésta asciende a 6.46 toneladas totales.

Tomando los datos de construcción del proyecto del bordo:

Altura: 7 m

Longitud: 161 m

Pendiente media: 2.86%

Periodo de cambio de uso de suelo: 1 año

Erosión máxima anual posible a presentarse en el predio sin medidas: 6.46 ton

Como se muestra en el anexo denominado "Plantilla Erosión", fueron calculadas las terrazas, para dar una mitigación total mucho mayor a la que es necesaria por las medidas del bordo según los cálculos con un total de 123,383.96 toneladas, construyendo el bordo propuesto, por lo que se tiene como medida idónea y suficiente para abatir la erosión del predio.

Paisaje

La modificación del paisaje, entendido éste como las interrelaciones que se dan dentro de un ambiente determinado en medida de su modificación y contraste, actualmente muestra un paisaje urbanizado con excepción del mismo predio, dado que el área del proyecto se encuentra contigua a la zona urbana, así como contigua a una zona de alta naturalidad.

Medias preventivas

- Implementar el programa de manejo de residuos, el cual evitará que los residuos del proyecto sean esparcidos por las superficies contiguas o dentro del predio, manteniendo así la estética y salubridad del paisaje.

Medidas de Mitigación

- Se implementará el rescate de flora para el predio y se reubicarán los individuos en las áreas verdes, por lo que permanecerá la naturalidad de la zona especificada.

Medidas de compensación

- Se asegurará la operación del bordo, toda vez que dicha operación mantendrá en óptimas condiciones la obra civil y la superficie del predio, con lo que se garantiza que la obra se utilice y realice los objetivos para lo que fue prevista.

Vegetación y Fauna

La vegetación fue uno de los rubros mayormente impactados por el cambio de uso de suelo, lo que es de esperarse, toda vez que el proyecto versa precisamente sobre la remoción de la misma, conllevando la disminución del hábitat para las especies de fauna que aún habitan en la superficie del predio.

Si bien la fauna es escasa, aún se cuenta con ella en el predio, por lo que es necesaria su protección, debido a su importancia, resaltando que fueron encontradas dentro del predio especies de Crotalus molossus, Micrurus browni y Sceloporus grammicus, que se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Es así que se propone lo siguiente.

Medidas preventivas

- La elaboración del programa de rescate y reubicación de especies, corresponde a una medida preventiva para el mantenimiento y rescate de la biodiversidad en el sistema ambiental.
- Se colocarán carteles alusivos a la protección de la flora y fauna silvestre dentro del área de cambio de uso de suelo.

Medidas de mitigación

- La implementación del programa anexo de rescate y reubicación de flora y fauna

VI.2 Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación.

De esta manera, se define como impacto residual aparente la reducción de cobertura vegetal en el sitio donde se efectuará el cambio de uso del suelo, y en consecuencia la reducción de la superficie forestal local. Existe una modificación temporal en el hábitat y el suelo, así como un detrimento del paisaje en un lapso de tiempo indeterminado. Sin embargo, la aplicación de las medidas correctoras en estos impactos generados logrará mitigar y compensar la afectación en el ecosistema.

La ocupación permanente de la superficie impactada por la construcción del proyecto y su puesta en marcha se determina como impactos residuales, dado que se trata de una obra permanente.

De esta manera, se contemplaron los impactos residuales como la pérdida de suelo y pérdida de infiltración de agua, para los cuales fueron previstas medidas de compensación, como sigue:

VI.3 Indicar los procedimientos para supervisar el cumplimiento de la medida de mitigación

Medida de compensación general para el proyecto

- Con la finalidad de compensar los impactos residuales se impartirá una capacitación para la concientización y el cuidado del medio ambiente a los trabajadores que laboren en el predio, con la

finalidad de que ésta información permeé en las familias y se cree una cultura ambiental a partir del proyecto.

- Asimismo, se cuidará el área de rescate y reubicación en un horizonte de cinco años contados a partir de la autorización del proyecto, con la finalidad de conservar dicha área y sus servicios ambientales que son medidas de compensación en los rubros antes especificados.

Es entonces que a través del diseño de una matriz de doble entrada se obtendrá el valor de impacto de las medidas previstas por experiencia y acordes al proyecto, con la finalidad de determinar si se llega a valores aceptables tendiente a desvirtuar desequilibrios ecológicos por la implementación del proyecto.

Cabe resaltar que muchas de las medidas especificadas fueron tomadas en cuenta en la evaluación de impactos ambientales y han sido evaluadas y ponderadas, debido a que forman parte de las actividades inherentes del proyecto, por lo que se omiten de la presente matriz, evitando la doble contabilidad.

Tabla VI.1 Matriz de estimación del impacto de las medidas desarrolladas.

INTRODUCCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CORRECTIVAS POR FACTOR	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							IMPORTANCIA DEL IMPACTO/ACTIVIDAD
	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	EFECTO	PERIODICIDAD	COSTO*	
CALIDAD DE AIRE								
Durante el transporte de material para su disposición se deberá evitar el llenado del camión a su máxima capacidad, previendo así dispersión accidental del material durante su traslado. De igual manera sin excepción todo el transporte de material deberá ser cubierto por lonas para evitar la dispersión de polvos durante su camino.	+	1	1	1	1	1	1	9
Toda la maquinaria y el transporte deberá cumplir con la las NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-041-SEMARNAT-2015, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio durante la operación del proyecto; así como la NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	+	1	1	1	1	1	1	9
							Total por componente	18
HIDROLOGÍA								
Las reparaciones y mantenimiento de maquinaria, así como el cambio de combustibles se hará en el patio de concentración o taller, fuera del sitio de construcción que el contratista destine para tal fin, en el cual deberán tomarse las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.	+	1	2	1	1	1	1	11
Evitar cambios en el relieve, de tal manera que los escurrimientos laminares sigan llegando al predio de la misma manera que en estos momentos.	+	2	2	2	1	2	1	16
							Total por componente	27
SUELO								
Se evitará mover la maquinaria fuera de la superficie del proyecto, evitando así impactar lugares cercanos por la compactación y pérdida de suelo	+	1	2	1	1	1	1	11
Una vez removida la vegetación, se llevará de inmediato el retiro del suelo necesario para las condiciones del bordo, evitando así parte de la erosión	+	1	1	1	1	1	1	9
Parte del suelo se recuperará y reutilizará para el área donde se reubicarán las especies de flora rescatadas	+	1	1	1	1	1	1	9
							Total por componente	29
							TOTAL MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CORRECTIVAS	74
***Costo: Bajo (3), Medio (2), Alto (1); respecto de la inversión del proyecto.**								

Es por lo anterior que si al impacto total del proyecto le restamos el impacto (positivo en escala de calidad ambiental), se habla de un impacto real del proyecto de -11 (-85 + 74), disminuyendo así en un 87.06% los impactos ambientales.

De lo anterior se tiene que las medidas son idóneas toda vez que disminuyen de manera significativa los impactos que, sin la implementación de dichas medidas, provocaría el proyecto.

Es para ese 12.94% restante, se propusieron las medidas de compensación señaladas.

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1

VII.1 Pronóstico del escenario 3

VII.2 Programa de vigilancia ambiental 5

VII.3 Conclusiones 14

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El análisis se realizó desde la proyección poblacional y las demandas proyectadas que tendrá la zona para lograr los panoramas previstos y mencionados en los Planes de Desarrollo Estatal y Municipal. Objetivos y acciones que deben de ser prevenidas, atendidas al momento para alinear los esfuerzos y los planes a las estrategias locales.

Como conclusión, no existen alternativas para la realización del presente proyecto, debido a la descripción del proceso constructivo, al tipo de recurso, al tiempo en el que se debe ejecutar y a las necesidades de la zona donde se decidió invertir. Los impactos son prevenibles y mitigables y se establecen medidas de compensación para aquellos impactos residuales.

VII.1 Pronóstico del escenario

A continuación, se presenta a modo de resumen una descripción del estado de los factores ambientales antes de realizarse la obra y después de haberse realizado, con el fin de explicar el pronóstico del escenario y los grados de afectación de los impactos ambientales identificados.

Tabla VII.1 Pronósticos ambientales para la zona de proyecto.

FACTOR	ANTES	DESPUÉS
AIRE	Actualmente se observa un grado de alteración ligero, consecuencia de la circulación de vehículos motorizados empleados como principal medio de transporte para los habitantes del municipio y del estado.	Con la ejecución del proyecto, la calidad del aire se verá afectada debido principalmente al incremento de partículas suspendidas y al incremento de gases contaminantes, por el desarrollo de las actividades que implican el uso de maquinaria y el movimiento de tierras principalmente.
		Debido a la implementación del cambio de uso de suelo y la construcción de la obra civil en zona federal, dentro del predio, se incrementarán los decibeles debido al uso de maquinaria y camiones
AGUA	El proyecto se encuentra dentro de un cauce de carácter federal	el impacto que se pudiera generar es aumento de escurrimientos derivados de la remoción de vegetación, disminución de la infiltración de agua hacia los mantos acuíferos, modificación de la calidad del agua superficial por el arrastre de residuos y su acumulación.

FACTOR	ANTES	DESPUÉS
SUELO	La infiltración del agua en los Vertisoles secos (agrietados), con una superficie estructurada es inicialmente rápida. Sin embargo, una vez que la superficie del suelo se encuentra totalmente humedecida y las grietas se han cerrado, el índice de infiltración de agua se vuelve casi nulo. (El proceso de expansión/encogimiento indica que los poros son discontinuos y no permanentes (Francisco, 2011)	Los impactos ambientales son el incremento en la erosión, pérdida de suelo, posible contaminación por la generación de residuos y contaminación por derrame de grasas y aceites.
VEGETACIÓN	La vegetación del sitio corresponde a Selva Baja Caducifolia.	La vegetación fue uno de los rubros mayormente impactados por el cambio de uso de suelo, lo que es de esperarse, toda vez que el proyecto versa precisamente sobre la remoción de la misma, conllevando la disminución del hábitat para las especies de fauna que aún habitan en la superficie del predio.
FAUNA	Si bien la fauna es escasa, aún se cuenta con ella en el predio, por lo que es necesaria su protección, debido a su importancia, resaltando que fueron encontradas dentro del predio especies de Crotalus molossus, Micrurus browni y Sceloporus grammicus, que se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.	La fauna será desplazada, se deberá contar con un programa de manejo de reubicación
PAISAJE	Solo queda respetar las medidas preventivas, de mitigación de impactos y los planes de manejo de vegetación, fauna y residuos adecuados para realizar el menor daño, social y ambiental posible.	La modificación del paisaje, entendido éste como las interrelaciones que se dan dentro de un ambiente determinado en medida de su modificación y contraste, actualmente muestra un paisaje urbanizado con excepción del mismo predio, dado que el área del proyecto se encuentra contigua a la zona urbana, así como contigua a una zona de alta naturalidad

FACTOR	ANTES	DESPUÉS
SOCIAL-ECONÓMICOS	La localidad de y zonas aledañas se encuentran en un estado de recepción de población, de inversión, promoción de compra-venta de inmuebles y estructuración económica y habitacional.	El medio socioeconómico y de desarrollo poblacional será el principal beneficiario en todos los sentidos, aun cuando en etapa de preparación del sitio y construcción puede ser generador de molestias a los habitantes. El beneficio radica en los ahorros y aportes a corto plazo en la economía, mediano plazo al desarrollo local y largo plazo a la población en general.

Es muy importante mencionar que con el desarrollo del proyecto se propiciará la disminución del riesgo por inundaciones en la zona.

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia ambiental contempla las medidas o acciones de control, prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente estudio de impacto ambiental, además se contemplarán las medidas dictadas por la autoridad y aquellas que pudieran surgir durante el desarrollo del proyecto.

El programa de vigilancia ambiental tiene como objetivos:

- Establecer la técnica de evaluación de las medidas de prevención y mitigación resultado de los posibles impactos ambientales generados en las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar la eficacia de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales del proyecto.
- Identificar los posibles impactos no detectados en el estudio de impacto ambiental y establecer medidas para su reducción o eliminación.
- Establecer la periodicidad de los informes para la autoridad competente.

El programa incluye los tiempos de ejecución y las áreas de responsabilidad. Los periodos de vigilancia son antes, durante y después de la puesta en marcha del proyecto de construcción. El promovente se compromete a dar seguimiento a lo propuesto en el presente estudio conforme a lo establecido en el siguiente programa de vigilancia ambiental.

Tabla VII.2 Procedimientos de supervisión del cumplimiento de las medidas de mitigación.

Programa de Vigilancia Ambiental					
Rubro	**Impacto**	**Medida**	**Frecuencia de verificación**	**Evidencia de cumplimiento**	**Responsable del cumplimiento**
Hidrología (superficial y subterránea)	Aumento de escurrimientos	**Medidas preventivas:** o Las reparaciones y mantenimiento de maquinaria, así como el cambio de combustibles se harán en el patio de concentración o taller, fuera del sitio de construcción que el contratista destine para tal fin, en el cual deberán tomarse las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.	De acuerdo a programa de mantenimiento de maquinaria	Recibo de taller	Promovente
		o Implementar un Programa de Manejo de Residuos	Diaria	Contrato de recolección / Contrato con Banco de tiro	Promovente
		o Evitar cambios en el relieve, de tal manera que los escurrimientos laminares sigan llegando al predio de la misma manera que en estos momentos.	Diaria	Fotográfica	Promovente

Programa de Vigilancia Ambiental					
Rubro	**Impacto**	**Medida**	**Frecuencia de verificación**	**Evidencia de cumplimiento**	**Responsable del cumplimiento**
		Medidas de mitigación o Como principal medida de mitigación se tiene la cortina del proyecto, la cual cuenca con la capacidad de regulación de 72,570.51 m3, en un mismo momento, mientras que de acuerdo a los cálculos especificados en el capítulo IV de la presente MIA-P el aumento anual será de 550.35 m3, por lo que, aunque se tuviera dicha carga volumétrica en un solo día, el bordo tendría la capacidad de retener el escurrimiento, que aun así representa el 0.75% de su capacidad, lo cual da factibilidad a dicha medida.	De acuerdo a programa de ejecución del proyecto	Avance de obra	Promovente
		Medidas de compensación o Para compensar el impacto ambiental residual, que versa sobre la pérdida de infiltración, la superficie donde se realice el rescate y reubicación se realizará el compromiso de conservarse, lo cual impacta directamente en la conservación de infiltración de agua.	De acuerdo con programa de rescate y reubicación	Evidencia fotográfica	Promovente

Programa de Vigilancia Ambiental					
Rubro	**Impacto**	**Medida**	**Frecuencia de verificación**	**Evidencia de cumplimiento**	**Responsable del cumplimiento**
Calidad del aire	Incremento de partículas suspendidas y al incremento de gases contaminantes	**Medidas Preventivas:** o En caso de ser necesario el almacenamiento del suelo en el sitio para su posterior traslado y disposición, éste deberá ser cubierto por lonas, así como se construirán canaletas a su alrededor para los escurrimientos que se pudieran llegar a presentar, evitando así su dispersión por acción del viento o del agua.	Diaria	Fotografías	Promovente
		o Durante el transporte de material para su disposición se deberá evitar el llenado del camión a su máxima capacidad, previendo así dispersión accidental del material durante su traslado. De igual manera sin excepción todo el transporte de material deberá ser cubierto por lonas para evitar la dispersión de polvos durante su camino.	Diaria	Fotografías	Promovente
		o Se llevará a cabo el programa de manejo de residuos	Diaria	Contrato de recolección / Contrato con Banco de tiro	Promovente

Programa de Vigilancia Ambiental					
Rubro	**Impacto**	**Medida**	**Frecuencia de verificación**	**Evidencia de cumplimiento**	**Responsable del cumplimiento**
		o Toda la maquinaria y el transporte deberá cumplir con la las NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-041-SEMARNAT-2015, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio durante la operación del proyecto.	De acuerdo a programa de mantenimiento de maquinaria		Promovente
Ruidos y vibraciones	Incrementarán los decibeles debido al uso de maquinaria y camiones	**Medidas Preventivas** o La maquinaria y el transporte que se utilice deberá cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	De acuerdo a programa de mantenimiento de maquinaria		Promovente
Suelo	Incremento en la erosión, pérdida de suelo, posible contaminación por la generación de residuos y contaminación por derrame de grasas y aceites.	**Medidas preventivas** o Se evitará mover la maquinaria fuera de la superficie del proyecto, evitando así impactar lugares cercanos por la compactación y pérdida de suelo. .	Diaria	Fotográfica	Promovente

Programa de Vigilancia Ambiental					
Rubro	**Impacto**	**Medida**	**Frecuencia de verificación**	**Evidencia de cumplimiento**	**Responsable del cumplimiento**
		o En caso de que para el manejo de suelo se deba almacenar por un periodo corto de tiempo, la superficie idónea para ello será dentro del mismo predio, el suelo deberá ser cubierto con lonas y se deberá implementar canaletas alrededor del espacio de almacenamiento para que en caso de lluvia ésta evite arrastrar partículas, pérdida de éste y modificación de la calidad del agua.	Diaria	Fotografías	Promovente
		o Una vez removida la vegetación, se llevará de inmediato el retiro del suelo necesario para las condiciones del bordo, evitando así parte de la erosión	De acuerdo a programa de ejecución del proyecto	Avance de obra	Promovente
		o El mantenimiento de maquinaria y la recarga de combustibles se llevarán a cabo fuera del predio, lo cual es viable debido a que el predio se encuentra en una zona urbana con talleres y estaciones de servicio a menos de 5 km de distancia.	De acuerdo a programa de mantenimiento de maquinaria	Recibo de taller	Promovente

Programa de Vigilancia Ambiental					
Rubro	**Impacto**	**Medida**	**Frecuencia de verificación**	**Evidencia de cumplimiento**	**Responsable del cumplimiento**
		Medidas de Mitigación o Parte del suelo se recuperará y reutilizará para el área donde se reubicarán las especies de flora rescatadas.	De acuerdo con programa de rescate y reubicación	Evidencia fotográfica	Promovente
		o Como principal medida de mitigación para la erosión y la pérdida de suelo la misma construcción de la cortina del bordo, actúa como una terraza que retiene el suelo desplazado por erosión: Tomando en cuenta la erosión potencial para el predio y toda vez que el horizonte se considera para 1 año, se tiene que ésta asciende a 6.46 toneladas totales. Tomando los datos de construcción del proyecto del bordo: Altura: 7 m Longitud: 161 m Pendiente media: 2.86% Periodo de cambio de uso de suelo: 1 año Erosión máxima anual posible a presentarse en el predio sin medidas: 6.46 ton Como se muestra en el anexo	De acuerdo a programa de ejecución del proyecto	Avance de obra	Promovente

Programa de Vigilancia Ambiental					
Rubro	**Impacto**	**Medida**	**Frecuencia de verificación**	**Evidencia de cumplimiento**	**Responsable del cumplimiento**
		denominado "Plantilla Erosión", fueron calculadas las terrazas, para dar una mitigación total mucho mayor a la que es necesaria por las medidas del bordo según los cálculos con un total de 123,383.96 toneladas, construyendo el bordo propuesto, por lo que se tiene como medida idónea y suficiente para abatir la erosión del predio.			
Paisaje	Interrelaciones que se dan dentro de un ambiente determinado en medida de su modificación y contraste	**Medias preventivas** o Implementar el programa de manejo de residuos, el cual evitará que los residuos del proyecto sean esparcidos por las superficies contiguas o dentro del predio, manteniendo así la estética y salubridad del paisaje.	Diaria	Contrato de recolección / Contrato con Banco de tiro	Promovente
		Medidas de Mitigación o Se implementará el rescate de flora para el predio y se reubicarán los individuos en las áreas verdes, por lo que permanecerá la naturalidad de la zona especificada.	De acuerdo con programa de rescate y reubicación	Evidencia fotográfica	Promovente

Programa de Vigilancia Ambiental					
Rubro	**Impacto**	**Medida**	**Frecuencia de verificación**	**Evidencia de cumplimiento**	**Responsable del cumplimiento**
		Medidas de compensación o Se asegurará la operación del bordo, toda vez que dicha operación mantendrá en óptimas condiciones la obra civil y la superficie del predio, con lo que se garantiza que la obra se utilice y realice los objetivos para lo que fue prevista.	De acuerdo a programa de ejecución del proyecto	Avance de obra	Promovente
Vegetación y Fauna	cambio de uso de suelo	**Medidas preventivas** o La elaboración del programa de rescate y reubicación de especies, corresponde a una medida preventiva para el mantenimiento y rescate de la biodiversidad en el sistema ambiental.	De acuerdo con programa de rescate y reubicación	Evidencia fotográfica	Promovente
		o Se colocarán carteles alusivos a la protección de la flora y fauna silvestre dentro del área de cambio de uso de suelo.	De acuerdo con programa de rescate y reubicación	Evidencia fotográfica	Promovente
		Medidas de mitigación o La implementación del programa anexo de rescate y reubicación de flora y fauna	De acuerdo con programa de rescate y reubicación	Evidencia fotográfica	Promovente

VII.3 Conclusiones

1. El proyecto se denomina **"Construcción de bordo de regulación Azteca Izquierdo, Querétaro, Qro."**
2. El proyecto consiste en la construcción de un bordo de regulación a base de una cortina de mampostería con una longitud de 161 metros y altura de 7 metros, con sus respectivas obras hidráulicas complementarias como son la obra de excedencias y la obra de toma, el cual cuenta con una superficie de 43,840 m², con un Área de inundación de 65,115 m².
3. Se concluye que el impacto global del proyecto es negativo (-85). Las actividades que producen un mayor impacto ambiental negativo sobre el área de influencia del proyecto son el desmonte (-474) y despalme (-269). Esto se debe principalmente a que durante estas etapas se da la remoción de vegetación forestal y el suelo natural presente en el predio, lo cual tiene impactos no sólo sobre los componentes de vegetación y suelo, sino que también se ve afectada la fauna, la hidrología, el paisaje y la calidad del aire.
4. Dentro de las actividades del proyecto ya se incluyen las obras de disminución de la erosión, medidas de mitigación de escurrimientos y el rescate y reubicación de flora y fauna, contribuyendo así con un impacto positivo que disminuye el impacto global total.
5. Por otro lado, los componentes sociales y económicos perciben un impacto positivo debido a la generación de empleos, aprovechamiento óptimo del uso de suelo del predio, utilización se servicios urbanos locales y el mejoramiento de la calidad de vida.
6. Se establecen medidas de prevención, mitigación y compensación con las medidas pertinentes para así poder abatir y contrarrestar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio ambiente acorde a los impactos ambientales identificados en el proyecto.
7. La elaboración del programa de rescate y reubicación de especies, corresponde a una medida preventiva para el mantenimiento y rescate de la biodiversidad en el sistema ambiental.
8. Al realizar el cálculo de impactos residuales se habla de un impacto real del proyecto de -11 (-85 + 74), disminuyendo así en un 87.06% los impactos ambientales. De lo anterior se tiene que las medidas son idóneas toda vez que disminuyen de manera significativa los impactos que, sin la implementación de dichas medidas, provocaría el proyecto. Es para ese 12.94% restante, que se propusieron las medidas de compensación señaladas.

9. La ejecución del cambio de uso de suelo implica un cambio significativo en la calidad paisajística de la mayoría de los predios, sin embargo, como se pudo verificar en el sistema ambiental y en la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables, la aptitud del predio es compatible con los cuerpos de agua, del cual se trata el proyecto.
10. Las obras y actividades a realizar son compatibles con las políticas y criterios de regulación ecológica de los instrumentos federales, estatales y locales.
11. El promovente asume la responsabilidad del cumplimiento legal en materia de impacto ambiental.
12. En conclusión, el proyecto por ello se considera totalmente viable y no se contrapone en ningún caso en las vinculaciones legales.

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS, QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA INFORMACIÓN DE LAS FRACCIONES ANTERIORES

CONTENIDO

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS, QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA INFORMACIÓN DE LAS FRACCIONES ANTERIORES 1

VIII.1 Formatos de presentación 3

VIII.2 Glosario de términos 5

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS, QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

ANEXO	CONTENIDO	
ANEXO 1	DOCUMENTOS LEGALES DEL PROMOVENTE	18290 NOTARIA 32 CDR
		Esc 99131
		RFC COMPLEJOS RESIDENCIALES CR
ANEXO 2	DOCUMENTOS LEGALES DEL CONSULTOR	CEDULA
		CREDENCIAL DE ELECTOR
		RFC
ANEXO 3	COORDENADAS	**1.- CUADRO DE CONSTRUCCIÓN** CUADRO DE CONSTRUCCIÓN BORDO AZTECA.lmz CUADRO DE CONSTRUCCION BORDO AZTECA.xls
		2.- CORTINA CENTRO DE LA CORTINA.kmz EJE DE LA CORTINA.kmz EJE DE LA CORTINA.xls
ANEXO 4	PLANOS	18293 Bordo Azteca izquierdo-det adic vertedor y parapetos
		18293 Bordo Azteca izquierdo-perfil obra toma
		18293 Bordo Azteca izquierdo-perfil vertedor
		18293 Bordo Azteca izquierdo-planta general
		18293 Bordo Azteca izquierdo-secciones
ANEXO 5	PROGRAMA DE OBRA	18293 PO Bordo azteca izquierdo
ANEXO 6	ESTUDIO HIDROLOGICO	Estudio Hidrológico Bordo Azteca Izquierdo
ANEXO 7	MAPAS	CLIMA

ANEXO	CONTENIDO	
		CURVAS DE NIVEL
		FICHA
		GEOLOGIA
		HIDROLOGIA
		MOEGT
		PDU
		POEL
		POEREQ
		SUELO
ANEXO 8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	18-293 ET Bordo Azteca Izquierdo
ANEXO 9	GENERADORES	Gen. BAzteca 2
ANEXO 10	ANEXO FOTOGRÁFICO	

VIII.2 Glosario de términos

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos llevada a cabo por el hombre a través de la remoción parcial o total de la vegetación.

Daño Ambiental: Aquel que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un equilibrio ecológico

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesivas del ecosistema.

Desequilibrio Ecológico Grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Escenario 1: Se esquematiza mediante este escenario la situación ambiental actual, es decir funciona como pronóstico de continuar con las actividades generadoras de deterioro con la misma tendencia, sin instrumentar las políticas y programas que a través de este ordenamiento ecológico se proponen.

Escenario 2: Se esquematiza mediante este escenario la situación ambiental del desarrollo del proyecto sin la implementación de medidas de mitigación.

Escenario 3: Se esquematiza mediante este escenario la situación ambiental del desarrollo del proyecto con la implementación de medidas de mitigación.

Manifestación de Impacto Ambiental: La LGEEPA la define como "…el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo".

Medidas de compensación: Conjunto de las acciones que tienen como fin compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados al proyecto, ayudando así a reestablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y reestablecer o compasar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se cause con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes bióticos y abióticos) y el subsistema económico (incluido los aspectos culturales) de la región donde se pretende realizar el proyecto.