

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO I

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

I.1 Datos generales del proyecto

1. Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría)

2. Nombre del proyecto

Carretera Choix – Bahuichivo, en los estados de Sinaloa y Chihuahua

3. Datos del sector y tipo de proyecto

3.1 Sector

Vías generales de comunicación.

3.2 Subsector

Infraestructura carretera

3.3 Tipo de proyecto

Construcción y modernización de una carretera tipo C, con 123 Km de longitud; se estima que esta vía forme parte del Eje Topolobampo – Chihuahua

Estudio de riesgo y su modalidad

Manifestación de impacto ambiental, modalidad regional para proyecto de vías generales de comunicación

4. Ubicación del proyecto

5.1 Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal

La superficie de esta obra, se encuentra ubicada entre los estados de Sinaloa (Choix) y Chihuahua (Urique)

5.2 Código postal

No aplica, pues se trata de la construcción de una carretera

5.3 Entidad federativa

Sinaloa y Chihuahua

5.4 Municipio(s) o delegación(es)

Choix (Sinaloa) y Urique (Chihuahua)

5.5 Localidad

Las poblaciones que conectará esta carretera serán Choix y Bahuichivo

5.6 Coordenadas geográficas y/o UTM (cada 1000 m)

En la **Tabla I.1** se detalla la ubicación del proyecto mediante las coordenadas UTM, cada 1000 metros del trazo.

Tabla I.1 Coordenadas geográficas del proyecto (UTM) cada 1000 m

Km	Coordenadas UTM		Km	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
0+000	772188.32	2973520.49	9+000	767614.64	2980141.43
1+000	771448.38	2974143.88	10+000	767595.96	2981121.28
2+000	770787.22	2974858.76	11+000	767875.36	2982064.92
3+000	770052.04	2975526.58	12+000	768304.47	2982921.88
4+000	769690.71	2976454.95	13+000	768161.01	2983820.29
5+000	769355.57	2977404.59	14+000	768829.94	2984390.18
6+000	769258.84	2978347.95	15+000	769141.46	2985150.94
7+000	768948.48	2979108.58	16+000	769687.11	2985491.45
8+000	76853148	2979806.76	17+000	770509.96	2986066.48

Tabla I.1 Coordenadas geográficas del proyecto (UTM) cada 1000 m

Km	Coordenadas UTM		Km	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
18+000	771330.41	2986559.22	54+000	779796.93	3001270.88
19+000	771823.50	2987292.36	55+000	779520.04	3001583.44
20+000	772436.37	2987805.52	56+000	780078.59	3001505.04
21+000	772997.50	2987552.89	57+000	780800.98	3001721.06
22+000	773582.04	2987424.79	58+000	780615.33	3001952.90
23+000	774172.44	2987355.59	59+000	781310.64	3002272.20
24+000	774493.10	2986592.58	60+000	781767.66	3002797.39
25+000	774663.91	2987086.32	61+000	781954.00	3003226.87
26+000	775016.55	2987875.66	62+000	782196.59	3002871.59
27+000	775632.04	2988293.66	63+000	782517.30	3003280.41
28+000	776294.88	2988685.32	64+000	783332.47	3003141.56
29+000	776795.20	2989185.83	65+000	783438.98	3003385.82
30+000	777492.80	2989075.91	66+000	784021.19	3003365.60
31+000	778278.69	2988660.16	67+000	784285.68	3004073.16
32+000	778736.06	2989081.41	68+000	784983.96	3003935.81
33+000	779213.48	2989637.78	69+000	784988.62	3004800.58
34+000	778778.95	2990441.10	70+000	785691.47	3005014.47
35+000	779128.47	2991160.41	71+000	786538.68	3004806.93
36+000	779668.95	2991703.38	72+000	787376.31	3004555.35
37+000	779671.48	2992485.27	73+000	787905.04	3004417.39
38+000	780170.92	2993046.95	74+000	788488.06	3004958.62
39+000	780786.71	2993665.34	75+000	788990.16	3005215.77
40+000	780811.84	2994561.30	76+000	789337.63	3005759.03
41+000	780695.92	2995474.53	77+000	789911.51	3006004.20
42+000	780940.12	2996313.69	78+000	790556.58	3006036.39
43+000	781333.32	299710.558	79+000	791248.06	3005070.60
44+000	781536.71	2998054.44	80+000	792130.49	3005510.23
45+000	781852.33	2998922.63	81+000	792614.37	300495938
46+000	782321.51	2999251.24	82+000	792698.04	3005351.55
47+000	781738.83	2999829.33	83+000	793301.94	3005673.18
48+000	781806.51	3000535.77	84+000	793217.88	3006062.69
49+000	782305.83	3001074.83	85+000	793463.24	3006845.77
50+000	781439.34	3000936.71	86+000	793746.47	3007223.28
51+000	780857.14	3000887.85	87+000	792926.93	3007521.63
52+000	780288.48	3000940.71	88+000	795145.11	3007848.66
53+000	779383.97	3001133.79	89+000	791815.15	3008736.33

Tabla I.1 Coordenadas geográficas del proyecto (UTM) cada 1000 m

Km	Coordenadas UTM		Km	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
90+000	792123.37	3009405.13	107+000	700973.08	3023357.07
91+000	791641.14	3010520.07	108+000	791969.76	3023234.64
92+000	790556.25	3011060.74	109+000	792692.81	3023704.63
93+000	789715.19	3011421.44	110+000	793432.69	3024229.55
94+000	789020.47	3012028.14	111+000	793815.73	3025018.51
95+000	788242.29	3012220.29	112+000	793080.00	3025240.57
96+000	787624.03	3012862.51	113+000	793208.93	3025618.83
97+000	7876620.59	3013816.04	114+000	792916.43	3026074.85
98+000	788074.25	3015583.64	115+000	792962.17	3027040.39
99+000	788095.57	3016688.55	116+000	793145.67	3028001.41
100+000	788673.21	3017370.30	117+000	793225.03	3028981.92
101+000	789568.00	3017744.01	118+000	793495.60	3029796.04
102+000	790154.98	3018411.59	119+000	792972.15	3030600.02
103+000	790174.54	3019255.81	120+000	792300.64	3031158.34
104+000	789776.14	3021048.83	121+000	792217.05	3032128.86
105+000	789845.61	3022031.66	122+000	791899.71	3033052.00
106+000	790282.81	3022824.51	123+000	791511.87	3323936.79

Figura I.1. Ubicación del Proyecto



Carretera Choix - Bahuichivo



5. Dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:

Tabla I.2 Características del proyecto

Característica	Especificación
Carretera	Tipo c
Longitud total	123 Km
Velocidad del proyecto	60 Km/h
Ancho entre línea de ceros	18 m en promedio
Ancho de corona	12.0 m
Ancho de carpeta	7.0 m
Área total por afectar	221.4 Ha
Derecho de vía	40 m

Figura I.2. Sección tipo del Proyecto



I.2 Datos generales del promovente

1. Nombre o razón social

Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

I.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental.

I.3.1. Nombre o razón social

Soluciones Múltiples en Ingeniería Civil, S.A. de C.V.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES

II.1 Información general del proyecto

La carretera denominada Choix–Bahuichivo es un proyecto que comprende tanto la realineación y modernización de un camino tipo C, como la construcción del mismo en diversos tramos, para reducir los tiempos de traslado y mejorar las condiciones de seguridad de los usuarios entre que transiten entre las comunidades de Choix (Sinaloa) y Bahuichivo (Chihuahua). La longitud de esta vía será de 123 Km, y considerando un área de afectación directa de 18 m en promedio, se tiene que la totalidad de la obra abarcará una superficie de 221.4 Ha.

Este proyecto de conectividad vial interestatal, forma parte del Eje Carretero Topolobampo–Chihuahua, o “Ruta del Pacífico”, que permitirá el tránsito de bienes y servicios entre Topolobampo y el estado de Texas en Estados Unidos.

Las etapas de ejecución de la obra, que se evaluarán desde el punto ambiental en este estudio, serán las siguientes:

1. PREPARACIÓN DEL SITIO

- Desmote (retiro de árboles y arbustos)
- Despalme (retiro de hierba superficial y materia vegetal)

■ ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

- Construcción de obras provisionales
 - Movimiento de tierras (cortes y terraplenes)
 - Construcción de apoyos
 - Construcción de obras de drenaje
 - Tendido de bases
 - Tendido de concreto asfáltico
 - Señalamiento horizontal y vertical
 - Construcción de obras complementarias
 - Restauración de todas las zonas afectadas por la construcción
- } Pavimentación

2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Tránsito vehicular
- Actividades de mantenimiento menor (pintura, bacheo, etc.)

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

En virtud de que la obra es una vía general de comunicación, se requiere la realización de una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, por ajustarse a lo que se especifica en los Artículos 28 Fracción I y 30 Fracción VII de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), así como del Artículo 5º del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) en su fracciones B, O (punto I) y R (punto I).

Localizado al norte del Estado de Sinaloa, Topolobampo es un puerto con vocación comercial que constituye un apoyo fundamental para las exportaciones y la producción industrial, pesquera, agropecuaria y minera de la región a la que sirve, favorece el abasto de productos a los estados de Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Chihuahua, así como el desarrollo de nuevas industrias a lo largo de estos estados fronterizos.

Asimismo, es necesario aprovechar la posición que tiene este Puerto en el norte del país con respecto a Estados Unidos ya que es una opción potencial para el transporte de las regiones centro y suroeste de los Estados Unidos hacia los países de la Cuenca del pacífico. Se encuentra en una posición privilegiada para el intercambio comercial con los mercados orientales.

La utilización potencial del puerto de Topolobampo como terminal mercante alterna de Estados Unidos comprende los siguientes beneficios.

- 1) Diversificación de mercados con México, dentro de diversos países de la Cuenca del Pacífico que actualmente sólo tienen intercambio comercial con Estados Unidos.
- 2) Aligeramiento de las operaciones comerciales centradas en los puertos de Los Ángeles y San Diego.

La ruta final de este eje vial conocido con el nombre de “La Entrada del Pacífico” comprenderá la interconexión de las siguientes ciudades Fort Worth y Dallas, Midland, Odessa y Presidio (Texas), con Ojinaga, Chihuahua, Cuauhtémoc, San Rafael, Bahuichivo (Chihuahua), Choix y Topolobampo (Sinaloa). Este corredor comercial sería una vía alterna para el traslado de mercancías del Continente Americano al asiático y viceversa, generando una actividad comercial muy importante a lo largo y ancho del Estado de Chihuahua y Sinaloa.

Figura 1. Corredor Comercial Golfo de Cortes – Estados Unidos



Si bien de primera impresión, este proyecto carretero responde primordialmente a la necesidad de aumentar el intercambio comercial internacional en el Noroeste del país, por su misma ubicación, los beneficios relacionados serán también muy importantes desde el punto de vista de aumento de la actividad turística en los estados involucrados y la disminución del rezago socioeconómico que sufren los grupos indígenas de la región.

A nivel de Turismo, dentro de la zona de estudio y sitios aledaños, lo agreste de la Sierra Madre Occidental ofrece paisajes maravillosos enmarcados por barrancas, cañones, cascada y favorece la práctica de algunos deportes extremos. Un ejemplo de las bellezas naturales de la zona son las conocidas “Barrancas del Cobre” y la Cascada de Bassaseachi, que pueden admirarse a través del viaje en tren conocido como “CH-P” (Chepe o Chihuahua – Pacífico). La construcción de esta carretera atraerá turismo de otras partes del país sin necesidad de que se tenga que tomar el Chepe para visitar la zona. De manera adicional, quedarán al alcance de los visitantes otros sitios de belleza natural donde se puedan realizar actividades ecoturísticas.

Finalmente, y tal vez uno de los motivos más importantes de la construcción de esta vía terrestre, es que su presencia beneficiará a las comunidades rarámuri cuyo grado de marginación socioeconómica es muy alto. Esta carretera agilizará el traslado de productos y personas entre estas comunidades y los centros urbanos más cercanos para la adquisición oportuna de bienes y servicios (de salud, educativos, etc.). También servirá para introducir servicios de infraestructura básica (agua potable, electricidad, drenaje) a estas poblaciones.

Con respecto a las obras asociadas a este proyecto carretero, se tienen contempladas las siguientes:

- a) Puente a la altura de la Presa Huites (Km. 6+140)
- b) Puente sobre el Río Septentrión, a la altura de Cerohahui (Km. 105+430)
- c) Bancos de materiales

Los bancos de materiales que se emplearán para este proyecto, necesariamente tendrán que ser aquellos que ya cuenten con el permiso de explotación correspondiente y que se estén actualmente en uso.

En caso de que la empresa constructora requiera la explotación de un banco de materiales nuevo, deberá de tramitar los permisos pertinentes tanto de la Secretaría de Economía (a través de la Dirección General de Minas), así como de la SEMARNAT por medio de la Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental, ya que los alcances del presente documento no contemplan el estudio de impacto ambiental de la explotación de material pétreo de un banco de préstamo nuevo.

II.4.II.1.2 Justificación y objetivos

La única vía de comunicación que existe en esta región del país es el tren que se dirige desde los Mochis Sinaloa a Chihuahua (Chepe) y cuyos servicios son primordialmente de índole turística y transporte de pasajeros. Se hace necesaria una conexión vial en esta parte del país acorde a su posición socioeconómica, turística y económica que representa tanto a nivel nacional como internacional a fin de transportar bienes y mercancías desde el Golfo de Cortés hasta la frontera norte de México.

Esta vía se localizará en una región donde existe uno de los grupos indígenas más marginados del país, donde los servicios de salud y educativos son escasos y de mala calidad, con equipamiento y personal insuficiente. La Carretera Choix – Bahuichivo al facilitar el acceso a la zona permitirá la expansión y mejoramiento de estos servicios básicos, adicionalmente se expandirán los servicios de electrificación, agua potable y drenaje a la población. También favorecerá el intercambio comercial a escala regional que en la actualidad se realiza en poca cantidad.

La promoción turística y ecoturística que recientemente se hace sobre la región de las Barrancas del Cobre (incluyendo la inauguración de un teleférico) requiere necesariamente de la construcción de una ruta que permita el traslado de visitantes a lo largo de esta zona provenientes tanto de la vertiente del Golfo de Cortés y del Pacífico, así como del Centro y Norte del País.

Objetivo General:

El presente proyecto, tiene como finalidad contribuir al fortalecimiento de la infraestructura carretera dentro de los estados de Chihuahua y Sinaloa para mantener de manera sostenida, el desarrollo económico y social de la región.

Objetivos particulares

- ✚ Inicio de la conectividad interestatal entre Chihuahua y Sinaloa cuando actualmente no existe
- ✚ Acortamiento de la ruta de traslado de mercancías desde el norte de México y Topolobampo, Sinaloa
- ✚ El impulso de la actividad productiva y económica de las comunidades rarámuri que habitan la Sierra de Chihuahua
- ✚ Desarrollo de una industria turística basada en los atractivos naturales y culturales de la región.

II.1.3. Inversión requerida

La inversión total requerida para este proyecto en pesos mexicanos, se estima en \$ **3'500,000.00** por Km; lo que, en moneda nacional equivale a \$ **505,762,731.00** (QUINIENTOS CINCO MILLONES SETECIENTOS SESENTA Y DOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y UN PESOS 00/100 M.N.); es decir, **US \$ 40,461,018.48** (CUARENTA MILLONES SEISCIENTOS DIEZ MIL DÓLARES DIECIOCHO 00/100 U.S.), cuyo monto se distribuye como se presenta en la Tabla II.1

Tabla II.1 Inversión requerida para la modernización construcción, operación y mantenimiento del proyecto

Actividad	Kilómetros	Costo (M.N.)	Costo (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SITIO			
Desmote y despalme (retiro de árboles, arbustos y materia vegetal)	123	67'944,614.75	
2. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			
Construcción de obras complementarias	123	78'924,838.05	
Movimiento de tierras (cortes y terraplenes)	123	91'478,492.41	
Tendido de bases (Pavimentación)	123	85'416,666.75	
Tendido de carpeta asfáltica (Pavimentación)	123	128'966,272.71	
Señalamiento horizontal y vertical	123	38'693,964.72	
Restauración de todas las zonas afectadas por la construcción	123	3'750,831.25	
3. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
Actividades de mantenimiento menor (pintura, bacheo, etc.)	123	10' 587,051.19	
	Costo Total	\$ 505'762,731.83	

Nota: El precio del dólar actual es \$ 12.05 a la venta, correspondiente al 16 de noviembre de 2010

Fuente: Diario Oficial de la Federación

Por otra parte, dentro del costo total de la obra, se tiene que considerar la aplicación de las medidas de restauración, mitigación, compensación y rehabilitación de los impactos ambientales generados que forman parte integral de la construcción de la carretera Choix - Bahuichivo. De lo anterior, los costos generados por estas actividades se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla II.2 Inversión requerida para la aplicación de medidas de protección ambiental del proyecto.

Actividad	Fase del proyecto	Kilómetros	Costo (M.N.)
Rescate y reubicación de fauna	Previo a la preparación del sitio	123	3'081,150.00
Plan de manejo ambiental	Todas las fases del proyecto	123	15'375,000.00
Obras de estabilización y restauración de suelos	Construcción	123	5'535,000.00
Programa de reforestación	Final de la construcción	123	4'305,000.00
		Costo Total (\$)	28'296,150.00

Nota: El precio del dólar actual es \$ 12.05 a la venta, correspondiente al 16 de noviembre de 2010

Fuente: Diario Oficial de la Federación

De esta manera, se calcula que el costo total del proyecto, incluyendo el rubro ambiental, sea del orden de **534'058,881.00 (QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO MILLONES CINCUENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y UN PESOS 00/100 M.N.)**.

I.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Descripción de las obras y actividades

El proyecto de interés consiste en la construcción de un cuerpo carretero que tendrá de manera inicial dos (2) carriles de circulación, de tipo C.

Las características de la sección tipo que será construida en esta carretera, se muestran en la Tabla II.3

Tabla II.3 Características del proyecto carretero de interés

II.3.4 Característica	Especificación
Carretera	Tipo c
Longitud total	123 Km
Velocidad del proyecto	60 Km/h
Ancho entre línea de ceros	18 m en promedio
Ancho de corona	12.0 m
Ancho de carpeta	7.0 m
Área total por afectar	221.4 Ha
Derecho de vía	40 m

Se estima que el área total de afectación directa será de 221.4 Ha (correspondientes a 123 Km. de longitud por 18 m de ancho en promedio, que corresponden en promedio a la zona del pateo de terraplenes). Es únicamente en esta superficie donde se removerá la vegetación; por lo anterior, bajo ningún motivo deberá hacerse uso de los espacios, más allá del límite señalado en el pateo de terraplenes.

La vegetación a remover, pertenece hasta las inmediaciones de la presa Huites a Selva baja caducifolia y Selva baja caducifolia espinosa; mientras que al aumentar la altitud, la vegetación se modifica hacia bosque de coníferas (pino, encino). Existen pequeñas áreas agrícolas en las inmediaciones de los poblados de Choix, Bahuichivo y Cerocahui. De manera general, el cambio de uso de suelo en la región es bajo; aunque existen pequeños parches producidos por el cambio de uso de suelo para aprovechamiento forestal y explotación minera.

Las principales etapas que comprende la realización de este proyecto se mencionan a continuación:

1. Preparación del sitio

Consistirá en el desmonte (retiro de toda la cobertura vegetal), el despalme (retiro del suelo orgánico) y limpieza del sitio (retiro de hojarasca, materiales desmontados, despalmados y basura).

2. Construcción

Esta fase comprende las actividades de excavaciones, cortes y rellenos de terreno para la nivelación del camino; tendido de cada una de las capas que conforman la superficie de rodamiento (subrasante, subbase, base), construcción de obras asociadas, vertido de la carpeta asfáltica, acabados y señalamiento horizontal y vertical.

3. Operación y mantenimiento

Contempla la circulación vehicular, limpieza de la carpeta vehicular y derecho de vía; cambio y mejoramiento de señalamiento, bacheo, y reencarpetado menor.

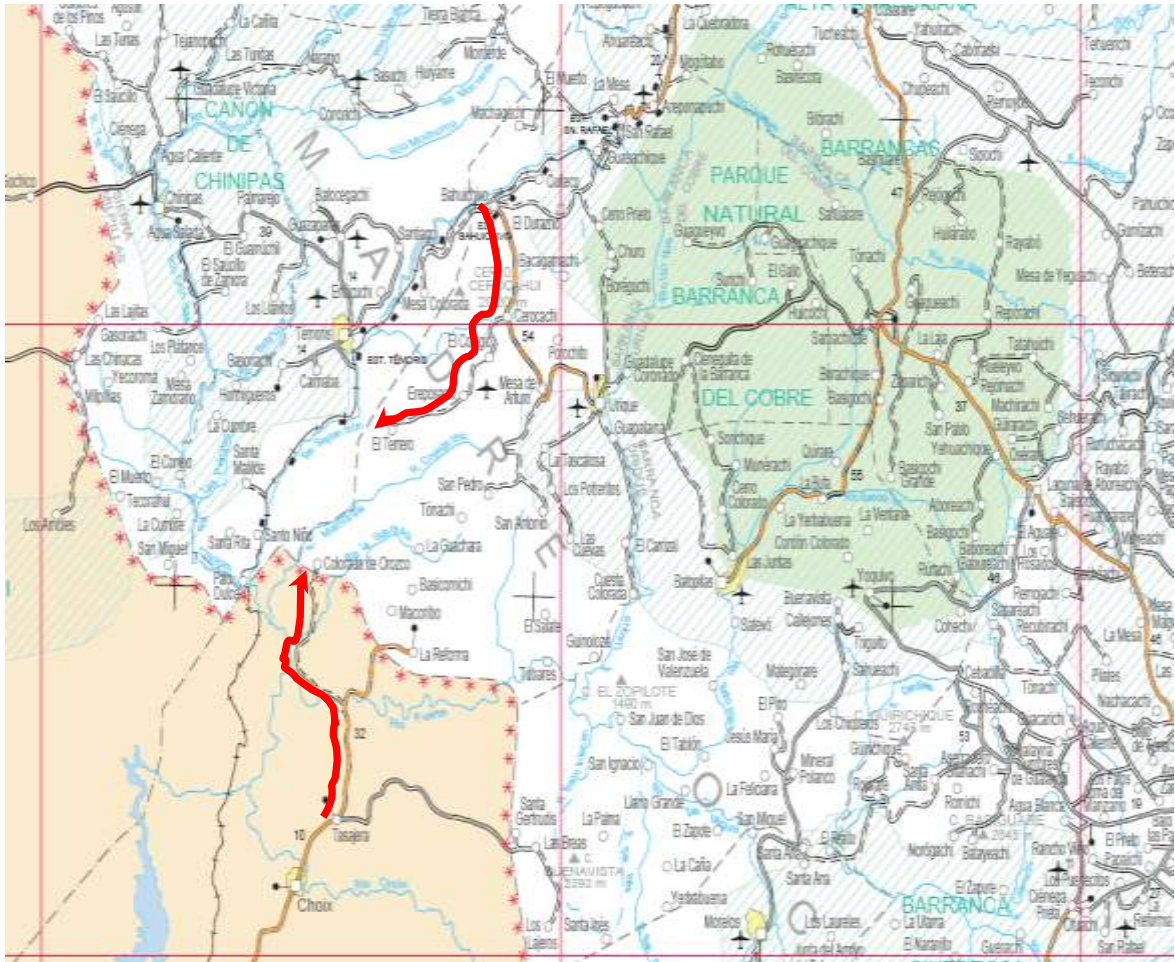
II.2.2 Descripción de las obras y actividades provisionales y asociadas

II.2.2.1 Caminos de acceso

Existen dos vías de acceso a la zona del trazo en las partes inicial y final del cadenamiento; se puede entrar a la parte inicial de la ruta a través de un camino de terracería que parte de Choix hacia las inmediaciones del Rio Fuerte (Presa Huites), y la parte final del cadenamiento permite el acceso a la zona a través de la carretera Chihuahua – Cerocahui.

En virtud de la dificultad técnica que implica abrir caminos de acceso en zonas de topografía accidentada, y de la simpleza en el diseño de la carretera acorde a las especificaciones para caminos tipo “C”, **NO ES NECESARIA LA APERTURA DE CAMINOS DE ACCESO** diferente a los existentes.

Figura II.2. Rutas de acceso a la zona de obras



Será a través de las vías anteriormente mostradas que se transportarán la maquinaria, equipo y personal. Conforme se vaya internando la brecha hacia las partes más alejadas del trayecto, se irá construyendo la corona, por lo que no hay necesidad de la apertura de caminos adicionales de acceso.

II.2.2.2. Bancos de Materiales

El proyecto asociado a la construcción de una carretera, se halla invariablemente sujeto al uso de bancos de materiales. Muchos de éstos se encuentran en explotación, y están contenidos en el inventario de la S.C.T. *ex profeso*; mismos que preferentemente, deben ser empleados por la constructora, puesto que la utilización de bancos de materiales vírgenes requerirán obligadamente, el permiso correspondiente en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT, así como la autorización de explotación por parte de la Dirección General de Minas, dependiente de la Secretaría de Economía y de ser conducente, de los permisos que en su caso, requieran ser expedidos por la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) con respecto al uso de explosivos.

Debido a que la realización de este trámite muy probablemente ocasione atraso en gran medida del inicio en las actividades de la obra, así como entorpecer la ejecución del proyecto, se recomienda hacer uso de aquellos bancos que ya poseen las autorizaciones y concesiones correspondientes.

A continuación, se presentan las características de los bancos de materiales inventariados por la SCT cercanos a la zona del proyecto para su explotación.

Tabla II.4. Bancos de Materiales inventariados por la SCT (2009) cercanos a la zona del proyecto

Estado de Chihuahua

Carretera Rural Morelos – Polanco – Yoquivo-Aboreache E.C. (Creel – Guachochi Km. 105+000 D/D)

Bco. Núm.	Nombre	Km.	Desviación	Tipo propiedad	Tipo material	Tratamiento	Volumen x 1000 m ³	Espesor despalme (m)	Usos probables	Uso de explosivos	Restricción Ecológica	Aspectos Económicos
0290	S/N	020+000	Izq 1500	Federal	Grava - Arena	C	0015	0.00	1-10	NR	No existen	Recomendable
0295	S/N	010+200	Der 0030	Federal	Grava - Arena	C	0015	0.00	1-10	NR	No existen	Recomendable

Estado de Sinaloa

Carretera Federal 15 Culiacán – Los Mochis

Bco. Núm.	Nombre	Km.	Desviación	Tipo propiedad	Tipo material	Tratamiento	Volumen x 1000 m ³	Espesor despalme (m)	Usos probables	Uso de explosivos	Restricción Ecológica	Aspectos Económicos
08	Charay Río Fuerte	204+000	Der 29000	Federal	Grava - Arena	TPC	450	0.0	2,5,6,7,8,10	NR	Posible	Aceptable

Estado de Sinaloa

Carretera Los mochos – Topolobampo (Estatl)

Bco. Núm.	Nombre	Km.	Desviación	Tipo propiedad	Tipo material	Tratamiento	Volumen x 1000 m ³	Espesor despalme (m)	Usos probables	Uso de explosivos	Restricción Ecológica	Aspectos Económicos
10	Cerro Iturbide	28+000	Der 600	Ejidal	Basalto	TTC	200	0.30	2,3,4,5,6,7	Aceptado	Posible	Recomendable

- USO DE EXPLOSIVOS -	- TRATAMIENTO	- USOS PROBABLES	- USOS PROBABLES
EXPL - EXPLOSIVOS NR - NO REQUIERE SR - SIN RESTRICCIONES	C - CRIBADO TPC - TRITURACIÓN PARCIAL Y CRIBADO TTC - TRITURACIÓN TOTAL Y CRIBADO CL - CRIBADO Y LAVADO TTC - TRITURACIÓN TOTAL Y CRIBADO	1. REVESTIMIENTO 2. SUB-BASE 3. SUB BALASTRO 4. BALASTO 5. BASE	6.- CONCRETO ASFÁLTICO 7.- MEZCLAS ASFÁLTICA EN EL LUGAR 8.- SELLO 9.- MAMPOSTERÍA 10.- CONCRETO HIDRÁULICO

II.2.2.3. Bancos de tiro

En virtud de que la zona de obras se ubica en una región donde la actividad antropogénica aún no ha efectuado cambios sustanciales en el ecosistema, todo el material producto de los cortes y excavaciones necesariamente deberá trasladarse a los bancos de tiro o en su defecto a sitios de depósito de este tipo de materiales que cuente con las autorizaciones correspondientes, o bien en bancos de préstamo abandonados previa prospección de sitios destinados para este fin, ya que para el caso en particular, no se proponen sitios potenciales que pudiesen actuar como bancos de tiro.

Quedará estrictamente prohibido depositar esos residuos de manera permanente a lo largo de la línea de ceros y en otras áreas distintas a las desprovistas dentro del DDV o bien en las cuencas hidrográficas de la región.

II.2.2.4. Almacén temporal de residuos peligrosos

Se contempla la instalación de un pequeño almacén temporal para residuos peligrosos que se generen como consecuencia de la obra (estopas impregnadas de grasas y solventes, grasas, aceites, botes de pinturas y solventes, brochas, etc.) que se ajustará a las especificaciones mencionadas en los Artículos 15, 16 17 y 18 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA. Este almacén se instalará al inicio del trazo de este proyecto y ocupará un área de 25 m². Su construcción se realizará dentro del derecho de vía y en una superficie donde la cobertura vegetal haya sido removida o bien se carezca de ésta. Se prevé que al existir dos frentes de obra, sea necesaria la colocación de dos almacenes temporales, uno de ellos localizado cerca del poblado de Mezquite caído en Sinaloa, y el otro ubicado a la entrada de Bahuichivo en Chihuahua. La ubicación tentativa de estos almacenes se presenta en las Figuras II.3 y II.4

Figura II.3 Ubicación de almacén temporal en el poblado de Mezquite caído, Sinaloa



Figura II. 4 Ubicación de almacén temporal en el poblado de Bahuichivo, Sinaloa



El almacén temporal para residuos peligrosos deberá poseer como mínimo las siguientes características.

- Estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con muros de contención y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
- Los pisos dispondrán de trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- Las paredes deben estar construidas con materiales inflamables;
- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; y
- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.
- No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

Figura II.5 Esquema tipo de partes más importantes del almacén temporal para residuos peligrosos



Una vez terminadas las labores relativas a la construcción del camino, este almacén deberá ser retirado por completo y los materiales que resulten de su destrucción, deben tratarse de igual manera como residuos peligrosos, lo que se requerirá un manejo especial. La SCT (como promovente), a través de la empresa constructora, se encargará de entregar los residuos a una empresa autorizada por SEMARNAT para el correcto tratamiento y disposición final de los mismos.

II.2.2.4 Almacenes de materiales varios

Éstos estarán destinados para el depósito temporal de materiales que se empleen en las diversas fases de la construcción de esta carretera. Entre los materiales que se almacenarán en ese sitio, se puede mencionar cal, varillas, cemento, alambazón, aditivos y emulsiones asfálticas), cuya calidad se puede ver afectada por la exposición prolongada a la intemperie

A diferencia del almacén para residuos peligrosos, el almacén de materiales deberá ser completamente desmontable, para que pueda trasladarse de un sitio a otro en la zona de obras conforme vaya avanzado el frente de trabajo. De igual manera, éste se colocará dentro del área del derecho de vía y por consecuencia, en un sitio que previamente haya requerido desmonte; bajo ninguna circunstancia, se permitirá que el almacén sea instalado en algún sitio que no corresponda al derecho de vía.

Se recomienda que la empresa constructora emplee para esta instalación una carpa independiente, cuyas características sean con los dos lados del largo cerrados por la estructura portante y por la lona de cobertura así como el techo, mientras los otros dos lados quedan abiertos para permitir la entrada y salida, con la posibilidad de que se cierren a través de robustas cortinas correderas. El suelo deberá estar cubierto con una geomembrana que retenga el derrame de materiales.

Su uso específico es el del almacenaje, de mediana o larga duración, de mercancías que ocuparán espacios considerables en las instalaciones de producción o de venta. Las dimensiones recomendadas son de 5-7 m de largo por 10-14 m de ancho, ocupando hasta un máximo de 98 m² de área.



Ejemplo de almacén desmontable que deberá tener la constructora para depositar materiales

II.2.2.5 Bodegas

Estas instalaciones se usarán para el almacenamiento de insumos, el equipo y las refacciones que se utilizarán durante la obra, como son las siguientes: Herramienta menor, combustible, aceite, lubricantes, aditivos, pintura, accesorios y materiales de poco volumen (clavos, alambre). Además de que también se podrán guardar los repuestos del equipo de seguridad de los trabajadores (cascos, overoles, lentes de protección, etc.).

De igual forma que en el caso anterior, se conseguirán tres (3) carpas desmontables de dimensiones similares con los siguientes usos:

Una carpa para herramienta menor y refacciones y materiales asociados

Una carpa para aceites, lubricantes, aditivos y combustibles

Una carpa para resguardo de equipo de seguridad en la obra.

Se estima que el área que se requiere para la instalación de estas tres (3) carpas, sea de un máximo de 150 m². Dada la presencia de sustancias peligrosas (aceites, combustibles, lubricantes, aditivos), la carpa que contenga a las mismas deberá estar cubierta con una geomembrana que detenga cualquier tipo de derrame.

II.2.2.6. Talleres

Esta será una instalación provisional, ya que se ubicará a la intemperie y se irá moviendo a lo largo del trazo conforme vaya avanzando el frente de trabajo. Se debe de ubicar un sitio completamente plano y de nueva cuenta, dentro de la zona que sea desmontada. El suelo del mismo deberá cubrirse con una geomembrana de polietileno de alta densidad, con elevada resistencia a la radiación UV, a la presión y lo más gruesa posible, para que retenga los vertimientos accidentales de combustibles, lubricantes y aditivos. El área destinada para este fin, se estima de un máximo de 300 m².

II.2.2.7. Oficinas, comedores, cocina y dormitorios

Las oficinas que se coloquen en la zona de obras serán móviles y se trasladarán por medio de un remolque. Su instalación se dará sobre el área del derecho de vía que se encuentre ya perturbada por lo que no habrá afectación. Los comedores y la cocina serán portátiles, y estarán formados por carpas que se montarán y desmontarán conforme avancen los frentes de obra. Al igual que en todas las instalaciones provisionales, se colocarán dentro del área que haya sido desmontada, o bien que esté desprovista de cualquier tipo de vegetación. No existirá la instalación de dormitorios ya que la mano de obra tanto calificada como no calificada radicará en los poblados cercanos

II.2.2.8. Patios de maquinarias

Son áreas en las cuales se guardará la maquinaria una vez terminadas las jornadas de trabajo. Estos patios se deberán de ubicar cerca del almacén, se ubicarán en la intemperie y deberá de poseer una geomembrana que cubra el suelo de posibles derrames de combustibles, grasas y aceites. El área destinada para este fin, se estima de un máximo de 300 m², las cuales se asentarán sobre el DDV ya perturbado.

II.2.2.9. Instalaciones sanitarias

Se deberán instalar baños portátiles que no requerirán el empleo de agua, mediante la contratación del servicio especializado a razón de 1 baño por cada 15 trabajadores; o bien, uno por cada frente de trabajo, de cuando más 15 trabajadores. El mantenimiento deberá ser frecuente y correrá a cargo de la empresa arrendadora del servicio. Estos sanitarios se caracterizan por separar los líquidos de los sólidos permitiendo la deshidratación de los desechos, eliminando en seco los contaminantes en un 100%, con un bajo costo de operación y eliminando los malos olores.



Ejemplo de sanitario portátil que deberá emplear la empresa constructora.

II.2.2.10. Planta de tratamiento de aguas residuales

No aplica. No se requiere de planta de tratamiento de aguas residuales debido a que no se generarán aguas residuales en cantidades importantes. Se espera la generación de aguas grises como parte del aseo de manos de los trabajadores, pero será en poca cantidad (≤ 6 L por día), que se puede recolectar diariamente.

II.2.2.11. Planta de asfalto

Por las implicaciones que tiene sobre el detrimento ambiental la instalación de una planta de asfalto sobre la calidad del aire, se deberá usar únicamente una planta de asfalto que tenga sistema de filtración de aire y un sistema antiescurrimientos para evitar cualquier fuga de la mezcla asfáltica. Esta planta se colocará necesariamente en los bancos de materiales a emplear y no deberá trasladarse por ningún motivo a la zona de obras. La mezcla asfáltica deberá de trasladarse desde la zona de preparación hasta el sitio de su colocación.

La prohibición de su colocación en la zona de obras radica en que este sitio se caracteriza por tener suelos finos de drenaje muy pobre, lo que favorece la presencia de áreas de inundación, médanos y lagunas. La fuga accidental de la mezcla asfáltica sobre esta zona puede poner en riesgo los ecosistemas acuáticos adjuntos y comprometer el éxito de las labores de restauración de suelos, ya que estos contaminantes son de difícil eliminación y fácilmente biodisponibles a la fauna a través del alimento. Adicionalmente, deberá supervisarse que esta planta de asfalto cumpla con los criterios de operación de la NOM-085-SEMARNAT-1994, para disminuir los efectos producidos en la calidad del aire debido a su funcionamiento

II.2.2.12. Obras de drenaje

Éstas se colocarán en todos los sitios donde se identifiquen los patrones de escurrimiento más importantes perpendiculares al camino y evitarán a toda costa, la alteración en los escurrimientos del sitio.

Las obras de drenaje son estructuras asociadas al cuerpo carretero que permiten contrarrestar los efectos del agua sobre la superficie de rodamiento, lo que ayuda a evitar accidentes viales por derrape de llantas o por humedecimiento del distribuidor, alguna parte sensible en el sistema electrónico y/o eléctrico del motor.

Las obras de drenaje ofrecen varios beneficios al camino; entre otros, se pueden nombrar los siguientes:

1. Ayudan a canalizar el agua que potencialmente puede acumularse en el camino por cuestiones de pendiente
2. Con la reducción del agua que toca el cuerpo carretero, se evitan daños estructurales en la misma
3. Su adecuada colocación alarga la vida útil de la carretera.
4. El debido control de escurrimientos sobre la superficie de rodamiento, brinda mayor seguridad en todos los aspectos, al conductor
5. En un camino libre de escurrimientos, se puede lograr la velocidad de proyecto establecida según especificaciones, sin mayores contratiempos; lo que permite en consecuencia, reducir el tiempo de recorrido al destino de que se trate.

Por lo anterior, la ubicación de las mismas deberá estar acorde al sitio donde ofrezcan el mayor beneficio en cuanto al alivio de encharcamientos de la carretera.

En general, las obras de drenaje pueden ser de tres tipos: alcantarillas, losas de concreto y tubos; cada una de ellas, es adecuada para cierto volumen y tipo de caudal, por lo que el diseño de las mismas estará en función de las condiciones particulares de cada sitio donde se coloquen.

II.2.2.13. Entronques

Su ubicación estará acorde al diseño del proyecto geométrico final

II.2.2.14. Pasos Superiores Vehiculares

Su ubicación estará acorde al diseño del proyecto geométrico final

II.2.2.15. Paso Superior de Ferrocarril

Su ubicación estará acorde al diseño del proyecto geométrico final

II.2.2.16. Puente

Se tiene contemplada la construcción al menos de dos puentes viales:

- a) Puente a la altura de la Presa Huites (Km. 6+140)
- b) Puente sobre el Río Septentrión, a la altura de Cerohahui (Km. 105+430)

II.2.1.2 Descripción de los servicios requeridos

Dentro de todas las actividades que involucran la construcción y modernización de la carretera Choix – Bahuichivo, se requerirá el uso de servicios básicos para satisfacer las necesidades tanto del personal como de la obra. Estos servicios se describirán a continuación:

II.2.1.2.1. Electricidad

Esta, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna con una potencia máxima de 2,500 watts, y un voltaje máximo de 220 voltios. El uso de electricidad se empleará para el funcionamiento de algunos

equipos de soldadoras para las obras de drenaje y estructuras de los pasos para fauna. Se recomienda que durante la noche lleguen a encenderse 3 o 4 focos de potencia media en la zona de obras a fin de evitar que la fauna silvestre se acerque al sitio de los trabajos y pueda sufrir accidentes por caer en zanjas, o que pueda caerle encima herramienta que llegue a moverse a su paso, etc.

II.2.1.2.2. Agua cruda y potable

Se requiere disponer de agua potable para consumo humano y agua cruda para las operaciones de construcción (riego, mezclas, etc.). El agua cruda se podrá obtener de algunos cuerpos de agua cercanos al área de estudio como escurrimientos naturales y/o represas que se encuentren cercanos, previa autorización de la CNA para la extracción del recurso.

El agua cruda deberá ser necesariamente transportada en pipas y ser vertida desde las mismas. Quedará estrictamente prohibida la extracción de agua directamente de los cenotes, aún cuando se tenga la autorización correspondiente para su extracción, ya que la introducción de diversos objetos para la extracción de agua aumenta las posibilidades de contaminación del recurso, si se compara con sólo la introducción de la manguera que abastecerá a las pipas.

Con respecto al abastecimiento de agua potable, se efectuará a través de la compra de garrafones de 20 Litros en las tiendas de las localidades cercanas. Se estima que diariamente se realice una compra de 10 garrafones de agua potable para el personal de la obra. El alto consumo de agua potable se debe a las condiciones climáticas calurosas que se mantienen durante la mayor parte del año, lo que resulta en un mayor consumo de agua por persona.

II.2.1.2.3. Combustible

Los combustibles que se emplearán, serán básicamente gasolina y diesel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo.

En la etapa de construcción se abastecerá el combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y que sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesiten. Para este fin, se requiere contar con sitios de almacenaje en los patios de maniobras o talleres que reúnan las condiciones de seguridad y almacenamiento adecuadas.

Con base en el reglamento de PEMEX, el Reglamento de Transporte Terrestre de la SCT, las NOM-001-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y la LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es de 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX.

Adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán resguardar tambos de 55 galones y se recomienda hasta un máximo de tres días de operación, para minimizar la posibilidad de contingencias por conflagraciones, puesto que el riesgo por detonaciones no está contemplado. De manera adicional, se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles contando con suficientes extinguidores, así como todo el material necesario para mitigar posibles contingencias. Se estima que los volúmenes requeridos en esta etapa del proyecto serán de aproximadamente 6,006 barriles de diesel y 5,273 barriles de gasolina; mismos que se suministrarán de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de la obra

II.2.3. Ubicación del proyecto



El proyecto carretero de interés se localizará dentro de los municipios de Urique (Chihuahua) y Choix (Sinaloa). En la Figura II.6, se presenta la imagen con la ubicación del proyecto

Fig. II.6. Ubicación de la Carretera Choix – Bahuichivo en los estados de Sinaloa y Chihuahua



Tabla II.5 Coordenadas geográficas del trazo (UTM)

Km	Coordenadas UTM		Km	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
0+000	772188.32	2973520.49	41+000	780695.92	2995474.53
1+000	771448.38	2974143.88	42+000	780940.12	2996313.69
2+000	770787.22	2974858.76	43+000	781333.32	299710.558
3+000	770052.04	2975526.58	44+000	781536.71	2998054.44
4+000	769690.71	2976454.95	45+000	781852.33	2998922.63
5+000	769355.57	2977404.59	46+000	782321.51	2999251.24
6+000	769258.84	2978347.95	47+000	781738.83	2999829.33
7+000	768948.48	2979108.58	48+000	781806.51	3000535.77
8+000	76853148	2979806.76	49+000	782305.83	3001074.83
9+000	767614.64	2980141.43	50+000	781439.34	3000936.71
10+000	767595.96	2981121.28	51+000	780857.14	3000887.85
11+000	767875.36	2982064.92	52+000	780288.48	3000940.71
12+000	768304.47	2982921.88	53+000	779383.97	3001133.79
13+000	768161.01	2983820.29	54+000	779796.93	3001270.88
14+000	768829.94	2984390.18	55+000	779520.04	3001583.44
15+000	769141.46	2985150.94	56+000	780078.59	3001505.04
16+000	769687.11	2985491.45	57+000	780800.98	3001721.06
17+000	770509.96	2986066.48	58+000	780615.33	3001952.90
18+000	771330.41	2986559.22	59+000	781310.64	3002272.20
19+000	771823.50	2987292.36	60+000	781767.66	3002797.39
20+000	772436.37	2987805.52	61+000	781954.00	3003226.87
21+000	772997.50	2987552.89	62+000	782196.59	3002871.59
22+000	773582.04	2987424.79	63+000	782517.30	3003280.41
23+000	774172.44	2987355.59	64+000	783332.47	3003141.56
24+000	774493.10	2986592.58	65+000	783438.98	3003385.82
25+000	774663.91	2987086.32	66+000	784021.19	3003365.60
26+000	775016.55	2987875.66	67+000	784285.68	3004073.16
27+000	775632.04	2988293.66	68+000	784983.96	3003935.81
28+000	776294.88	2988685.32	69+000	784988.62	3004800.58
29+000	776795.20	2989185.83	70+000	785691.47	3005014.47
30+000	777492.80	2989075.91	71+000	786538.68	3004806.93
31+000	778278.69	2988660.16	72+000	787376.31	3004555.35
32+000	778736.06	2989081.41	73+000	787905.04	3004417.39
33+000	779213.48	2989637.78	74+000	788488.06	3004958.62
34+000	778778.95	2990441.10	75+000	788990.16	3005215.77
35+000	779128.47	2991160.41	76+000	789337.63	3005759.03
36+000	779668.95	2991703.38	77+000	789911.51	3006004.20
37+000	779671.48	2992485.27	78+000	790556.58	3006036.39

38+000	780170.92	2993046.95	79+000	791248.06	3005070.60
39+000	780786.71	2993665.34	80+000	792130.49	3005510.23
40+000	780811.84	2994561.30	81+000	792614.37	300495938

Tabla I.1 Coordenadas geográficas del proyecto (UTM) cada 1000 m

Km	Coordenadas UTM		Km	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
82+000	792698.04	3005351.55	103+000	790174.54	3019255.81
83+000	793301.94	3005673.18	104+000	789776.14	3021048.83
84+000	793217.88	3006062.69	105+000	789845.61	3022031.66
85+000	793463.24	3006845.77	106+000	790282.81	3022824.51
86+000	793746.47	3007223.28	107+000	700973.08	3023357.07
87+000	792926.93	3007521.63	108+000	791969.76	3023234.64
88+000	795145.11	3007848.66	109+000	792692.81	3023704.63
89+000	791815.15	3008736.33	110+000	793432.69	3024229.55
90+000	792123.37	3009405.13	111+000	793815.73	3025018.51
91+000	791641.14	3010520.07	112+000	793080.00	3025240.57
92+000	790556.25	3011060.74	113+000	793208.93	3025618.83
93+000	789715.19	3011421.44	114+000	792916.43	3026074.85
94+000	789020.47	3012028.14	115+000	792962.17	3027040.39
95+000	788242.29	3012220.29	116+000	793145.67	3028001.41
96+000	787624.03	3012862.51	117+000	793225.03	3028981.92
97+000	7876620.59	3013816.04	118+000	793495.60	3029796.04
98+000	788074.25	3015583.64	119+000	792972.15	3030600.02
99+000	788095.57	3016688.55	120+000	792300.64	3031158.34
100+000	788673.21	3017370.30	121+000	792217.05	3032128.86
101+000	789568.00	3017744.01	122+000	791899.71	3033052.00
102+000	790154.98	3018411.59	123+000	791511.87	3323936.79

II.2.3.1 Superficie total requerida

a).- Superficie total del predio

En la tabla II.6, se presenta el desglose del área que se afectará debido a las obras de la construcción y modernización de la Carretera Choix – Bahuichivo

Tabla II.6. Desglose de las superficies a afectar por obra y actividad

Actividades	Superficie (Ha)	Porcentaje del área total
Área total de influencia directa del proyecto (Línea entre ceros + derecho de vía)	492	100 %
Desmante	104.55	21.25 %
Despalme	104.55	21.25 %
Excavaciones en caja	85.73	17.42%
Terraplén a nivel	18.82	3.82 %
Superficie total entre línea de ceros	221.4	45 %
Superficie total ocupada por la maquinaria	La maquinaria realizará sus maniobras dentro del área de derecho de vía en las zonas que hayan sido desmontadas y despalmadas.	
Superficie total en caminos de acceso	No se construirán caminos anexos	
Almacenes, bodegas y talleres	Únicamente se construirán dos pequeños almacenes de 25m ² , con las especificaciones acorde a la SEMARNAT para el alojamiento temporal de residuos peligrosos. Las instalaciones restantes serán desmontables y todas ellas (incluyendo el almacén para RP) se colocarán dentro de la zona del derecho de vía desmontada y despalmada	
Campamentos, dormitorios y comedores	No se necesitarán construir dormitorios. Los comedores y campamentos serán desmontables y su instalación cambiará conforme avancen los frentes de trabajo.	
Instalaciones sanitarias	No aplica, ya que se emplearán sanitarios portátiles en los frentes de obra	
Planta de tratamiento de aguas residuales	No se construirán casetas ni obras que requieran la instalación de una planta de tratamiento.	

b).- Superficie total de construcción

Si bien, el área total estimada de la superficie de obras (incluyendo el derecho de vía) es de 496 Ha, la superficie total de construcción se encontrará únicamente entre la línea de ceros, incluyendo las obras asociadas al camino. De tal manera que se calcula una afectación directa de 221.4 Ha.

c).- Superficie total de desmante y porcentaje respecto al área arbolada.

La superficie total de remoción de vegetación se calculó a partir de la visita a campo, donde se verificó la superficie a desmontar en todo el cadenamamiento, corresponde a 104.55 Ha de vegetación arbórea y arbustiva, ubicada únicamente entre el área de línea de ceros, de tal manera que en porcentaje, se desmontará un 21.25% de la superficie del derecho de vía.

Las especies estimadas a remover por en todo el trazo se muestran en la Tabla II.6. Dichas estimaciones se hicieron acorde al muestreo realizado en campo, donde se efectuó una estimación de individuos de cada una de las especies evaluadas por cada hectárea, y de ahí se realizó la extrapolación a las hectáreas totales que resultarán afectadas. A fin de preservar el ambiente y mitigar el daño ambiental ocasionado por la remoción de vegetación, se deberán plantar al menos tres (3) árboles por cada uno (1) que haya sido removido.

d).- Superficie total correspondiente a áreas libres o verdes

La superficie total que corresponde a las áreas libres o verdes, se localiza más allá de la línea de cerros del camino. De este modo, si la superficie total de DDV es de 492 Ha, y operativamente, se ocuparán 104.55 Ha, entonces tenemos que como áreas libres o verdes restan 387.45 Ha.

e).- Superficie total de áreas arboladas y no arboladas

La superficie total de áreas arboladas y no arboladas que será afectada por motivo de esta obra, considerando el área en línea de entre cerros, corresponderá a 104.55 hectáreas; es posible observar que la mayor parte del trazo se encuentra en áreas de de vegetación de tipo selva baja y bosque de coníferas, que en algunos puntos presenta buenas condiciones de conservación. El volumen de las especies a afectar, se muestran en la Tabla II.7

Tabla II.7 Volumen de vegetación a afectar

Especie	Número de Individuos por Ha de ecosistema	No Individuos totales	Diámetro a la altura del pecho (m)	Área basal (m ²)	Volumen total a afectar (m ³)
<i>Artactosphylos punges</i>	31	2356	0.08	11.26	16.8867186
<i>Bidens odorata</i>	43	3268	0.05	5.67	1.70093819
<i>Cheliantes bonariensis</i>	24	1824	0.01	0.21	0.04125787
<i>Heteroleca subaxilaris</i>	16	1216	0.01	0.19	0.0374377
<i>Juniperus deppeana</i>	127	9652	0.35	928.63	6500.41309
<i>Matricaris spp.</i>	34	2584	0.06	7.31	2.19182451
<i>Melanmpodium perfoliatum</i>	14	1064	0.07	4.09	1.0236871
<i>Mirabilis jalapapinhus lumholtzii</i>	31	2356	0.04	3.42	1.02641494
<i>Pinus chihuahuana</i>	185	14060	0.65	4665.54	83979.6487
<i>Quercus arizonica</i>	154	11704	0.37	1258.42	15101.0979
<i>Querus chihuahuana</i>	124	9424	0.40	1184.25	11842.5377
<i>Quercus albocinata</i>	117	8892	0.35	855.51	898.285432
<i>Quercus gracilis</i>	147	11172	0.42	1547.81	12382.5192
<i>Quercus salignus</i>	116	8816	0.48	1595.30	14357.7399
<i>Stevia jurrullensis</i>	74	5624	0.07	21.64	12.9862021
<i>Stevia serrata</i>	34	2584	0.03	1.83	0.91326021
<i>Stevia spp</i>	48	3648	0.04	4.58	2.75052488
<i>Verbena neomexicana</i>	44	3344	0.02	1.05	0.10505477
<i>Vinca major</i>	49	3724	0.14	57.33	5.73264777

<i>Zinnia gracilis</i>	10	286	0.14	4.39	1.3184782
<i>Allowissadula sessei</i>	141	10716	0.03	7.57	4.54481259
<i>Caesalpinia platyloba</i>	78	5928	0.48	1072.70	8581.63762
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	98	7448	0.98	5617.99	22471.9793
<i>Mimosa dysocarpa</i>	112	8512	0.78	4067.34	4270.70559
<i>Inga spp.</i>	45	3420	1.78	8510.51	51063.0646
<i>Ficus cotinifolia</i>	15	1140	1.20	1289.31	10314.4683
<i>Ficus petiolaris</i>	47	3572	1.07	3211.95	3372.54551
<i>Ficus pertusa</i>	34	2584	1.20	2922.43	26301.8941
<i>Ficus trigonata</i>	30	2280	0.90	1450.47	14504.721
<i>Agave angustifolia</i>	14	1064	0.10	8.36	5.01397764
<i>Agave bicornuto</i>	18	1368	0.21	47.38	28.4292532
<i>Acacia constricta</i>	74	5624	0.75	2484.60	14907.6299
<i>Acacia farnesiana</i>	119	9044	0.98	6821.85	68218.5084
<i>Bursera grandiflora</i>	155	11780	0.78	5628.91	50660.1557
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	78	5928	0.45	942.81	3771.22747
<i>Cordia elagnoides</i>	89	6764	0.45	1075.77	10757.6681
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	124	9424	0.11	89.56	447.795955
<i>Ipomoea guamoclit</i>	78	5928	0.24	268.18	160.905705
<i>Lysiloma divaricata</i>	157	11932	0.68	4333.32	30333.2277
<i>Opuntia wilcoxii</i>	45	3420	0.34	310.51	326.033896
<i>Prosopis glandulosa</i>	187	14212	0.87	8448.57	67588.5618
<i>Hematoxylon brasiletto</i>	154	11704	0.47	2030.58	2132.10625
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	97	7372	0.88	4483.74	89674.7513
<i>Cordia elagnoides</i>	45	3420	1.40	5264.68	52646.7652
<i>Cephalanthus salicifolius</i>	78	5928	0.74	2549.54	12747.68
<i>Cecropia mexicana</i>	94	7144	1.10	6789.16	81469.9738
<i>Salix bomplandiana</i>	47	3572	1.54	6653.38	53227.0496
<i>Baccharis salicifolia</i>	28	2128	0.08	10.70	11.2313099
<i>Mirabilis jalapa</i>	67	5092	0.01	0.40	0.11997732
<i>Cosmos pringlei</i>	36	2736	0.02	0.86	0.96268371
<i>Pinus arizonica</i>	214	16264	1.21	18701.98	280529.721
<i>Pinus duranguensis</i>	231	17556	0.84	9729.12	194582.444
<i>Pinus lumholtzii</i>	178	13528	0.75	5976.48	107576.681
<i>Pinus leiophylla</i>	167	12692	0.60	3588.58	179428.771
<i>Pinus engelmannii</i>	154	11704	1.37	17253.01	345060.27
TOTAL		360,526		152,872	1'925,788

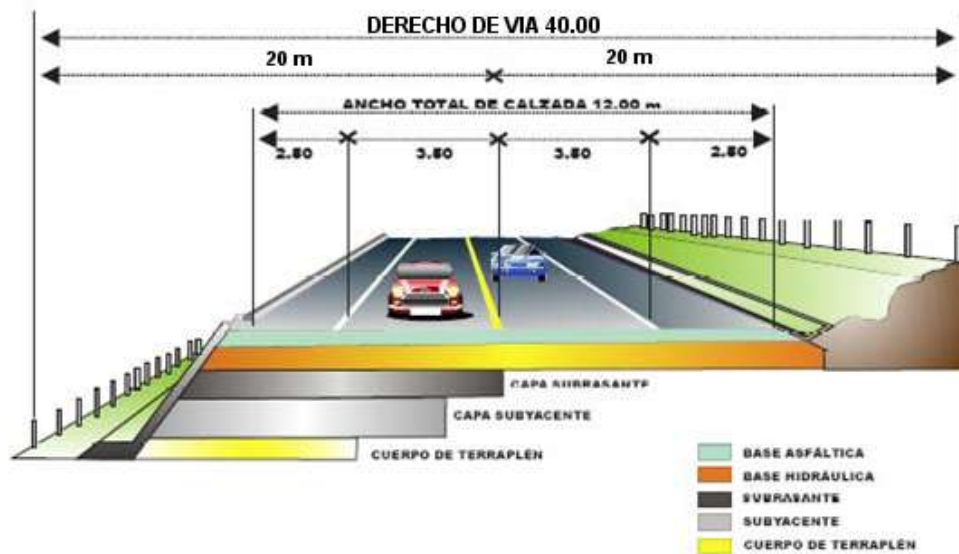
II.3. Descripción de las obras y actividades

II.3.1 Descripción por fases

La Construcción de esta obra se realizará con un máximo de dos frentes de trabajo. El proyecto carretero tipo C que nos compete, contempla los siguientes elementos y dimensiones: un cuerpo con dos carriles de circulación de 3.5

m de ancho y 123 Km de longitud. Un ancho total del derecho de vía de 40 m y un ancho entre la línea de ceros en promedio de 18.0 m. En la Figura II.7, se observa las características de la sección tipo del trazo carretero.

Figura II.7 Sección tipo del proyecto



II.3.1.1. Estudios Previos

II.3.3.1.1.1 Estudios de campo

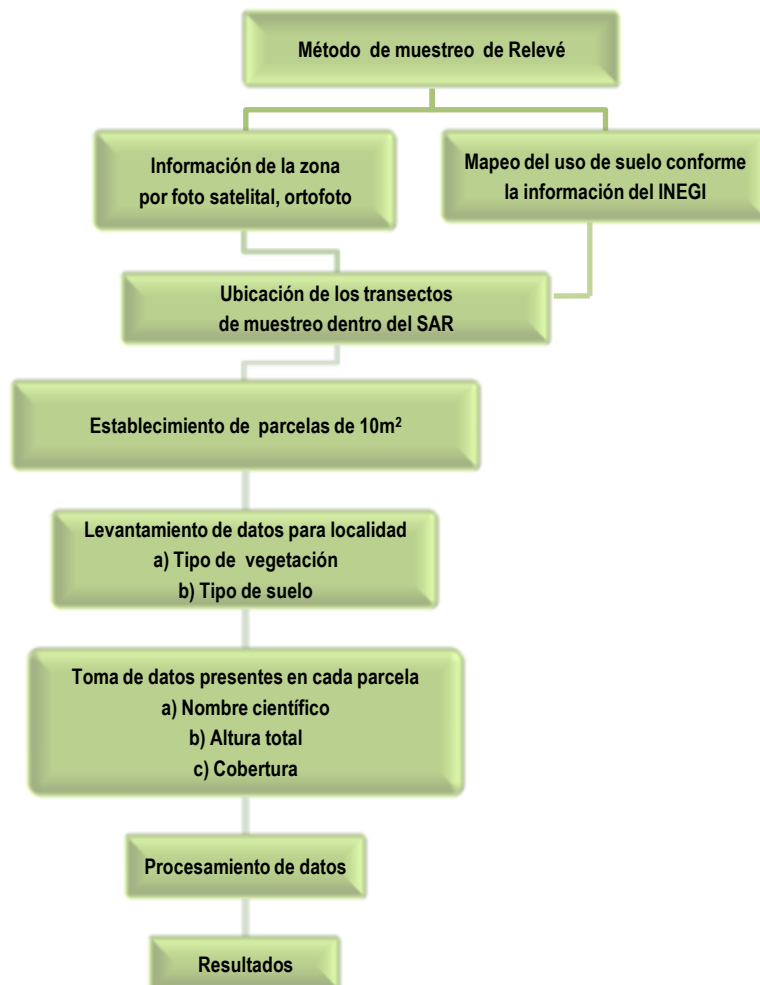
a) Muestreo de flora

El muestreo empleado para este trabajo es el conocido como fitosociológico o de Relevé, cuyas tres ideas básicas son:

- Las comunidades de plantas se conciben como tipos de vegetación reconocidos a través de su composición florística. La composición completa de especies de la comunidad expresa mejor sus relaciones interespecíficas y con el ambiente de cualquier otra característica.
- Entre las especies que componen una comunidad, algunas son mejores indicadoras de las interrelaciones que otras. Para clasificaciones prácticas, se usan mejor estas especies puesto que son más efectivas como indicadores; estas son las especies de diagnóstico (especies de carácter, especies diferenciales y compañeras constantes).
- Las especies de diagnóstico se utilizan para organizar las comunidades en una clasificación jerárquica en la cual la asociación es la unidad básica. La gran cantidad de información que manejan los fitosociólogos debe ser organizada; la jerarquía no sólo es necesaria, sino que supone un instrumento insustituible para entender y comunicar las relaciones de la comunidad.

El método fitosociológico consta de dos etapas, una analítica o de toma de inventarios y otra sintética, en la que se construyen tablas para describir y definir los distintos sintaxones o *sintaxa*. La etapa analítica empieza con la delimitación de una unidad de vegetación en el campo, sobre la que se emplaza una parcela en la que se levanta un inventario. Este inventario es un listado de las especies que componen la parcela, con indicación de su abundancia utilizando los índices de abundancia-dominancia y sociabilidad. Estos inventarios o individuos asociación se reúnen en tablas en las que, en pasos sucesivos, se van ordenando y reagrupando las especies hasta llegar a la tabla definitiva, que sirve para describir una comunidad o asociación concreta.

De manera sucinta, a continuación se muestra el procedimiento de muestreo de vegetación.



b) Muestreo de Fauna

Para poder realizar el muestreo de fauna, se procedió de manera inicial a la obtención de información bibliográfica, para lo cual se consultó la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO, de estudios realizados en las Regiones prioritarias donde se encuentra el SAR de este proyecto.

También se consultaron diversas fuentes bibliográficas (tesis, artículos de divulgación, informes de proyectos, informes de ONG's, etc). De esos registros, se procedió a clasificar la fauna más abundante como a la vez la clasificada en la NOM-059-SEMARNAT-2001, para proceder al muestreo en campo. Ya en campo, el estudio de la fauna, se realizó de dos maneras:

1. Directa:

Para mamíferos pequeños y medianos, se colocaron trampas Sherman y Tomahawk respectivamente en aquellos sitios donde se realizaron los muestreos de vegetación. Para la colecta de aves, se colocó una red de 12 X 2.5 m y luz de malla de 16 mm. Otra manera la observación directa de fauna en la región fue con el uso de binoculares de 8x42 mm y a través de fotografías y video tomados en la vista a campo.

2. Indirecta:

Esta más bien consistió en el registro de huellas, excretas, rastros de alimento, nidos, madrigueras y entrevistas con los ejidatarios y lugareños. Estos registros indirectos de fauna también fueron documentados en fotografías y video.

c) Entorno Ambiental

De primera instancia, se consultó la cartografía de diversos atributos ambientales, tanto del INEGI como de la CONABIO y la CONAFOR, para observar las unidades ambientales de cada uno de los atributos dentro del SAR.

De lo anterior, se verificaron los tipos de suelo y rocas dominantes, el uso de suelo básico y la presencia de cenotes como indicadores de la hidrología superficial. También de esta verificación en campo, se obtuvieron registros fotográficos y videográficos.

d) Entorno Socioeconómico

Esta información se obtuvo de los anuarios estadísticos del INEGI y del Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM versión 7).

II.3.1.2. Preparación del Sitio

Desmante

El desmante es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. El desmante comprende:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.

- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto.

La remoción de vegetación se estima que abarque unos 18 m del ancho del derecho de vía (de 40 m en total), donde los 12 m centrales serán los que alberguen la superficie de rodamiento, incluidos los acotamientos de la carretera. Esta remoción se efectuará en los 123 Km de longitud del camino.

Esta es una operación que debe hacerse de preferencia a máquina debido a las características topográficas del camino; y podría emplearse un tractor con bulldozer o rastrillo para raíces. Para maleza ligera, se puede necesitar un cortador de maleza. Sin embargo el trabajo puede efectuarse a mano como complemento a las máquinas o en lugar de aquéllas. Una máquina pequeña será capaz de hacer el trabajo de varios hombres.

Como parte de los trabajos de desmonte, la vegetación cortada o arrancada debe tratarse o eliminarse. Dentro de las maniobras que podrían utilizarse se incluye el entierro, con tiempo necesario para que se pudran, la quema, desmenuzamiento o picado; llevar fuera del derecho de vía los desechos, y varias otras combinaciones de estos procedimientos.

Despalme

Es la remoción de la capa expuesta de la superficie de la tierra. Este trabajo incluye arrancar toda la vegetación. Dado que la capa vegetal o mantillo es la que sostiene el crecimiento de los árboles y arbustos, esta capa contiene más humedad que la inmediata inferior. A fin de que esta capa inferior pueda perder humedad y sea más fácil para moverla, es ventajoso despallar, tan pronto como sea posible. Será importante que al finalizar todas las etapas de la pavimentación del camino, esta capa vegetal se devuelva al sitio para actividades de restauración o paisajísticas, o para sostener el crecimiento de la vegetación, a fin de controlar la erosión.

Los Tractores con bulldozer están limitados por la distancia de empuje o de acarreo, pero son útiles en terrenos pantanosos o inundados. Las escrapas están limitadas por el tipo de terreno y la capacidad de soporte del suelo; pueden ser del tipo arrastrado por tractor para distancias cortas. Las palas mecánicas estas limitadas por la profundidad del despalme, su capacidad para trabajar con vehículos para transporte y el espacio para maniobrar el cucharón. El material dispuesto en una pila puede moverse fácilmente con la ayuda de un cargador frontal. Para el proyecto, se pretende realizar el despalme en una profundidad promedio de 0.20 m, a lo largo del trazo y se recomienda que el material producto del despalme sea colocado en sitios determinados como bancos de tiro para su posterior utilización en la construcción de terraplenes o bien para las obras de reforestación, según lo mencionado en el párrafo anterior

II.3.1.3. Construcción del sitio

Corte

Son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en apertura o abatimiento de taludes, en rebajes de corona de cortes o terraplenes existentes, en derrumbes. La maquinaria para la excavación de esta

actividad será la adecuada para cada tipo de material. Las excavaciones de los cortes se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje del corte.

Los materiales obtenidos en los cortes se emplearán para la formación de los terraplenes; todas las piedras flojas y materiales sueltos en los taludes serán removidos.

Para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la sub-rasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

En el proyecto básicamente se tienen materiales de tipo B y C. estas excavaciones están denominadas para desplante de terracerías. Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos motivados por el desenraice, se escarificará y se compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante.

Rellenos

La construcción de rellenos es generalmente una parte rutinaria del movimiento de tierras en un proyecto de construcción. El uso de material de una calidad razonable, buen control de compactación y los ángulos estándares recomendados para taludes de rellenos producirán generalmente una estructura estable. El Angulo de inclinación para la mayoría de materiales utilizados para construir taludes de rellenos estables es de $1 \frac{1}{2} : 1$ (H:V). Los rellenos de roca pueden ser estables sobre inclinación con un ángulo hasta $1 \frac{1}{2} \geq 1$. Para lograr una buena estabilización vegetal en una ladera, los rellenos deben ser de 2:1 o con una ladera más plana, especialmente para taludes de menos de 3 metros de alto.

Los materiales que resulten de derrumbes o de cualquier desecho que hayan sido tirados, se deben colocar, generalmente, sobre una pendiente más plana que $1 \frac{1}{2} : 1$, por ser material suelto, ya que la superficie del relleno original puede formar un plano de estabilidad, a menos que se reconstruya en capas. Los rellenos construidos con una inclinación de $1 \frac{1}{2} : 1$ son generalmente estables, sin embargo, la inestabilidad en taludes de relleno puede ocurrir por una variedad de razones, tales como las siguientes.

- Colocar material en laderas inclinadas donde se excede la resistencia interna del suelo.
- Aumentar la profundidad de un relleno puesto sobre material débil existente.
- La falta de una limpia y chapeo adecuado al terreno y no compactar el relleno suficiente para que se adhiera bien con la superficie de la tierra original.
- Compactar el relleno cuando no se cuenta con la humedad optima ni la densidad máxima (o sí compactación).
- La inclinación del talud del relleno excede el ángulo de reposo del material rocoso.
- Dejar elevar el nivel de agua freática dentro del relleno donde nace agua y no construir subdrenes apropiados en terrenos húmedos.
- La acción de agua, erosionando y/o saturando el relleno por estructuras mal construidas de drenaje, por ejemplo, cunetas, desagües transversales o subdrenajes instalados en el relleno.

La compactación de rellenos es muy importante para reducir al mínimo la falla de rellenos, y para reducir la cantidad de material que erosiona de la superficie de un relleno. Los rellenos idealmente deben construirse en capas, y se utilizan vehículos para transportar y colocar material de relleno, se puede aprovechar el tránsito de la maquinaria para compactar las capas. Sin embargo, si no se utiliza maquinaria, las capas de material deben colocarse horizontalmente y de hecho reducen al mínimo la probabilidad de inestabilidad. Los rellenos con

desechos que han sido arrojados a un lado se hacen con un material suelto y “el plano” entre las cargas de material puede ser en el “ángulo de reposo”. Los rellenos estructurales deben construirse en capas con algún grado de control o especificaciones de compactación, tal como una norma de compactación de 90% de AASHTO T-99 densidad máxima. Los rellenos en laderas con una pendiente en exceso de 50-60 grados deben evitarse, porque los rellenos resultan ser muy grandes, largos y delgados. Para prevenir fallas en el fondo de rellenos, se deben formar terrazas en la ladera natural con una inclinación mayor de 45% antes de colocar el relleno. Para evitar rellenos largos y estrechos sobre pendientes muy inclinadas o para reparar las fallas de relleno, se puede hacer rellenos reforzados con una inclinación de 1:1 y utilizar algún tipo de geotextil o georejilla. Los rellenos reforzados se construyen con refuerzo primario puesto en intervalos de 1-1-5 metros, y un refuerzo intermedio puesto a lo largo de la cara cada 0.3 metros para prevenir asentamientos diferenciales. Cuando la aplicación de un relleno reforzado es factible sobre una ladera debe utilizarse porque este ofrece una alternativa económica a estructuras de contención. Las superficies de relleno reforzado necesitan paja o una maya para control de erosión.

Los rellenos que cruzan por áreas húmedas deberán ser construidos en el fondo con materiales rocosos, que ofrecen drenaje libre. También se puede usar algún sistema de drenaje interno, como una capa filtrante del relleno.

Terracerías

Los materiales de corte, de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción y carga, se clasifican, según la SCT en sus especificaciones Generales de Construcción de la siguiente forma:

Material tipo A. Material blando o suelto que puede ser eficientemente excavado con escrepa de capacidad adecuada para ser jalada con tractor de oruga de 90 a 110 caballos de potencia en la barra. También suelos poco o nada cementados con partículas de hasta 7.5 cm (3”) los materiales más clasificables como tipo A son, suelos agrícolas, limos y arenas.

Material tipo B. Por la dificultad de extracción y carga solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 caballos de potencia en la barra o con pala mecánica de capacidad mínima de 1 m³, sin el uso de explosivos o aflojado con arado de 6 Ton. Jalado con tractor de orugas de 140 a 160 caballos de potencia en la barra.

También piedras sueltas menores de 75 cm y mayores de 7.5 cm los materiales más comúnmente clasificados como material B, son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates

Material tipo C. Es el que por su dificultad de extracción, solo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos; además también se consideran como material C las piedras sueltas con una dimensión mayor de 75 cm. Entre los materiales clasificables como material C se encuentran las rocas basálticas, las areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas granitos y andesitas sanas.

Acarreos

El acarreo libre es el efectuado hasta una distancia de 20 m. El término del acarreo libre es el origen del sobrecarreo. Para préstamos laterales todo el acarreo es libre, no mayor de 100 m. El sobrecarreo de los materiales se considera como sigue:

- a) Hasta 5 estaciones de 20 m, es decir hasta 100 m contados a partir del origen
- b) Hasta 5 hectómetros, es decir hasta 500 m contados a partir del origen

- c) En los prestamos de banco, a partir del centro del lugar de excavación del préstamo y sobre la ruta más corta y conveniente
- d) En los desperdicios, derrumbes, despalmes escalones y apertura y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes y canales, a partir del centro de lugar de excavación y sobre la ruta accesible más corta y conveniente según la secretaría.
- e) Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, a partir del lugar de extracción de la misma, sobre la ruta más corta y conveniente, cabe aclarar que el agua se obtendrá de los sitios de extracción autorizados por la CNA.

Obras de drenaje

Estos trabajos se podrán ejecutar de manera paralela a la construcción de las terracerías pero dejando libre las áreas de trabajo para la ejecución de las obras de drenaje, para que una vez terminadas, se realicen los remates de las terracerías y aproches.

1. La excavación se efectuará con maquinaria o a mano; el ancho de la excavación será el claro de la obra o el diámetro de la misma más 0.25 m.
2. Cuando se efectuó instalaciones de tubos o losas se harán en la dirección de aguas abajo hacia aguas arriba, tomándose en cuenta las debidas precauciones en el manejo y colocación de estos elementos con el fin de que no sean dañados.
3. Para la construcción de losas con concreto armado no se deberá de colocar varillas que estén oxidadas o en su defecto cualquier otro tipo de daño similar en las mismas quedando a juicio de la dependencia supervisora la aceptación de las tolerancias en las varillas
4. El relleno de las cepas se efectuará con material producto de la excavación en capas no mayores de 30 cm compactándose con equipo mecánico o manual al 90%.
5. En las zonas donde lo indique el proyecto se construirán cunetas revestidas de concreto hidráulico simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 8 cm y juntas de construcción simple a 2 m, las dimensiones de estas cunetas serán de 1.0 m de ancho del hombro del camino al fondo de la misma y de 0.30 m de desnivel del hombro del camino al fondo de la misma prolongando la base hidráulica en el corte hasta una altura de 1.00 m.

La ubicación final de las obras de drenaje dentro de esta carretera, se indicará en el proyecto ejecutivo del mismo.

Terraplén

El cuerpo de terraplén se construirá de acuerdo a lo indicado en el proyecto y apegándose a los planos de secciones transversales de construcción correspondientes, estos se conformarán con material producto de los prestamos de banco para terracerías, formándose en capas horizontales y de espesor adecuado al equipo de construcción de manera que se logre el noventa por ciento (90%) de compactación de su P.V.S.M. mediante la prueba AASHTO estándar. Se regirá por la norma N-CTR-CAR-1-01-009/00 y la calidad de los materiales se regirán por la norma N-CMT-1 -01/02.

El procedimiento constructivo para terraplén de 90% y 95% será:

- Se tenderá una capa, del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm en todo el ancho del terraplén y de acuerdo a lo que indique el proyecto
- Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 litros por cada m^3 de material.

- En seguida se someterá al tránsito de un tractor de rodillo de un peso de 20 toneladas pasando tres veces por cada superficie

Se harán sondeos al cielo abierto en una profundidad de 0.20 m superiores de la capa, para determinar su grado de compactación los cuales deberán de observar lo siguiente:

- Se ejecutará uniformemente en todo el ancho de la sección y al grado de compactación solicitando según proyecto.
- Se dará al suelo la humedad conveniente, se aplicará agua en el lugar de extracción o en terraplén mismo.
- Cuando el material de los terraplenes contenga exceso de humedad, se eliminará el agua excedente hasta obtener la humedad óptima.
- Después de las capas anteriores se construye la formación y compactación de terraplén al 100%, esta capa deberá de tener como mínimo 30 cm de espesor formándose una a dos capas de material producto de banco. Aquí, se deberá tener especial cuidado de que el grado de compactación sea uniforme en toda la sección ya que en ocasiones la máquina no llega hasta las orillas, por lo que deberá de construirse un sobrancho adicional para estar en posibilidades de lograr una compactación uniforme en todo el ancho de calzada.
- Finalmente, para dar por terminada la capa de subrasante, se verificará su perfil y la sección con una tolerancia de niveles de alrededor de 3 m.

Formación de la capa subyacente o de transición

Será de 0.20 m de espesor, si la altura de los terraplenes es menor de 0.80 m, y de 0.50 m si esta altura es mayor. En ambos casos, se deberá compactar al 95% de su P.V.S.M. Proctor. El procedimiento a seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este inciso.

Formación de la capa subrasante.

La subrasante es la porción subyacente a la subcorona, tanto en corte como en terraplén a la que corresponden los movimientos de tercería más económicos se le conoce como subrasante económica. La subrasante proyectada permite el alojamiento de las alcantarillas, puentes y su elevación es necesaria para evitar humedades perjudiciales a las Terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación. Ésta será de 0.30 m de espesor, compactando el material al 100% de su P.V.S.M. Proctor. El procedimiento a seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este inciso.

Pavimento

Pavimento es la capa o conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento y cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las Terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales en ellas.

Los materiales para revestimiento, sub-bases y bases de pavimento, se clasifican de la siguiente manera:

- a) Materiales pétreos que no requieren ningún tratamiento de disgregado, cribado o trituración
- b) Materiales pétreos que para su utilización requieren tratamiento de disgregado, cribado o trituración
- c) Mezcla de dos o más materiales del grupo a) del grupo b) o de materiales provenientes de ambos grupos.
- d) Materiales de grupos a), b) o c) mezclados con un material asfáltico

- e) Materiales de grupos a), b) o c) mezclados con cemento Portland o una mezcla adecuada de cemento Portland y puzolana
- f) Materiales de grupos a), b) o c) mezclados con cal hidratada y puzolana o cal hidratada y cemento Portland

Sub base hidráulica

Capa o conjunto de capas se construyen sobre la subrasante, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las Terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales en ellas.

Sobre la subrasante se construirá una capa de sub base de 0.15 m. de espesor utilizando material procedente de los bancos indicados por la empresa constructora. El material que forme esta capa, se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. Pórter Estándar.

La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante en la forma y los volúmenes por estación de 20 m. La longitud máxima de tramo de carretera, para descargar los materiales será fijada por la Secretaría.

En caso de utilizar dos o más materiales se mezclarán en seco a fin de obtener un material uniforme. El procedimiento grosso modo, es como sigue:

- a. Con la motoconformadora se hará el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.
- b. Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección acordados en el proyecto, en caso de ser necesario, se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores de 15 cm. Siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada.
- c. En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.
- d. Para dar por terminada la construcción de la subbase, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación espesor y acabado de acuerdo con lo proyectado.

Base hidráulica.

Sobre la sub-base terminada se construirá la capa de base hidráulica de 0.20 m de espesor utilizando material de bancos de material con operación comercial, que serán cribados a tamaño máximo de 3.8 cm y se colocarán en el tramo de tal manera que al mezclarse con agua y compactados al 98% de su peso volumétrico seco máximo Porter.

Señalamientos

Una vez concluida la obra de ingeniería del camino, se establecerá en toda su longitud el señalamiento adecuado considerando tanto señalamiento vertical como horizontal, utilizando su correcta función, señalamiento tanto preventiva, informativa y restrictiva.

II.3.1.4. Programa de operación y mantenimiento

Programa de operación

Este programa se enfocará en la operación y conservación del cuerpo del terraplén una vez que se haya construido. Entre las actividades que considerará es el repintar de las líneas divisorias de carriles, reposicionar fantasmas y señalamientos, reparación de la carpeta asfáltica, limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas así como mantenimiento de áreas verdes.

A continuación se proporcionan programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la S.C.T, los cuales deben llevarse a cabo para efectuar las labores de mantenimiento de este camino, para que tenga un funcionamiento adecuado y mayor vida útil.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la S.C.T.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro S.C.T.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.
3. Evaluar el estado de cunetas y lavaderos y reparar aquellas que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el anexo PC-2 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.
4. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalamiento, se deberá proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T
5. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada al centro SCT correspondiente.
6. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.
7. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria

1. Realizar inspecciones diariamente en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:

- a. Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
- b. Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
- c. Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

- a. Defensas y señales de tipo normal
- b. Obras de drenaje
- c. Obras complementarias de drenaje
- d. Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
- e. Retiro o censura de propaganda no autorizada
- f. Limpieza de cunetas y derecho de vía
- g. Daños en el camino por efecto de accidentes
- h. Contracunetas y subdrenajes
- i. Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
- j. Fallas locales de cortes
- k. Postes y fantasmas
- l. Deshierbe y poda de vegetación
- m. Pintura en general
- n. Reposición de señales: Se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse, con el fin de brindar una adecuada señalamiento y prevenir accidentes.
- o. Mantenimiento de taludes: Se tienen que verificar diariamente los taludes, para reportar si existe un cuarteamiento, derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento. El retiro de los materiales sueltos se realizará con trascabos y camión de volteo.
- P. El mantenimiento general del pavimento se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pintura, etc. Este mantenimiento se efectúa diariamente según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, rencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil del camino.

Mantenimiento Preventivo

Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, pintura y reposición de material de la superficie de rodamiento.

Mantenimiento Mayor

Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril o de un cuerpo de circulación de la vialidad con el fin de realizar trabajos de rencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

II.4. Programa general de Trabajo

En las Tablas II.8 y II.9 se mostrará el programa general de trabajo; la primera de ellas, contendrá las actividades del proyecto; mientras que la segunda tendrá las medidas de mitigación a aplicar

El trabajo se desarrollará por etapas de ejecución. En la Tabla II.9 se muestra el programa general de trabajo, incluyendo adicionalmente las medidas de mitigación, restauración, rehabilitación y compensación propuestas en este estudio.

Tabla II.8 Programa general de las actividades del proyecto

No.	Concepto	Cuatrimestre								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Preparación del sitio										
1	Desmote, despalme y limpieza del sitio	■								
2	Nivelación y compactación del suelo	■								
II. Construcción del sitio										
3	Cortes y rellenos	■								
4	Explotación de los bancos de materiales	■								
5	Excavaciones	■								
6	Cimentaciones, levantamiento de la estructura	■								
	Construcción de bases	■								
7	Construcción de taludes	■								
8	Pavimentación	■								
Conservación y mantenimiento										
9	Circulación vehicular									PERMANENTE
10	Limpieza del puente y su estructura									PERMANENTE
11	Mantenimiento mayor									CADA CINCO AÑOS

Tabla II.9 Calendario de aplicación de medidas de mitigación (Cuatrimestral)

Medida de mitigación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N*
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----



1. Contratación de un supervisor ambiental	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2. Establecer labores permitidas en las actividades del proyecto.	✓									
3. Establecer límites de horarios de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4. Implementar programa de seguridad	✓									
5. Señalización de zona de obras	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
6. Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
7. Transporte adecuado de transporte geológico y residual	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
8. Evitar uso del agua de los cuerpos de agua cercanos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
9. Prohibir quema de vegetación	✓	✓								✓
10. Programa de rescate de reubicación de fauna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
11. Pasos para fauna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
12. Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	✓	✓	✓	✓	✓					
13. Delimitación de los arboles a derivar en DV	✓	✓								
14. Programa de rescate de Flora	✓	✓	✓							
15. Instalación de un vivero		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
16. Reutilización de materiales de desmonte y despalme para arroje de taludes	✓	✓	✓	✓	✓					
17. Programa de reforestación de DV						✓	✓	✓	✓	✓
18. Colocación de malla orgánica					✓	✓	✓	✓	✓	
19. Hidrosiembra					✓	✓	✓	✓	✓	
20. Colocación de empalizadas cercanas a las distintas vertientes del Río Fuerte						✓	✓	✓	✓	
21. Humedecer áreas de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
22. Explotación de bancos de materiales autorizados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
23. Realizar mantenimiento regular de maquinaria y equipo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
24. Mitigar ruido y vibración	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
25. Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
26. Planta de asfalto con tecnología anticontaminante	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
27. Plan de manejo de disposición adecuada de residuos peligrosos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
28. Uso de baños portátiles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
29. Almacenamiento de aguas grises	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
30. Disposición adecuada de residuos sólidos y vegetales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Carretera Choix-Bahuichivo, En los estados de Sinaloa y Chihuahua										
Preparación del Sitio										
Construcción del sitio										
Operación y mantenimiento										

II.5. Selección del sitio o trayectorias

El sitio elegido es el que conforme a las características topográficas es el más adecuado para dar buena fluidez de traslado y mejores condiciones de seguridad a los usuarios. De manera adicional, no cruza por ecosistemas frágiles o sitios que posean características bióticas y/o abióticas excepcionales, y que representen un impedimento para la construcción de la obra.

II. 5. Requerimiento personal e insumos

II.5.1 Personal

El personal que se empleará para la realización de las labores de preparación del sitio y construcción se menciona en la tabla II.10.

Tabla II.10 Requerimientos mínimos de personal.

Etapa	Categoría	Tipo de mano de obra	Tipo de Empleo	Cantidad	Disponibilidad Regional
Todas las etapas del proyecto	Superintendente de obra	Calificada	Permanente	1	Si
	Supervisor Ambiental	Calificada	Permanente	4	Si
	Biólogos especialistas en zoología	Calificada	Permanente	6	Si
	Biólogos especialistas en botánica	Calificada	Permanente	6	Si
	Dibujante	Calificada	Permanente	4	Si
	Técnico en computación	Calificada	Permanente	4	Si
	Administrativo	Calificada	Permanente	2	Si
	Auxiliar administrativo	Calificada	Permanente	2	Si
	Jefe de Laboratorio	Calificada	Permanente	1	Si
	Secretaria	Calificada	Permanente	1	Si
	Sobresante	Calificada	Permanente	2	Si
	Residente de obra	Calificada	Permanente	2	Si
	Mecánico	Calificada	Permanente	4	Si
	Ayudante de mecánico	No calificada	Permanente	4	Si
	Estadaleros	Calificada	Temporal	8	Si
	Topógrafo	Calificada	Permanente	2	Si
	Cadenero	Calificada	Temporal	4	Si
	Mecánico	Calificada	Temporal	2	Si
	Laboratorista	Calificada	Permanente	1	Si
	Aux. de laboratorio	Calificada	Temporal	2	Si
Ayudantes	No calificada	Temporal	50	Si	

II.5.2 Insumos

a) Recursos naturales renovables.

No aplica

Preparación del sitio

Campo

- Agua potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 8 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos en las tiendas locales.
- Agua Cruda: Solo en caso de requerirse para riego (mitigar polvos) se abastecerá mediante pipas. Compra directa en pozos que se localizan en zonas aledañas al camino.

Construcción

Campo

- Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 10 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos en las tiendas locales.
- Agua Cruda: Será adquirida mediante la contratación de pipas en la localidad y transportadas al área del proyecto, su requerimiento es principalmente para riego de la base y subbase (terracerías), la cual se realizara directamente con la pipa; por lo cual, no es necesario el almacenamiento de la misma. Se mantendrá en el área del proyecto para trabajos menores a un tambo de 200 L. En la etapa de pavimentos se requiere agua cruda para el mezclado del concreto.

También se empleará agua cruda para las actividades de repoblación de vegetación una vez concluida la etapa de construcción.

Tabla II.11 Requerimiento de Agua Cruda Total.

Total	Cantidad en litros (L)
-------	------------------------



Repoblación de vegetación arbórea y arbustiva	141,923.07
Terracerías, obras de drenaje y pavimentos	110'700,000

b) Materiales y sustancias

Estas se dividirán en 2 categorías: trabajos ambientales, y actividades de la obra, los cuales se detallarán en las Tablas II.12, II.13 y II.14

Tabla II.12. Materiales requeridos para las actividades de índole ambiental.

Material	Etapas	Fuente de suministro	Forma de traslado	Cantidad
Vehículo sedan	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	2
Impresora hp laser jet	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	2
Computadora de escritorio Pentium IV	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	5
Cámara de video	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	3
GPS	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	3
Camioneta pick-up	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	2
Radio comunicadores	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	6
Cámara fotográfica digital	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	5
Bolsa de plástico modelo vk-12	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	150
Bolsas herpetológicas modelo lf36	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	15
Guantes de carnaza	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Antialacránico, anticrotático, viperino y sacaveneno	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10 lotes
Carnada para mamíferos pequeños y medianos	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	5 lotes
Cuerda de ½ pulgada de ancho	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	5
Marcador negro delgado	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	15
Palos de madera	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Bolsas de lona	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	15
Redes ornitológicas	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	5
Redes de niebla para	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	4

murciélagos				
Frascos de sello herméticos esterilizados	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	150
Paquete de fitohormonas	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	3 lotes
Agar	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	3 Kg
Secante	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2 Kg
Botes rígidos tipo maceta de 15 cm diámetro	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	450
Plástico especial para invernadero	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	75 m ²
Postes para colocar el plástico	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	4
Paquete para riego	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	1 lote

Tabla II.12. Materiales requeridos para las actividades de índole ambiental (continuación)

Material	Etapas	Fuente de suministro	Forma de traslado	Cantidad
Emisor sonoro	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	1
Binoculares de 10x8x21	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	3
Bastones herpetológicos	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	5
Trampa de jaula Havahart, modelo 2074001	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274000	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274002	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274004	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274008	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274005	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa plegable modelo LFA,	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa plegable modelo LFATD6,	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa plegable modelo XLK	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa sherman no plegable, modelo LNA	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa sherman no plegable modelo 3310A	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Sierra para ramas	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2

Motosierra	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2
Claves de identificación de flora y fauna	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2 lotes c/u
Palas de pico	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2
Palas planas	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2

Tabla II.13. Materiales requeridos por etapas del proyecto

Material	Etapas	Fuente de suministro	Forma de traslado	Cantidad	
Producto de los cortes	Terraplenes	Bancos de préstamo	Tractor D-8	3'542,400	m ³
Agua	Terraplenes	Empresa de suministro	Camión pipa	32'262,295	L
Cemento	Obras de drenaje	Empresa de suministro	Adquisición	64.12	Ton.
Grava	Obras de drenaje	Bancos de préstamo	Adquisición	44.36	m ³
Arena	Obras de drenaje	Empresa de suministro	Adquisición	564,590	m ³
Piedra	Obras de drenaje	Bancos de préstamo	Adquisición	-----	m ³
Agua	Obras de drenaje	Empresa de suministro	Camión pipa	9'146,341.46	L
Varilla	Obras de drenaje	Empresa de suministro	Adquisición	70,573	kg
Base (grava/arena del banco de material)	Pavimentos	Empresa de suministro	Motoconformadora	183	m ³
Cemento	Pavimentos	Empresa de suministro	Adquisición	59'523,934	kg
Agua	Pavimentos	Empresa de suministro	Adquisición	15'122,950	L
Base (grava/arena del banco de material)	Pasos para fauna	Empresa de suministro	Motoconformadora	3024	m ³
Cemento	Pasos para fauna	Empresa de	Adquisición	25'204,918	kg

		suministro			
--	--	------------	--	--	--

II.6. Generación, manejo y disposición de residuos

Durante la etapa de preparación del sitio el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas y equipo se realizará en talleres, en caso de realizarse en el sitio del proyecto, el aceite gastado, estopas impregnadas y envases relacionados, se dispondrán a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT y la SCT para el manejo, transporte y disposición de residuos peligrosos.

II.6.1 Infraestructura para la minimización de residuos

En cada frente de trabajo se colocarán contenedores para a basura excepto aquella que pueda tener aceite o algún solvente, estos se pondrán en otro recipiente de menor capacidad tapándose después de tirar los residuos.

El supervisor del tramo, cada semana, se llevará ambos contenedores, el primero será entregado a la empresa contratada por la SCT, autorizada por la SEMARNAT, para el manejo adecuado de estos residuos; el segundo será depositado donde lo indique la autoridad.

II.6.2 Medidas de seguridad.

Durante la preparación del sitio y construcción se generarán residuos de combustible (diesel y/o gasolina), aceites y lubricantes. Para evitar derrames sobre el suelo, estos se depositarán en un almacén donde los trabajadores lo mantendrán cerrado. Asimismo se contempla lo siguiente, para estas etapas:

- Los trabajadores contarán con equipo de seguridad como cascos, guantes y botas de seguridad.
- Se contará dentro de la obra un botiquín para la atención de primeros auxilios y con medicamentos para molestias leves.
- El contratista que ejecute la obra deberá asegurar a sus trabajadores con sus respectivos salarios ante el IMSS y considerar las garantías establecidas para cada trabajador.

Se prohibirá a los camiones de volteo, realizar cualquier obra de mantenimiento dentro del área del proyecto, en caso de realizarse el trabajador colocará plásticos en el área donde realizará el mantenimiento.

Para la maquinaria pesada, se ubicará un sitio especial con suelo poco permeable, recubierto de una geomembrana gruesa, para que se realice el mantenimiento. En esta área se colocarán señales alusivas para evitar el derrame de combustible y se implementarán tambos para el desecho de estopas, latas de aceites filtros de aceite y envases de cualquier otro combustible. Para el manejo de estos tambos, una vez que estén llenos se contratará a una empresa autorizada para su manejo o serán llevados a la gasolinera más cercana.

Se estima que de manera general en todas las actividades del proyecto, se generen tres tipos de residuos:

Residuos sólidos.

El primer grupo de éstos, serán producto del desmonte y despalme, y estarán conformados por restos vegetales y de suelo. El material vegetal desmontado se donará a las comunidades beneficiadas por el camino para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos). La hojarasca que se produzca y no pueda aprovecharse, se empleará como material orgánico para elaborar compostas, que se utilizarán en las labores de reforestación.

Los residuos sólidos que se produzcan durante las nivelaciones y cortes en parte se reutilizarán para la construcción de terraplén, mientras que los sobrantes se pueden disponer bien sea para el arroje de bancos de materiales y taludes, así como para habilitar frentes de bancos que se encuentren en desuso.

Se estima que en las obras participen alrededor de 120 personas en un lapso de 54 meses. De lo anterior, se considera que el 80% de los residuos sólidos domésticos se producirán en los sitios de residencia de los trabajadores, mientras que el 20% restante se generarán en los frentes de obra.

El factor diario de generación de basura estimado por persona es de 0.450 Kg, por lo que se estima que diariamente, en el frente de obra se producirán 54 Kg, para un total de 87,480 Kg de basura durante toda la ejecución de la obra.

Se dispondrán por cada frente de trabajo, dos botes de plástico de 200 L con tapa de dos colores para separar residuos en orgánicos e inorgánicos; y al menos cada tercer día, se retirarán los residuos del sitio de obras.

Residuos líquidos.

Se espera únicamente la generación de aguas grises como resultado del lavado de manos de los trabajadores al momento de ingerir sus alimentos. Se espera que se produzcan al día 40 L aprox. Este líquido se colectará en una tina ubicada por cada frente de trabajo, la cual diariamente se vaciará en tambos de plástico de 20 L de capacidad, y se depositará en el drenaje del campamento.

No se generarán residuos líquidos por uso sanitario, pues se instalarán sanitarios portátiles del tipo sanisecos; los cuales serán arrendados por la constructora y cuyo mantenimiento correrá a cargo del personal de la empresa de sanitarios.

Residuos gaseosos.

Durante casi todas las actividades del proyecto se generarán polvos, así como gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria que operen durante la preparación y construcción del sitio.

Si bien, una vez realizado la carretera, se espera que el tránsito de vehículos sea de 1500 - 5000 unidades diarias, el patrón de vientos, temperatura y humedad relativa, son factores que permiten la rápida dispersión de contaminantes gaseosos a la atmósfera, por lo que se espera que estas emisiones no sean significativas como para alterar las condiciones atmosféricas de la zona.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

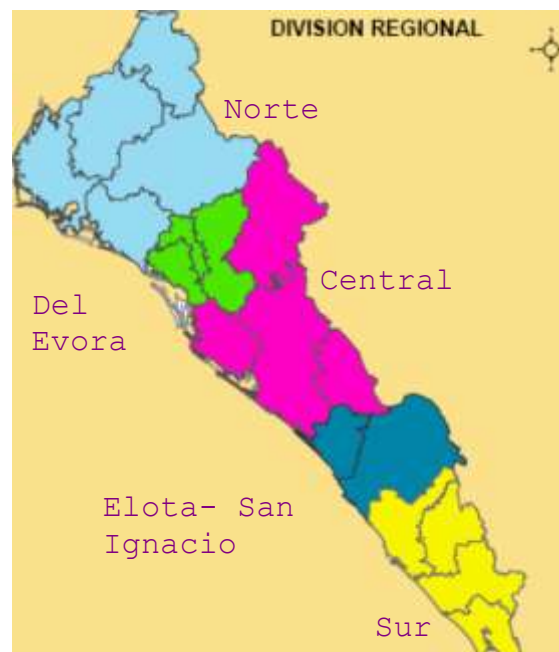
CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS OBJETOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

En este capítulo se realizará el análisis de las políticas en materia ambiental a los diferentes niveles de gobierno (estatal, regional y municipal) en la región donde se llevará a cabo el proyecto, para que exista una congruencia entre el proyecto y las estrategias de conservación del entorno natural establecidas en ellos; de esta manera se podrá asegurar que no exista obstrucción con algún otro plan, programa o proyecto de desarrollo urbano y/o ecológico de la región. De la misma manera en este capítulo se explicará la forma en la cual la SCT cumplirá con la normatividad en materia de medio ambiente.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano del estado de Sinaloa está dividido en 5 regiones (Norte, del Évora, Central, Elota-San Ignacio y Sur) considerando un conjunto de variables territoriales, demográficas, económicas, sociales y administrativas, ponderadas con las nuevas tendencias de integración microregional, dando como resultado la siguiente regionalización.

Figura III.1. Regiones en el estado de Sinaloa de Leyva.



El presente proyecto se realizará en la región norte (que está conformada por 5 municipios). La región Norte es la de mayor extensión, con 38.5% del territorio, por encima de la región III (Central). De acuerdo al conteo de INEGI del 2005, esta región contiene 33.3% del total de la población, abajo sólo de la región central. Concentra 29.1% de la población que vive en localidades de 2500 o más habitantes y 43.3% de las localidades menores, convirtiéndola en región con los niveles más altos de población rural, de acuerdo a la antigua división de rango población de urbano (comunidades mayores a 2500) y rural (comunidades menores a 2500).

Es una zona con fuerte vocación agropecuaria pues el 52.7% del total de la superficie, sustenta la agricultura de riego del estado, no obstante sólo genera el 28.4% del PIB estatal, es decir, una participación

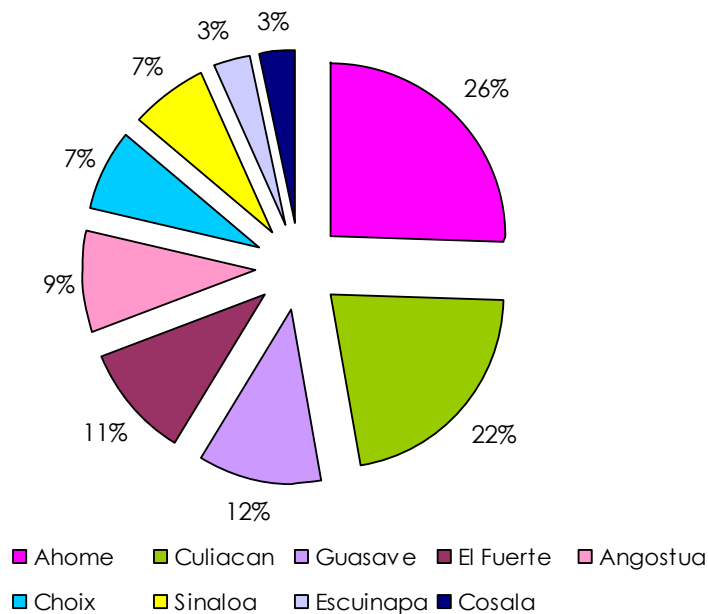
inferior al que representa en población. Asimismo, tiene 31.2% de la población ocupada del estado, de la cual, el 51.1% tenía ingresos hasta de dos salarios mínimos.

Esta región posee un sistema urbano con un fuerte crecimiento poblacional, gracias a 4 localidades que detentan niveles poblacionales superiores a los 15000 habitantes, como son: Los Mochis, Guasave, Gabriel Leyva Solano y Juan José Ríos.

El funcionamiento de este sistema urbano se manifiesta de forma lineal en la costa, fungiendo como un ente estructural lejano a la dinámica de las zonas serranas. En contraparte, en la Sierra Madre, las pendientes topográficas elevadas contribuyen a la dispersión de la población y que ubican a la región como el centro concentrador más fuerte de caseríos dispersos asociados al sistema agrícola de los valles y la sierra.

Respecto a la red carretera estatal, se encuentra conformada de la siguiente manera: La carretera federal No. 15, es el eje principal que traza la comunicación en el Estado, lo atraviesa a todo lo largo de Norte a Sur, pasando por las principales localidades en la entidad (atraviesa Los Mochis, Guasave, Guamúchil, Culiacán, Mazatlán, El Rosario y Escuinapa) y lo comunica con los estados de Sonora y Nayarit. Ésta tiene a su vez, un apoyo en la carretera de cuota (costera) de 4 carriles de Guasave-Culiacán- Mazatlán. Las demás carreteras principales se desprenden de éste eje, orientadas en su mayoría hacia el oriente. El Estado de Sinaloa cuenta con una superficie de rodamiento de 16, 538.2 kilómetros. Los Municipios que cuentan con la mayor superficie son:

Figura III.2 Superficie de rodamiento del estado de Sinaloa de Leyva.



El municipio de Choix es uno de los que cuenta con menor superficie de rodamiento debido a que la red carretera se concentra en la costa debido a la cercanía de la región agrícola, quedando la parte serrana prácticamente desprovista de caminos pavimentados. El municipio de Choix es el que menor porcentaje de carreteras pavimentadas presenta dentro del estado con sólo el 6.4% de superficie total de rodamiento.

A continuación se presenta la clasificación de las carreteras, por número de carriles y tipo de acabado:

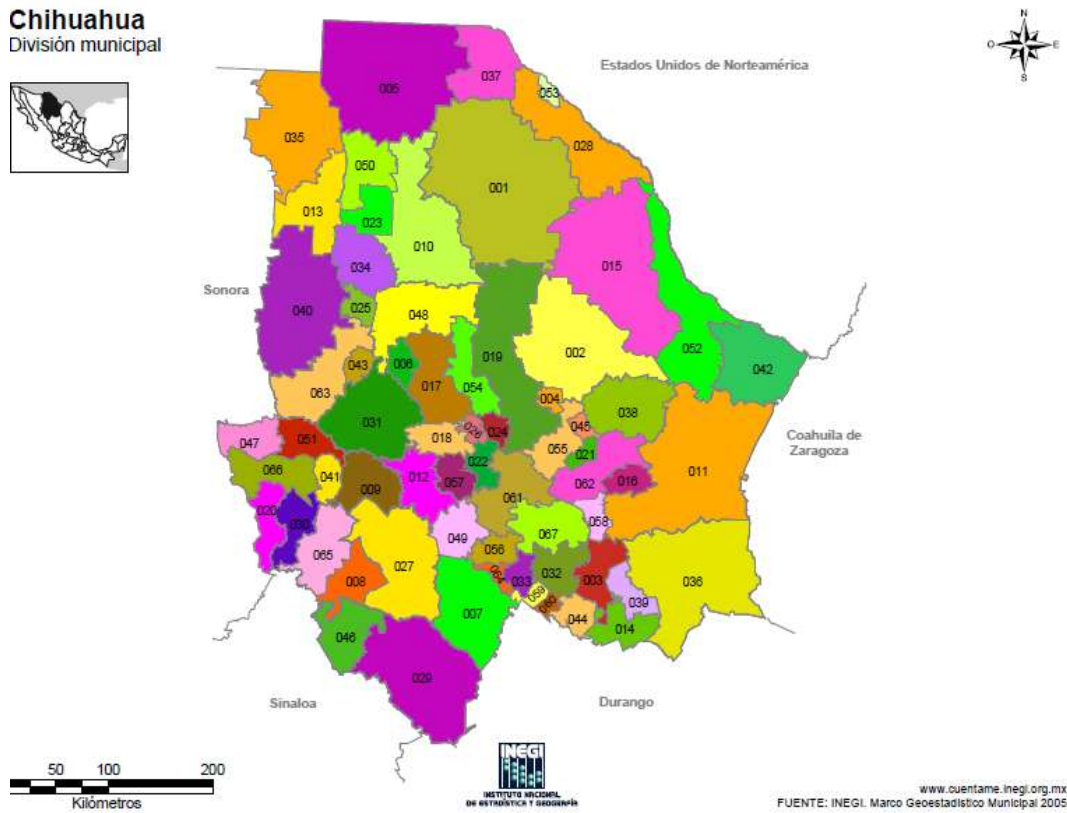
Tabla III.1. Clasificación de las carreteras, por número de carriles y tipo de acabado en el Estado de Sinaloa.

<i>Carretera</i>	<i>Clasificación</i>	<i>Carretera</i>	<i>Clasificación</i>
Las Brisas - Guasave	A4	Ramal a Dimas	B
Guasave - LosMochis	A4	Guamúchil – Mocorito	B
Los Mochis - Navojoa	A4	Guamúchil – Sinaloa de Leyva	B
Mazatlán - Villa Unión	A4	Guamúchil – Angostura	B
Los Mochis - Topolobampo	A4	Ramal a La Cruz	B
Libramiento Sur Culiacán	A2	Ramal a Reforma	B
Villa Unión - LaConcha	B	El Fuerte – Choix	B
Mazatlán – Culiacán (Libre)	C	Sinaloa de Leyva –Bacubirito	D
Culiacán – Pericos	A2	Sinaloa de Leyva –Mocorito	D
Pericos – Guamúchil	C	Sinaloa de Leyva –Est. Naranja	D
Guamúchil – Las Brisas	A2	Est. Bamoá – Est. Naranja	D
Mazatlán – Culiacán(Cuota)	A4	Mocorito – Surutato	D
Villa Unión – Durango	C	Mocorito – Badiraguato	D
Navolato – Altata	B	Badiraguato – Surutato	D-B
Culiacán – El Dorado	A4	Surutato – Bacubirito	D
Los Mochis – San Blas	B	Culiacán – Badiraguato	D
San Blas – El Fuerte	B	Sanalona – Presa López M.	D
Pericos – Badiraguato	C	El Tambor – Altata	D
Culiacán – Sanalona	B	Playa Ponce – El Dorado	D
San Pedro – La Curva	C	Cosalá – Gpe. de losReyes	D
Los Mochis – Ahome	A4	Ramal a Ceuta	D
Culiacán – Vitaruto	A4	Ramal a Barras de Piaxtla	D
Culiacán – Villa Juárez	B	Sanalona – Cosalá	D
Limoncito – 5 Hermanos	C	Escuinapa – Teacapán	C
El Salado – Quila – El Dorado	B		

De estos ejes de enlace intra e interregional, el presente proyecto se vincula con la carretera 15 actuando como unión a escala regional entre los estados de Sinaloa y Chihuahua, este último está conformado por 67 municipios, de los cuales, Juárez, Chihuahua, Delicias, Cuauhtémoc, Hidalgo del Parral, Jiménez y Nuevo, Casas Grandes, entre otros, están considerados como polos de desarrollo.

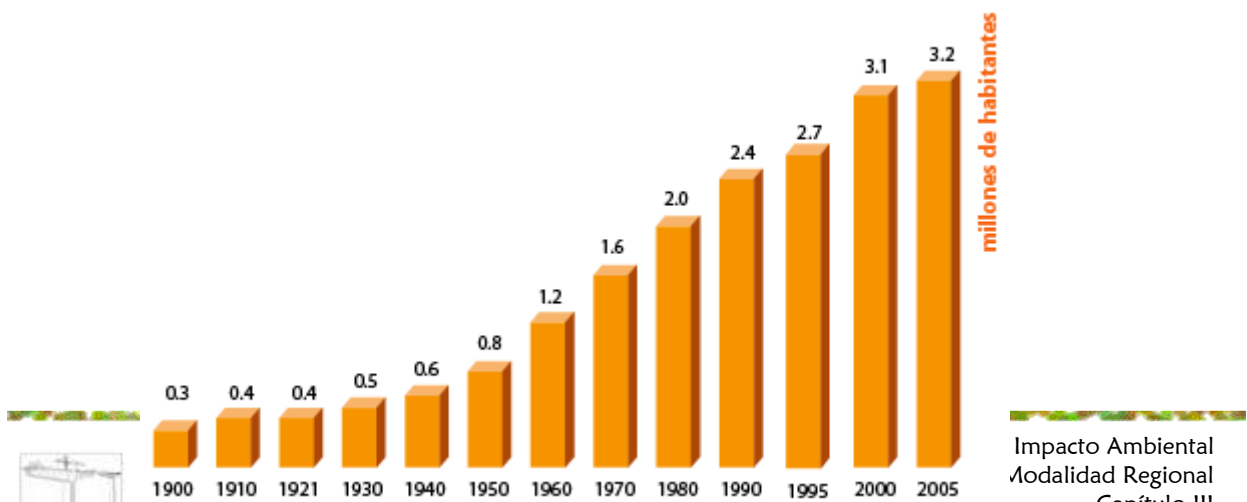
Dentro del estado de Chihuahua, el presente proyecto se ubicará en el municipio de Urique (Figura III.3, No. 65), cuya presencia de la etnia Tarahumara es destacada; esta misma ha tenido a lo largo de los años un fuerte rezago socioeconómico y cultural derivado en parte por la falta de rutas de acceso adecuadas para la distribución de bienes, servicios e infraestructura básica que permita elevar la calidad de vida de los habitantes. Los centros urbanos más cercanos a este municipio lo son Choix hacia el SW, y Cuauhtémoc hacia el SE (Figura III.3).

Figura III.3. Municipios de Chihuahua.



A partir de 1900 y hasta el año 2005, la población de Chihuahua creció casi once veces por efecto de su cercanía con Estados Unidos. Esta tasa de crecimiento demográfica estatal se estancó parcialmente en el periodo comprendido de 1910 - 1921 por efecto de la Revolución Mexicana, y a partir de 1960 ha tenido un ritmo de crecimiento constante debido al fenómeno migratorio que se vive en México. (Figura III.4)

Figura III.4. Perfil Sociodemográfico (INEGI, 2005)



A diferencia de los grandes centros urbanos de Chihuahua, el municipio de Urique es eminentemente rural y con alto grado de marginación; de acuerdo a datos del XII Censo General de Población y Vivienda 2005 del INEGI cuenta con 22,358 habitantes, siendo el 50.5% hombres y el 49.5% mujeres, y concentrados principalmente en los núcleos poblacionales de Urique (cabecera municipal), Corareachi, Guagueyvo, San Rafael, Cuiteco, Bahuichivo, Cerocahui, Cieneguita lluvia de oro, Tubares y Bahuerachi. Las principales actividades productivas de la región están enfocadas a la agricultura, la ganadería, la minería, el comercio y el turismo.

La diferencia tan grande que existe entre los municipios a nivel de desarrollo urbano y de potencial de desarrollo hace evidente la necesidad de dotar de infraestructura carretera que permita vincular a las distintas regiones que conforman al estado, el cual tiene una amplia gama de actividades productivas, que demandan el crecimiento y modernización de obras de infraestructura que soporten un desarrollo integral y equilibrado en todos los sectores de su economía.

Asimismo, lo extenso y diverso del territorio, determina que la infraestructura carretera existente sea insuficiente para aprovechar integralmente el potencial de desarrollo de las distintas regiones de la entidad, por lo cual es de suma importancia ampliar la red de carreteras y caminos, con la construcción de nuevos tramos, incluyendo libramientos y obras viales que faciliten, agilicen y proporcionen una mayor seguridad en áreas conflictivas, principalmente en el paso por las poblaciones y en vialidades urbanas.

Actualmente se cuenta con una red de caminos y carreteras con una longitud de 13,104.8 kilómetros, conforme a la clasificación que se detalla a continuación:

Tabla III.2. Caminos y carreteras, carriles en el Estado de Chihuahua.

<i>Caminos y Carreteras</i>	<i>Kilómetros</i>
Carreteras pavimentadas de 4 carriles a cargo de la federación.	408.1
Carreteras pavimentadas de 4 carriles a cargo del estado.	528.2
Carreteras pavimentadas de 2 carriles a cargo de la federación.	1 722.1
Carreteras pavimentadas de 2 carriles a cargo del estado.	2 975.8
Caminos vecinales revestidos a cargo del estado.	473.9
Caminos rurales municipales.	6 996.1
Total	13.104.8

De la tabla anterior, es notorio que el 53 % de los caminos del estado está conformado por caminos rurales que principalmente comunican a numerosas poblaciones y rancherías dispersas a lo largo de la Sierra Madre Occidental. De lo anterior y con objeto de mejorar la interconexión vial entre los distintos centro poblacionales de Chihuahua, el Plan estatal de desarrollo se tiene contemplado construir nuevas carreteras troncales y alimentadoras de integración y enlace territorial que sustenten un crecimiento económico en

todos los sectores productivos, así como, incrementar la red de caminos vecinales y rurales, fortaleciendo la comunicación carretera, a efecto de propiciar una importante facilitación al tráfico vehicular en el interior del estado y complementar la red existente, con la construcción de nuevos tramos que apoyen el traslado eficiente de mercancías y personas, para lo cual se considera la construcción de carreteras alimentadoras.

III.1 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS SECTORIALES NACIONALES Y REGIONALES.

III.1.1. Plan Chihuahuense de Desarrollo 2004 -2010

Dentro del plan de desarrollo se han trazado cinco ejes fundamentales, que contiene un diagnóstico de las líneas estratégicas que se deberán implementar para impulsar el desarrollo ordenado en Chihuahua. De estos preceptos, los siguientes se relacionan con el presente proyecto:

- Desarrollo humano y social: para lo cual se instrumentarán programas integrales de acción para atender de manera prioritaria, las zonas caracterizadas por la marginación y la pobreza, y los grupos sociales, urbanos y rurales, que viven en condición de desventaja económica.
- Desarrollo económico y regional: llevando a cabo acciones que coadyuven al mejoramiento en las expectativas de la población urbana y rural, vigilando y normando los procesos del desarrollo urbano a través de una adecuada legislación urbana, regional y ecológica.

En este contexto, para que exista un desarrollo regional, debe de existir un a nivel rural, de comunicaciones, urbano y ecológico, temas que se toman en cuenta para la realización de este proyecto como lo muestra la tabla III.1

Tabla III.3. Ejes del Plan Chihuahuense de Desarrollo relacionados con el proyecto.

Reto	Líneas estratégicas	Relación con el proyecto
<i>Desarrollo rural</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mejorar el desarrollo regional, por razón de la construcción de carreteras para interconectar las regiones de manera integral. ■ Apoyar la modernización de la infraestructura carretera que indiscutiblemente incrementará las actividades económicas como es la turística y la silvícola, de esta manera se interconectará al estado con los ejes carreteros incrementándose la productividad. 	<p>La carretera Choix - Bahuichivo forma parte de la infraestructura necesaria para la expansión de las actividades económicas generada en la zona de estudio al diversificarse los mercados; de esta manera se hace más competitivo al estado disminuyendo los altos costos de producción, ante nuestros socios comerciales en varios de los tratados que se han generado por la apertura comercial (Chile, Canadá, Estados Unidos de América).</p> <p>El comercio a pequeña escala, también se verá beneficiado por esta vía, ya que permitirá a la expansión de nichos comerciales de los pobladores de la región.</p>
<i>Comunicaciones</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gestionar con el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la asignación de recursos necesarios que permitan mantener y mejorar las condiciones actuales de la red de carreteras. ■ Promover, apoyar e incrementar acciones para la conservación y mejoramiento de la red de caminos municipales, en coordinación con los municipios y con los beneficiarios, con el propósito de mantener estos caminos en buenas condiciones de transitabilidad durante todo el año. 	<p>La variedad de regiones en el estado que van desde planicies hasta zonas montañosas, produce en el estado una variedad de actividades productivas que demandan crecimiento y modernización de obras de infraestructura que soporten un desarrollo integral y equilibrado en todos los sectores de su economía y de esta manera potencializar el desarrollo de las distintas regiones de la entidad.</p> <p>Urique por su parte tiene pocas carreteras pavimentadas, por lo que se hace necesaria la modernización de las brechas existentes, para poder integrar a este municipio de manera más rápida a la dinámica socioeconómica del estado.</p>
<i>Desarrollo urbano y ecología</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conjuguar el crecimiento económico con el desarrollo social con la explotación racional de los recursos, el cuidado del medio ambiente y los principios de equidad y justicia. ■ Establecer políticas públicas encaminadas a la protección, recuperación y sustentación del medio ambiente, así como la prevención y control de la contaminación del aire, del agua y del suelo. 	<p>Las condiciones ambientales de la zona de obras no han sido muy alterada pues la mayoría de caminos son de terracería, y estos caminos se caracterizan por adaptarse a las condiciones presentes del tipo de vegetación; sin embargo como parte de este estudio de impacto ambiental, se realizará un programa de rescate y reubicación de fauna, así como un programa de reforestación que permitan restituir en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de la zona.</p>

III.1.2. Plan Sinaloense de Desarrollo 2005 -2010

En este plan Estatal, la estrategia de desarrollo se reafirma a partir de cuatro vertientes: Desarrollo Social Incluyente y Solidario; Crecimiento, empleos y oportunidades para todos; abatir el delito y procurar Justicia; y, gobierno de la participación ciudadana, estos ejes corresponden a las líneas rectoras del ejercicio de gobierno, presentándose un relación directa en este proyecto con:

- Crecimiento, empleos y oportunidades para todos, otorgando atención prioritaria al campo y la pesca, y apoyando además actividades como el turismo, la minería y algunos sectores industriales.
- Desarrollo Social Incluyente y Solidario, adoptando estrategias de desarrollo incorporando la variable ambiental como parte integral de las formas y sistemas de relaciones de la sociedad con su entorno biofísico.

Las vertientes mencionadas se vinculan directamente con el proyecto tal como se menciona en la tabla III.3.

Tabla III.4. Ejes del Plan Sinaloense de Desarrollo relacionados con el proyecto.

Reto	Líneas estratégicas	Relación con el proyecto
<i>Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ampliar la infraestructura social y los servicios básicos en el medio urbano popular y rural. ■ Fortalecer la creación de infraestructura como instrumento que permita explotar las potencialidades de la economía estatal. 	<p>Este camino beneficiará a la población serrana del municipio de Choix, donde las condiciones de desarrollo humano aún se encuentran limitadas debidas principalmente a la carencia de vías de comunicación adecuadas para el abastecimiento de bienes y servicios encaminados a mejorar la calidad de vida de la población.</p> <p>Con esta vía, se fomentará el desarrollo estatal, al generarse más infraestructura carretera que vinculará a los distintos corredores económicos del estado, sobre todo en la parte norte de la Sierra Madre, donde el potencial que ofrece la región no es debidamente aprovechado.</p>
<i>Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo Forestal</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Realizar modelos de desarrollo sustentable que permitan el crecimiento equilibrado de la entidad. ■ Planear el crecimiento de los centros poblados, la conservación del medio ambiente, el manejo racional del agua, y el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 	<p>A efectos de que esta vía cumpla con los objetivos de desarrollo sustentable que contempla este documento, hay que compatibilizar la protección ambiental con la construcción de la carretera. Para lo cual, se realizará un programa de reforestación utilizando especies con germoplasma seleccionado, así como, un programa de rescate y reubicación de fauna que permitan rehabilitar en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de la zona</p>
<i>Desarrollo y Promoción Económica</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Presenta políticas de desarrollo económico enfocadas a facilitar que las unidades productivas sinaloenses exploten al máximo su potencial, otorgando atención prioritaria al campo y la pesca, y apoyando además actividades como el turismo, la minería y algunos sectores industriales mediante una mayor integración de la cadena de valor. 	<p>En el caso en particular, las actividades mineras y silvícolas son las más importantes, por lo que para poder expandir su mercado, se hace necesarias que en la zona de estudio exista esta vía para fomentar el intercambio comercial de la zona. Esto a su coadyuvará al mejoramiento de la población que allí habita.</p>

III.1.3. Programa sectorial de comunicaciones y transportes (PSCT) 2007-2012.

El presente programa, se dispone en torno a cuatro objetivos sectoriales que delimitan el trabajo durante la presente administración: aumentar la cobertura geográfica y social de la infraestructura, mejorar su calidad y eficiencia, incrementar sus niveles de seguridad y convertir al país en una de las principales plataformas logísticas competitivas del mundo.

Respecto a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2007-2012) y en el Programa Nacional de Infraestructura (PNI 2007-2012), se plantearon cuatro objetivos sectoriales de comunicaciones y transportes, en los que, la cobertura carretera es el más importante, ya que se tiene una meta para el año 2012 de 1757 Kilómetros modernizados en corredores interestatales; prácticamente siete (7) veces más de los 254 Kilómetros modernizados de carreteras existentes para el año 2006.

Sin embargo, la perspectiva de crecimiento a mediano plazo dentro de la infraestructura carretera no es tan optimista, ya que es en este subsector que se presentan rezagos importantes y cuyo abatimiento se considera prioritario en el Programa Sectorial. La problemática detectada en el área es la siguiente:

Tabla III.5. Problemática detectada en el sector de infraestructura carretera.

SUBSECTOR	PROBLEMÁTICA	TEMAS PRIORITARIOS 2007-2012
Infraestructura Carretera	<ul style="list-style-type: none"> ■ Deterioro de las condiciones de la red ■ Falta modernización de corredores carreteros ■ Falta continuidad de corredores en zonas urbanas ■ Problemas de congestionamiento en tramos de la red básica ■ Necesidad de mejoramiento de caminos rurales ■ Alto índice de accidentes y numerosos puntos de conflicto ■ Falta capacidad de respuesta para la atención de proyectos y simplificación administrativa ■ Recursos insuficientes 	<ul style="list-style-type: none"> a. Nuevos esquemas de financiamiento de infraestructura (NEC, PPS y AA) b. Programa Carretero 2007-2012 (100 proyectos estratégicos) c. Eficiencia operativa y conexión de corredores (libramientos, entronques, distribuidores y accesos) d. Modernización de corredores interestatales e. Modernización de caminos rurales y carreteras alimentadoras f. Conservación y atención de puntos de conflicto g. Modernización de la gestión del sistema carretero nacional

A continuación, se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción que tienen una estrecha relación con el proyecto de interés (Tabla III.4) y que básicamente se relacionan con la “infraestructura”, el “enfoque regional” y la “sustentabilidad”.

Tabla III.6 Objetivos, estrategias y líneas de acción del Sector vinculados con el proyecto carretero de Choix, Sinaloa-Urique, Chihuahua.

Objetivos	Estrategia	Líneas de acción	Vinculación con el proyecto
COBERTURA			
Infraestructura Carretera			
Ampliar la cobertura geográfica y social de la infraestructura así como de los servicios que ofrece el Sector, con el fin de que los mexicanos puedan comunicarse, trasladarse y transportar mercancías de manera ágil, oportuna y a precios competitivos, dentro del país y con el mundo.	Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población, de esta manera, integrar a las distintas regiones del país.	Modernizar los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.	La carretera conectará la parte noreste del estado de Sinaloa con la parte sureste de Chihuahua, ambas regiones en la cual este tipo de infraestructura es mínimo, formando parte <i>del corredor interestatal Topolobambo-Chihuahua</i> .
		Desarrollar ejes interestatales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera.	Ya que la falta de infraestructura carretera limita la conectividad de la región de estudio con las entidades federativas correspondientes, esta obra se vincula directivamente con esta línea de acción
		Llevar a cabo un amplio programa de construcción de libramientos y accesos carreteros a ciudades principales a fin de mejorar la conexión de la infraestructura carretera con la infraestructura urbana, contribuyendo al reordenamiento urbano y a la disminución de emisiones contaminantes por la descongestión de vialidades.	Al agilizar la vialidad en esta región, disminuirán las emisiones contaminantes producidas por los vehículos, además, ya no habrá cortinas de polvo circundante a los caminos de terracería existentes, lo que afecta la visibilidad, de esta manera la realización del proyecto mejorara las condiciones socioeconómicas mostrando así su relación con esta línea de acción.
Autotransporte Federal			
Ampliar la cobertura geográfica y social de la infraestructura y los servicios que ofrece el Sector, con el fin de que los mexicanos puedan comunicarse, trasladarse y transportar mercancías de manera ágil, oportuna y a precios competitivos, dentro del país y con el mundo.	Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de la infraestructura complementaria del autotransporte, a fin de apoyar la adecuada prestación de los servicios.	Promover inversiones privadas y públicas en infraestructura complementaria del autotransporte para proporcionar servicios seguros, eficientes y de calidad.	La construcción de una carretera siempre es un indicador de desarrollo urbano e manifiestamente favorecerá la amplitud de la cobertura tanto en la infraestructura carretera como el Autotransporte Federal, promoviendo de esta forma tanto a la iniciativa privada como a la pública la participación pública

Objetivos	Estrategia	Líneas de acción	Vinculación con el proyecto
CALIDAD			
Infraestructura Carretera			
Promover altos niveles de confiabilidad, oportunidad, eficiencia y cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la infraestructura y los servicios de comunicaciones y transportes, para contribuir a elevar la productividad del sector y el desarrollo económico y social del país.	Abatir el costo económico, social y ambiental del transporte asociado con el estado físico de la infraestructura carretera, en beneficio de toda la población y la seguridad del tránsito vehicular.	Reforzar las acciones que permitan elevar la seguridad del usuario en las carreteras federales.	Las especificaciones de esta carretera aseguran a los usuarios calidad y seguridad, por lo que existe relación directa con este objetivo.
Competitividad			
Infraestructura Carretera			
Convertir al país en una de las principales plataformas logísticas competitivas del mundo, aprovechando sus ventajas geográficas y comerciales e incorporando de manera continua las nuevas tecnologías en el desarrollo del sector para detonar el comercio exterior e interior y el crecimiento económico del país.	Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de las distintas regiones del país.	<p>Modernizar los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.</p> <p>Desarrollar ejes interestatales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera.</p> <p>Llevar a cabo un amplio programa de construcción de libramientos y accesos carreteros a ciudades principales a fin de mejorar la conexión de la infraestructura carretera con la infraestructura urbana, contribuyendo al reordenamiento urbano y a la disminución de emisiones contaminantes por la descongestión de vialidades.</p>	<p>En lo que se refiere a la competitividad se puede determinar una relación directa con la cobertura y la calidad, ya que si estos dos aspectos se cumplen podemos estar seguros de que el nivel de competitividad se elevará, esto se traduce en desarrollo económico y social. Esto es especialmente importante para la etnia tarahumara, que ha sido marginada.</p> <p>Esta carretera forma parte del Eje Interestatal Chihuahua – Sinaloa, ya es parte del corredor interestatal Topolobambo-Chihuahua.</p> <p>Esto nos lleva nuevamente al cumplimiento de los objetivos establecidos en el presente Plan, y por lo tanto el proyecto si se vincula correctamente con estos, en virtud de que este proyecto forma parte de la modernización estratégica de la red carretera de los estados de Chihuahua y Sinaloa.</p>

Fuente: SCT, 2007

III.1.4. Programa sectorial del medio ambiente y recursos naturales 2007-2012 (PSMAyRN).

Este programa argumenta que la sustentabilidad ambiental es cada vez más importante para nuestro desarrollo porque el agotamiento y la degradación de los recursos naturales renovables y no renovables representan crecientemente una restricción para la realización adecuada de las actividades productivas, y por tanto para la generación de oportunidades de empleo y generación de riquezas.

Dentro de los fines que contempla el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007–2012, está el impulsar el Desarrollo Humano Sustentable, entendido como el proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna, sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras.

Este programa se encuentra dividido en seis componentes que en conjunto establecen los ejes rectores de dicho plan, quedando de la siguiente forma:

1. **Agenda Verde.** Conservación y Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Terrestres y su Biodiversidad.
2. **Agenda Gris.** Prevención y Control de la Contaminación.
3. **Agenda azul.** Gestión integral de los recursos hídricos.
4. **Tranversalidad** de políticas públicas para el desarrollo sustentable e integración territorial.
5. **Modernización** de los instrumentos y de la gestión ambiental y de los recursos naturales.
6. **Ciencia y tecnología.** Investigación científica y tecnología ambiental con compromiso social.

De los ejes anteriormente mencionados, el presente proyecto cumple en su ejecución con cuatro de ellos: la Agenda Verde, la Agenda Gris, la Agenda Azul y la Transversalidad de Políticas Públicas. A continuación se describe la vinculación de forma particular:

III.1.4.1. Agenda Verde. Conservación y Aprovechamiento sustentable de los Ecosistemas Terrestres y su Biodiversidad.

México es un país privilegiado por la diversidad y riqueza de sus recursos naturales, mismos que han constituido desde siempre la base del desarrollo nacional, proporcionando productos, insumos, servicios y espacios para los quehaceres de la economía y la generación de riqueza, lo que a su vez promueve el desarrollo nacional.

Desafortunadamente, el desarrollo económico se ha privilegiado por encima de los costos ambientales netos y la transformación del medio ambiente para crear riqueza ha sido en la mayoría de los casos destructiva, sin que esta destrucción ambiental haya repercutido en una mejora en la calidad de vida y la economía de los distintos sectores de la sociedad, especialmente de los que viven en condiciones de mayor marginación en el país. Por tales motivos el PSMAyRN contempla una serie de objetivos enfocados a la conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas terrestres y su biodiversidad.

Los objetivos planteados en el PSMAyRN dentro de su agenda verde y con los cuales se pueden vincular una o más características o métodos de ejecución del presente proyecto se describen en la Tabla III.7:

Tabla III.7. Objetivos de la agenda verde del PSMaYRN vinculados al proyecto.

OBJETIVO	ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN
1. Conservar los ecosistemas y su biodiversidad	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Fortalecer la conservación en Áreas Protegidas.	La RTP Cañón de Chínipas (la cual es considerada como prioritaria por su excelente estado de conservación en su área riparia, selva y bosques de las laderas) se localiza al extremo Oeste del trazo, mientras que en el extremo Este se localiza la RTP Alta Tarahumara-Barrancas, además, toda la carretera está inmersa en la RHP de Río Fuerte. Lo anterior indica que se tratar de una región donde los ecosistemas existentes deben ser protegidos, de ahí que para poder cumplir con este punto del PSMaYRN, la SCT se compromete a una vez terminadas las obras realizar acciones de reforestación con especies nativas, a fin de que en un futuro a mediano y largo plazo no se ponga en riesgo la biodiversidad de las regiones mencionadas.
3. Restaurar y reforestar las tierras forestales degradadas y deforestadas.	1. Restauración de ecosistemas y suelos	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 con atención especial a áreas críticas, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los suelos. Compensar las superficies forestales pérdidas debido a autorizaciones de cambio de uso de suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.	La zona donde se realizará el proyecto, tiene uso suelo forestal en su mayoría, siendo en menor cantidad agropecuario; por lo que, con la finalidad de poder brindar estabilidad a los suelos aledaños a los terraplenes de la obra, se realizará un programa de reforestación, con especies típicas de los tipos de vegetación correspondientes, estas serán comunes en la región para restituir de manera parcial el ecosistema natural. La siembra de estas especies favorecerá a mediano y largo plazo, la repoblación vegetal en la región producto de los procesos de polinización que se realicen. De igual manera, los pastizales y herbáceas que se removerán se emplearán para la formar la composta, la cual tendrá como fin fertilizar los suelos a reforestar tal que los suelos sigan sosteniendo vegetación y de esta manera evitar su erosión, evitando daño en los ciclos biogeoquímicos del ecosistema.

III.1.4.2. Agenda gris Prevención y control de la contaminación.

Las actividades económicas vinculadas a los procesos sociales ejercen presión sobre los recursos naturales, influyendo así en su disponibilidad y calidad, entre los que se encuentran, la demanda y los procesos de producción con la finalidad de satisfacer las necesidades del mercado. Por otro lado, los contaminantes que llegan al ambiente no son más que materias primas y energía que no han sido aprovechados completamente en la fabricación de bienes de consumo o la provisión de servicios, ocasionando así afectaciones e impactos a los diferentes medios y ecosistemas.

El objetivo primordial es construir y mantener los caminos que por su importancia social son necesarios para comunicar a las zonas más apartadas de los grandes centros urbanos y de esta manera se relaciona directamente con las actividades económicas y de procesos productivos en la región, por lo que es de esperarse que mientras en la etapa de construcción la contaminación atmosférica aumentará, una vez que esté en operación, la contaminación atmosférica disminuirá por la agilidad que brindara su existencia.

El Plan Nacional de Desarrollo identifica la protección de la atmósfera y la contribución de México en la lucha contra los efectos del cambio climático como una de los principales objetivos a lograr en la presente administración. En este sentido, la visión de la Secretaría es realizar las acciones necesarias de prevención y control de la contaminación atmosférica con un enfoque integral, transversal y de sustentabilidad ambiental, de forma que todas las iniciativas y los esfuerzos permitan lograr beneficios en los ámbitos local, regional y global.

Como es sabido, el crecimiento poblacional trae consigo el crecimiento urbano, factor que representa a futuro problemáticas ambientales en materia de tránsito de vehículos automotores, flujo de transporte de materias, bienes y servicios. En este sentido la construcción de libramientos, distribuidores y vialidades adecuadas para el flujo constante de vehículos es de vital importancia para contribuir a la reducción de partículas contaminantes que alcanzan altos niveles de emisión en localidades con inadecuadas vialidades o la inadecuada implementación e incluso inexistencia de programas de desarrollo urbano. La ejecución del presente proyecto se alinea a normativas ambientales y contribuye a tres lineamientos de cuidado de la atmósfera descritos en la agenda gris del PSMAyRN su vinculación se describe en la Tabla III.6.

Tabla III.8. Objetivos de la agenda gris del PSMAyRN vinculados al proyecto.

OBJETIVO	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
<p>4.1.2. Control y prevención de la contaminación atmosférica; Reducir la emisión de gases y sustancias químicas de impacto regional y global.</p>	<p>2. Mejorar la generación y transferencia del conocimiento sobre contaminantes atmosféricos para la toma de decisiones</p>	<p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se pondrán en marcha diversas medidas de mitigación para las actividades que emitan contaminantes a la atmósfera. Se supervisará de manera constante la correcta aplicación de estas medidas para asegurar la reducción de contaminantes atmosféricos generados por motivo de la construcción de esta obra, bien sean de tipo gaseoso (maquinaria, equipo) y particulado (Polvos).</p> <p>Se deberá dar mantenimiento constante a la maquinaria y el equipo a fin de verificar que no se rebasen las emisiones gaseosas listadas en la NOM correspondiente</p>
<p>4.2.1. Lograr el manejo integral de los residuos mediante la aplicación de los instrumentos, las acciones y las estrategias contemplados en el marco legal vigente.</p>	<p>2. Fomentar el manejo integral de los residuos</p>	<p>Todos los residuos pétreos deberán de acamellonarse conforme se vayan generando a un lado del camino y necesariamente se removerán del sitio menos dos veces por semana hacia los bancos de materiales más cercanos, a fin de evitar que se generen polvos.</p> <p>Por otra parte, los residuos orgánicos (pastizales y herbáceas), deberán triturarse lo más pronto posible después de ser retiradas del sitio, ya que si el material vegetal seco se deja acumular a la intemperie durante la primavera, es un potencial generador de incendios forestales que afecten la calidad del aire de la región. Esa composta resultante se utilizará como abono para reforestar el área.</p>

III.1.4.3. Transversalidad de políticas públicas.

El PND establece el desarrollo humano sustentable como el principio rector de las políticas públicas federales y determina que el desarrollo consiste en crear una atmosfera en que todos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse para las generaciones presentes y futuras. Lo anterior significa que todas las acciones del gobierno deben diseñarse e implementarse tomando en cuenta la relación intrínseca entre los factores de cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos, los económicos y los sociales. Solo de esta manera se construirán las condiciones para lograr el México más justo, equitativo, competitivo, generador de empleos, democrático y abierto al mundo que todos deseamos.

Por lo anterior es indispensable diseñar las diversas estrategias que favorezcan la coordinación de acciones intra e intersectoriales, a nivel general y en espacios territoriales específicos, en condiciones y modalidades que aseguren que sus efectos sean complementarios y sinérgicos.

Tabla III.9. Objetivos del programa de transversalidad de políticas públicas del PSMAyRN vinculados al proyecto.

OBJETIVO	ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN
6.3.1. Incorporar criterios de regulación ambiental en los asentamientos humanos por medio de la aplicación de instrumentos normativos y de fomento ambiental urbano.	2. Fortalecimiento de la acción local en materia de planeación, reglamentación y gestión urbana	<p>* Reorientar y fortalecer el proceso de planeación urbana.</p> <p>* Modificar los patrones tradicionales de ocupación del suelo urbano, en los que se incorporen criterios de sustentabilidad ambiental, particularmente en la zonificación, el equipamiento y los servicios urbanos.</p>	<p>Este proyecto está tomando en cuenta las directrices de protección ambiental mencionadas en los planes de estatales de desarrollo de Sinaloa y Chihuahua, a través de la implementación de diversas medidas de mitigación durante todas las fases que comprenderá la construcción de la obra.</p> <p>La elaboración de estos planes de desarrollo es un ejemplo de la transversalidad de las políticas públicas en beneficio del desarrollo urbano y la sustentabilidad ambiental.</p> <p>Si bien en la región no existe una política de gestión urbana ya que se trata de una zona eminentemente rural, la construcción de esta vía terrestre debe cumplir con los criterios de sustentabilidad ambiental a través de acciones que aminoren la manifestación de impactos ambientales derivados de esta obra.</p>

III.1.5. Planes Estatales de Desarrollo

III.1.5.1. Plan Estatal de Desarrollo del estado de Chihuahua (2004-2010)

Plantea cinco ejes fundamentales de prioridad trazados en el presente Plan: Desarrollo Humano y Social, Desarrollo Económico y Regional, Justicia y Seguridad, Cultura y Calidad Educativa, Gobierno y Administración, de los cuales los de interés para la vinculación con la carretera de interés, se menciona a continuación.

Desarrollo económico y Social

Comunicaciones

Contempla la conservación y modernización de la infraestructura de carreteras, caminos, aeropistas y telecomunicaciones con que se cuenta, y la ampliación de la misma para proporcionar una mayor cobertura en el estado. Por su carácter de mediano plazo, podrá rebasar el período 2004-2010, considerando que su instrumentación dependerá de la conjunción de recursos con el Gobierno Federal en los frentes que le corresponden, como de la propia capacidad de las finanzas del estado, para lo que comprometemos nuestra intensa gestión.

Tabla II.10 Comunicaciones

OBJETIVO	ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN
Ampliar la red de carreteras y caminos, con la construcción de nuevos tramos, incluyendo libramientos y obras viales que faciliten, agilicen y proporcionen una mayor seguridad en áreas conflictivas, principalmente en el paso por las poblaciones y en vialidades urbanas.	<p>Conservar y mejorar el nivel de servicio de la red carretera existente, así como la transitabilidad en los caminos vecinales y rurales existentes.</p> <p>Construir nuevas carreteras troncales y alimentadoras de integración y enlace territorial que sustenten un crecimiento económico en todos los sectores productivos.</p>	<p>Impulsar la apertura de vías de comunicación con los estados vecinos, para lo cual se promoverá la formalización de acuerdos de coordinación con la Federación para la aplicación de recursos fiscales, que hagan factible la construcción de carreteras interestatales y la modernización de cruces fronterizos.</p> <p>Avanzar, dada su prioridad, en la construcción de las primeras etapas de las siguientes obras:</p> <p><i>San Rafael - Bahuichivo - Témoris.</i></p>	<p>Este proyecto cumplirá tanto las funciones de interconexión vial estatal como regional ya que forma parte del eje Topolobampo – Chihuahua, que tendrá conexiones con el Texas, E.U.</p> <p>Si bien no aparece el nombre de esta carretera dentro del PED, el tramo mencionado de San Rafael - Bahuichivo – Témoris, está relacionado a la carretera Choix – Bahuichivo, por lo que existe vinculación con este documento.</p>

III.1.5.2 Plan Estatal de Sinaloa

Este documento está estructurado a partir de 4 ejes rectores sobre los cuales se busca el bienestar de la población sinaloense.; de ellos, los capítulos de “Desarrollo Social Incluyente y solidario” y “Crecimiento, empleos y oportunidades para todos”, son los que presentan vinculación con este tramo carretero ya que se convierte en un instrumento que facilitará la obtención de los objetivos planteados, sobre todo en la región de estudio, donde el municipio de Choix, es uno de los que presenta una mayor tasa de marginación socioeconómica dentro del estado.

Tabla II.11 Desarrollo Social Incluyente y solidario

PROBLEMÁTICA	OBJETIVO	LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN	
En Sinaloa existen regiones con dificultades de crecimiento y desarrollo económico estructurales originadas por el declive de las actividades tradicionales en zonas rurales y por rezagos de su infraestructura.	Ampliar las capacidades humanas básicas de la población.	Enlazar a productores de bienes de consumo básicos con consumidores pobres.	Esta obra expandirá los nichos comerciales entre pequeños productores de la zona serrana de Choix y la zona de la costa Sinaloense y la Sierra de Chihuahua. También pueden reportarse beneficios a niveles regionales y/o internacionales.	
	Mejorar la infraestructura social y los servicios básicos.	Llevar a cabo un programa extraordinario de pavimentación que permita reducir su déficit	El municipio de Choix carece de infraestructura vial adecuada. Esta carretera favorecerá la realineación y pavimentación de terracerías y brechas que de manera secundaria comunican a comunidades aisladas con Choix.	
	Impulsar el desarrollo de las regiones más rezagadas.		Mejorar la infraestructura básica	Dentro de la infraestructura básica que hay que mejorar en Choix está la vial, a la cual pertenece esta obra.
			Fortalecer la integración de las zonas serrana y pesquera con el resto del estado.	Esta carretera permitirá integrar la zona costera y serrana del NE de Sinaloa
	Preservar, conservar y aprovechar los recursos naturales promoviendo su desarrollo sustentable.	Realizar un programa de reforestación utilizando especies con germoplasma seleccionado, así como impulsar el fortalecimiento de los viveros oficiales de la entidad con el propósito de obtener una mayor y mejor producción y fomentar una plantación más efectiva.	Anexo a esta Manifestación de Impacto Ambiental se hace entrega de un programa de reforestación de la zona aledaña a la línea entre cerros, el cual se realizará con las especies más importantes de la zona a afectar, para compensar el daño ocasionado al entorno por el retiro de la vegetación forestal.	

Tabla 12. Crecimiento, Empleos y Oportunidades Para Todos.

PROBLEMÁTICA	OBJETIVO	LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN
Las políticas de desarrollo están enfocadas a facilitar que las unidades productivas sinaloenses exploten al máximo su potencial. Para lograr los propósitos planteados es necesario fortalecer la creación de infraestructura como instrumento que permita explotar las potencialidades de la economía estatal.	Crear y optimizar la infraestructura para el desarrollo.	Integrar un sistema de logística de comunicaciones multimodal que ligue las comunicaciones terrestres, ferroviarias y portuarias de la entidad, para el desarrollo de servicios de transporte competitivos y eficientes.	El eje carretero Topolobampo – Chihuahua (donde uno de los tramos corresponde a esta obra) está planificado como parte de un sistema de transporte multimodal competitivo y eficiente en la zona NW del país, que también tendrá relación con los E.U.
	Dar un nuevo impulso al desarrollo regional.	Modernizar y ampliar la red carretera estatal que dé una mayor integración de las comunidades de la sierra, costa y valle.	El aislamiento de las comunidades serranas del municipio de Choix con respecto a la zona de la costera de Topolobampo se reducirá ya que esta carretera cumplirá la función de conector intra e interestatal.
	Promover el fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones.	Continuar la integración carretera con los estados vecinos.	Esta carretera en sí misma es de carácter interestatal, por lo que se ajusta claramente a PND de Sinaloa, sobre todo tomando en cuenta que no existe una vía que permita la comunicación terrestre rápida entre Sinaloa y Chihuahua.

III.1.6. Planes Municipales de Desarrollo

III.1.6.1. Plan Municipal de Urique, Chihuahua

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) de Urique, Chihuahua, gira en torno de dos ejes de interés:

1. Desarrollo humano y social.

Tiene el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población principalmente de aquella que vive en condiciones de vulnerabilidad.

Dentro de las acciones a ejecutar para cumplir este punto, se menciona el financiamiento de proyectos productivos que brinden ingresos complementarios a las personas que viven en situación de extrema pobreza, así como dotar de servicio médico a una población marginada que tiene altas

tasas de mortalidad por enfermedades gastrointestinales en verano e infecciones respiratorias en invierno.

La construcción de este camino, hará posible la apertura de proyectos productivos en la región al existir una vía de acceso que permita el libre tránsito de bienes, lo que redundará en un mejor ingreso económico en la población al diversificarse los mercados de comercialización.

De manera adicional, esta vía permitirá tener una atención médica más rápida y oportuna a la población tarahumara cuando por cuestiones climáticas los índices de enfermedades de tipo “común” sean más elevados.

2. Desarrollo Económico y Regional

La infraestructura es tomada en cuenta en este PMD para abatir el rezago en infraestructura en las distintas secciones municipales, lo cual favorece otras actividades productivas en la región como el turismo y la comercialización de productos agropecuarios y silvícolas.

Si bien no se menciona de manera directa la construcción de la carretera Bahuichivo – Choix dentro de este documento, en las acciones a realizar para obras de infraestructura, se menciona la rehabilitación de caminos de herradura; si bien esta carretera no es un camino de herradura, muchos de los mismos se interconectarán con esta vía principal dentro del municipio.

III.1.5.2. Plan Municipal de Choix, Sinaloa

La finalidad del Plan Municipal de Desarrollo (PMD) del municipio de Choix Sinaloa es fomentar el desarrollo social a través de inversiones y programas de urbanización, infraestructura de servicios básicos, proyectos generadores de empleo, asistencia a familias vulnerables y el fortalecimiento del sector educativo y cultural. Para lo cual se plantean las siguientes líneas de acción: Urbanización y obras públicas, servicios públicos municipales, servicios médicos, mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado, seguridad pública y tránsito municipal, desarrollo social y rural, turismo, pesca, ecología, prevención y acción social, las mujeres, cultura, deporte y desarrollo integral de la familia.

De igual manera, la construcción de la carretera Bahuichivo – Choix dentro de este documento, en las acciones a realizar para obras de infraestructura, se menciona la Construcción de 60 kilómetros de pavimento asfáltico, en caminos vecinales estratégicamente ubicados, dentro de los cuales se puede considerar esta carretera, ya que si bien no es de índole vecinal, favorecerá simultáneamente a varias comunidades aisladas

Tabla III.13. Líneas de acción del Plan Municipal de Desarrollo de Urique vinculado al proyecto

Línea	Objetivo	Estrategia	Vinculación con el proyecto
Turismo	Fomentar el desarrollo social	Apoyar el desarrollo turístico en el municipio con el propósito de fomentar la oferta, desarrollar productos competitivos y mejorar la calidad de los servicios turísticos. Favorecer la dotación de infraestructura en apoyo al turismo.	La finalidad es promover el turismo en el municipio para lo cual se necesita ampliar las carreteras existentes así como su rehabilitación para agilizar la vialidad y de esta manera sea más fácil acceder al los sitios de atracción turista, lo cual representará una aumento en la derrama económica de la región.
infraestructura	Abatir el rezago en infraestructura en las distintas secciones municipales para prevenir situaciones conflictivas por la deficiencia de obra pública y vialidad.	Construcción de obras públicas. Disminuir los rezagos de infraestructura al servicio de la comunidad.	Esta carretera es una obra que si bien no está contemplada dentro del Plan Municipal de Desarrollo, también cumple con los objetivos de agilizar la conexión existente entre el municipio de Urique el municipio de Choix en Sinaloa, por lo cual la vinculación de la misma con las políticas municipales en materia de vialidad es total.

Tabla III.14. Líneas de acción del Plan Municipal de Desarrollo de Sinaloa vinculado al proyecto

Línea	Objetivo	Estrategia	Vinculación con el proyecto
Urbanización y obras públicas	Dar solidez al crecimiento continuo de Choix.	Construcción de obras públicas. Disminuir los atrasos de infraestructura en la comunidad.	La finalidad del Plan Municipal de Desarrollo es promover el crecimiento social y económico de Choix, esta carretera al interconectar varias comunidades, fomenta la competitividad y con ello la mejora de los servicios de las comunidades beneficiadas en la región; con lo cual existe una relación total con las políticas de urbanización.

III.1.7. Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables

A la fecha no existe un Plan de ordenamiento ecológico territorial aplicable de índole local, estatal, y/o regional dentro del SAR del proyecto.

III.27. PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas

En este caso, no existen áreas naturales protegidas cercanas a la zona donde se realizará este proyecto, la más cercana es el Parque Natural Barrancas del Cobre, pero dada la accidentada orografía que existe en la región, esta ANP queda fuera del polígono del SAR, y con ello, **los impactos ambientales previstos por la ejecución de este proyecto no afectarán a esta ANP de manera directa o indirecta por la construcción de esta obra.**

III.2.2 Otras Áreas de Importancia Ambiental

Con la finalidad de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la CONABIO ha promovido un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se busca orientar los esfuerzos de investigación para optimizar el conocimiento de la biodiversidad en México. Cabe mencionar que dichas áreas no cuentan aún con categoría de Áreas Naturales Protegidas, por lo tanto no se rigen bajo ningún instrumento normativo, si bien son importantes por sus grados y status de conservación no tienen ningún tipo de restricción.

Otro tipo de áreas de importancia ambiental diferentes a las propuestas por la CONABIO son los sitios RAMSAR, que buscan la conservación y uso racional de humedales, enfatizando en el mantenimiento de sus servicios ambientales así como su protección como hábitat de diversas especies de flora y fauna.

A continuación en la Tabla III.15. Se mostrarán las áreas de este tipo más cercanas al Proyecto.

Tabla III.15 Áreas de importancia ambiental cercanas al SAR del proyecto

Área de Importancia Ambiental	Clave	Nombre	Distancia más cercana al proyecto
Región Terrestre Prioritaria	RTP No. 30	Alta tarahumara- barrancas	2.75 Km al E
Región Terrestre Prioritaria	RTP No. 32	Cañón de chínpas	22.55 Km al W
Región Hidrológica Prioritaria	No. 18	Cuenca alta del rio fuerte	El proyecto se ubica dentro de esta RHP

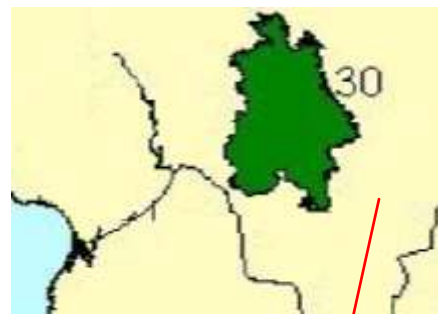
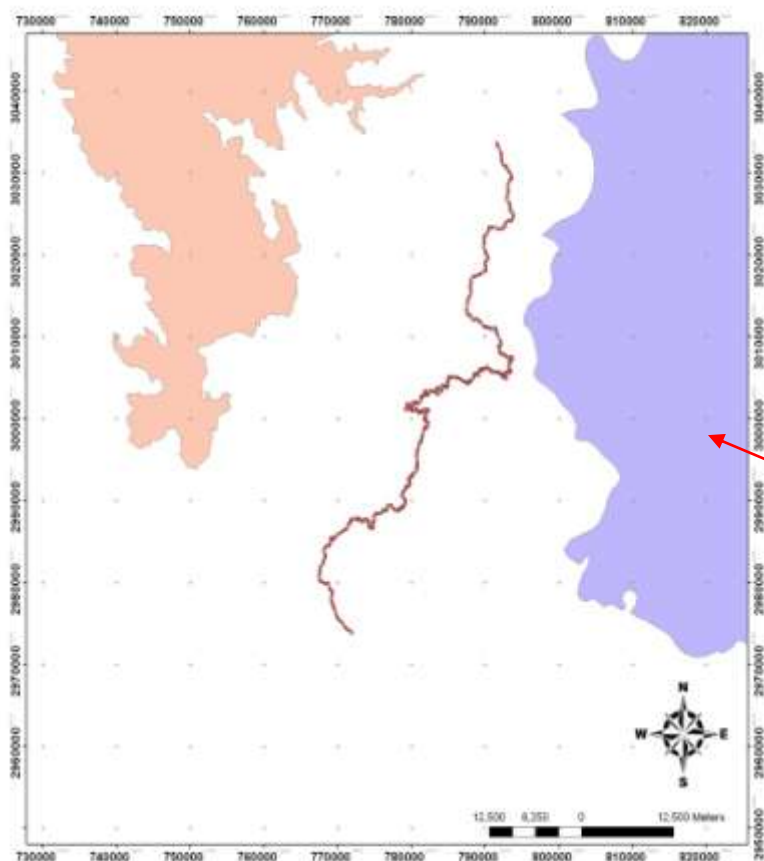
III.2.2.1 Región Terrestre Prioritaria

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), son unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde además, se tenga una oportunidad real de conservación. Y a continuación se presenta la descripción de cada una de las RTP's citadas.

Figura III.5. Región Terrestre Prioritaria No 30. Alta tarahumara - barrancas





Características Generales



Coordenadas Extremas	Municipios	Localidades de Referencia	Superficie	Valor para la conservación
Latitud N: 26° 43' 12" a 28° 18' 36" Longitud W: 106° 52' 12" a 108° 01' 48"	Balleza, Batopilas, Bocoyná, Carichi, Guachochi, Guazapares, Guerrero, Maguarichi, Morelos, Nonoava, Ocampo, Urique.	Cuauhtémoc, Chih.; Guachochi, Chih.; San Juanito, Chih.; Creel, Chih.	11,246 km ²	3 (mayor a 1,000 km ²)

Se considera una región prioritaria por su importancia biogeográfica, así como por su variedad de ecosistemas (presencia de una gradiente altitudinal desde selva baja caducifolia hasta bosques de coníferas), desde el punto de vista hidrológico, constituyen dos partes de la misma unidad (zona de recarga de acuíferos y escurrimiento de la cuenca del río El Fuerte y de recarga de la del Conchos). Por otro lado, en las cuencas de los ríos Urique y Batopilas, los tipos de vegetación que quedan representados, en primera instancia, son el bosque de encino y la selva baja caducifolia, presentándose toda la gama de ecosistemas; se reporta la presencia de la guacamaya verde en el río

Urique, la cual de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001 está en peligro de extinción, además, se presenta un mosaico microclimático que permite ecosistemas muy diversos en distancias muy cortas.

Hay presencia de especies clave tales como el puma, la nutria y el águila dorada, además, encontrándose *Spermophilus madrensis* ardilla endémica de esta región, entre otros.

Factores Bióticos

Diversidad ecosistémica: Bosques tropicales y Bosques templados.

Selva baja caducifolia a bosque templado de pino y de encino.

Los principales tipos de vegetación y uso del suelo en esta región, así como, su porcentaje de superficie son:

Tipo de vegetación	Características	Cobertura (%)
Bosque de pino	Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías.	73
Bosque de encino	Bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas templados y en altitudes mayores a los 800 m.	10
Selva baja caducifolia	Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75 % de las especies pierden las hojas durante la época de secas.	7
Agricultura, pecuario y forestal	Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, 5% puede ser permanente o de temporal.	5
Otros		5

Factor	Descripción	Valor para la Conservación
Integridad ecológica funcional	La explotación de los bosques de pino ha producido el reemplazo estructural de especies de pino.	3 (medio)
Función como corredor biológico	Del complejo <i>Pinus arizonica</i> y <i>Pinus durangensis</i> . Parte de la región enmarca las Barrancas del Cobre y el río Urique, que sirven de corredor a especies de selva baja caducifolia.	3 (alto)
Fenómenos naturales extraordinarios	Presencia de parientes silvestres de especies domesticadas, como <i>Vitis</i> sp.	2 (importante)
Presencia de endemismos	<i>Spermophilus madrensis</i> , entre otros.	3 (alto)
Riqueza específica	Mediana con referencia al género <i>Pinus</i> .	3 (alto)
Función como centro de origen y diversidad natural.	Se estima que su importancia es alta, principalmente para el género <i>Pinus</i> , aunque hacen falta estudios más detallados	3 (muy importante)

Problemática ambiental

Existe un fuerte impacto a causa de la actividad forestal; funcionalmente la región presenta disminución de madroño y cambio en la estructura de comunidades de *Pinus lumholtzii* y encinos. El área requiere de actividades de recuperación y restauración.

Aspectos Antropogénicos

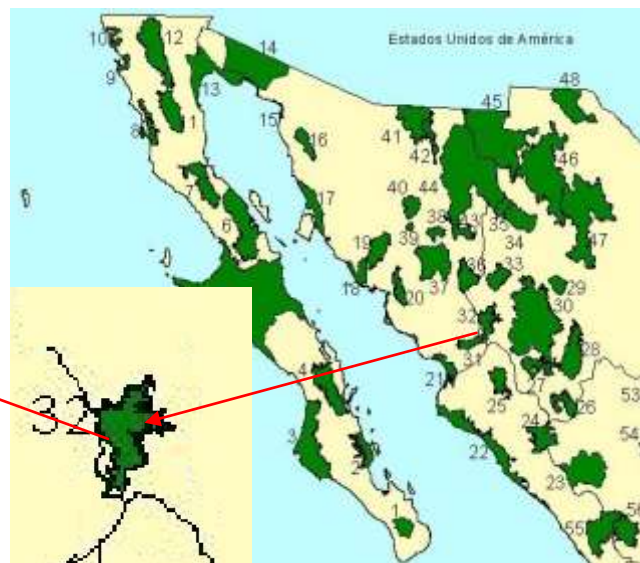
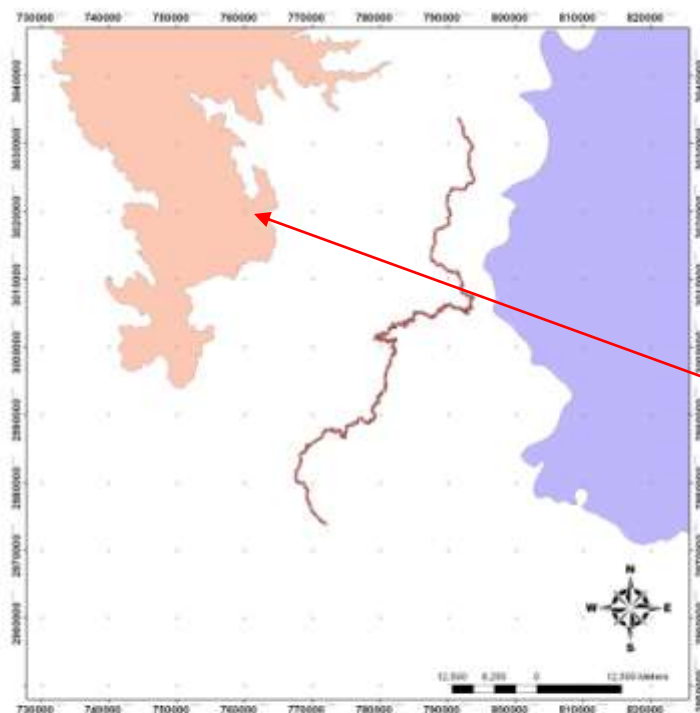
Factor	Descripción	Valor para la Conservación
Función como centro de domesticación	Mantenimiento de la flora útil como alimento y medicinal, por parte del grupo étnico rarámuri.	3 (muy importante)
Pérdida de superficie original:	El impacto forestal está disminuyendo la diversidad en la estructura, provocando una falta de reposición de especies y una tendencia a la suplantación por bosque monoespecífico.	2 (medio)
Nivel de fragmentación de la región	Aún existe un nivel de integridad adecuado, pero se presenta un fuerte fenómeno de fragmentación de la región como resultado de una actividad forestal inadecuada.	2 (medio)
Cambios en la densidad poblacional	Los asentamientos humanos tienden a crecer.	2 (bajo)
Presión sobre especies clave	La alteración de los ecosistemas está afectando principalmente a especies del género <i>Pinus</i> y a especies de mamíferos mayores.	3 (alto)
Concentración de especies en riesgo	Información no disponible.	0 (no se conoce)
Prácticas de manejo inadecuado	Información no disponible.	0 (no se conoce)

Vinculación

Una porción muy pequeña de esta RTP se encuentra dentro del SAR en dirección Este, por lo que es de vital importancia seguir las recomendaciones propuestas para su conservación a fin de evitar la problemática principal que representa la ejecución del proyecto dentro del entorno (deforestación). De forma particular, la ejecución del proyecto afectará la cobertura vegetal de manera importante en la zona de influencia directa del proyecto, sin embargo, no existe riesgo que de que llegue a afectar el área de distribución de la Guacamaya verde (*Ara militaris*) ya que ésta se ubica en la zona de distribución de la SBC (área de barrancas); mientras que el ecosistema que resultará afectado en esta zona de la RTP será el bosque de coníferas ubicado en las partes altas de dichas barrancas.

Otra de las especies indicadoras de esta RTP es el puma; sin embargo, no existen registros de su presencia en la zona acorde a las entrevistas realizadas a los pobladores; este organismo de manera natural evade la presencia humana, de ahí que prefiera sitios donde la actividad antropogénica sea muy limitada. Dentro del SAR esta especie se puede mover hacia la parte alta de las barrancas o en zonas con pendientes pronunciadas de buena cobertura vegetal en busca de abrigo y alimento; es por esta razón que en los pequeños valles que se forman en las partes altas de la Sierra (como el sitio de estudio) y que son propicios para la aparición de asentamientos humanos, es poco probable ver depredadores tope como el puma.

Figura III.6 Región Terrestre Prioritaria No 32. Cañón de Chínipas



Características Generales

Coordenadas Extremas	Municipios	Localidades de Referencia	Superficie	Valor para la conservación
Latitud N: 27° 02' 24" a 27° 46' 48" Longitud W: 108° 09' 00" a 108° 40' 48"	Álamos, Chínipas, Guazapares, Uruachic.	Álamos, Son.; Chínipas de Almada, Chih.; Temoris, Chih.; Milpillas, Chih.	1,459 km ²	3 (mayor a 1,000 km ²)

Se considera región prioritaria por su excelente estado de conservación en su área riparia, selva y bosques de las laderas. Una expedición reciente de entomólogos de la UACH (Chihuahua)-Universidad del Sur de California encontró un considerable número de nuevos taxa.

Factores Bióticos

Diversidad ecosistémica: Se presentan una gran variedad de ecosistemas, desde selva baja hasta bosque de pino. Los principales tipos de vegetación y uso de los suelos representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

Tipo de vegetación	Características	Cobertura (%)
Selva baja caducifolia	Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75 % de las especies pierden las hojas durante la época de secas.	65
Bosque de encino	Bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas templados y en altitudes mayores a los 800 m.	28
Otros		7

Factor	Descripción	Valor para la Conservación
Integridad ecológica funcional	Grado de conservación de los ecosistemas	4 (alto)
Función como corredor biológico	Constituye un corredor entre la biota de la Sierra Madre Occidental, hacia el norte y el sur, y entre elementos de la sierra y la costa.	3 (alto)
Fenómenos naturales extraordinarios	Migración de aves. Es el límite entre selvas medianas y bosques mesófilos.	2 (importante)
Presencia de endemismos	Se estima alto para plantas e insectos.	3 (alto)
Riqueza específica	Flora, insectos, mariposas.	3 (alto)
Función como centro de origen y diversidad natural.	Información no disponible.	0 (no se conoce)

Problemática ambiental

Hasta el momento la situación es estable, pero se está proyectando construir una carretera hacia el poblado de Creel y existe un proyecto turístico de Fonatur que en breve pueden cambiar la situación.

Aspectos Antropogénicos

Factor	Descripción	Valor para la Conservación
Función como centro de domesticación	Información no disponible.	0 (no se conoce)
Pérdida de superficie original:	Se puede alterar la dinámica del área debido a proyectos de desarrollo.	1 (bajo)

Nivel de fragmentación de la región	No se presenta una alteración significativa de los ecosistemas.	1 (bajo)
Cambios en la densidad poblacional	De momento no se presenta incremento significativo de la población en el área, sin embargo puede haber cambios a corto plazo.	1 (estable)
Presión sobre especies clave	Información no disponible.	0 (no se conoce)
Concentración de especies en riesgo	Por el nivel de integridad ecológica se estima que actualmente no hay peligro al respecto.	1 (bajo)
Prácticas de manejo inadecuado	Sólo en las partes bajas.	1 (bajo)

Vinculación

La realización de este proyecto si bien representa un impacto de magnitud importante para la cobertura vegetal y se considera como la principal problemática ambiental de esta RTP por efecto de la construcción de la carretera a Creel (la cual es la continuación del trazo Choix – Bahuichivo y que en conjunto forman parte del Eje Carretero Topolobampo – Chihuahua), se prevé que los efectos serán reversibles en virtud de que la alteración que se producirá podrá ser asimilada por el ambiente, a corto, medio o largo plazo debido al estado de conservación de los tipos de vegetación ahí presente.

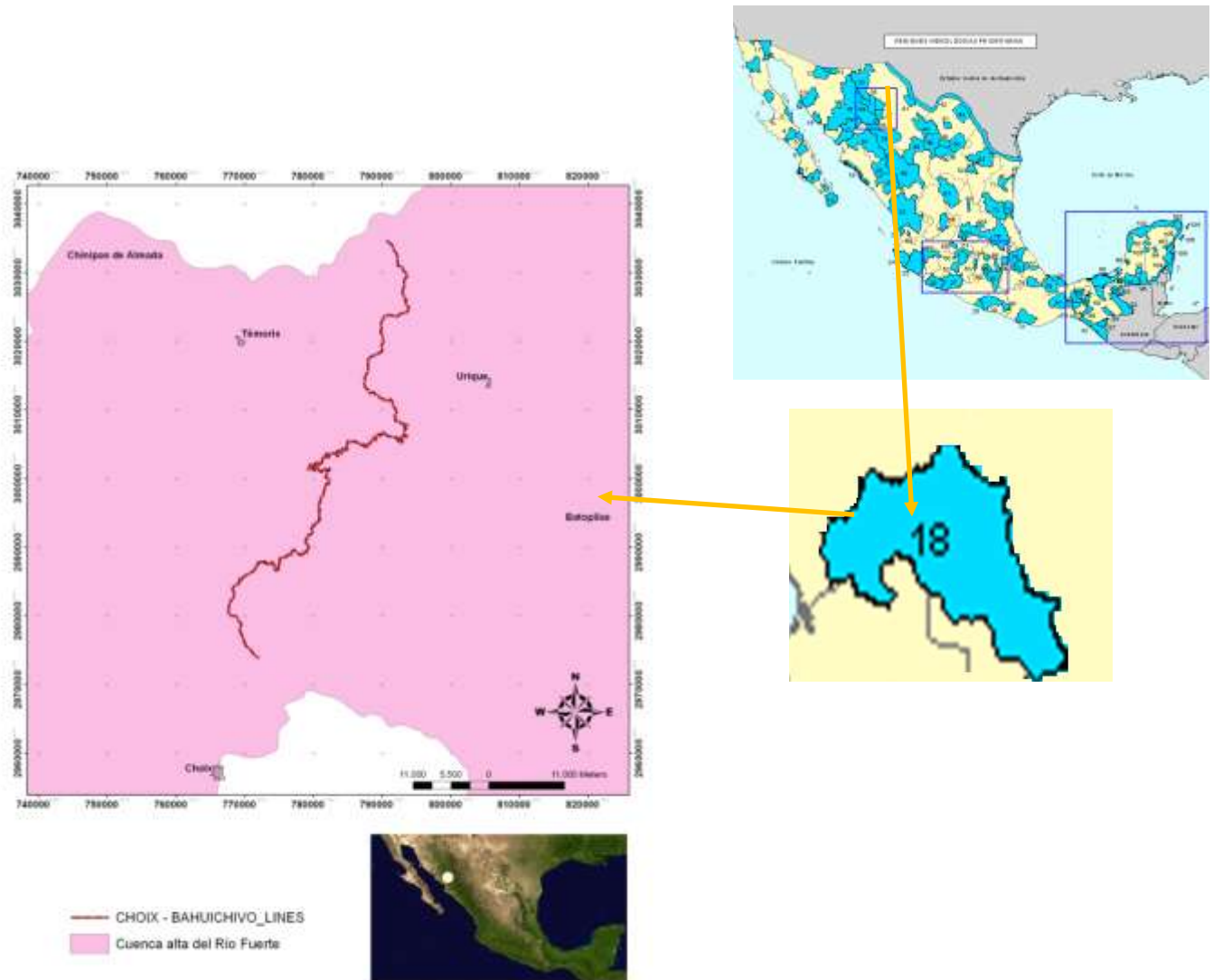
Si bien la construcción de esta obra se relaciona con el desarrollo urbano, se espera que éste sea mínimo a mediano plazo (10 años), ya que pesar de que existirán mejores condiciones para los asentamientos humanos, no se espera que las tasas migratorias se modifiquen sustancialmente.

Sin embargo, respecto a las acciones necesarias para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales en relación a las regiones cercanas de esta RTP's, dentro del capítulo VI del presente documento, se enumeran algunas de ellas, que se aplicarán de manera simultánea con un programa de reforestación y de estabilización de suelos; estas acciones en conjunto, evitarán la erosión del suelo y favorecerán la recarga de mantos freáticos en la zona a la vez que se preservará al ecosistema de fenómenos de fragmentación.

III.2.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

En la zona de realización de este proyecto se encuentra la RHP No. 18, la cual se describe a continuación:

Figura III.7 Región Hidrológica Prioritaria No 18. Rio Fuerte



Características Generales

Polígono	Características varias:	Geología/Edafología:	Limnología Básica
-----------------	--------------------------------	-----------------------------	--------------------------

<p>Latitud 27°45'36" a 25°53'24" N</p> <p>Longitud 109°00'36" a 106°16'12" W</p> <p>Extensión: 24 529.52 km²</p>	<p>Climas semiseco semicálido, muy cálido y cálido, templado subhúmedo con lluvias en verano y algunas en invierno; semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16-26°C. Precipitación total anual 500-1 000 mm.</p> <p>Principales poblados: Guachochi, Choix, El Fuerte, Álamos, La Cieneguita, Mezquite</p> <p>Actividad económica principal: agrícola y acuicultura</p>	<p>Sierras circundantes: Gepar, Mazonaivo y Cordón del Diablo; suelos de tipo Feozem, Litosol y Regosol</p>	<p>Lénticos: presa Miguel Hidalgo, Josefa Ortiz de Domínguez, pantanos dulceacuícolas, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de ríos abandonados</p> <p>Lóticos: ríos Fuerte, San Miguel, Los Loera, Choix, Álamos, Chinipas, Urique y Verde, arroyos, estuarios</p>
---	--	---	---

Biodiversidad:

Tipos de vegetación: selva baja caducifolia, vegetación riparia, bosques de encino, de pino, de pino-encino y tropical caducifolio. Fauna característica: de peces *Atherinella elegans*, *Campostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Codoma ornata*, *Cyprinella ornata*, *Gila robusta*, *Ophisternon aenigmaticum*; de mamíferos el puma *Puma concolor*. Endemismo del crustáceo *Pseudothelphusa sonorensis*; de peces *Poeciliopsis latidens* y *P. lucida*. Especies amenazadas: de peces *Agonostomus monticola*, *Catostomus bernardini*, *Gobiesox fluviatilis*, *Ictalurus pricei*, *Oncorhynchus chrysogaster*, *Poecilia butleri*, *Poeciliopsis latidens*, *Oncorhynchus spp* (dos especies de trucha no descritas) y la nutria *Lutra longicaudis annectens* por desecación de ríos, cacería y degradación del hábitat. Límite sur de la fauna boreal.

Aspectos económicos:

Agricultura (candelilla y orégano), acuicultura y actividad forestal. Pesquerías de bagre de canal *Ictalurus punctatus*, langostinos *Macrobrachium americanum* y *M. rosenbergii*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Generación de energía eléctrica.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego; explotación forestal y construcciones de carreteras. Desmontes y desvío de corrientes.
- Contaminación: por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros en la cuenca alta; uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, descargas domésticas y residuales.
- Uso de recursos: especies introducidas: lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus*, rana *Rana catesbeiana*, langostino *Macrobrachium rosenbergii* y lirio acuático *Eichhornia crassipes*.

Conservación

Es preocupante la alteración del patrón hidrológico y de la calidad del agua en la planicie costera, la intrusión salina, la erosión de la cuenca, el azolvamiento de las costas y la erosión en la línea de costa por las presas. Se requiere del derecho de uso de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos, cuotas de sedimentos para mitigar la erosión costera y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales. Faltan conocimientos de la flora y la fauna, aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas, empleo de alternativas en control de plagas; problemas de acceso por narcotráfico y uso permitido de plaguicidas en campañas antinarcóticos. Se recomienda continuar y ampliar el control de malezas acuáticas.

Vinculación

El proyecto en cuestión se encuentra inmerso en la RH No. 18; los impactos ambientales relacionados a la construcción de la obra están relacionados a la calidad del agua de los ríos que por ahí pasan (Río Urique, Río Septentrión y Río Fuerte), en forma de un incremento en la cantidad de sedimentos. Para evitar que este parámetro de calidad de agua se vea alterado, se requerirá la colocación de trampas de sedimento donde las obras se realicen cerca de los causes de estos ríos, a la vez que los trabajos se realizarán durante la temporada de secas.

III.3 CUMPLIMIENTO DE LEYES, REGLAMENTO O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO.

III.3.1 Leyes Federales

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA)

Artículo	Forma de cumplimiento
<p>Artículo 28. Fracción I: Las obras o actividades correspondientes a obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos, requerirán de la autorización previa en materia de Impacto Ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) dependiente del Gobierno Federal</p> <p>Fracción VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p> <p>Fracción X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;</p>	<p>El proyecto de interés al tratarse de una vía general de comunicación a realizar sobre suelos de vocación forestal y que incluirá un par de estructuras a construir sobre el cauce de los ríos Urique y Fuerte, queda dentro de los supuestos de las Fracciones I, VII y X del artículo 28 de la LGEEPA, deberá someterse a la evaluación de impacto ambiental para su realización.</p>
<p>Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente</p>	<p>Esta MIA se estructuró describiendo los efectos a los ecosistemas afectados, y las medidas de mitigación, compensación y restauración necesarias para reducir los impactos al ambiente y de esta forma, poder obtener la autorización correspondiente en materia de Impacto ambiental para este proyecto.</p>
<p>Artículo 35 Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, se integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá: I. Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados; II. Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción,</p>	<p>La presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) ha sido elaborada con el objetivo de cumplir con lo establecido y antes citado en la LGEEPA. El inicio de la obra carretera estará sujeto a la autorización de esta MIA conforme a lo establecido en el Artículo 35.</p>

operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o III. Negar la autorización solicitada	
Artículo 98. En el párrafo II establece que el uso de los suelos debe hacerse de manera que mantengan su integridad física y su capacidad productiva, y en el III, que los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos.	Dentro del Capítulo VI de este documento se establecen los criterios que prevendrán, mitigarán o remediarán las modificaciones en las condiciones naturales del suelo antes y durante la implementación del proyecto.

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) Disposiciones Generales

Artículo	Forma de cumplimiento
Artículo 11. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: <i>I.- Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas</i>	Este proyecto al tratarse de una vía de comunicación terrestre, entra en los supuestos del este artículo, por lo que previo a cualquier actividad relacionada a la obra, debe realizarse la evaluación del impacto ambiental.
Artículo 14. cuando la realización de una obra o actividad requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impactos ambientales involucre, además, el Cambio de Uso de Suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa ambos proyectos, que para el Proyecto de estudio involucra la afectación dentro de terrenos uso forestal o preferentemente forestal en todo el trazo, por mejoramiento y cumplimiento a las características técnicas de construcción y condiciones topográficas de la zona de estudio.	El presente estudio dentro del capítulo II contiene la información referente al cambio de uso de suelo correspondiente a este proyecto, aunque cabe aclarar que acorde a la Ley Forestal de Desarrollos Sustentable, se hace necesario gestionar de manera independiente a esta MIA-R el cambio de uso de suelos forestales por excepción.

LGEEPA respecto a Emisiones a la Atmósfera

Artículo	Relación al proyecto
----------	----------------------

<p>Artículo 112. “En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecidas en los artículos 7º, 8º y 9º de esta Ley, así como con la legislación local en la materia”:</p> <p>V.- “Establecerán y operarán, sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación”</p> <p>VII.-“Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto del federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación”.</p>	<p>Se generarán emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria y automóviles así como por la extracción de materiales y compactación de bases; si se decide el empleo de una planta de asfalto, esta también generará emisiones. Estas emisiones se mantendrán bajo control de conformidad con los artículos 112 y 113.</p> <p>El cumplimiento de estos artículos se realizará durante todas las etapas del proyecto que involucren el uso de fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera.</p>
<p>Artículo 113. “No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaría.”</p>	

LGEEPA respecto a la contaminación de suelo

Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I.- “Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo”;</p> <p>II.- “Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos”;</p> <p>III.- “Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes”;</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento se generarán diversos tipos de residuos no peligrosos y peligrosos los cuales deben separarse y colocarse en contenedores adecuados para su disposición final, ya sea en los tiraderos municipales (no peligrosos) o en sitios autorizados para su tratamiento (peligrosos), en vez de disponerlos en el suelo.</p> <p>Dentro del Programa de Manejo Ambiental incluido en esta MIA, se incluye un programa de reducción y de residuos durante la ejecución de toda la obra. Este se dará a conocer a todo el personal involucrado en su realización, antes de cualquier actividad relacionada a la ejecución de la obra.</p>

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) Manejo y Disposición de Residuos Peligrosos

Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 18. En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados</p>	<p>En función de las características hidrológicas y climatológicas de la región, se prohíbe terminantemente la colocación de cualquier residuo peligroso a la intemperie, ya sea que produzcan o no lixiviados, dado el gran potencial que tienen de alcanzar el manto freático a través de lixiviados o inclusive la zona riparia del Río Fuerte por transporte pluvial.</p>
<p>Artículo 19. Queda prohibido almacenar residuos peligrosos: I.- Incompatibles en los términos de la norma técnica ecológica correspondiente; II.- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento; y III.- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los artículos 15 y 16 del Reglamento.</p>	<p>Deberá cumplirse este artículo para evitar que los residuos peligrosos que se generen en la obra puedan causar daños al ecosistema, la fauna y los obreros.</p>
<p>Artículo 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, rehusó, reciclaje, tratamiento y disposición final. “El reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que clasifiquen los materiales y residuos peligrosos identificándolos por su grado de peligrosidad y considerando sus características y volúmenes. Corresponde a la Secretaría, la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos”</p> <p>Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó”. “Quienes generen, rehúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán informarle a la Secretaría, en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley”.</p> <p>Artículo 152° Bis “Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva”.</p>	<p>En el frente de la obra se generarán residuos de grasas y aceite gastado de la maquinaria, así como materiales derivados de las actividades de señalización (botes de pintura, brochas); de tal manera que se recomienda que sean trasladados diariamente en recipientes adecuados hacia la zona de campamentos, donde de ahí se llevarán hacia las empresas especializadas en el tratamiento de este tipo de residuos.</p>

Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 2. “En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.”</p>	<p>Dado que la LGVS no contempla la afectación de la vida silvestre debido a actividades de construcción y operación de proyectos de este tipo, se deberá hacer referencia a lo previsto en la LGEEPA en materia de protección a la flora y la fauna.</p>
<p>Artículo 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.</p>	<p>Quedará totalmente prohibido que la fauna silvestre que se localice en la región donde se construirá esta carretera, se aproveche, comercie o sacrifique. De manera general, existe fauna que ante ruido o la presencia humana se ahuyenta; sin embargo, hay especies que debido a de lento desplazamiento (anfibios y reptiles) requieren ser retiradas de la zona de obras, por lo que se realizará un programa de rescate de individuos, hacia sitios de condiciones ambientales semejantes, pero alejadas de la zona del proyecto. De manera adicional, y para permitir el libre desplazamiento de la fauna, se colocarán pasos de fauna en distintos puntos del trazo que permitan el libre desplazamiento de reptiles y anfibios de un lado al otro de esta carretera.</p>
<p>Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</p>	<p>El rescate de fauna que así lo requiera, se efectuará por personal especializado, y siguiendo los lineamientos propuestos por grupo de organismos, explicados en el plan de rescate de fauna silvestre anexo a este documento.</p>
<p>Artículo 60. La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.</p>	<p>Para cumplir con este artículo, como anexo a este documento se elaborará un programa de rescate y manejo de especies de flora y fauna, enfatizando las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001</p>

Ley de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTICULO 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales... con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete</p>	<p>Esta Ley se vincula con el proyecto en virtud de que se requerirá la remoción de vegetación forestal.</p>

<p>la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.</p>	<p>En virtud de que el cambio de uso de suelo debe ser tramitado por el Centro SCT de Chihuahua el Centro SCT de Sinaloa (dado que los terrenos pertenecen a estas entidades), se requiere que esta misma instancia sea la que subcontrate este trabajo, el cual es complementario del presente estudio</p>
<p>ARTICULO 131. ... Los tres órdenes de gobierno impulsarán la reforestación con especies forestales autóctonas o nativas. La norma oficial mexicana definirá las especies de vegetación forestal exótica, que por sus características biológicas afecten los procesos o patrones de distribución de la vegetación forestal nativa en terrenos forestales y preferentemente forestales, cuya autorización esté prohibida.</p> <p>...precisar en cada tipo de reforestación de acuerdo con sus objetivos, especies a plantar y a reproducir en los viveros, metas a lograr especialmente en términos de calidad de la planta y mayor supervivencia en el terreno; así como a establecer un sistema de incentivos para la reforestación y su mantenimiento durante los primeros años sobre bases de evaluación de resultados</p>	<p>Para el plan de reforestación propuesto en este documento, se escogerán únicamente especies vegetales nativas de la región, enfatizando el uso de aquellas que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.</p> <p>Este mismo plan contempla la inclusión de indicadores ambientales que permitan medir el éxito de la reforestación en la zona afectada.</p>

Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>En cumplimiento con este Artículo, quedará prohibido terminantemente el vertimiento de cualquier sustancia o material que contamine las cuencas de los Ríos Urique, Septentrión y Fuerte. De igual manera, se prohibirá la obstrucción parcial y/o total de los escurrimientos,</p> <p>Deberá de realizarse previo a la preparación del sitio una limpieza de toda la basura que se ubique a lo largo del área de construcción a fin de que por efecto del transporte pluvial no se contaminen los cuerpos de agua receptores directamente afectados.</p>

Ley de Vías Generales de Comunicación

Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 3.- Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. El Ejecutivo ejercerá sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en los siguientes casos y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal: I.- Construcción,</p>	<p>Esta carretera es de carácter federal ya que se encuentra enlistada en los presupuestos asignados al sector carretero.</p>

mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación...	
<p>Artículo 10.- El Gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.</p>	<p>El promovente de este proyecto es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Carreteras, que trabaja conjuntamente con el centro SCT del estado de Veracruz, por lo que existe tanto cooperación a nivel federal como local.</p>

Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTÍCULO 5. “Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares”.</p>	<p>La SCT como promovente es responsable del diseño, construcción y mantenimiento de esta carretera</p> <p>Para tal fin, tendrá que negociar el derecho de vía con los propietarios ejidales y privados de los terrenos por donde pasará el proyecto.</p>
<p>Artículo 22.- Es de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes. La Secretaría por sí, o a petición de los interesados, efectuará la compraventa o promoverá la expropiación de los terrenos, construcciones y bancos de material necesarios para tal fin. La compraventa o expropiación se llevará a cabo conforme a la legislación aplicable.</p> <p>En el caso de compra venta, ésta podrá llevarse a cabo a través de los interesados, por cuenta de la Secretaría. Los terrenos y aguas nacionales así como los materiales existentes en ellos, podrán ser utilizados para la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes conforme a las disposiciones legales.</p>	
<p>Artículo 27.- Por razones de seguridad, la Secretaría podrá exigir a los propietarios de los predios colindantes de los caminos que los cerquen o delimiten, según se requiera, respecto del derecho de vía.</p>	

Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTÍCULO 17. “En la planeación de las obras públicas y de los servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades deberán ajustarse a:</p> <p>I. Lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos;</p> <p>II. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y</p> <p>III. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas”.</p>	<p>El proyecto objeto de este análisis obedece a lo previsto en este artículo dado que forma parte del Plan Nacional de Desarrollo, del Plan Sectorial de la SCT y del Presupuesto de Egresos de la Federación.</p> <p>Todas las especificaciones del proyecto, así como los pasos para fauna incluidos, estarán diseñados acorde a las normas de construcción y materiales para la construcción vigentes.</p> <p>En cumplimiento con el artículo 20 de esta Ley, se proponen dentro de este documento diversas medidas que restituirán las condiciones ambientales a deteriorarse por efecto de la construcción del proyecto.</p>
<p>ARTÍCULO 19. “Las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios</p>	

relacionados con las mismas, sea por contrato o por administración directa, así como los contratistas con quienes aquellas contraten, observarán las disposiciones que en materia de asentamientos humanos, desarrollo urbano y construcción rijan en el ámbito federal, estatal y municipal.

Las dependencias y entidades, cuando sea el caso, previamente a la realización de los trabajos, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias, derechos de bancos de materiales, así como la propiedad o los derechos de propiedad incluyendo derechos de vía y expropiación e inmuebles sobre los cuales se ejecutarán las obras públicas. En las bases de licitación se precisarán, en su caso, aquellos trámites que corresponderá realizar al contratista”.

ARTÍCULO 20. “Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas con sustento en la evaluación de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia”.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTÍCULO 2. “En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:...</p> <p>...III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;</p> <p>IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños”</p>	<p>La SCT deberá en atención a esta Ley, responsabilizarse por el manejo responsable, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generen durante la construcción y operación de este proyecto. No obstante a lo largo del presente estudio y de manera más específica en los capítulos V y VI, se presentan los lineamientos que deberán de seguirse con respecto al tratamiento de los residuos generados, de acuerdo a lo estipulado en la legislación vigente en materia.</p> <p>En caso de que se determine que el volumen a generar durante el proceso de construcción es alto o bien que existen residuos tóxicos, bioacumulables o que representen algún riesgo para la población, dentro del Plan de Manejo ambiental incluido como anexo en este estudio la SCT, se hace referencia al manejo de estos materiales de acuerdo a lo previsto en las NOMs correspondientes y el cual deberá de cumplirse durante todas las etapas de construcción de la obra.</p>
<p>ARTÍCULO 30. “La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:</p> <p>I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;</p> <p>II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de</p>	

generadores;
III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, y
IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales”.

III.3.2 Normas Oficiales Mexicanas

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Agua

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
<p>NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales (DOF, 6 de enero de 1997).</p>	<p>La concentración de contaminantes en las descargas de aguas residuales aguas y bienes nacionales, no excederán los límites límite máximos permisibles enumerados en las tablas 2 y 3 de ese documento. Los parámetros a monitorear para el cumplimiento de esta Norma se enfocarán a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y los sólidos suspendidos totales (SST), que se esperan sean los contaminantes más elevados relacionados con las actividades del proyecto, aunque por supuesto, el seguimiento de esta NOM implica la determinación de la totalidad de los parámetros que establece.</p>	<p>La norma aplica para descargas en cuerpos receptores y en sistemas de alcantarillado; Se prevé que los trabajadores aportarán descargas, meramente aguas grises por aseo personal. Dado que todos los trabajadores en los pueblos cercanos, el incremento en la carga contaminante a los cuerpos receptores aledaños en la zona de obras no se presentará ya que no se instalarán campamentos en el sitio. Se evitarán las descargas sanitarias, mediante el empleo de sanitarios portátiles “sanirent” en la zona de obras.</p>
<p>NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal (DOF, 3 de junio de 1998).</p>	<p>No rebasar los límites máximos permisibles de la Tabla 1. En especial, para las grasas y aceites, se considerará el promedio ponderado en función del caudal, resultante del análisis de cada una de las muestras simples.</p>	<p>El cumplimiento de estas Normas Oficiales Mexicanas se hará evidente durante la correcta aplicación de las Medidas de Mitigación propuestas en el Capítulo VI de este documento</p>

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisiones de Fuentes Móviles (Atmósfera)

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
<p>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 (DOF, 6 de marzo de 2007)</p>	<p>Será de observancia obligatoria para propietarios de vehículos que empleen gasolina como combustible y para los responsables de centros de verificación. Se tomarán en cuenta los valores marcados en la Tablas 1-5, que están en función del año del modelo. Queda excluida la aplicación de esta Norma la maquinaria utilizada en las industrias de la construcción y minera.</p>	<p>Todo vehículo automotor que funcione a base de diesel y sus mezclas (pick ups, sedanes) y que se emplee durante las diferentes etapas del proyecto, debe ajustarse a los límites de emisiones contaminantes, por lo cual se deberá mantener vigilancia estrecha sobre el funcionamiento del motor, verificándolo y afinándolo en caso de necesitarse. Estas normas también restringen las actividades de la obra para efectuarse únicamente en horario diurno. Se realizará semanalmente la verificación de emisiones para camiones ligeros, medianos y pesados que se utilicen en las etapas de preparación, construcción y mantenimiento del proyecto. La aplicación de esta NOM está contenida en la medida de mitigación correspondiente. Quedan exentas del cumplimiento de esta NOM la maquinaria que emplee gasolina para la ejecución de esta obra civil.</p>
<p>NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (DOF, 13 de septiembre de 2007).</p>	<p>Será de observancia obligatoria para propietarios de vehículos que empleen diesel como combustible, unidades de verificación y autoridades competentes. Se tomarán en cuenta los valores marcados en la Tabla 1 y la Tabla 2, que están en función del año del modelo. Queda excluida la aplicación de esta Norma la maquinaria equipada con motor diesel utilizados en las industrias de la construcción, minería y actividades agrícolas.</p>	<p>Todo vehículo automotor que funcione a base de diesel y sus mezclas (pick ups, sedanes) y presente durante las diferentes etapas del proyecto, debe ajustarse a los límites de emisiones contaminantes, por lo cual se deberá mantener vigilancia estrecha sobre el funcionamiento del motor, verificándolo y afinándolo en caso de necesitarse. Estas normas también restringen las actividades de la obra para efectuarse únicamente en horario diurno. Se realizará semanalmente la verificación de emisiones para camiones ligeros, medianos y pesados que se utilicen en las etapas de preparación, construcción y mantenimiento del proyecto. La aplicación de esta NOM está contenida en la medida de mitigación correspondiente. Quedan exentas del cumplimiento de esta NOM la maquinaria empleada para la ejecución de esta obra civil.</p>

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisiones de Fuentes Fijas (atmósfera)

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
------------------------	------------------------------------	--

<p>NOM-043-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas (DOF, 22 de octubre de 1993).</p>	<p>Esta NOM es de observancia obligatoria para los responsables de fuentes fijas que emitan partículas sólidas a la atmósfera, con la excepción de las que se rigen por normas oficiales mexicanas específicas.</p>	<p>Deberá efectuarse la verificación de los LMP enumerados en la Tabla 1, Columna 3 de esta NOM en la planta de asfalto que se emplee para las actividades de construcción, que se considera la fuente fija más contaminante que se empleará en la obra.</p>
---	---	--

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Calidad de Combustibles (Atmósfera)

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
<p>NOM-050-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible</p>	<p>La Norma es obligatoria para vehículos automotores en circulación, exceptuando a la maquinaria de uso en la construcción. Se deberá verificar el cumplimiento de la Tabla 2, en la que se indican los niveles máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios en circulación, en función del año-modelo</p>	<p>Será verificará su cumplimiento en los vehículos automotores (usados para actividades distintas a la construcción; por ejemplo: transporte de personal) que empleen combustibles alternos. La maquinaria de construcción que use este tipo de combustibles, quedará exenta de aplicación de esta NOM.</p>

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos Peligrosos

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
<p>NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF, 26 de junio de 2006)</p>	<p>Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo. Un residuo peligroso es aquel que posee una o varias de las características contenidas en el numeral 7.1 de esta norma tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad, o biológico infeccioso.</p>	<p>Los residuos que contengan pintura, grasas, aceites, mezcla asfáltica y/o solventes (estopas, envases vacíos) se consideran dentro de esta categoría, por lo que deberán ser manejados de acuerdo a lo previsto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, las normas oficiales mexicanas correspondientes y demás procedimientos aplicables.</p>

<p>NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993 (DOF, 22 de octubre de 1993)</p>	<p>Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en la generación y manejo de residuos peligrosos, acorde a los anexos 1-5 de la presente Norma.</p>	<p>Los aceites gastados, grasas y otras sustancias que se generan del mantenimiento de la maquinaria son desechos que se consideran peligrosos; de igual manera, los muchos de los desechos generados por las actividades de señalización caen en esta categoría, por lo que requieren un manejo almacenamiento especial, que debe aplicarse en cada caso por la legislación correspondiente.</p> <p>Uno de los mayores riesgos que se derivan del manejo de residuos peligrosos, es el que resulta de mezclar dos o más que por sus características físico-químicas son incompatibles, por lo que es necesario establecer el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos y de esta manera evitar siniestros que pongan en riesgo a la obra, al personal y al ambiente.</p>
---	--	---

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
<p>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 (DOF, 13 de enero de 1995)</p>	<p>Obligatoria para automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción.</p> <p>Los niveles de ruido deberán acotarse a los límites establecidos por esta NOM contenidos en las Tablas 1 y 2 de dicho documento.</p>	<p>Se vigilará su cumplimiento en los vehículos cuyo uso sea distinto a las actividades de construcción (por ejemplo, traslado de personal).</p> <p>Dado que esta NOM no es aplicable a la maquinaria pesada, como medida de mitigación para este impacto, se deberán restringir las actividades de la obra sólo para el horario diurno.</p>

<p>NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición (DOF, 13 de enero de 1995) (incluye aclaración a esta norma, publicada en el DOF el día 3 de marzo de 1995).</p>	<p>De aplicación en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública. El nivel sonoro de una fuente fija se realiza con el siguiente procedimiento: reconocimiento inicial; una medición de campo; procesamiento de datos de medición y elaboración de un informe de medición. Los límites máximos permisibles del nivel sonoro son los establecidos en la Tabla 1 de dicho documento</p>	<p>Las fuentes fijas que se estima se empleen para la ejecución del proyecto son las máquinas trituradoras. Se deberán realizar evaluaciones mensuales de este parámetro para demostrar a las autoridades competentes el cumplimiento de esta NOM.</p>
--	--	--

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Flora y Fauna

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
<p>NOM-059-SEMARNAT-2001. Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección (DOF, 06 de marzo de 2002)</p>	<p>Tendrá observancia estricta cuando se trate de especies dentro del algún estatus de protección.</p>	<p>El empleo de esta NOM se dará de manera primordial durante las etapa de preparación del sitio, aunque se mantendrá vigente su cumplimiento durante todas las etapas del proyecto, ya que será necesario reubicar a diversas especies cuyos refugios se encuentren cercanos a la zona del proyecto; mientras que para la etapa de abandono, se realizarán actividades de reforestación, al igual que reubicación de fauna.</p>
<p>NOM-005-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.</p>	<p>De observancia obligatoria para quienes realiza el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.</p>	<p>Deberá aplicarse como parte de un programa de producción de composta que se adicionará al material de despalle y utilizara en la reforestación</p>
<p>NOM-007-SEMARNAT-1997 Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.</p>	<p>De observancia obligatoria para quienes realiza el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.</p>	<p>Deberá aplicarse como parte de un programa de producción de composta que se adicionará al material de despalle y utilizara en la reforestación</p>

Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas con la calidad del suelo

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
------------------------	------------------------------------	--

<p>NOM-027-SEMARNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte (DOF, 5 de junio de 1996)</p>	<p>Tiene como finalidad conservar, proteger y restaurar los recursos forestales no maderables y la biodiversidad de los ecosistemas, así como prevenir la erosión del suelo y lograr un manejo sostenible de los recursos.</p>	<p>Actividades relacionadas con el aprovechamiento de suelo orgánico obtenido en el despalme y luego utilizado en reforestación</p>
<p>NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal (DOF 13 de mayo de 1994)</p>	<p>Criterios principalmente relacionados a la rehabilitación de sitios desprovistos de vegetación que comienzan a manifestar afectaciones en la calidad e integridad del suelo.</p>	<p>Si bien la ejecución del proyecto no se relaciona con el aprovechamiento forestal, existirá la remoción de vegetación, lo que conlleva algunos impactos. Se recomienda la vigilancia de esta normatividad de manera que complemente las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI relacionadas a las actividades de reforestación, con el fin de minimizar los impactos al suelo.</p>
<p>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos (DOF, 29 de marzo de 2005)</p>	<p>Se requerirá el cumplimiento de las especificaciones adecuadas para poder realizar las acciones de caracterización y remediación a los causantes de este tipo de contaminación. La fracción de hidrocarburo a analizar estará en función del tipo de contaminante derramado (Tabla 1). Los límites máximos permisibles por fracción se verificarán con la Tabla 2 (en este caso para uso de suelo agrícola {que incluye forestal y recreativo).</p>	<p>Su aplicación se dará durante todas las etapas del proyecto, dado que podrías presentarse derrames accidentales de este tipo de compuestos. Los hidrocarburos que contempla esta NOM relacionados con alguna de las actividades del proyecto (y que por tanto deberán tener observancia en esta NOM) son: mezclas, aceites, diesel, keroseno, creosota y gasolina. Se realizará la restauración de los suelos que lleguen a contaminarse con estos compuestos, hasta verificar que las concentraciones de los mismos estén por debajo de los LMP (límites máximos permisibles). La técnica propuesta para este fin, se incluye dentro del Programa de Restauración y Estabilización de suelos anexos al presente documento.</p>

Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas con Comunicaciones y Transportes

NORMA OFICIAL MEXICANA	Aplicación	Relación al proyecto
<p>NOM-003-SCT2-1994. Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos (DOF, 20 de septiembre de 2000)</p>	<p>Dependiendo de las características fisicoquímicas del material y/o residuo peligroso, deberán acatarse las especificaciones de envases y embalaje adecuadas</p>	<p>La aplicación de estas normas de realizará de manera indirecta, pues se requerirá que la constructora subcontrate a una empresa autorizada por la SEMARNAT y la SCT, que se encargará del transporte y deposición final de residuos peligrosos. De tal manera que se debe verificar que dichas empresas cumplan con todos los requisitos</p>
<p>NOM-006-SCT2-1994. Aspectos básicos para la revisión</p>	<p>Se vigilará que las unidades vehiculares se encuentren</p>	

<p>ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos (DOF, 9 de noviembre de 2000)</p>	<p>en óptimas condiciones mecánicas y de operación.</p>	<p>necesarios estipulados en esta NOM Si bien en cumplimiento de estas NOM no competen de manera directa ni a la constructora ni a la supervisora de las obras, es recomendable que el supervisor ambiental verifique con la documentación correspondiente (actas de entrega – recepción, permisos, bitácoras de trabajo etc.), que se realizan estas diligencias con estricto apego a la normatividad correspondiente.</p>
<p>NOM-011-SCT2-1994. Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas (DOF, 25 de noviembre de 2005)</p>	<p>El transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas deberá realizarse en función de la clase y división a la que pertenezcan y de la cantidad a transportar.</p>	
<p>NOM-019-SCT2-1994. Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos (DOF, 25 de noviembre de 2005)</p>	<p>Establece las disposiciones generales para realizar la limpieza y control de remanentes de las unidades que transportan sustancias, materiales y residuos peligrosos por razones de incompatibilidad de los productos a transportar</p>	

III.4. Concordancia del proyecto

Es muy importante desarrollar un sistema de corredores viales interestatales que permitan la comunicación entre las diferentes regiones productivas del país y con ello lograr un sistema carretero más dinámico e integrado. La construcción de la carretera Choix -Bahuichivo vinculará al municipio de Choix en Sinaloa y al municipio de Urique en Chihuahua, con lo cual se mejorará la comunicación entre ambas regiones y potencialmente, se extenderán esos beneficios de interconexión con los Estados Unidos y los países de la Cuenca de Pacífico.

Esta conectividad vial presenta también sus principales beneficios en las comunidades rurales ubicadas en la Sierra Madre Occidental de Chihuahua y Sinaloa, que se caracterizan por estas muy aisladas entre sí y por carecer de servicios básicos de infraestructura. Esta carretera permitirá a dichas poblaciones tener acceso a los servicios básicos como la educación, salud, seguridad y a mayores oportunidades de desarrollo. De lo anterior y dada la importancia de esta carretera a nivel nacional, este proyecto carretero, forma parte de los Planes de desarrollo Estatales y municipal de los estados y municipios involucrados.

Ningún ordenamiento territorial ecológico y urbano prohíbe la construcción de infraestructura vial en el sitio; las condiciones de integridad ecosistémica que existen en la región permiten inferir de antemano que si bien existirá la remoción de vegetación forestal a lo largo del trazo (y en mayor cantidad en la superficie donde se construirá la corona), las especies a remover pertenecen a vegetación de bosques de coníferas y SBC, por lo que la presencia de ecosistemas frágiles dentro del SAR (selvas perennifolias, bosques mesófilos de montaña, vegetación de zonas áridas) es nula.

No obstante por el análisis realizado en este capítulo, se pudo constatar que no existe al momento impedimento legal en materia de protección al ambiente para la ejecución de este proyecto, en virtud de que no atraviesa áreas naturales protegidas y no existe regulación en el uso de suelo, éste se ubica dentro de dos Regiones Terrestres Prioritarias (Alta Tarahumara-Barrancas, Cañón de Chínipas) y una Región Hidrológica Prioritaria (Cuenca Media del Río Fuerte) que comparten entre sí como problemática principal, la tala clandestina de especies maderables, la formación de bosques monotípicos y la afectación de las tasas de recarga de los mantos acuíferos.

Si bien, las modificaciones realizadas por distintas actividades antropogénicas dentro de estas áreas prioritarias de la CONABIO aún no comprometen de manera irreversible la estructura elemental del ecosistema, es necesario que como parte de la construcción de esta vía, se efectúen diversas actividades tendientes a aminorar los impactos asociados a la reducción de cobertura vegetal (impacto más importante de una vía general de comunicación) por medio de labores de reforestación y restauración de suelos, que se detallan en los programas anexos a este documento.

Finalmente, acorde al análisis realizado sobre los diversos instrumentos normativos que intervienen en la conveniencia del proyecto, se puede concluir que no existe algún inconveniente desde el punto de vista legal para la ejecución de la obra.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO IV

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

IV.I Delimitación de la Región de Estudio Preliminar

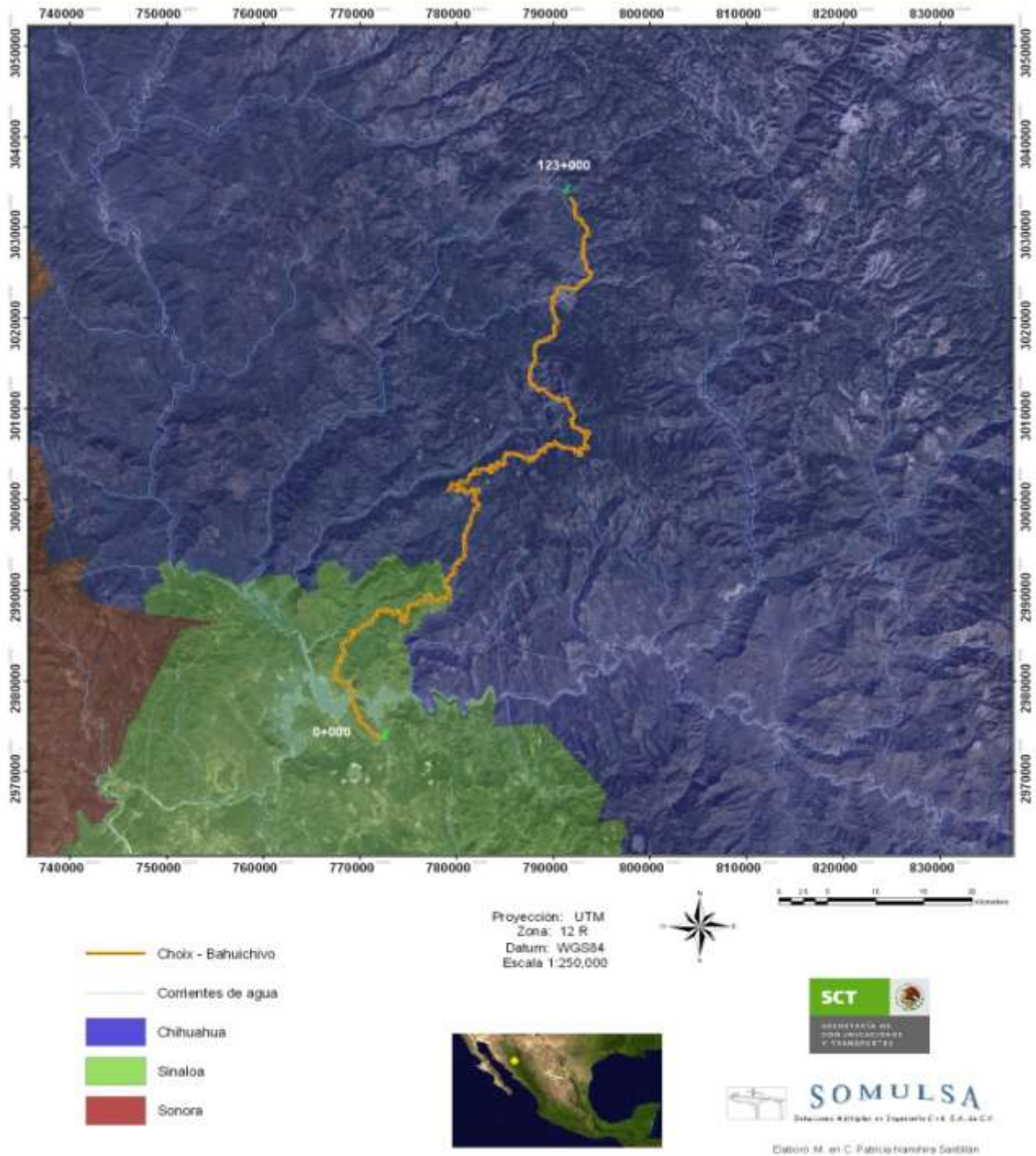
El estado de Sinaloa representa el 2.9% de la superficie del país, se ubica en el Noroeste del país a los 27° 02' y 22° 29' de latitud Norte y a los 105° 23' y 109° 28' de longitud Oeste; sus colindancias son: Al Norte con Sonora y Chihuahua; al Sur con Nayarit y el océano Pacífico; al Este con Chihuahua, Durango y Nayarit, y al Oeste con el Golfo de California

Mientras que el Estado de Chihuahua, se ubica Al norte 31°47', al sur 25°38' de latitud norte; al este 103°18', al oeste 109°07' de longitud oeste (INEGI-DGG,1999) y representa el 12.6% de la superficie del país, colinda al norte con los Estados Unidos de América; al este con los Estados Unidos de América, Coahuila de Zaragoza y Durango; al sur con Durango y Sinaloa; al oeste con Sinaloa, Sonora y los Estados Unidos de América (INEGI, 2000).

El trazo del presente proyecto se ubica dentro del territorio político del municipio de Choix de Sinaloa y en el territorio de Urique en Chihuahua.

Figura IV.1. Ubicación del trazo propuesto.





Una de las partes medulares de la Manifestación de Impacto Ambiental, es la delimitación del SAR del proyecto; es decir, del área en la que se espera que potencialmente se puedan presentar los impactos

asociados al proyecto; en este caso, por tratarse de una obra de infraestructura carretera, la extensión del SAR está primordialmente sujeta al uso de suelo de la zona; ya que este será el atributo ambiental principalmente afectado.

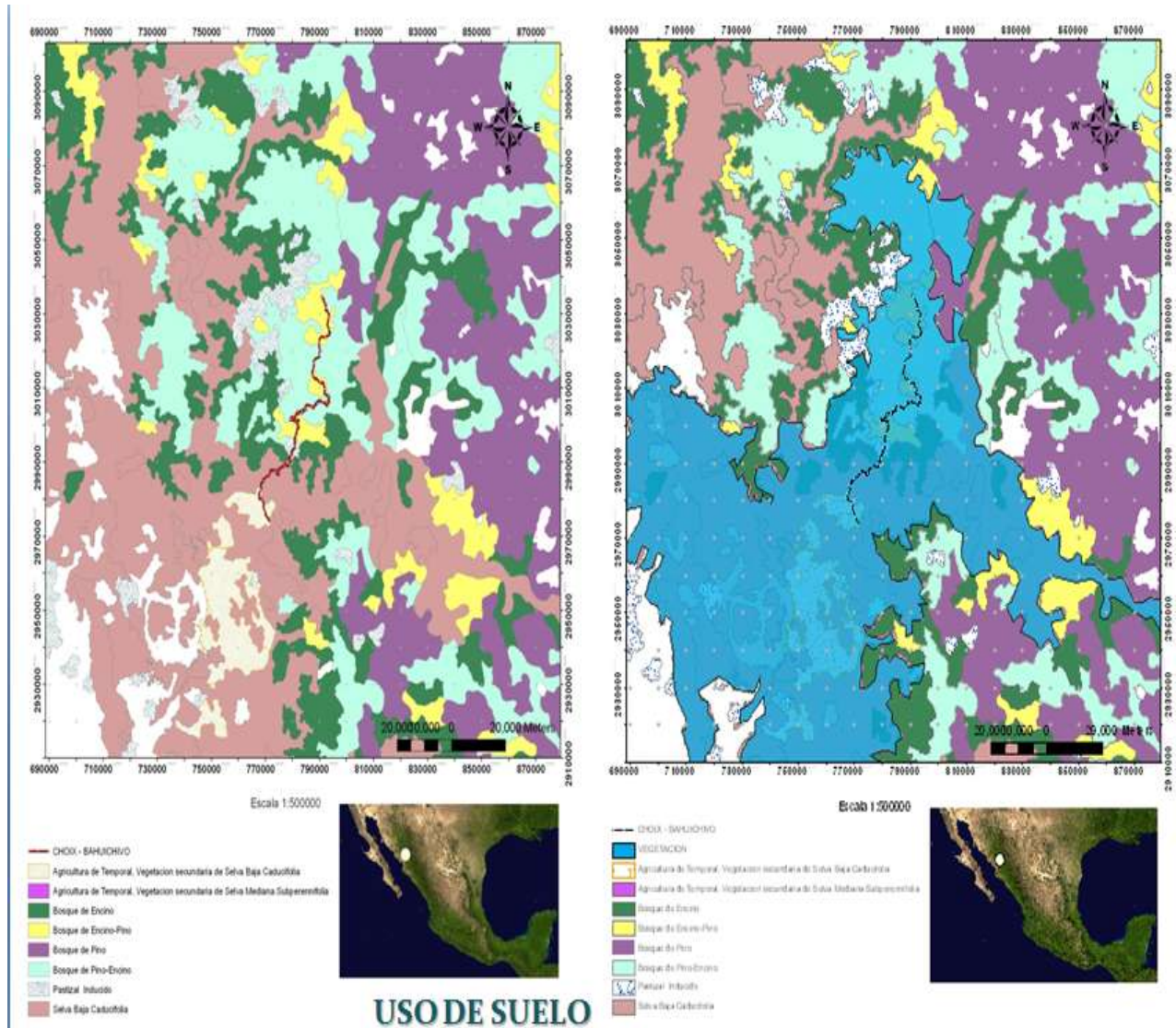
Por lo anterior, para delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR) de este proyecto se consideraron las actividades a realizar para la construcción de la obra, la dimensión del proyecto, el radio de afectación directa por las actividades específicas de cada etapa de la obra y las unidades ambientales observadas en los mapas temáticos y las observaciones realizadas durante los estudios de campo

En primera instancia, se procedió a estudiar la cartografía temática de diversos atributos ambientales provenientes de fuentes reconocidas (CONABIO, INEGI); los atributos que primordialmente se estudiaron para definir a las unidades ambientales de la región del proyecto fueron el uso de suelo, la hidrología, la geología, las topoformas y la edafología.

La unidad ambiental de uso de suelo, se delineó considerando de manera completa la extensión del ecosistema; de esta manera, se tiene que en la parte norte (correspondiente al estado de Chihuahua) el ecosistema principal es el bosque de coníferas, con especies de pino y encino como los ejemplares dominantes, mientras que en la parte sur del mapa (estado de Sinaloa) el ecosistema dominante es la selva baja caducifolia. Es este último ecosistema en que presenta un mayor grado de fragmentación debido a las actividades agrícolas que se extienden a lo largo de Sinaloa.

Por otro lado, la fragmentación en el bosque de coníferas es incipiente, y está concentrada en los alrededores de los poblados como Bahuichivo y Cerocahui.

Figura IV.2 Uso de suelo y polígono de uso de suelo del trazo



La topografía dentro de la región al ser abrupta, conforma numerosos cañones cuyas elevaciones principales frecuentemente sirven para delimitar las subcuencas hidrológicas de la región; otros de los factores ambientales analizados para la determinación preliminar del SAR fueron la geología, la edafología y las topofomas.

Figura IV.3 Geología y polígono de geología de la región del trazo

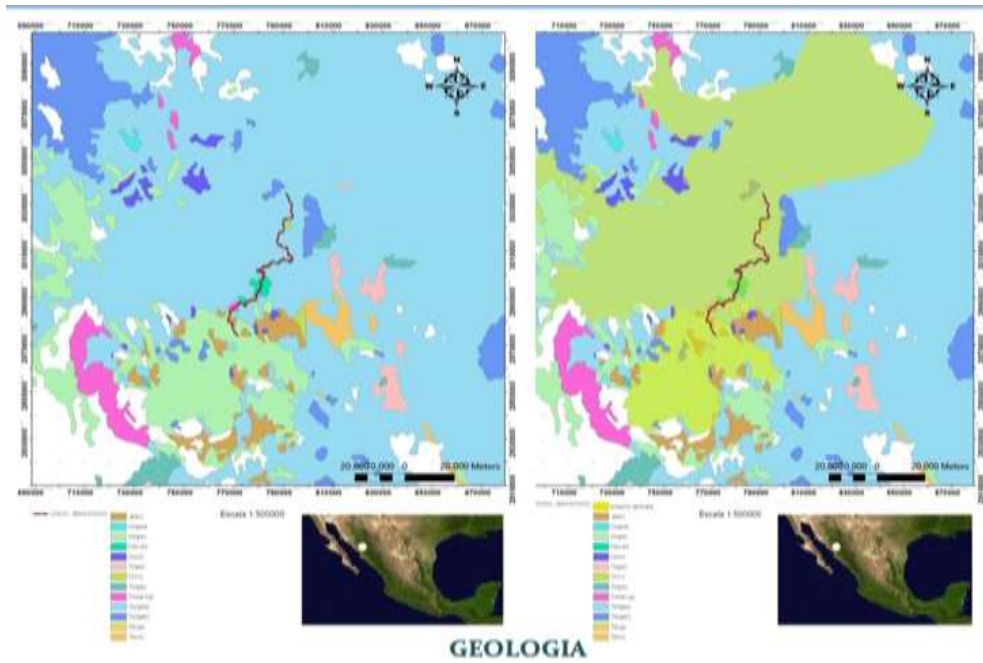


Figura IV.4 Edafología y polígono de edafología de la región del trazo

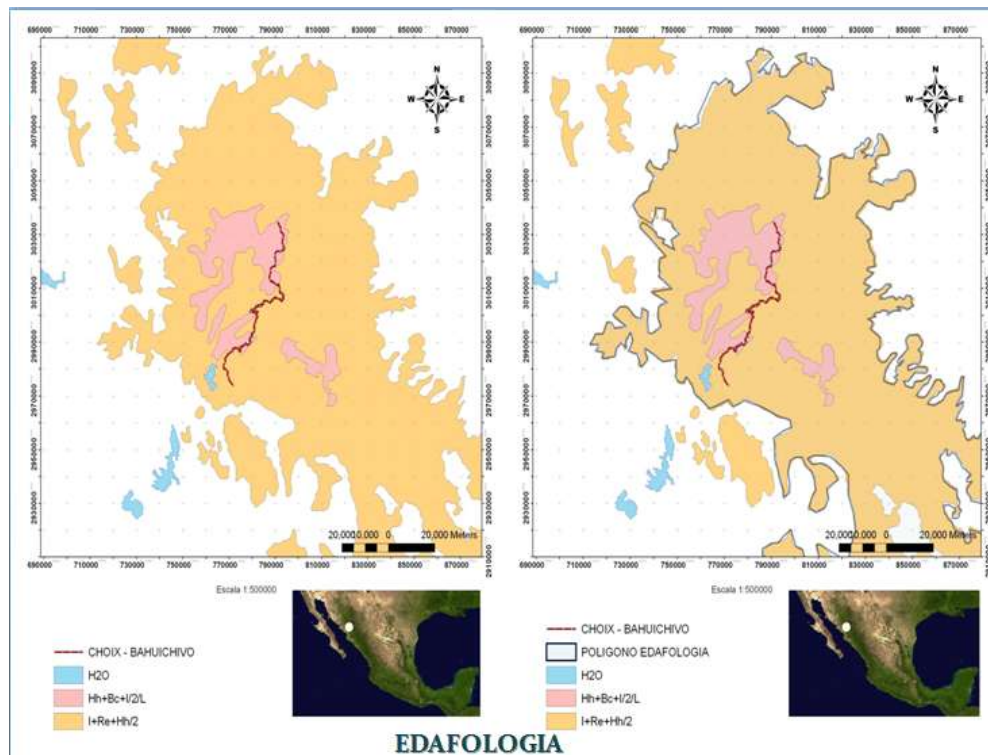


Figura IV.5 Subcuencas hidrológicas y polígono de la región del trazo

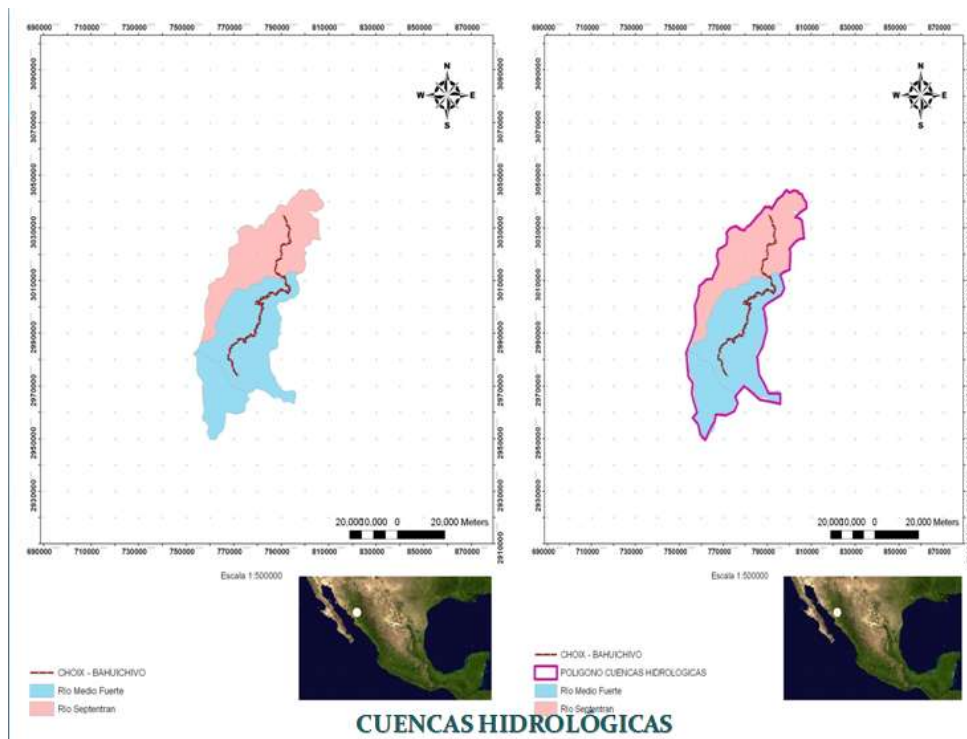
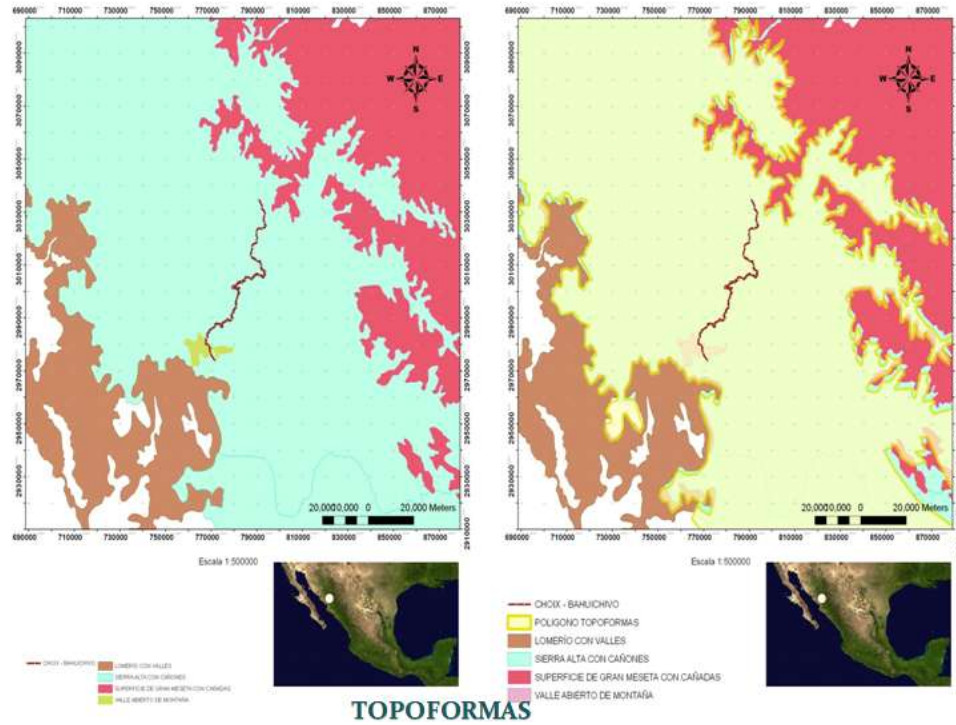
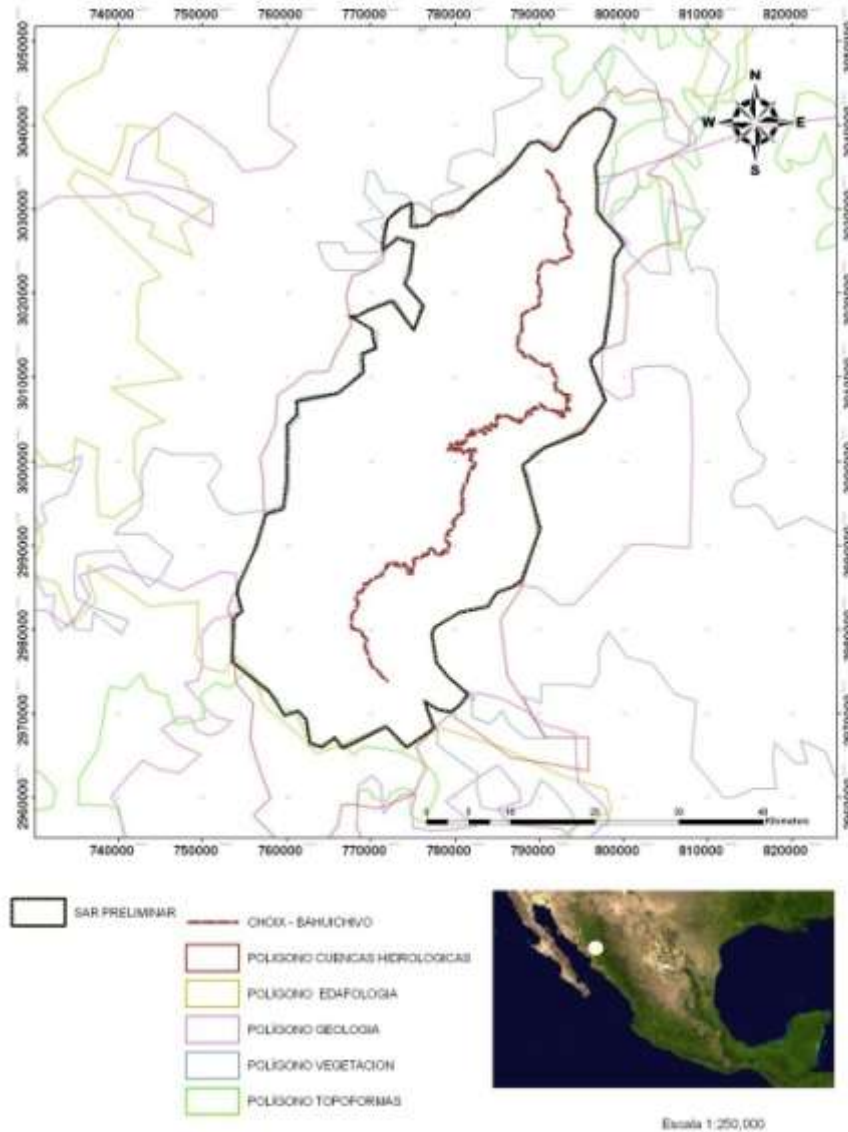


Figura IV.6 Topoformas hidrológicas y polígono de la región del trazo



De la superposición de estos parámetros ambientales se determinó de manera preliminar un polígono el cual se perfiló primordialmente por los límites de las subcuencas hidrológicas y el uso de suelo y la geomorfología, indicando de manera parcial que estos dos parámetros serán básicos para la delimitación final del SAR.

Figura IV.7 SAR Preliminar del trazo Choix Bahuichivo



Ahora, para poder ajustar las fronteras del SAR de este proyecto, se procedió a hacer la superposición cartográfica donde se pudieran relacionar los límites de las subcuencas hidrológicas, la distribución e integridad ecológica del uso de suelo y vegetación y la geomorfología de la región a través de modelos de elevación digital del INEGI., tal como se observa en las siguientes figuras.

Figura IV.8 Modelo de Elevación Digital

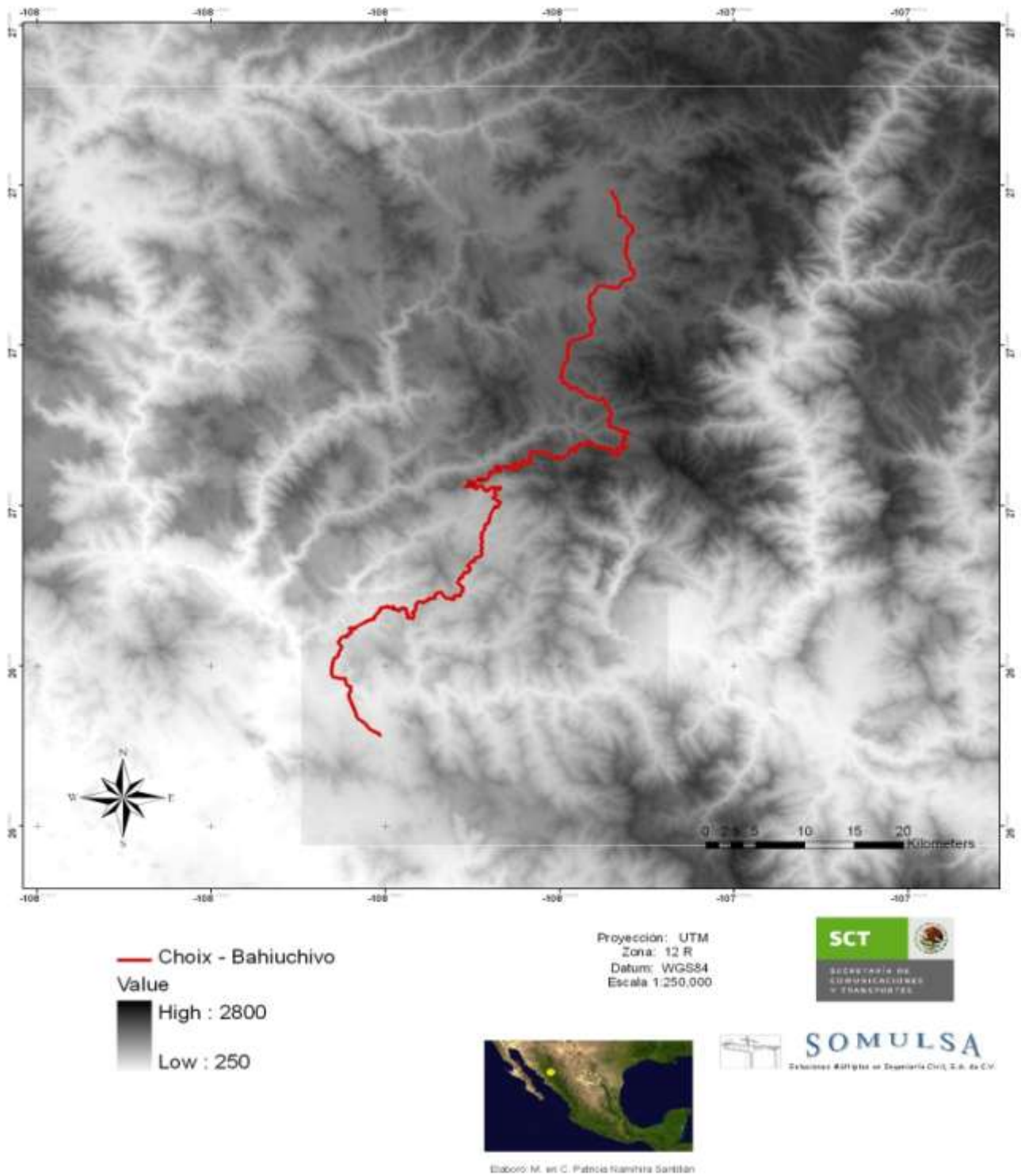
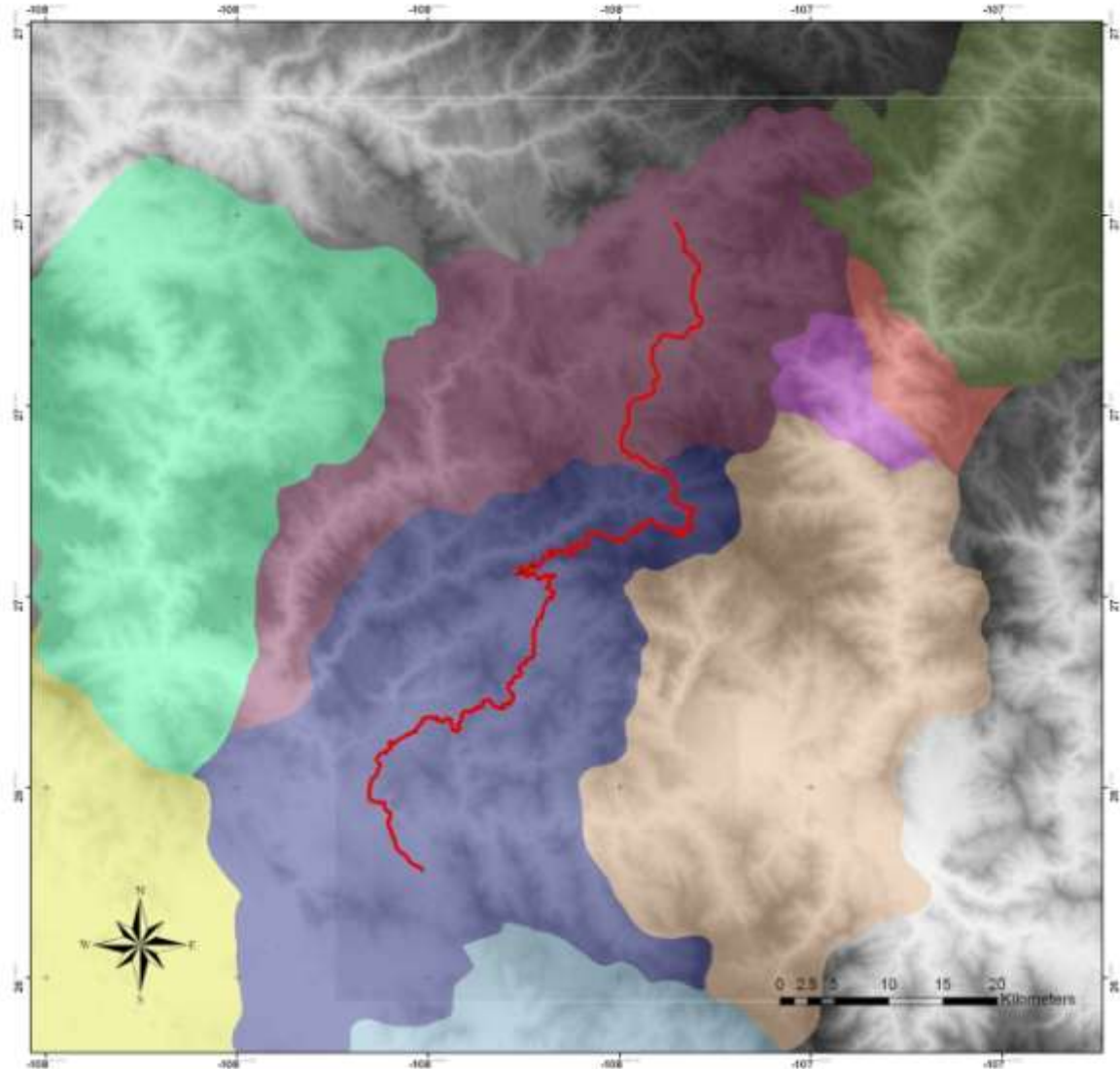


Figura IV.9 Relación entre Modelo de Elevación Digital y subcuencas hidrológicas



- Choix - Bahuichivo
- Pueblo Urique - La Veranera
- Value
- High : 2800
- Low : 250
- Choix
- Miguel Hidalgo
- Rio Medio Urique
- Rio Chinapas
- Rio Medio Urique
- Rio Septentrion
- Tubares

Proyección: UTM
Zona: 12 R
Datum: WGS84
Escala: 1:250,000



Elaboró: M. en C. Patricia Ramírez Guillén

Figura IV.10 Relación de Uso de suelo y vegetación y MDE del trazo Choix – Bahuichivo

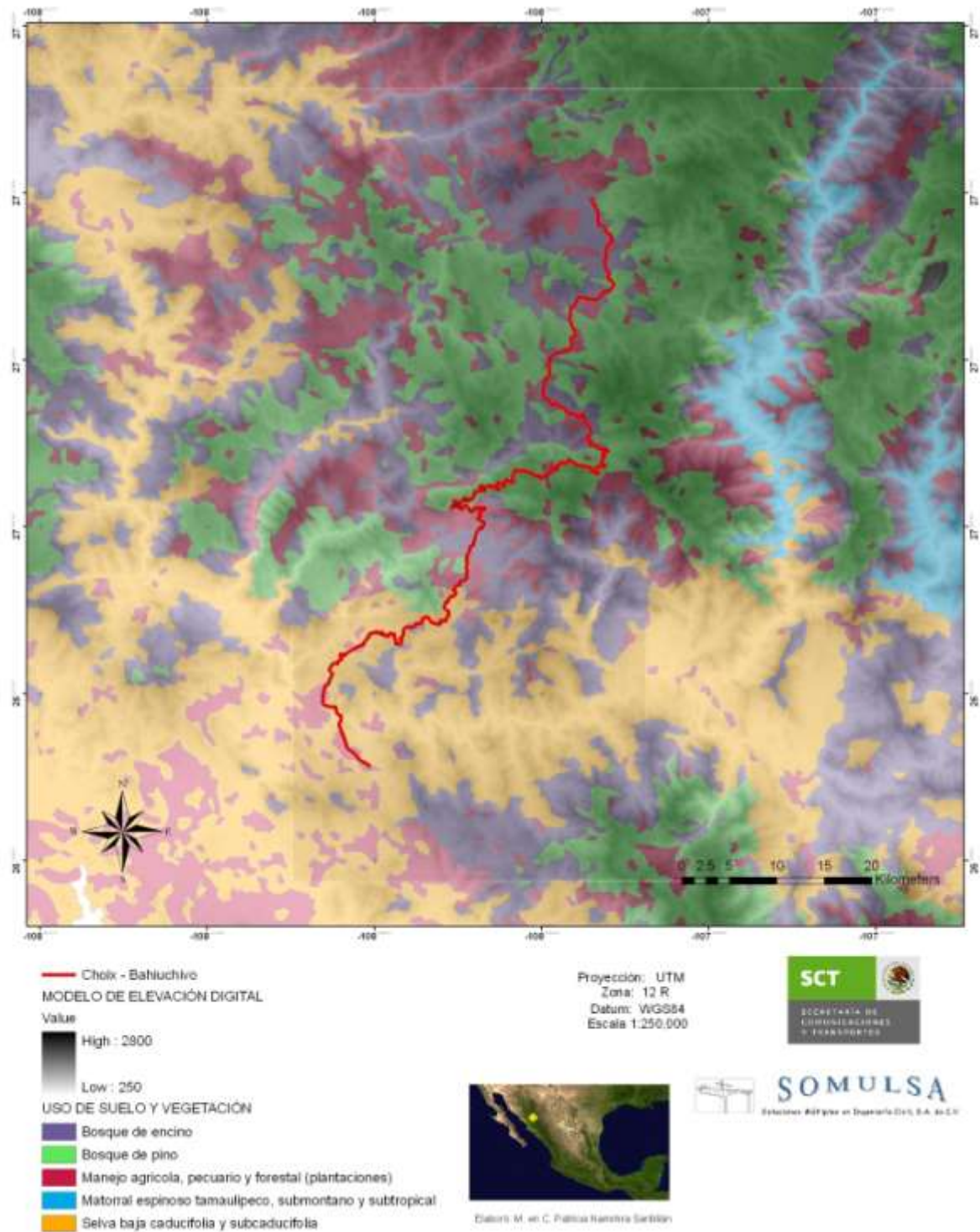
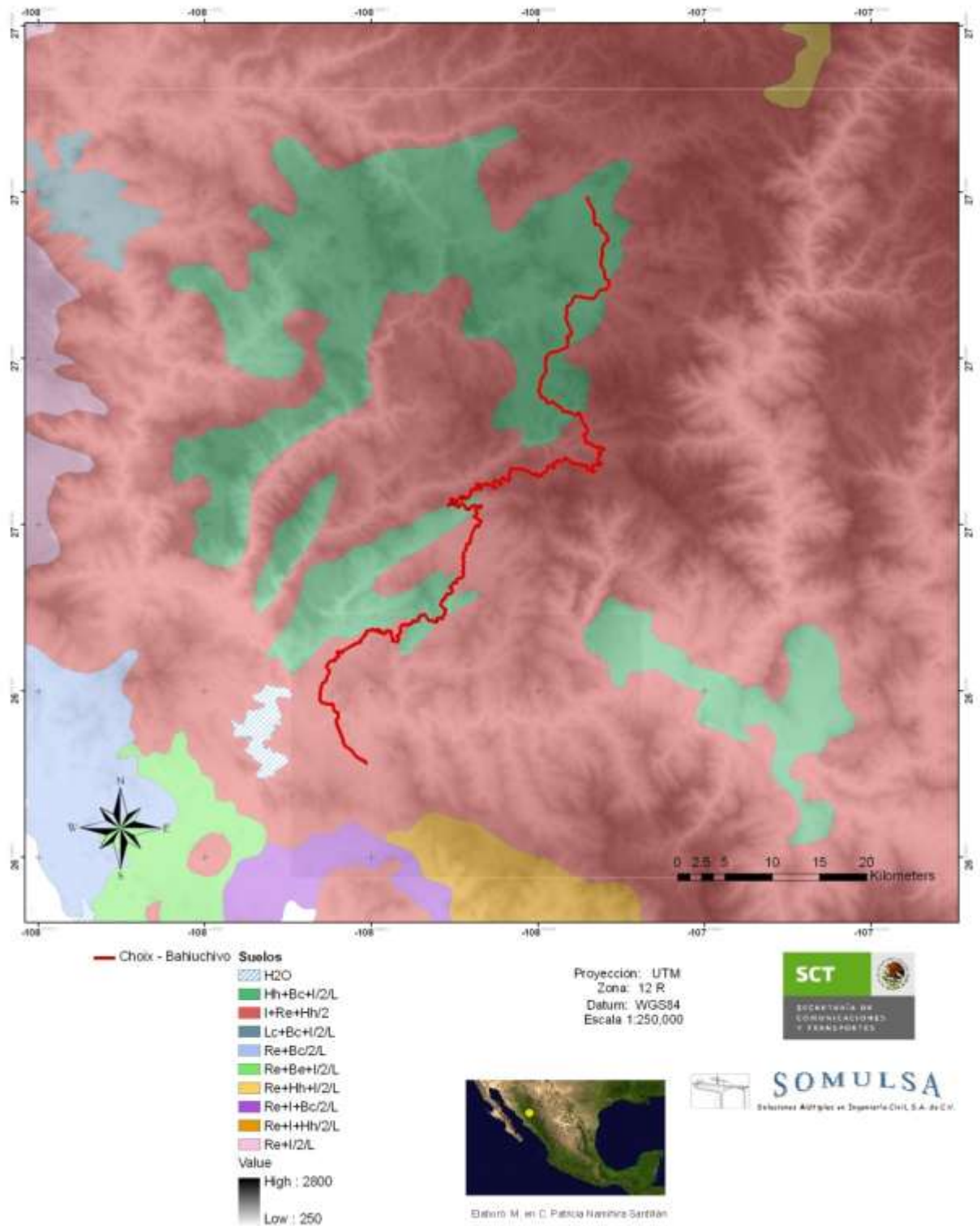


Figura IV.11 Relación de Uso de edafología y MDE del trazo Choix – Bahuichivo



En las figuras anteriores es posible distinguir la relación existente entre las subcuencas hidrológicas, altitud y la distribución de la vegetación. La distribución de la vegetación está muy relacionada con la altitud ya que es posible observar que en las zonas más altas se presentan bosques de coníferas, mientras que en los cañones y en las zonas de lomeríos la vegetación existente es la selva baja subcaducifolia y algunos sitios con matorral espinoso tamaulipeco. Las tierras de uso agropecuario están asociadas a los asentamientos humanos que existen en la región.

La conjunción de factores ambientales como las cuencas hidrológicas, la vegetación presente y la topografía conforman un espacio físico perfectamente delimitado que agrupa componentes ambientales relacionados al componente agua (vegetación, suelo, fauna), con límites claramente definidos y donde todas las actividades que se realicen dentro de ella repercutirán las condiciones del hábitat, siendo así unidades lógicas para la planeación y gestión de los recursos naturales (Jiménez-Nava, 2002).

Con respecto a la especies de fauna de la región, si bien en la literatura de las regiones prioritarias de la CONABIO cercanas a la zona del proyecto, se menciona la presencia de especies clave como el puma (*puma concolor*) y el oso negro (*Ursus Americanus machetes*), no existen registros de estas especies en la región evaluada. El puma de manera natural es una especie rara y suele apartarse de sitios con actividad antropogénica, por lo que tiende a replegarse a zonas de difícil acceso y buena cobertura vegetal, que en la zona de estudio está representada por numerosas montañas; de ahí que los radios de actividad de estos felinos se concentren en esas áreas.

Si bien el oso es una especie generalista y omnívora que esporádicamente suele acercarse a asentamientos humanos en busca de comida (basura, ganado, alimento para perro etc.), es una especie cuya dieta está compuesta al menos en un 80% de vegetación específica como frutas, nueces, hojas tiernas y otras partes vegetales de fácil digestión (Martínez Muñoz, 2001), por lo que de igual manera, en busca de este tipo de alimento suele trasladarse hacia sitios de escasa alteración antropogénica donde son de fácil adquisición. La zona del proyecto presenta signos de modificación antropogénica por la presencia de algunas brechas, la existencia de algunos claros por efecto de la tala forestal y actividades mineras, la existencia de caseríos aislados, por lo que no se ha presentado reporte alguno de avistamiento de esta especie en la región por parte de los pobladores.

En relación a las aves, se puede hablar de la presencia de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), que puede servir como especie indicadora de bosques maduros en buen estado de conservación sobre los cuales se ha avistado (Enkerlin, et al., 1997); esta especie presentan movimientos a corta distancia y son territoriales en torno al sitio que habitan y al área que rodea el nido (Monterrubio y Enkerlin-Hoeflich, 2004). Considerando el moderado nivel de perturbación antropogénica de la región y la limitada área de actividad de esta especie, es poco probable que exista en la zona de estudio, lo cual fue corroborado con las entrevistas de los diversos pobladores de la zona, que comentaron que esta especie no se ha avistado en la región.

De lo anterior, la distribución de fauna no se consideró como un factor para la delimitación del SAR al no tenerse registros bibliográficos y/u orales de su presencia en la región.

Tomando en consideración la evaluación de los componentes bióticos y abióticos de la región, se procedió a perfilar el SAR del proyecto acorde a los siguientes puntos:

- a) Límites de subcuencas hidrológicas
- b) Variación de la vegetación e integridad de la masa forestal
- c) Presencia de ríos que puedan funcionar como barreras físicas para el traslado de fauna

Figura IV. 12. Criterios para el límite norte del SAR: frontera de Distribución de Pino – Encino, Elevaciones Máximas, Límite de Subcuenca Hidrológica

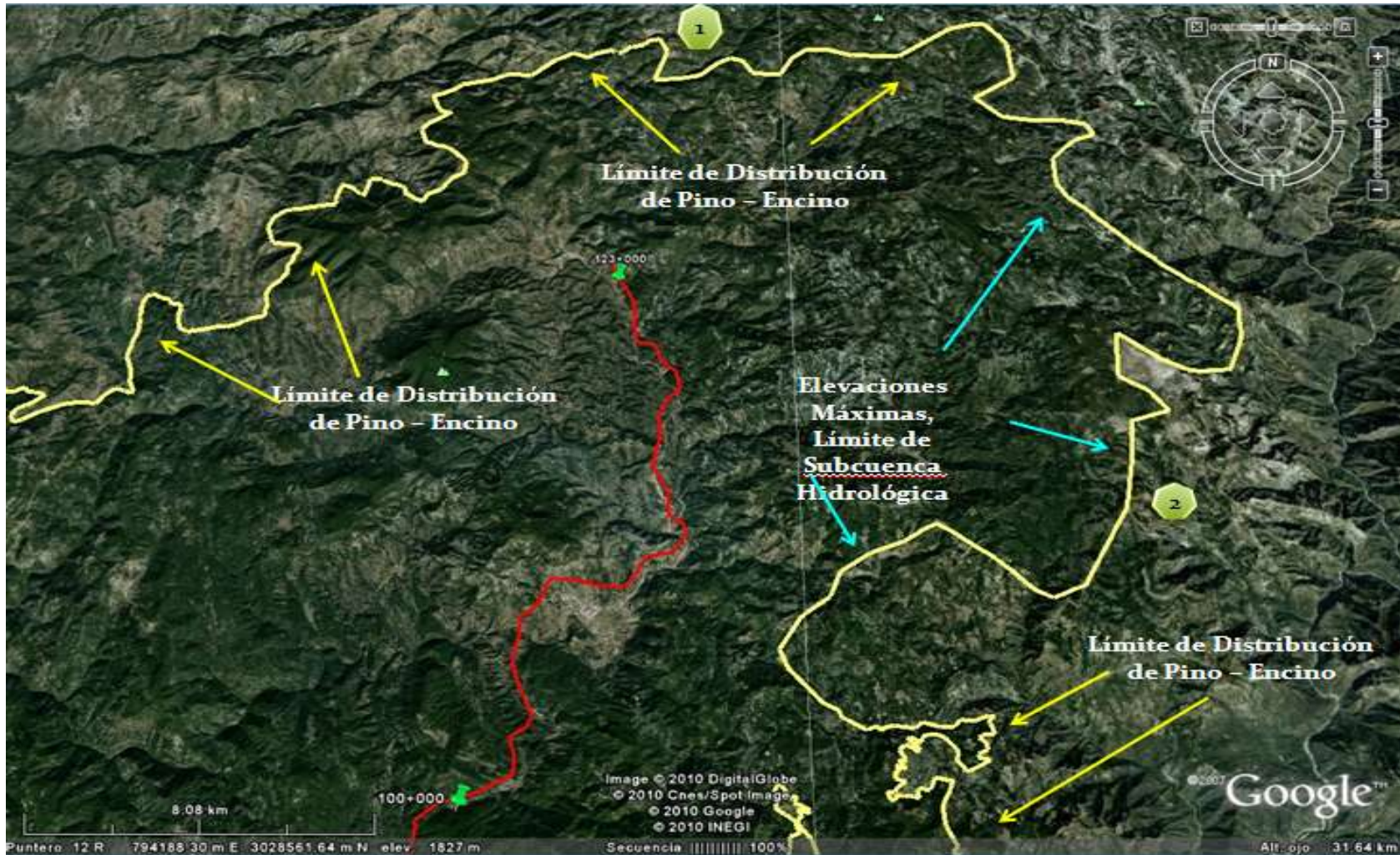


Figura IV.13. Criterios para el límite este del SAR: Elevaciones Máximas, Límite de Subcuenca Hidrológica, continuidad de la vegetación

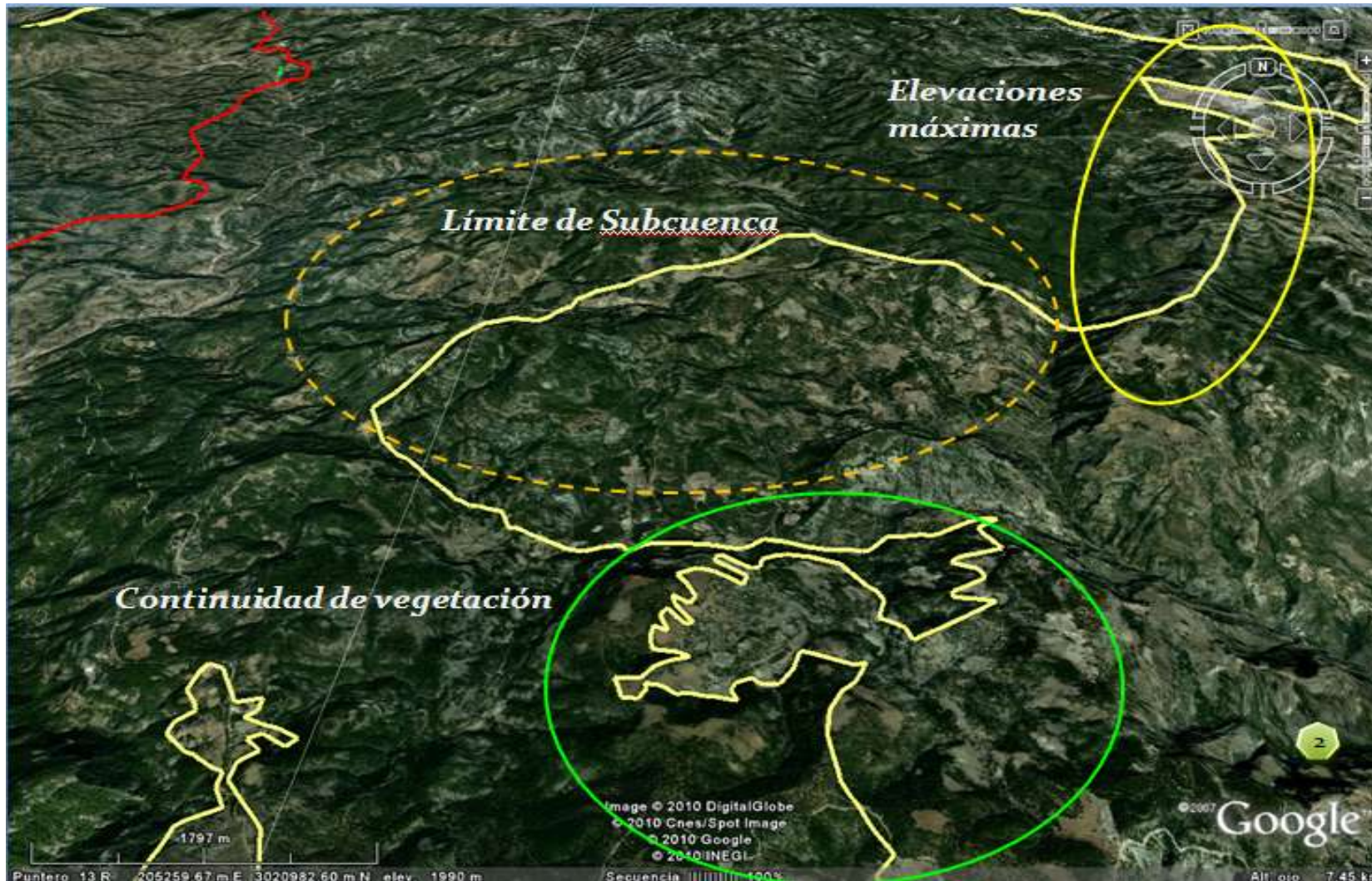


Figura IV.14. Criterios para el límite sureste del SAR: Límite de Subcuenca Hidrológica, continuidad de la vegetación

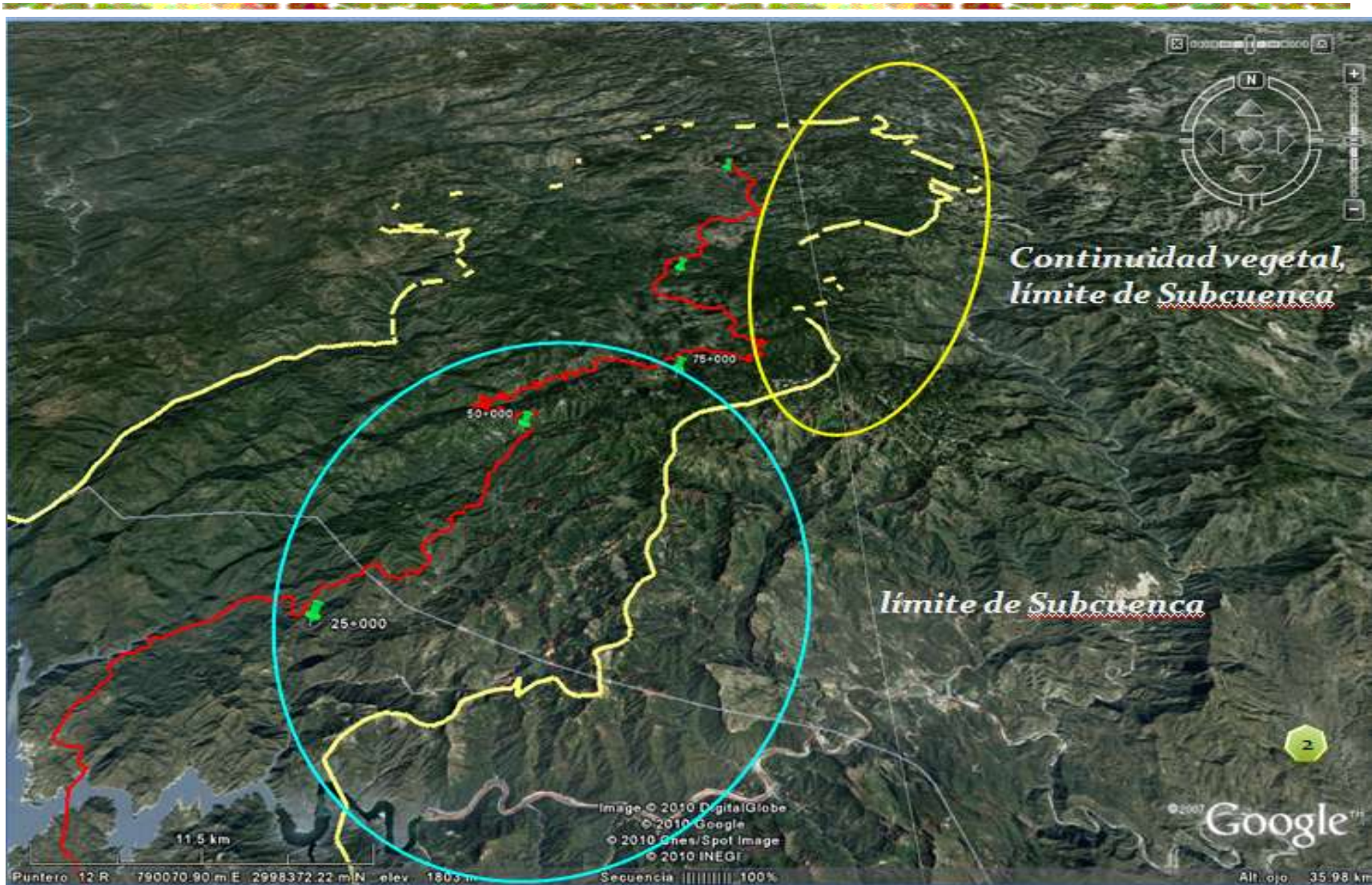


Figura IV.15. Criterios para el límite sur del SAR: Límite topoformas, edafología, continuidad de la SBSC

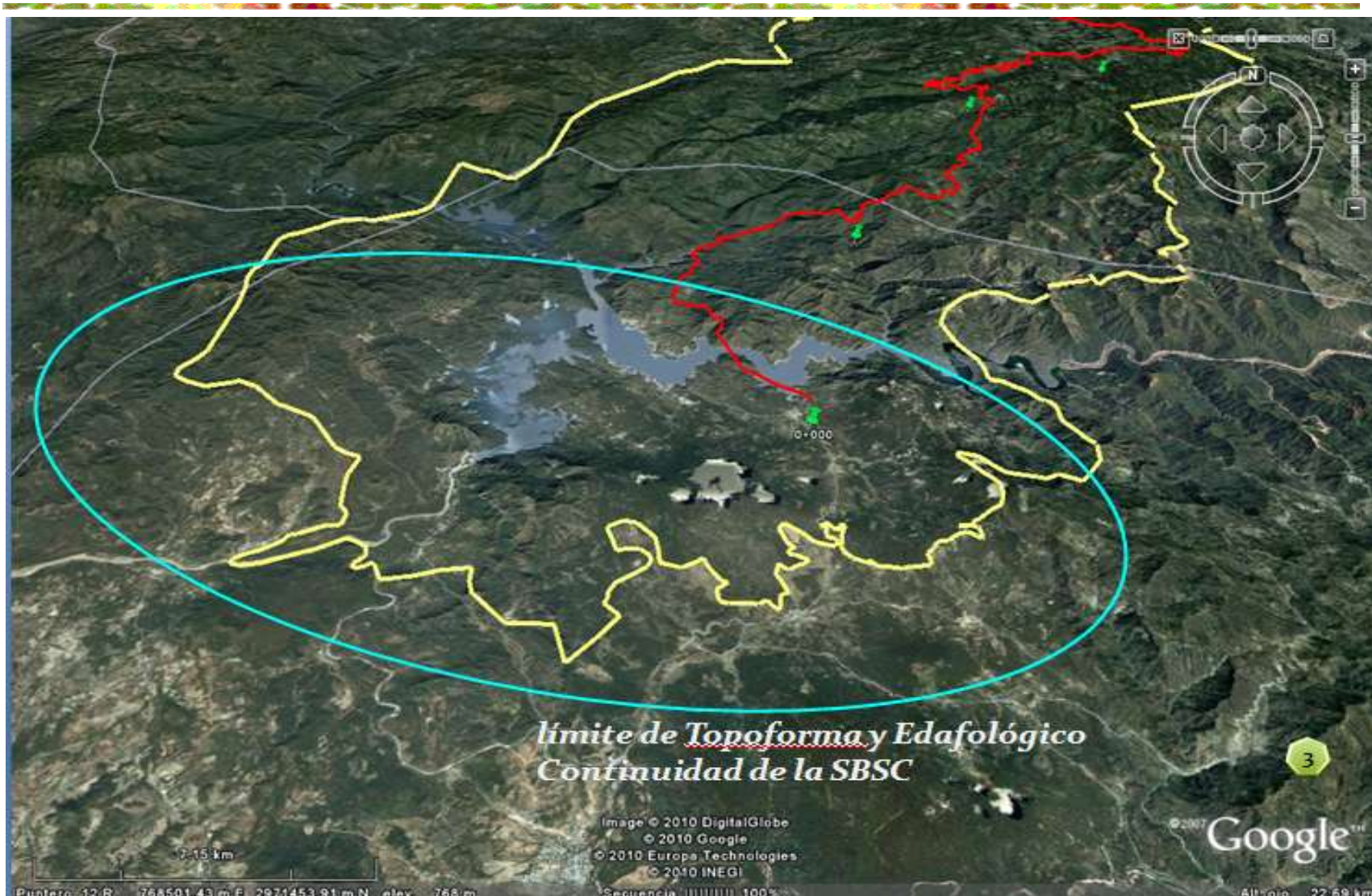


Figura IV.16. Criterios para el límite oeste del SAR: Límite de vegetación no perturbada

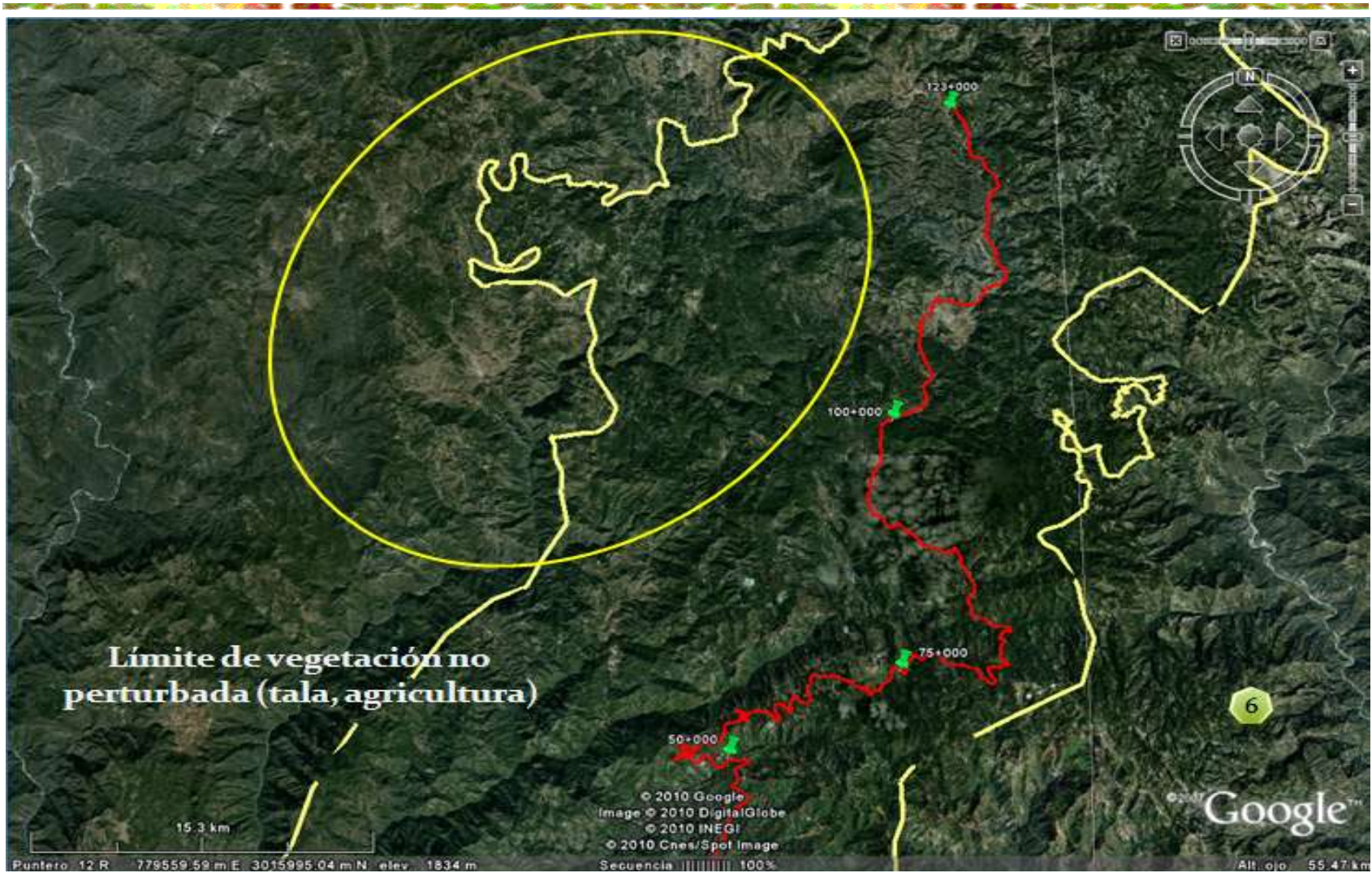


Figura IV. 17 Superposición de unidades ambientales para delimitar SAR definitivo

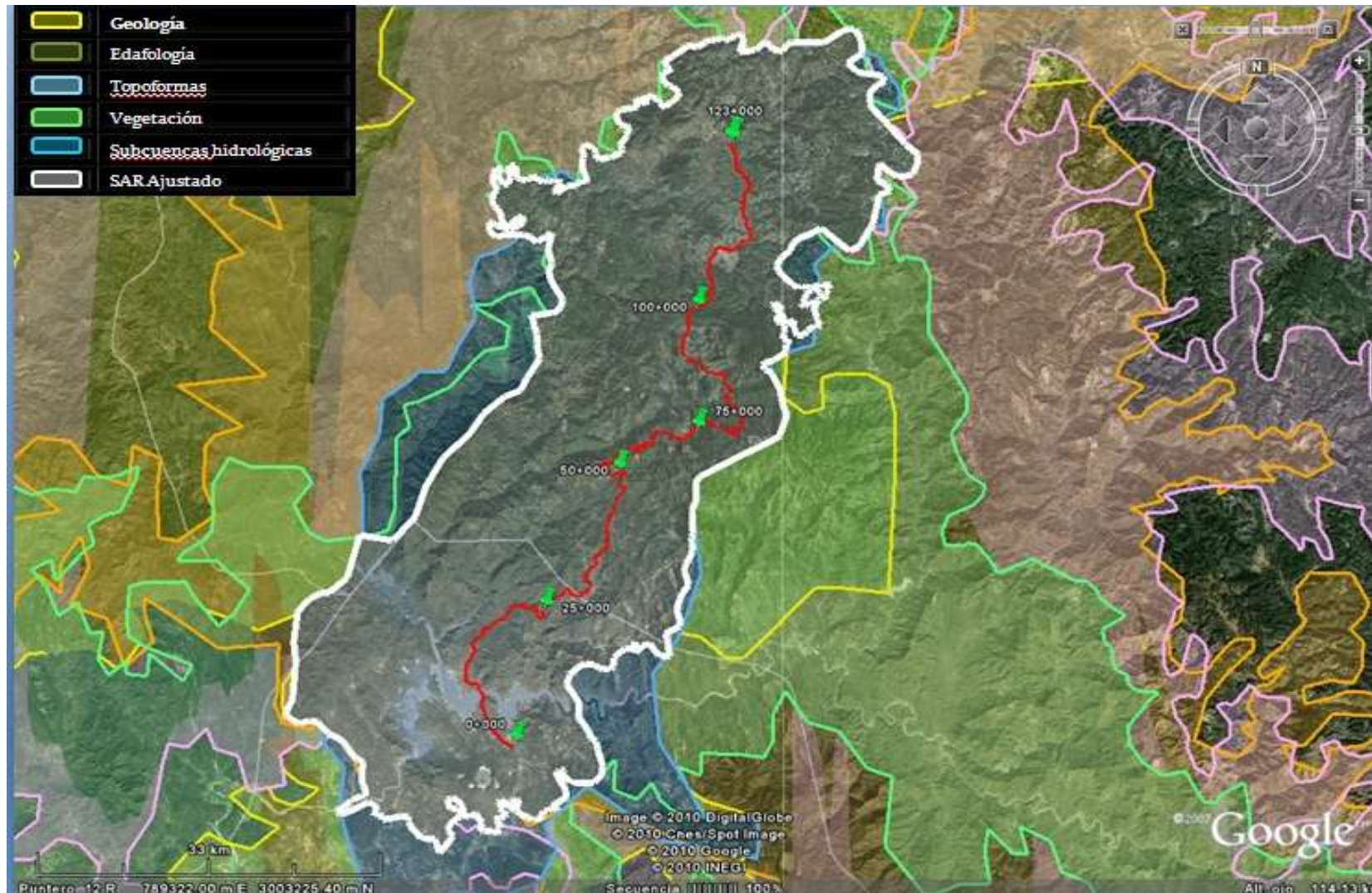
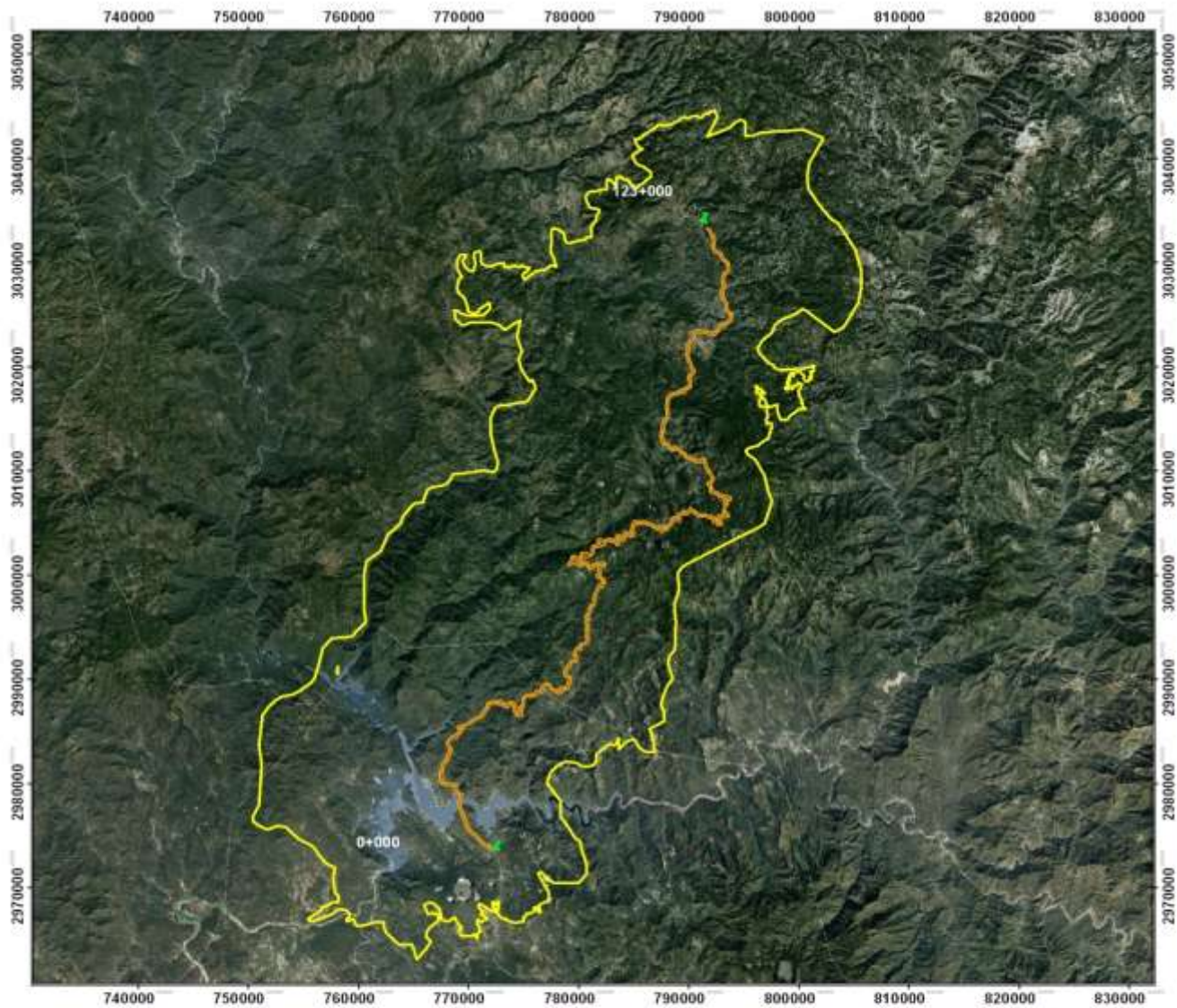


Figura IV.18 SAR Final





— Choix - Bahuichivo
□ SAR Final

Proyección: UTM
Zona: 12 R
Datum: WGS84
Escala: 1:250,000



La superficie calculada del SAR es de 2,072.10 Km²; donde las unidades ambientales evaluadas tienen la siguiente distribución:

Tabla IV.1. Unidades ambientales ubicadas dentro del Sistema Ambiental Regional

Atributo	Unidad / Nombre	Superficie (Km ²)	% de superficie del SAR
Uso de suelo	Bosque de Pino	696.06	33.59
	Selva baja caducifolia	617.85	29.83
	Bosque de encino	588.10	28.38
	Agricultura de temporal	109.03	5.26
	Pastizal cultivado	61.05	2.94
Edafología	Combinación de Litosol	1525.06	73.60
	Combinación de Feozem	536.13	52.87
	Combinación de Regosol	10.91	0.53
Geología	Ígneas extrusivas ácidas del Terciario	1,383.64	66.77
	Ígneas intrusivas ácidas del Cretácico	484.01	25.14
	Metavolcánicas del Jurásico	67.94	3.28
	Sedimentarias (lu-ar) del Cretácico	59.75	2.88
	Sedimentarias (ar-cg) del Terciario	14.90	0.72
	Sedimentarias (cz) del Cretácico	8.40	0.45
	Ígneas extrusivas intermedias del Paleógeno	8.40	0.45
Hidrología superficial	Volcanoclástico del Terciario	8.20	0.40
	Subcuenca del Río Medio Fuerte	1,125.55	54.30
	Subcuenca del Río septentrión	797.23	38.47
	Subcuenca del Río Ateros	76.250	3.68
	Subcuenca del Río Chinipias	48.08	2.32
	Subcuenca Miguel Hidalgo	21.217	1.03
Topoformas	Subcuenca Pueblo Urique	4.097	0.20
	Sierra alta con cañones	1,897.12	91.55
	Valle abierto de montaña	97.67	4.71
	Lomerío con valles	48352	2.35
	Superficie de gran meseta	28.79	1.39

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

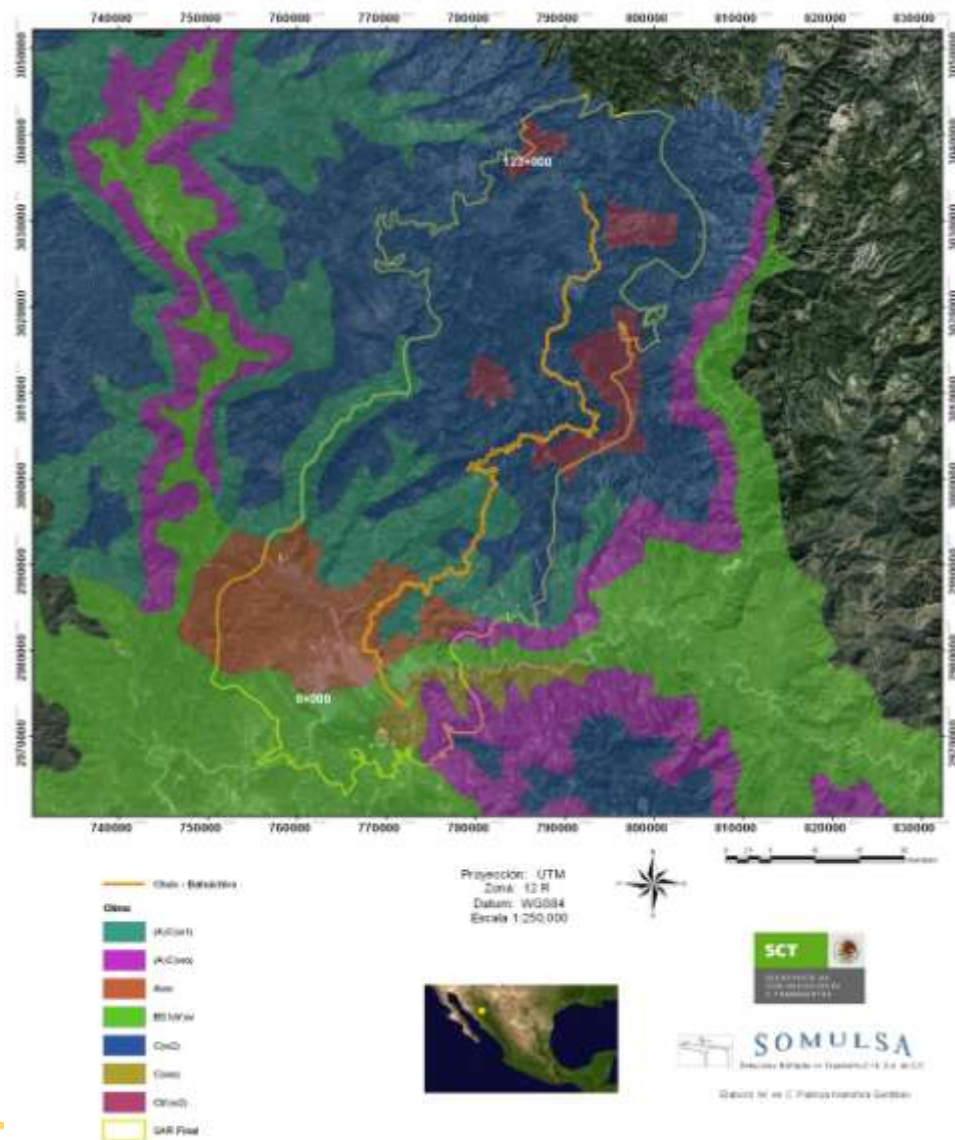
IV.2.1. Aspectos abióticos

IV.2.1.1 Clima

Tipo de clima

De acuerdo al Instituto de Estadística Geografía e Información (INEGI) en 2010, los climas dentro del SAR están en función de la altitud, y van desde el templado subhúmedo hasta el semiárido cálido, como se muestra en la figura IV.19.

Figura IV.19. Climas del SAR



Temperatura

La temperatura del SAR de acuerdo a las normales climáticas para el municipio de Urique en la estación meteorológica de Tubares ubicada en las coordenadas 108°01'00" LW y 26°58'00" LN. (Medina *et al.*, 2006) y para el municipio de Choix en la estación meteorológica de Huites ubicada en las coordenadas 108°22' LW y 26°34' LN. (Ruiz *et al.*, 2005) que fueron elegidas dada la cercanía a la SAR, oscila entre 7.9°C a 39.3°C y 6.6°C a 40.2 °C respectivamente.

Como se observa las variaciones de la temperatura en ambos municipios del SAR son amplias, marcadas claramente por la temporada invernal y la temporada de verano; sin embargo, en los puntos más elevado de la Sierra Madre Occidental, las temperaturas suelen mantenerse templadas a lo largo del año, mientras que en las zonas de cañones, la temperatura permanece de cálida a semicálida a lo largo del año.

Figura IV.20. Climograma para el municipio de Urique, Chihuahua.

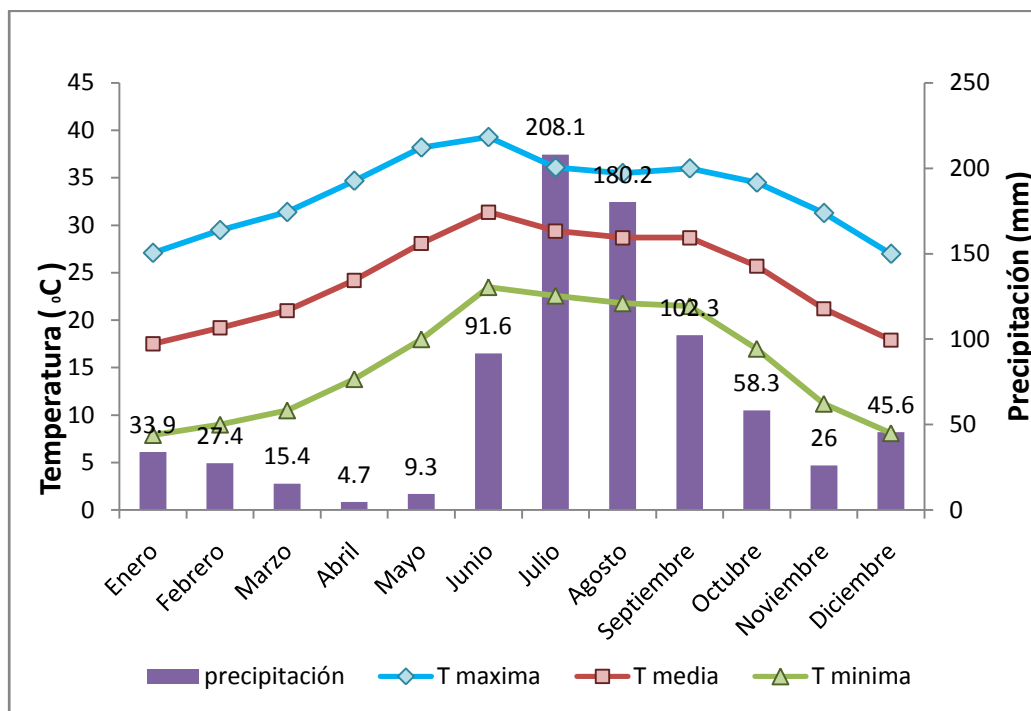
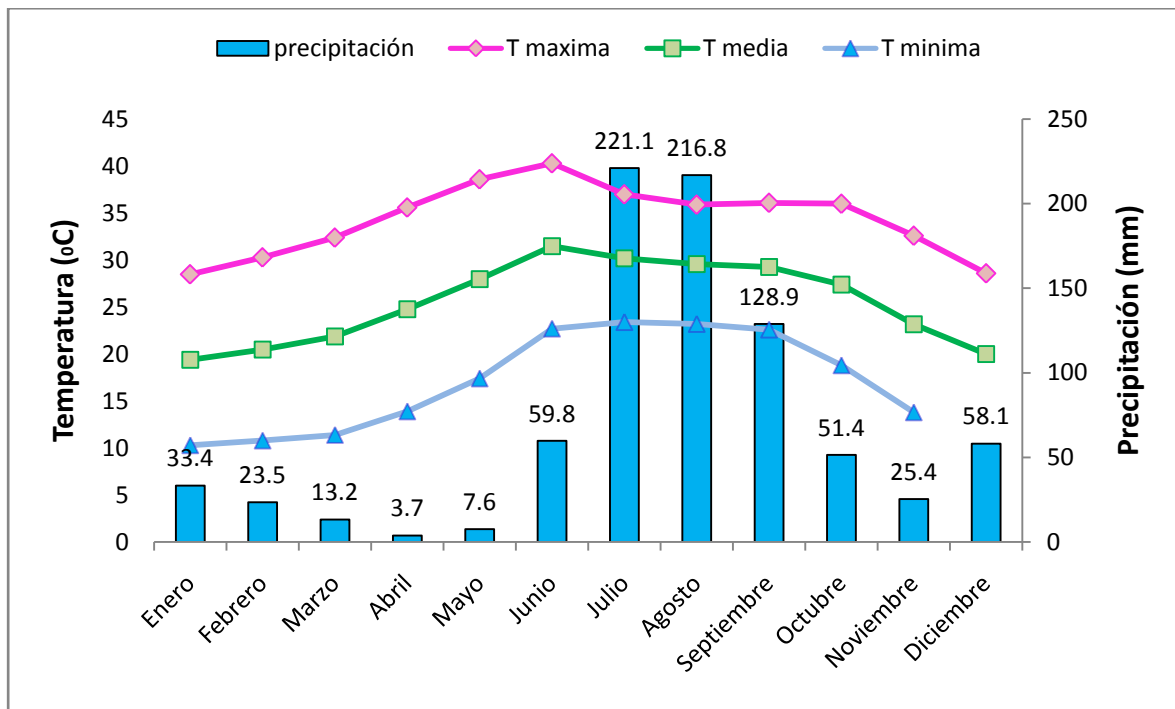


Figura IV.21. Climograma para el municipio de Choix, Sinaloa.



Precipitación

La precipitación en la parte norte del SAR (estibaciones de la Sierra Madre Occidental) fluctúa de 4.7 mm a 208.1 mm (Medina *et al.*, 2006); ésta última en el mes de julio donde se registran las lluvias más abundantes, mientras que la se genera en el mes de abril. El mismo comportamiento pluvial se presenta en la parte sur del SAR, dentro del Municipio de Choix solo que ahí la precipitación es un poco menor (3.3 a 133.1 mm) (Ruiz *et al.*, 2005).

Vientos

Los vientos dominantes en la parte sur del SAR se orientan al O en una velocidad de 1m/s. La nubosidad detectada en promedio considera 192 días despejados y 168 nublados al año. En cambio en la región norte del SAR, los vientos dominantes son del Suroeste y la humedad relativa promedio es del 75%.

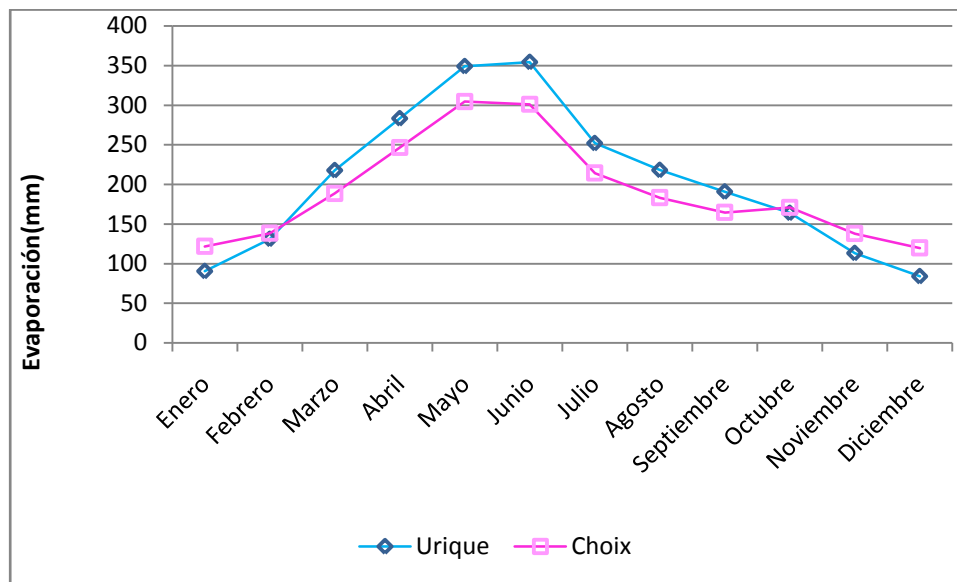
Humedad relativa.

La humedad relativa en la parte norte del SAR se ha registrado en promedio de 75 %, mientras en la región sur la media mensual es de 70.9 % (CNA, 2010).

Evaporación

Es un proceso que transfiere agua desde la superficie terrestre a la atmósfera, es decir, es cuando el agua pasa de la fase líquida a la gaseosa. Como se observa en la figura siguiente las tasas de evaporación tiene valores muy similares dentro de los estados que contienen al SAR, presentándose los niveles máximos en verano y los mínimos en invierno.

Figura IV.22. Precipitación en Chihuahua y Sinaloa.



Fenómenos climatológicos

La franja costera del estado de Sinaloa, por sus características naturales se manifiesta como una zona propensa a fenómenos de origen Hidrometeorológico, como son los ciclones, once son los municipios sujetos a alto riesgo de ciclones tropicales: Ahome, Guasave, Angostura, Salvador Alvarado, Navolato, Culiacán, Elota, San Ignacio, Mazatlán, El Rosario y Escuinapa, siendo Ahome y Mazatlán los más afectados en los últimos años.

De acuerdo a la SMN-CNA (2010) indican que en estado de Sinaloa, se ha visto afectado por cinco huracanes dentro del periodo 1970-2007, los datos registrados para este periodo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV.2. Huracanes intensos que han afectado el estado durante el periodo 1980 – 2010.

AÑO	NOMBRE	CATEGORÍA* EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	PERIODO (inicio-fin)	VIENTOS MAX (en impacto)
1975	Olivia	H3	Villa Unión	Oct. 22-25	185
1976	Liza	H4	La Paz BCS, [Topolobampo Sinaloa]	Sep. 25-Oct 2	220 [215]
1983	Tico	H3	Caimanero	Oct. 11-19	205
1996	Fausto	H3	San Ignacio		
2006	Lane	H3	Cruz de Elota	Sep. 13-17	205

Quando el huracán entró a la tierra en dos lugares, el segundo está marcado entre paréntesis.

*La escala de Huracán Saffir / Simpson, según la velocidad del viento en km/h:

H1 119 a 153
H2 154 a 177
H3 178 a 209
H4 210 a 250
H5 Mayor de 250

El último huracán mencionado, dejó a su paso daños severos a la estructura vial, e infraestructura del estado, así como localidades sumergidas en el agua. Los municipios afectados por este fenómeno fueron; Culiacán, Navolato, Cosalá, Elota, San Ignacio, Concordia, Mazatlán, El Rosario y Escuinapa, la magnitud de este fenómeno en términos económicos alcanzó los 370,124,745.00 millones de pesos, entre aportaciones federales, estatales y municipales.

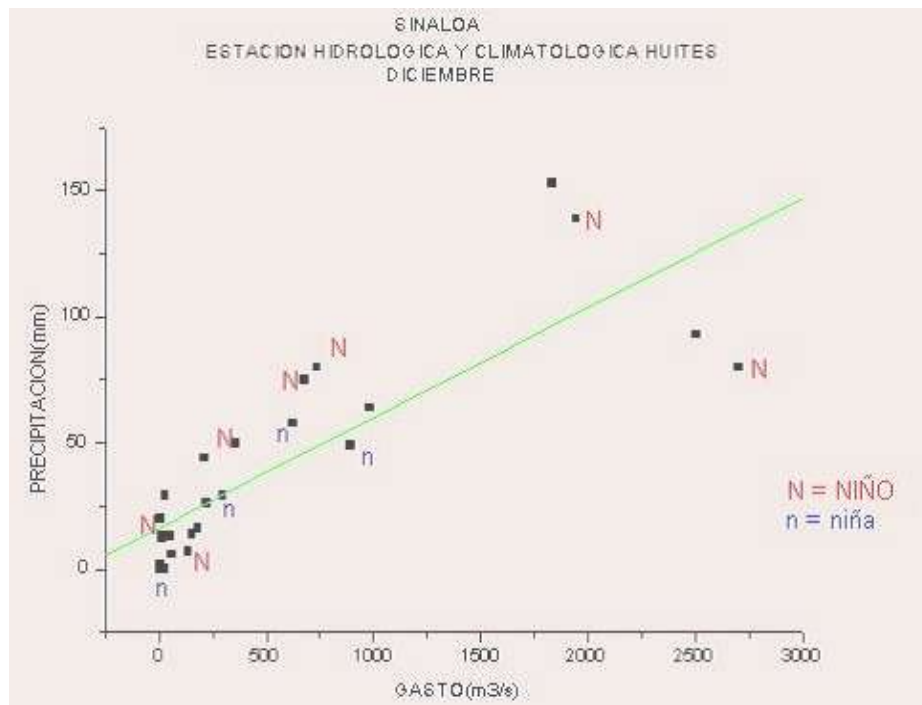
También ciclones tropicales de menor categoría han tocado tierra sinaloense, los cuales son los siguientes: cinco huracanes categoría 2, en los municipios de Escuinapa, Ahome y Mazatlán; cuatro huracanes categoría 1, uno en Mazatlán y tres de ellos en Topolobampo, siendo el más reciente en 1998; los restantes se consideran tormentas tropicales teniendo vientos de entre 60 y 10 kms. /hr, manifestándose principalmente en Ahome y Mazatlán.

Hay que señalar que ninguno ha impactado de manera directa la zona donde está ubicado el SAR, sin embargo, las bandas nubosas que se desprenden de los remanentes de estos fenómenos y que se internan por tierra a la altura del Puerto de Topolobampo llevan abundantes lluvias a la zona del SAR, aunque son de corta duración (no más allá de 4 días).

Otro fenómeno meteorológico que se manifiesta de manera importante dentro del SAR es “El Niño” que produce lluvias invernales atípicas en la región, que se notan mediante el incremento del caudal del río Fuerte, tal como lo muestra la figura IV.23. Sin embargo, vuelve a observarse que no todos los Niños

producen la misma respuesta en México, pudiendo presentarse este fenómeno con lluvias escasas en la región (Magaña *et al.*,1997).

Figura. IV. 23 Relación entre precipitación y caudal del río en la estación hidrológica Huites para el mes de diciembre.



Las Tabla IV.3 y IV.4 muestran los fenómenos especiales como, granizo, tormentas eléctricas y niebla, así como sus variaciones anuales en la región, de acuerdo a los registros proporcionados por SMN-CNA (2010), donde se ve claramente que no existen amplias variaciones en las porciones norte y sur del SAR y que el comportamiento básicamente es el mismo.

Tabla IV.3. Fenómenos climáticos especiales en Urique (días) {norte del SAR}

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Lluvia apreciable	3.5	1.9	1.4	0.8	1.4	6.4	15.0	13.5	9.1	3.5	2.3	3.4	62.2
Niebla	0	0	0	0	0	0	0.8	1.8	0.8	0.3	0.5	0.1	3.5
Granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.1

Tormenta eléctrica	0	0	0	0	0	0	1.0	0.5	0.1	0	0	0	1.6
--------------------	---	---	---	---	---	---	-----	-----	-----	---	---	---	-----

Tabla IV.4. Fenómenos climáticos especiales en Choix (días) {Sur del SAR}

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Lluvia apreciable	2.8	2.2	1.0	0.5	0.5	4.3	13.8	13.4	8.4	3.0	2.2	2.9	55.0
Niebla	0.2	0	0	0	0	0	0.2	1.0	1.2	0.7	0.5	0.4	4.2
Granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tormenta eléctrica	0	0	0	0	0.1	0.3	1.1	0.4	0.6	0.0	0.1	0.0	2.6

Las heladas por otro lado, se manifiestan como un fenómeno similar a las nevadas, que se presenta con temperaturas extremas muy bajas, pero que debido a la falta de humedad no llegan a producir precipitaciones de hielo. Las heladas son recurrentes en las partes elevadas del SAR dentro de la Sierra Madre Occidental, donde incluso si las condiciones de humedad son adecuadas, llegan a presentarse algunas nevadas. En contraparte, a un gradiente latitudinal descendente ambos fenómenos no suceden, tal como en el caso del municipio de Choix (sur del SAR).

IV.2.1.2. Calidad del aire.

Tanto Sinaloa como Chihuahua tienen una baja densidad poblacional ya que, ocupan el lugar número 15 y 11 por su número de habitantes a nivel nacional respectivamente y sus actividades económicas se basan principalmente en el turismo, en el sector agropecuario y en menor proporción por el sector minero, por lo cual la contaminación del aire es menor a comparación de las grandes ciudades con una menor extensión territorial como lo es el Distrito Federal,

En la Tabla IV.5a y 5b, se presenta el resultado del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente en los estados de Chihuahua y Sinaloa (SEMARNAT, 2008), donde se observa se emiten más contaminantes en el estado de Chihuahua, asimismo, que el contaminante que se emite en mayor cantidad es el COV, seguido del CO, que se originan de procesos de combustión incompleta. Para el caso de las emisiones de vehículos que emplean diesel como combustible, las emisiones de SO_x, PM₁₀ y PM_{2.5} son más elevadas que las de los vehículos que emplean gasolina (Vijay et al., 2004).

Tabla IV.5a. Emisiones a la atmosfera de fuentes móviles para los estados de Chihuahua en el año 1999.

Tipo de fuente	Emisiones (Ton/año)						
	NO _x	SO _x	COV	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃
Fuentes fijas	18,133.31	65,187.57	2,892.79	13,821.67	7,241.41	6,278.72	-
Fuentes de área	14,407.25	25,065.54	68,057.37	52,418.19	12,999.99	7,237.22	41,727.50
Fuentes móviles	32,241.02	1,047.94	20,071.11	156,661.22	3,208.54	3,075.52	-
Fuentes naturales	51,705.54	-	1,926,593.90	-	-	-	-
Total	116,487.12	91,301.05	2,017,615.1	222,901.08	30,691.35	16,591.46	41,727.50

Tabla IV.5b. Emisiones a la atmosfera de fuentes móviles para los estados de Sinaloa en el año 1999.

Tipo de fuente	Emisiones (Ton/año)						
	NOx	SOx	COV	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃
Fuentes fijas	10,274.57	102,862.86	1,488.73	1,999.28	7,876.72	4,614.67	-
Fuentes de área	6,884.92	1,988.15	36,656.65	48,938.66	13,459.38	7,276.03	61,934.33
Fuentes móviles	21,786.75	680.05	12,468.82	90,505.04	2,255.33	2,164.42	-
Fuentes naturales	60,311.39	-	766,573.76	-	-	-	-
Total	99,257.63	105,531.06	817,187.96	141,442.98	23,591.43	14,055.12	61,934.33

Dentro del SAR, la contaminación atmosférica no es generada por vehículos automotores ni por emisiones industriales; por un lado, a lo largo de todo el SAR se genera a través de la quema de basura por parte de los poblados de la Sierra (al carecer de tiraderos a cielo abierto y rellenos sanitarios, cada casa incinera sus residuos) lo que de manera local puede producir malestares a los pobladores; por el otro lado, hacia el sur del SAR donde la vegetación de coníferas cambia a vegetación de selva baja caducifolia, se presenta la problemática de incendios forestales en la temporada de estiaje dado el material vegetal seco en esta temporada del año; la devastación de este fenómeno en Sinaloa se manifestó por la destrucción de 80,684.5 hectáreas en el periodo 2000-2006, , en su mayoría este tipo de incidentes son producidos principalmente por causas antropogénicas.

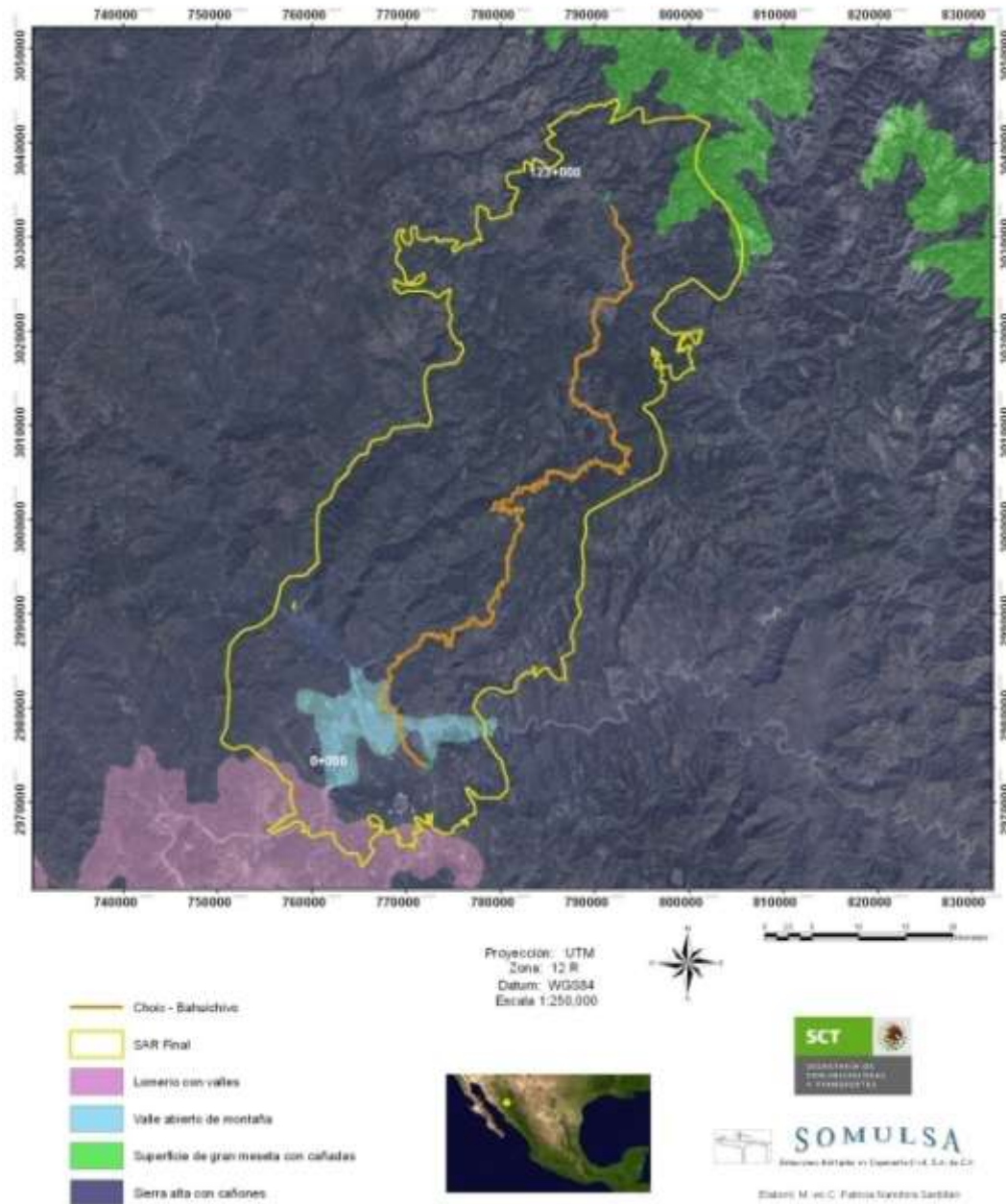
IV.2.1.3. Geología y geomorfología

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Así, la diversidad topográfica influye en las características climáticas, el tipo de suelo y la vida silvestre que sustenta, particularmente los estados de Sinaloa y Chihuahua se ubican sobre la provincia fisiográfica y geológica Sierra Madre Occidental (Figura IV.10) la cual Constituye un importante sistema montañoso, de origen ígneo, volcánico en su mayor parte; la sierra se levanta hasta los 3,000 msnm con una región escarpada orientada al occidente; hacia el oriente la sierra descende a una región con grandes mesetas. Las condiciones geológicas y fisiográficas tan peculiares de esta sierra han propiciado la formación de cañones profundos sobre su vertiente occidental, entre los que destaca el cañón del Cobre, labrado por el río Urique y sus afluentes (González, 2003).

La topoforma dominante del SAR es la sierra alta con cañones, típica de la Sierra Madre Occidental; a la altura de la Presa Luis Donaldo Colosio (Presa Huites) la topoforma encontrada es la de valle abierto de montaña. Hacia los extremos norte y sur del SAR el relieve se aligera un poco al encontrar mesetas hacia el norte y lomeríos en el sur (Figura VI.24)

Figura IV. 24 Topoformas presentes en el SAR

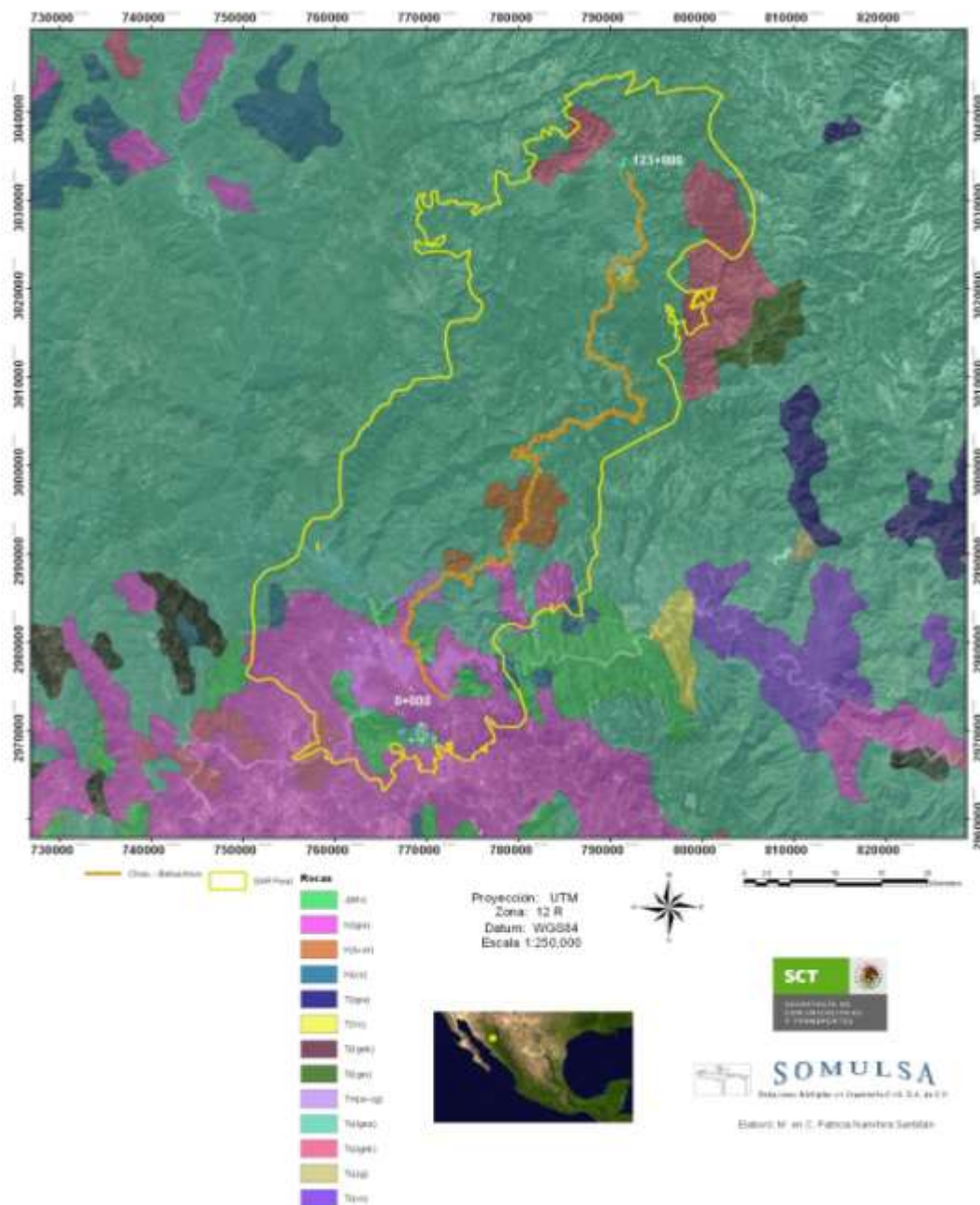




El origen geológico del SAR es completamente ígneo y metamórfico debido a la dinámica tectónica que perfiló la Sierra Madre Occidental. Es posible dentro del SAR encontrar componentes litológicos de cuatro Eras Geológicas, siendo la más antigua la Paleozoica con rocas del Precámbrico de edad aproximada de 600 millones de años (representado por rocas metamórficas ubicadas al noroeste en los límites de Sonora). Las rocas dominantes son tanto ígneas intrusivas y extrusivas de la era Mesozoica (periodos cretácico y jurásico) resultantes de la intensa actividad volcánica que se originó en la región por efecto de la colisión y reacomodo de las placas tectónicas del Pacífico y Americana; finalmente, se tiene algunas rocas de la era

cenozoica (Neógeno y paleógeno) de materiales sedimentarios, producto del arrastre fluvial de materiales intemperizados desde los puntos más elevados de la sierra que son transportados por los numerosos ríos del SAR (Chinipias, Urique, Choix, Fuerte)

Figura IV. 25 Componentes litológicos del SAR



Estratigrafía del SAR

La columna estratigráfica del área muestra que está constituida por filitas, esquistos y anfibolitas atribuidas al paleozoico, meta-volcánicos del jurasico, calizas del Jurasico-Cretácico sin metamorfosear o con diversos grados de metamorfismo, metasedimentos detríticos del Cretácico Tardío-Paleoceno que afectaron a las rocas anteriores, areniscas y conglomerados abigarrados del terciario y finalmente basaltos, diques y diquestratos doleríticos y andesíticos, así como, depósitos de alud y aluvión del cuaternario, se distinguen don unidades cuaternarias denominadas por Rodríguez-Torres y Córdoba “como unidad Cuaternaria Pleistocena Clástica” y unidad Cuaternaria Reciente, Llanuras de Inundación. La primera consiste en depósitos conglomeraticos de talud y abanicos aluviales, así como gravas que se localizan en ambas márgenes del rio Fuerte constituyendo terrazas bien formadas. En la segunda se tienen limos y arcillas areno-limosas, mientras que las gravas aparecen en los lechos de los canales fluviales y esporádicamente en las llanuras de inundación (Cepeda *et al.*,1985).

Evolución tectónica del SAR

En base a las relaciones litoestratigráficas, es posible reconstruir su historia geológica a partir del Paleozoico, tiempo en que se registraron ligeras pulsaciones epirogénicas, produciendo movimientos regresivos con ligeras alternancias transgresivas depositándose roca arcillo-arenosas, algunas veces conglomeráticas y con intercalaciones de rocas carbonatadas y lavas máficas, las cuales fueron afectadas posteriormente por metamorfismo regional de contacto.

El área presenta un fuerte control estructural con marcada orientación preferencial NW-SE, con ligeras variaciones N-S y, contrastando con la anterior, las de orientación NE-SW. Lo anterior se verifica tanto para los fallamientos como para el fracturamiento y diaclasado, mismos que producen una frecuente separación en forma de bloques de la roca. La inclinación de los planos de deslizamiento y fracturamiento varía entre los 60⁰ y la vertical.

El graben de la porción SW concuerda fundamentalmente con una zona baja en la que abundan los derrames basálticos cuaternarios. Hacia su parte meridional afloran el conglomerado granítico, sobre el que se asienta la parte sur del SAR, y la brecha rojiza, mismos que podrían ser resultado de un basculamiento gradual hacia el NE de un bloque más pequeño, limitado al SW por la falla que afecta al Rio Choix. Este mismo bloque presenta solo pequeños remanentes de tobas cornéanos, las que vuelven aflorar, del graben, hasta la porción norte, siguiendo la alineación marcada que los separa de los basaltos.

Las grandes estructuras que se observan en el extremo del norte del estado de Sinaloa con fallas y fracturas de importantes dimensiones que corren burdamente paralelas a la línea de la costa, es decir NW-SE, y que persisten a todo lo largo de la Sierra Madre Occidental, la cual tiene la misma orientación, según Bonneau (1971) el plegamiento principal de las rocas preexistentes al Batolito de Sinaloa ocurrió hacia fines del Cenomoniano o principios de Turoniano.

Los primeros esfuerzos de tensión se manifestaron a fines del Cretácico o principios del Terciario, fenómeno que ha sido asociado con la extrusión de rocas volcánicas ácidas o intermedias. Es probable que

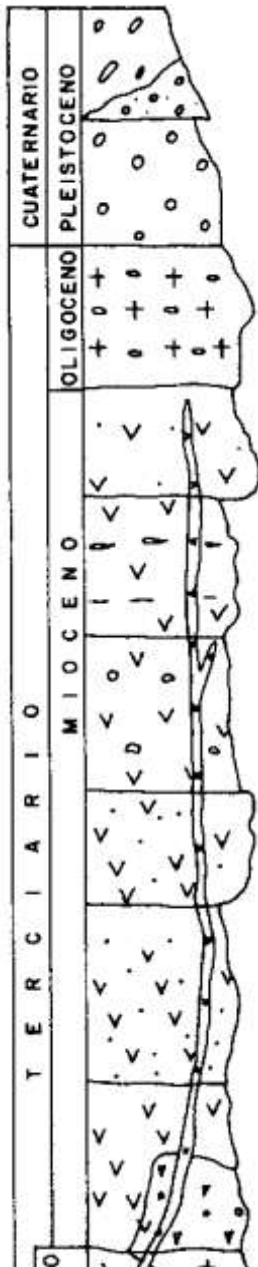
las zonas de debilidad que sirvieron de conducto a este volcanismo hayan sido las grandes fracturas de orientación NW-SE, que ya existían durante esa época. En efecto, Atwater (1970) y Dermot y Robin (1975) coinciden en afirmar que “las manifestaciones volcánicas de tipo arco insular, calco-alcalino (Sonora-Sinaloa) están relacionadas a los movimientos de hundimiento (Subducción) de la placa Farallon debajo de la placa Americana”, las cuales invariablemente son paralelas a los grandes fracturamientos de esta área. Es obvio que las fuentes de emisión han quedado selladas por las mismas rocas volcánicas.

El ciclo geotectónico en la porción norte del SAR se completa con una nueva época de plegamiento, ahora en dirección NNW-SSE acompañado por grandes sistemas de fallas, que en general tienen la misma orientación. Este fenómeno corresponde aproximadamente al Terciario Medio, el cual señala la fase postgeosinclinal. Según Bonneau (*op. Cit.*) desde el Terciario hasta hoy la región está sufriendo una tectónica de distensión que se relaciona con la formación del Golfo de California.

Por último, el volcanismo riolítico reciente y el vulcanismo basáltico cuaternario asociada a fallas de orientación N-S señalan el final de la actividad tectónica en el noroeste de la República Mexicana. Algunas de las fallas de rumbo casi perpendicular a los sistemas antes descritos, desempeñan un importante control del curso de los diversos ríos de la región, como es el caso del mismo Río Fuerte, en la porción de la cabecera, en las partes altas de la Sierra Madre Occidental.

Tectónicamente el sitio presenta características de esfuerzos distensivos que, combinados con las fracturas de enfriamiento, dan como resultado un fallamiento en bloques que afecta a toda la columna estratigráfica. Se han definido dos rumbos dominantes de fracturamiento: NW-SE (coincidente con el fallamiento regional) y NE-SW, que suele manifestarse como fallas normales casi verticales y fallas inversas de inclinación similar.

Figura IV.26. Litoestratigrafía promedio del SAR.



Deposito de talud y aluvión

Conglomerado por líticos de toda las unidades anteriores. Bien redondeados, incluidos dentro de una matriz arcilloso-arenosa descansa discordantemente sobre el granito.

Basalto de Olivino de color gris vesicular y amigdalodial; textura porfírica con matriz politaxítica. Descansa discordantemente en una superficie de erosión del granito.

Ignimbrita vítreo-cristalina, de composición riolítica, de color blanco compacta de texturas piroclástica y eutaxítica con abundantes líticas de riolitas y andesitas oxidadas.

Tobapiroconsolidada. De composición rio lítica, color gris rosáceo, muy fracturada y textura piroclástica, esferulítica y eutaxítica. Con cuarzo sanidino, biotita, magnetita y hematita en una matriz esferulítica de feldespato alcalino y cuarzo.

Ignimbrita lítica de composición rio lítica, porosa de color rosa compacta, dureza media. Se le observan cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasas. Algunos líticos subangulosos de riolita y andesita.

Ignimbrita cristalina, color rosa compacta. Dureza media. Se le observan cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasas. Algunos líticos subangulosos de riolita y andesita.

Ignimbrita vítreo-cristalina. Color rosa claro compacta y textura piroclástica con orientación eutaxítica, constituida por vidrio, cuarzo sanidino y oligoclasa esencialmente, en una matriz criptocristalina. Algunos líticos de pómez, riolita y andesita.

Brecha de color rojizo, líticos de 5 a 25 cm de diámetro de composición dacítica, andesítica y granítica, parcialmente silicificada de aspecto masivo en la parte inferior y estratificada superior.

Granito de biotita y horblenda, color blanco con tintes verdosos, de grano grueso a medio, textura holocristalina, dura y compacta, poco fracturada; se encuentra intrusionando a la corneana formando un halo metamorfismo de contacto.

Corneana de color gris azulado u oscuro; compacto, textura porfídica, matriz afanítica, siliciada. Presenta en la base y en la cima horizontes brechoides con residuos de la roca original intensamente alterados por soluciones hidrotermales.

1. Aplita en ventillas
2. Diabasa en diques y mantos
3. Turmalina en venas

Topografía

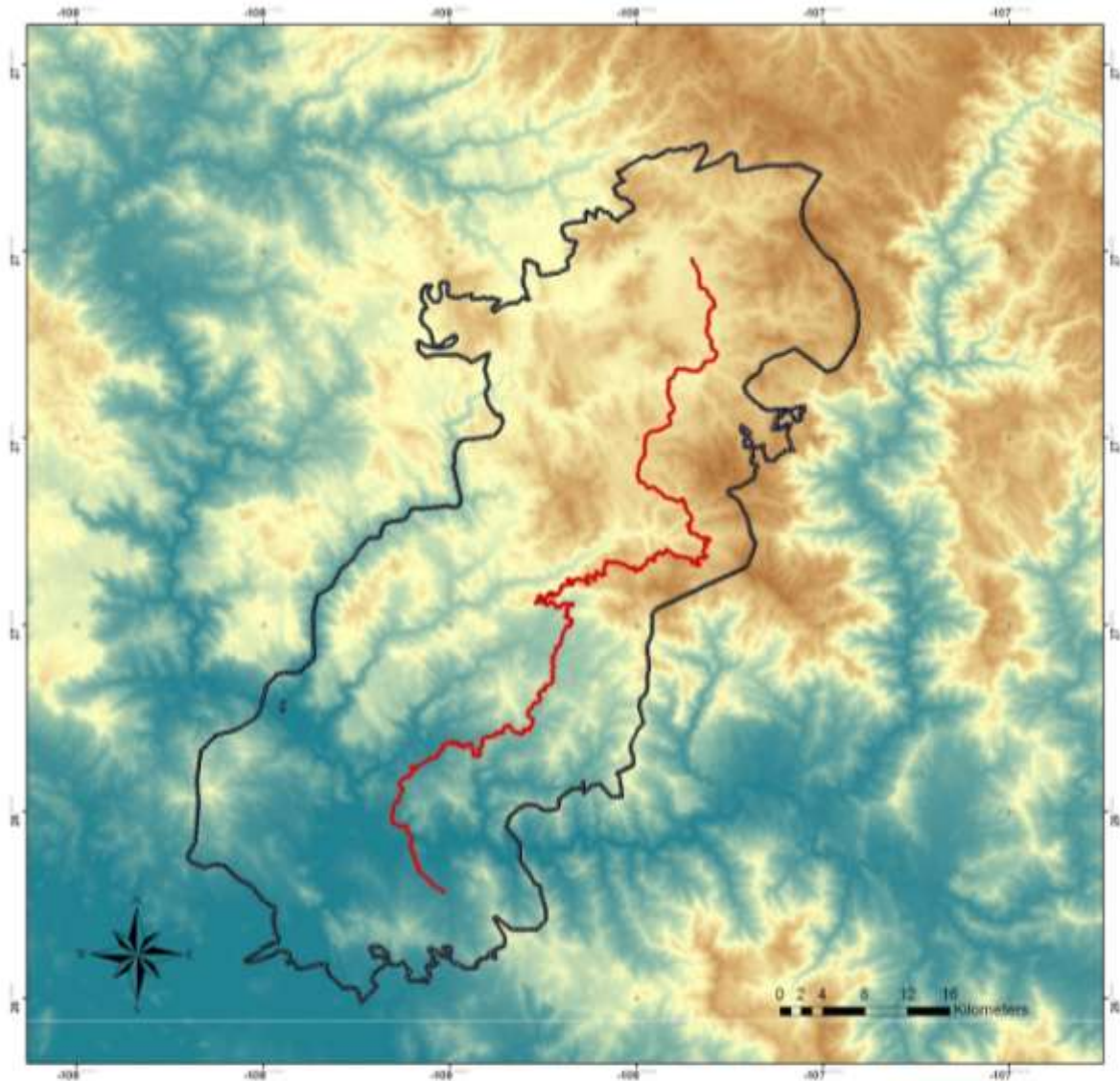
La gran meseta y Cañones Chihuahuenses están compuestos por 22 Sistemas Terrestres que se caracterizan por amplios sistemas de cañones como la Barranca del Cobre, Cañón de Urique y sistemas mesetarios de gran extensión como La Meseta Verde-Turuachie entre otros. Según la variación topográfica de esta provincia ecológica se presentan rangos de altitud que oscilan desde los 600 a los 3000 metros (INE, 1989).

Particularmente en los municipios directamente involucrados en la realización de este proyecto su territorio está formado por una serie continua de cerros y barrancos, cuya altitud fluctúa entre los 250 y los 2800 msnm. Su terreno es descendente de norte a sur. En su parte media se encuentra la Barranca del Cobre o Tarahumara, formada por el río Urique, con una longitud de 80 kilómetros y su profundidad de 1,500 metros. Entre las cumbres más elevadas encontramos las de Renga, Placeres. Cerro Prieto, Gapiraiivo, Suicochi y El Jarabe esto en Urique.

En Choix la configuración orográfica está determinada por las prolongaciones de la Sierra Madre Occidental. Por el norte penetra la sierra de Gocopiro y se prolonga hasta el municipio de El Fuerte; también en la parte norte se ubica el sistema orográfico de la mesa de Santa Rita; en el noroeste se encuentran las sierras de San Vicente y de Choix, en tanto en el sur penetra la sierra de La Tasajera, proveniente del estado de Chihuahua.

Figura IV.27 Relieve del SAR





Proyección: UTM
Zona: 12 R
Datum: WGS84
Escala 1:250,000



Editor: M. en C. Patricia Huerta Santibán



Sismicidad

El SAR se sitúa en el terreno continental de la placa tectónica de Norteamérica, que interactúa con la placa tectónica del Pacífico, hacia el sureste de la falla de San Andrés, sobre el Golfo de California, en donde se han registrado desplazamientos por el orden de los 5 centímetros anuales, aproximadamente. En el periodo 1990-1991 fueron registrados en Sinaloa dos sismos, manifestados en Topolobampo y Los Mochis. Estos fenómenos alcanzaron una magnitud de hasta 4.7 grados en la escala de Richter y el epicentro se estimó a una profundidad de entre 10 y 11 kilómetros. En 1994 en el municipio de Badiraguato se presentaron manifestaciones sísmicas, dada su ubicación en una región de sismicidad media.

Las costas del Estado no son fuente de origen de maremotos locales, sino únicamente receptoras de maremotos lejanos con epicentros de más de 1000 km de distancia con olas de tres metros, sin embargo, se tienen registrados 8 maremotos terminales en las últimas décadas en las playas de Ahome, Guasave y Mazatlán, en donde se registraron olas superiores a los tres metros.

Finalmente, pese a la ubicación del SAR tan cercano al Cinturón de Fuego del Pacífico, no se tiene registro de ninguna actividad volcánica de consideración. Este fenómeno, pese a su nula actividad, mantiene a ciertos espacios como los proclives a riesgos y daños por este fenómeno, principalmente en las partes serranas, como el municipio de Badiraguato, siendo este el de mayor concentración de cráteres volcánicos. La zona geológica donde se ubica el SAR presenta una zonificación sísmica de bajo peligro sísmico (zona B, Figura IV. 28), las características de esta zona se presentan en la Tabla IV.5, donde los sismos son poco frecuentes, lo cual muestra que la dinámica actual, se encuentra en una fase distensiva, que provoca la expansión del fondo oceánico del Golfo de California con el consecuente movimiento de separación de la Península del Baja California del continente (Cepeda *et al.*, 1985).

Figura IV.28 Mapa de peligro sísmico de México y SAR



Tabla IV.6. Detalles de la zona sísmica B de la República Mexicana.

Descripción del peligro	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad
Peligro sísmico	Bajo
Factor sísmico	0.14
Área en Km²	823603.338318
% del territorio nacional	41.926991
Población total	45006326
Total de viviendas habitadas	10267487

Minería

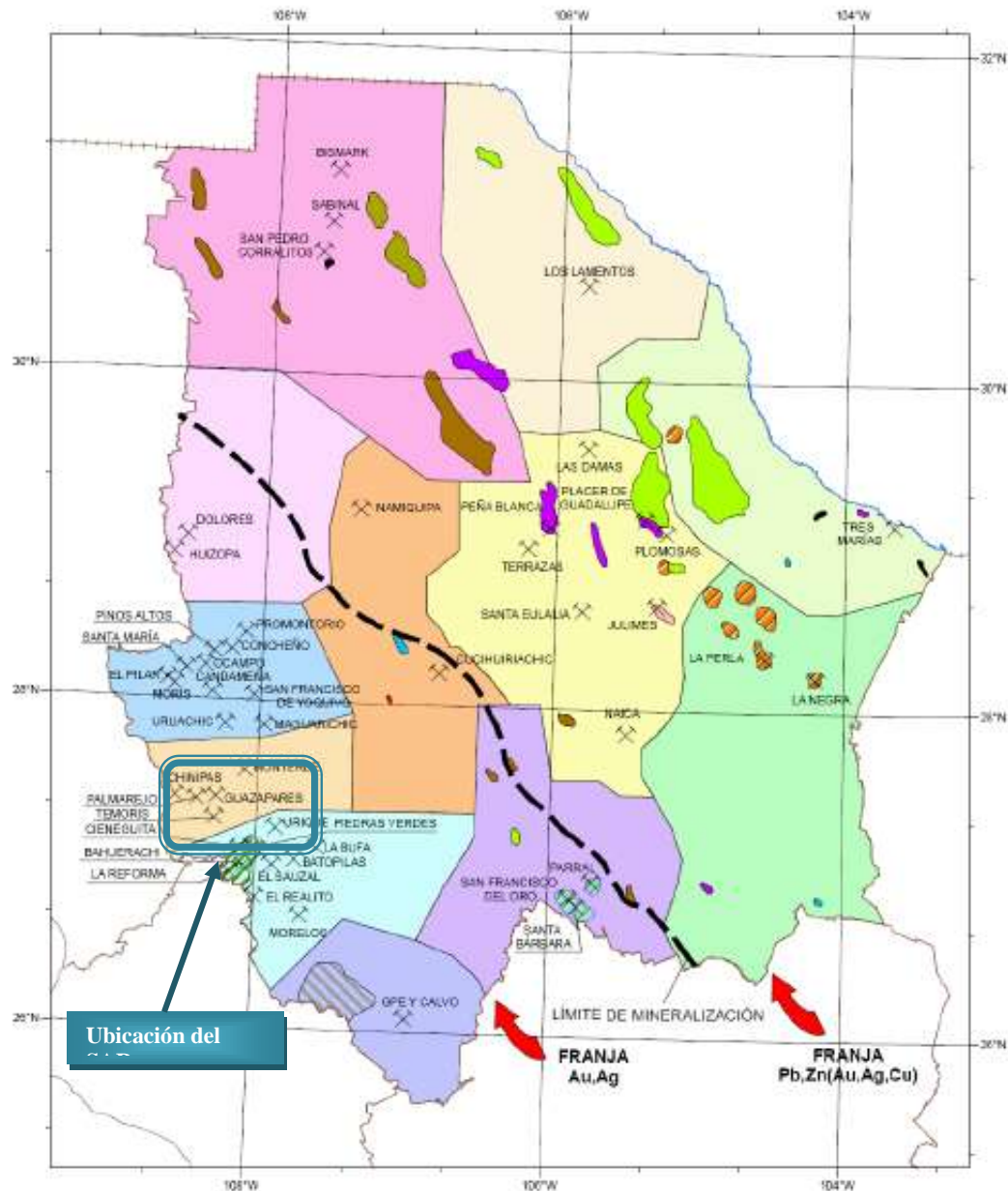
El estado de Sinaloa, presenta manifestaciones de mineralización prácticamente en toda la extensión de su territorio; y si bien existen distritos mineros en donde la minería se ha desarrollado a gran escala, también se encuentran lugares en donde la actividad es incipiente y rudimentaria. La diversidad de yacimientos existentes, se encuentran emplazados en rocas metamórficas, ígneas intrusivas, volcánicas y sedimentarias que abarcan en edad desde el Triásico superior hasta el Terciario. En estos ambientes litológicos es donde se emplazan las estructuras mineralizadas, y en donde se forman los distritos mineros; en estas mismas áreas es donde se encuentran los depósitos de placer de oro, siendo el la región minera de Choix uno de los principales productores a nivel estatal.

Figura IV.29. Principales productos mineros de Sinaloa



Por su parte, el estado de Chihuahua desde tiempos de la colonia ha sido relevante por su producción de minerales metálicos. Durante su historia minera se han explotado importantes yacimientos, los cuales han contribuido en gran medida a mantener una posición importante en la producción nacional, representando una alternativa de desarrollo en lugares donde no existe la posibilidad de establecer otro tipo de industria. El SAR en su porción norte, se ubica dentro de la región minera de Temoris, donde los metales explotados son: oro y plata.

Figura IV.30. Principales productos mineros de Sinaloa

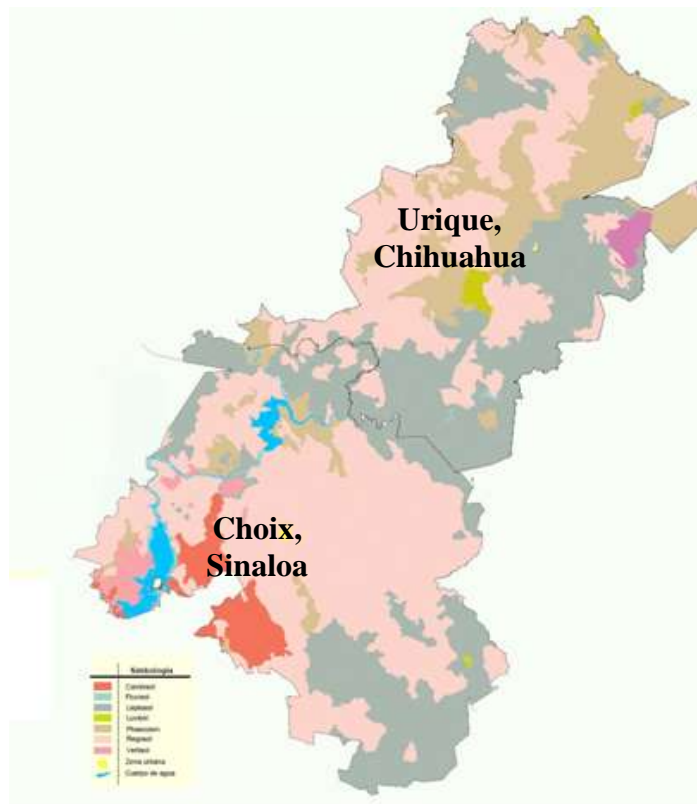


De lo anterior, se observa que la totalidad del SAR se encuentra ubicada en la zona minera de la Sierra Madre Occidental que produce oro y plata, metales de gran valor comercial.

IV.2.1.4. Suelos.

De acuerdo al INEGI (2009) los suelos sobre los que se asienta el municipio de Urique son Regosol (38.3%), Leptosol (33.9%), Phaeozem (24.9%), Umbrisol (1.5%), Luvisol, mientras que en el municipio de Choix los suelos son Regosol (55.30%), Leptosol (28.07%), Cambisol (5.87%), Phaeozem (4.49%), Vertisol (2.52%), Fluvisol (0.93%) y Luvisol (0.05%) (Figura IV. 31).

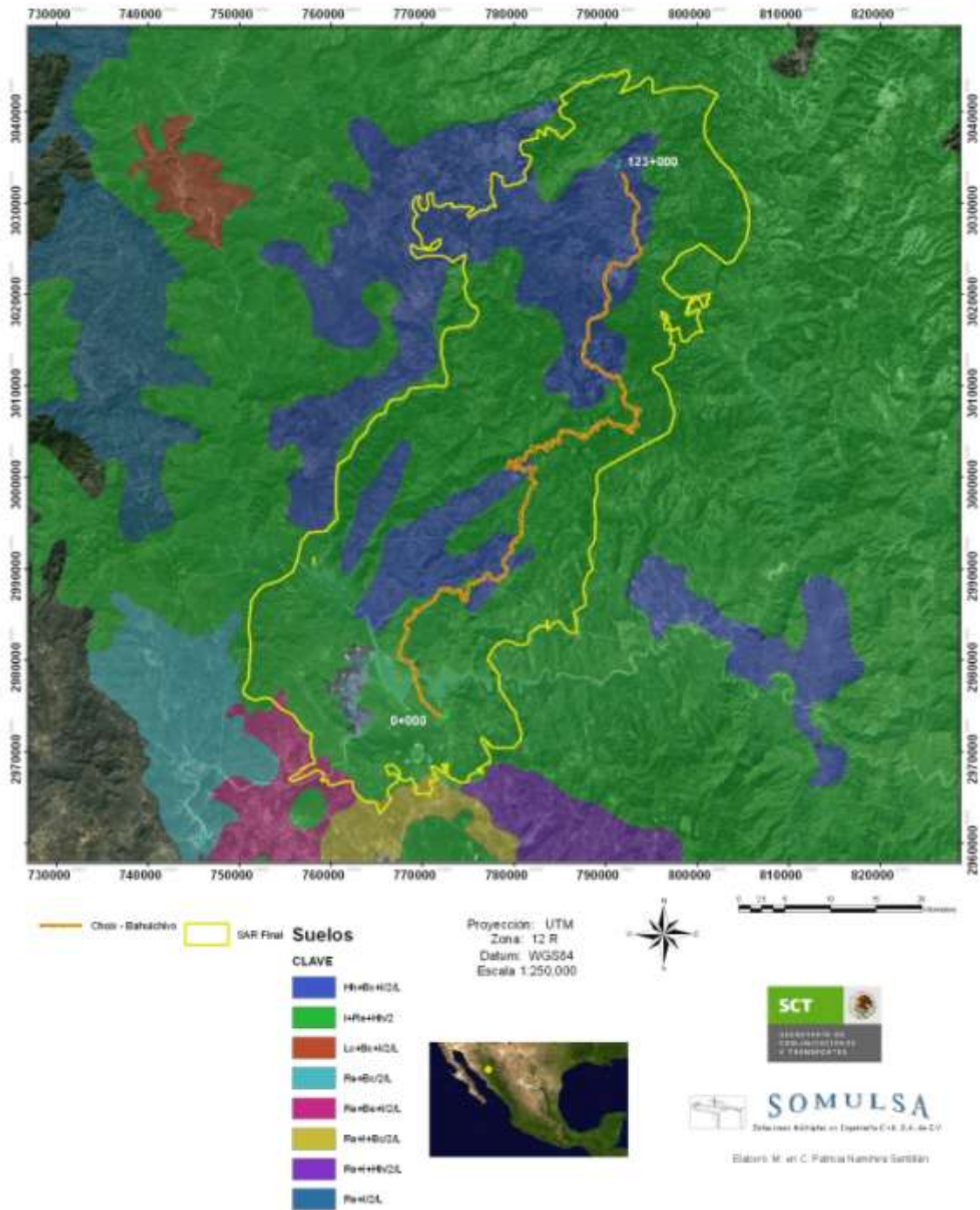
Figura IV.31. Suelos en Urique, Chihuahua y Choix Sinaloa.



Acorde con el INEGI (2010), los suelos predominantes dentro del SAR son dos tipos siguiendo la clasificación de IUSS (2007): Feozem háplico asociado a Cambisol crómico y leptosol (Hn+Bc+I/2/L) y Leptosol asociado a Regosol eútrico y Feozem háplico (1+ Re+Hh/2), la proporción y ubicación de cada uno de ellos se presenta en la Figura IV.32.

Figura IV.32. Suelos dentro del SAR.





A continuación se presenta la descripción de cada unidad de suelo predominante:

Phaeozem haplico

Comprenden suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental.

Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Pueden o no tener carbonatos secundarios pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Nombres usados comúnmente para los Phaeozems son:

- Brunizems (Argentina y Francia).
- Suelos gris oscuro de bosque y Chernozems lixiviados y podzolizados (antigua Unión Soviética);
- Tschernoseme (Alemania).
- Dusky-red prairie soils (antigua clasificación de Estados Unidos de Norteamérica).
- Udoles y Alboles (Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos).
- Phaeozems (incluyendo la mayoría de los antiguos Greyzems) (FAO).

Descripción resumida del Phaeozem

Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego *phaios*, oscuro, y ruso *zemlja*, tierra.

Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), *till* glaciario y otros.

Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque.

Desarrollo del perfil: Un *horizonte mólico* (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial *cámbico* o *árgico*.

Distribución regional de Phaeozem

Cubren un área aproximada de 190 millones ha en todo el mundo. Unas 70 millones de ha. de Phaeozems se encuentran en las tierras bajas centrales y este de las Grandes Planicies de Estados Unidos de Norteamérica y otros

50 millones de ha están en las pampas templadas y subtropicales de Argentina y Uruguay. La tercera gran área de Phaeozems (18 millones ha) está en el noreste de China, seguida por extensas áreas en el centro de la Federación Rusa. Áreas menores, principalmente discontinuas, se encuentran en Europa Central, notablemente en el área del Danubio de Hungría y países adyacentes y áreas montañosas en los trópicos.

Manejo y uso de Phaeozem

Los Phaeozems son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas. En Estados Unidos de Norteamérica y Argentina, los Phaeozems se usan para la producción de soja y trigo (y otros granos pequeños). Los Phaeozems en las planicies altas de Texas producen buenos rendimientos de algodón bajo

riego. Los Phaeozems en la franja templada se siembran con trigo, cebada y vegetales junto con otros cultivos. La erosión eólica e hídrica son peligros serios. Vastas áreas de Phaeozems se usan para cría de ganado y engorde en pasturas mejoradas

Leptosoles

Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas, incluyen los:

- *Litsoles* del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica);
- *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia);
- y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa).

En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las *Rendzinas*, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Descripción resumida de Leptosoles

Connotación: Suelos someros; del griego *leptos*, fino.

Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina.

Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

Desarrollo del perfil: Están formados por roca continúa en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos, en material calcáreo meteorizado pueden tener un *horizonte mólico*.

Distribución regional de Leptosoles

Los Leptosoles son el GSR más extendido sobre la tierra, ocupando alrededor de 1 655 millones ha, se encuentran desde los trópicos hasta la tundra fría polar y desde el nivel del mar hasta las montañas más altas. Están particularmente extendidos en áreas de montaña, notablemente en Asia y Sudamérica, en los desiertos de Sahara y Arabia, la Península Ungava del norte de Canadá y en las montañas de Alaska. En otras partes, pueden encontrarse sobre rocas que son resistentes a la meteorización o donde la erosión ha mantenido el paso con la formación de suelo, o ha removido la parte superior del perfil de suelo. Los que se encuentran sobre *roca continua* a menos de 10 cm de profundidad en regiones montañosas son los más extendidos.

Manejo y uso de Leptosoles

Son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. Los Leptosoles a los que aplica el calificador Réndzico están plantados con teca y caoba en el Sudeste Asiático; los que están en zonas templadas están principalmente bajo bosque caducifolio mixto mientras que los Leptosoles ácidos

comúnmente están bajo bosque de coníferas. La erosión es la mayor amenaza en las áreas donde se encuentran, particularmente en regiones montañosas de zonas templadas donde la alta presión de población (turismo), la sobreexplotación y creciente contaminación ambiental llevan al deterioro de bosques y amenazan grandes áreas de Leptosoles vulnerables. Los localizados en pendientes de colinas generalmente son más fértiles que sus contrapartes en tierras más llanas. Uno o unos pocos buenos cultivos podrían tal vez producirse en tales pendientes pero al precio de erosión severa. Las pendientes pronunciadas con suelos someros y pedregosos pueden transformarse en tierras cultivables a través del aterrazado, remoción manual de piedras y su utilización como frentes de terrazas. La agroforestación (una combinación o rotación de cultivos arables y árboles bajo control estricto) parece promisorio pero está todavía en una etapa muy experimental. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles pueden causar sequía aún en ambientes húmedos.

A continuación se presenta la descripción de cada unidad de suelo asociada:

Cambisol crómico

Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Otros sistemas de clasificación de suelos se refieren a muchos Cambisoles como:

- *Braunerden* (Alemania)
- *Sols bruns* (Francia)
- *Brown soils/Brown Forest soils* (antiguos sistemas norteamericanos),
- *Burozems* (Federación Rusa).

FAO acuñó el nombre *Cambisoles*, adoptado por Brasil (*Cambissolos*); la Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos clasifica a la mayoría de estos suelos como *Inceptisoles*.

Descripción resumida de Cambisoles

Connotación: Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del italiano *cambiare*, cambiar.

Material parental: Materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas.

Desarrollo del perfil: Se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe, también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo los altamente meteorizados.

Ambiente: Terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplio rango de tipo de vegetación.

Distribución regional de Cambisoles

Los Cambisoles cubren un área estimada de 1 500 millones ha. a nivel mundial. Este GSR está particularmente bien representado en regiones templadas y boreales que estuvieron bajo la influencia de

glaciaciones durante el Pleistoceno, parcialmente porque el material parental del suelo todavía es joven, pero también porque la formación del suelo es lenta en regiones frescas. Los ciclos de erosión y depósito explican la ocurrencia de Cambisoles en regiones montañosas.

También ocurren en regiones secas pero son menos comunes en los trópicos y subtropicos húmedos donde la meteorización y formación del suelo proceden a mayor velocidad que en las zonas templadas, boreales y secas. Las planicies aluviales jóvenes y terrazas del sistema Ganges–Brahmaputra probablemente son la mayor superficie continua de Cambisoles en los trópicos, también son comunes en áreas con erosión geológica activa, donde pueden ocurrir en asociación con suelos tropicales maduros.

Manejo y uso de Cambisoles

Los Cambisoles generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente, con alta saturación con bases en la zona templada están entre los suelos más productivos de la tierra. Los Cambisoles más ácidos, aunque menos fértiles, se usan para agricultura mixta y como tierras de pastoreo y forestales. En pendientes escarpadas es mejor conservarlos bajo bosque; esto es particularmente válido para los que se encuentran en zonas montañosas. Los Cambisoles en planicies aluviales bajo riego en la zona seca se usan intensivamente para producción de cultivos alimenticios y aceiteros, en terrenos ondulados o con colinas (principalmente coluviales) se cultivan con una variedad de cultivos anuales y perennes o se usan como tierras de pastoreo. Los Cambisoles en los trópicos húmedos son típicamente pobres en nutrientes pero todavía son más ricos que los Acrisols o Ferralsoles asociados y tienen una mayor CIC, con influencia del agua freática en planicies aluviales son suelos altamente productivos para arroz inundado (*paddy soils*).

El calificador crómico se refiere a que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.

Regosol eútrico

Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte *mólico* o *úmbrico*, no son muy someros ni muy ricos en gravas (*Leptosoles*), arenosos (*Arenosoles*) o con materiales *flúvicos* (*Fluvisoles*), están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Muchos Regosoles correlacionan con taxa de suelos que están marcados por formación de suelos incipiente tal como:

- *Entisoles* (Estados Unidos de Norteamérica).

- *Rudosols* (Australia); *Regosole* (Alemania).
- *Sols peu évolués régosoliques d'érosion* o aún *Sols minéraux bruts d'apport éolien ou volcanique* (Francia).
- *Neossolos* (Brasil).

Descripción resumida de Regosoles:

Connotación: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego *rhegos*, manta.

Material parental: material no consolidado de grano fino.

Ambiente: Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas.

Desarrollo del perfil: Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez.

Distribución regional de Regosoles:

Los Regosoles cubren unas 260 millones de ha. a nivel mundial, principalmente en áreas áridas en el centro oeste de Estados Unidos de Norteamérica, norte de África, el Cercano Oriente y Australia. Unos 50 millones ha. de este suelo ocurren en el trópico seco y otros 36 millones ha en áreas montañosas. La extensión de la mayoría de áreas de Regosol es limitada; consecuentemente, los Regosoles son inclusiones comunes en otras unidades de mapeo en mapas de pequeña escala.

Manejo y uso de Regosoles

Los Regosoles en áreas de desierto tienen mínimo significado agrícola. Los Regosoles con 500–1 000 mm/año de lluvia necesitan riego para una producción satisfactoria de cultivos. La baja capacidad de retención de humedad de estos suelos obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo o chorritos resuelve el problema pero raramente es económico. Cuando la lluvia excede 750 mm/año, todo el perfil es llevado a su capacidad de retención de agua al principio de la estación húmeda; la mejora de las prácticas de cultivo de secano puede ser una mejor inversión que la instalación de facilidades de riego costosas.

Muchos Regosoles se usan para pastoreo extensivo, en depósitos coluviales en la franja de loess del norte de Europa y Norteamérica están principalmente cultivados; se siembran granos pequeños, remolacha azucarera y árboles frutales. Los Regosoles en regiones montañosas son delicados y es mejor dejarlos bajo bosque.

El calificador *eútrico* aplica para suelos que tienen una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o

una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.

IV.2.1.5. Hidrología superficial y subterránea.

De acuerdo con los trabajos realizados por la CONAGUA, el INEGI y el INE, se han identificado 1 471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales, para fines de publicación de la disponibilidad de aguas superficiales, se han agrupado y/o subdividido en 728 cuencas hidrológicas. Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas, y estas a su vez están agrupadas en las 13 Regiones Hidrológico-Administrativas

La región hidrológica donde se ubica la realización de este proyecto es la No. 10 “Sinaloa” la cual a su vez está dividida en 23 cuencas hidrológicas de la cual es en la del Río Fuerte donde se localiza el SAR. De acuerdo con datos reportadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2010), la precipitación media anual en esta región es de 716 mm.

Cuenca hidrológica Rio Fuerte.

Esta cuenca, es la más importante del estado, comprende una cuenca de captación de 39,590 km², hasta San Blas, el punto más alejado de la desembocadura del Río Fuerte está en el parteaguas oriental de la cuenca del Río verde en el estado de Durango, que es común a los Ríos Nazas y Culiacán. En ese punto se inicia la corriente formadora con el nombre de Río verde, la cual circula en dirección noroeste y entra al estado de Chihuahua, recibiendo aportaciones de numerosos arroyos entre los que destacan el Turvachic, El Riíto, Los Lirios y Los Barbechitos.

Después de la confluencia de Río Turvachic, el río cruza una área de profundas barrancas hasta Guachochic, donde el Río verde recibe por la margen derecha al arroyo del mismo nombre y cambia de rumbo hacia el oeste, 20 km aguas abajo de la confluencia del arroyo Guachochic recibe la aportación del Río de Los Loera, continuado con esta misma dirección hasta San Ignacio, donde se une al Río Batopilas y forman el Río San Miguel.

Después de esta confluencia, el Río San Miguel corre por una provincia de sierras escarpadas y profundos barrancos hasta la confluencia del Río Urique, los cuales dan origen al Río Fuerte, recibiendo aguas abajo la aportación de la tercera subcuenca importante, que está constituida por el Río Chínipas.

La unión del Río Chínipas con el Río Fuerte, provoca un cambio de dirección de este último hacia el sur, recibiendo aguas abajo de Huites otra aportación importante que es la del Río Choix.

Aguas abajo de la cortina de la presa Miguel Hidalgo y Costilla, el Río Fuerte continúa su recorrido en dirección sur-suroeste, pasando por el poblado de El Fuerte, recibiendo después de un recorrido de 6 y 20 km, el aporte del arroyo Baroten y del Río Álamos, en forma respectiva.

Sobre el Río Álamos, se construyó la presa Josefa Ortiz de Domínguez en el período de 1965-1967, con una capacidad total de 485 millones de m³ que se destinan al riego, la cual, también recibe los excedentes de la presa Miguel Hidalgo.

Después de la confluencia del Río Álamos, el Río Fuerte cambia de dirección al suroeste donde recibe la aportación del arroyo Sibajahui y se desvía un poco hacia el oeste, donde pasa por Mochichahui y San Miguel Zapotitlán, Higuera de Zaragoza y otros poblados hasta descargar finalmente al Golfo de California.

Los principales escurrimientos existentes en la zona corresponden al Río Fuerte y los arroyos Baroten y Sibajahui. De acuerdo con el análisis de la información histórica, el Río Fuerte transita en promedio un volumen de 4,203 Mm³ al año, registrado en la estación hidrométrica “Huites”, considerando el período 1942-2004.

El mes de mayor escurrimiento es agosto con 1,087 Mm³/año, como promedio anual, lo que da una idea de lo caudaloso de este Río; por otro lado el mes de menor escurrimiento es mayo con 28.22 Mm³/año, durante la época de estiaje, lo que indica que el Río es perenne.

Aguas abajo de esta estación hidrométrica se construyó la presa de usos múltiples “Luis Donaldo Colosio” (Huites), cambiando con ello el régimen hidráulico del Río hacia aguas abajo.

Se observa que en la mayoría de los años, se han registrado escurrimientos superficiales aguas abajo de la presa Miguel Hidalgo, observando a la salida del acuífero en la época de estiaje, que éste es drenando por el Río Fuerte, con un gasto mínimo estimado de 3.8 m³/seg, a la altura del poblado Ahome, en el municipio del mismo nombre, Sinaloa.

De acuerdo con el escurrimiento base antes mencionado, se estima que el volumen ecológico mínimo que se debe proteger es del orden de 120 millones de metros cúbicos al año (Mm³/año), con el objeto de conservar el equilibrio del ecosistema localizado a la desembocadura del Río Fuerte.

Por otro lado, es conveniente mencionar que la mayoría de los volúmenes de escurrimiento sobre el Río Fuerte y sus afluentes, se generan durante la temporada de lluvias de verano, que se presentan de junio a octubre de cada año y a la época de ciclones que se presentan con una regularidad de 1-5 años en el estado de Sinaloa y de 5 años en la cuenca del Río Fuerte; no obstante, los remanentes de los ciclones provocan fuertes lluvias y grandes avenidas. También durante el invierno, se reciben aportaciones importantes debido a las “equipatas o Cabañuelas” y los deshielos de las nevadas que se producen anualmente en la parte alta de la cuenca.

Una vez definida la extensión de la cuenca en el punto anterior, se determina el área que comprende el grupo de corrientes, que se consideran como límites del acuífero, las cuales descargan en forma independiente hacia el mar, a través de varios arroyos torrenciales, que se localizan en el flanco oeste de la cuenca hidrológica del Río Fuerte.

Una vez definida la extensión de la cuenca en el punto anterior, se determina el área que comprende el grupo de corrientes, que se consideran como límites del acuífero, las cuales descargan en forma independiente hacia el mar, a través de varios arroyos torrenciales, que se localizan en el flanco oeste de la cuenca hidrológica del Río Fuerte.

El área que ocupan estos arroyos, debido a sus características muy particulares, es dividida en dos partes, tomando como punto de referencia en la parte baja de esta cuenca, el Río Fuerte.

La primera se encuentra definida, entre la margen izquierda del Río Fuerte y la margen derecha del Arroyo Gallo Viejo, el cual descarga en la Bahía de Ohuira, a través del dren Guayparime.

La segunda queda definida a partir de la margen derecha del Río Fuerte y el parteaguas de la Sierra de San Miguel, la cual también sirve de límite del acuífero del Valle del Carrizo. De acuerdo a la CNA los parámetros físico-químicos del agua del río a la altura del puente Baroten ubicado abajo del la presa Miguel Hidalgo, son los que se muestran en la siguiente tabla:

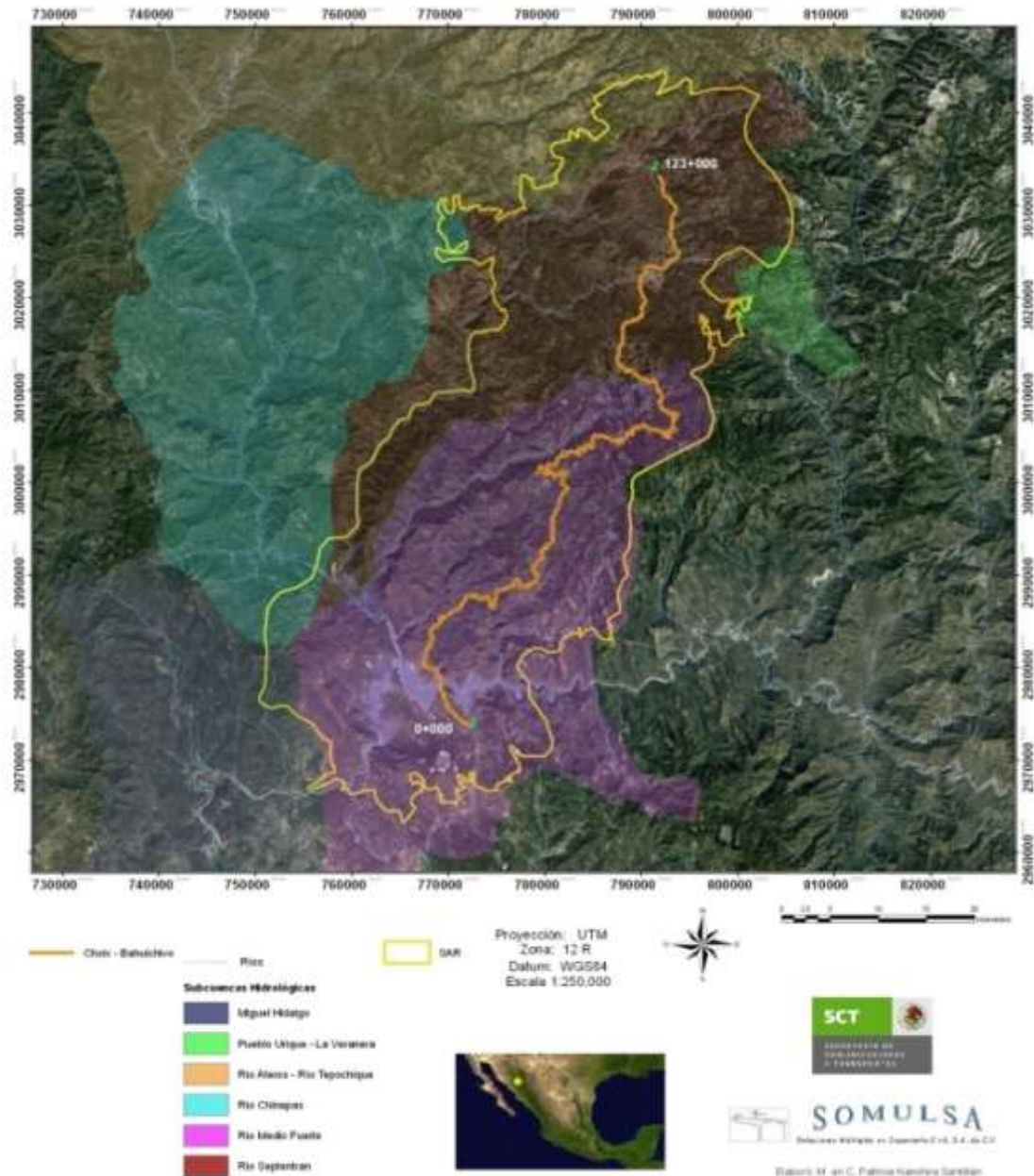
Tabla IV.7. Parámetros Biológicos y Físicoquímicos del agua del río Fuerte.

Parámetro (mg/l)		Parámetro (mg/l)	
pH	7.51	Sulfatos	9.94
OD	6.3	Cloruros	7.23
DBO	0.22	Acidez	15
DQO	9	Alcalinidad	96.6
N-NH3	0.336	Sólidos Totales	178
N-Org.	0.112	Sólidos Suspendedos	4
N-NO3	0.18	Sólidos Disueltos	171
P. Total	0.103	Conductividad (micromhos/cm)	215
Dureza Total	88.8	Coliformes totales (NMP/100 ml)	930
Ca	60.5	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	< 30
Mg	28.26		

Se considera que la calidad del recurso hidrológico superficial aguas arriba de la presa Luis Donaldo Colosio, es buena ya que se deriva de una región montañosa en que los asentamientos humanos son pocos (principalmente rancherías, sin infraestructura carretera y escasos caminos de terracería) por lo que no existen actividades productivas intensas.

A nivel de subcuencas hidrológicas, el SAR se ubica en un 54.3% de su superficie dentro de la Subcuenca hidrológica del Río Medio Fuerte, y un 38.47% dentro de la subcuenca del Río Septentrión. La superficial restante se ubica en subcuencas hidrológicas menores.

Figura IV. 33. Hidrología superficial dentro del SAR.



El principal uso que se le da a las aguas del río Fuerte es para riego agrícola en la parte baja de la cuenca, y dada su cercanía al mar al buscarse el equilibrio en el gradiente hidráulico entre las aguas del agua del mar y el nivel freático, a niveles cercanos al mar se mezclan las aguas de mar y freáticas, que al ser extraídas y utilizadas en riego provocan problemas de salinización del suelo la cual también está dada por:

- La topografía del suelo (accidentada) que determina la capacidad de drenaje superficial, que al ser baja y conjuntada con nivel freático que tenga variaciones durante periodos, origina la migración de sales por capilaridad a la zona radicular, dañando los cultivos.
- La permeabilidad del suelo influye en la capacidad de infiltración del agua al subsuelo pues al acumularse las sales en el suelo este floculara cambiando su textura original y por lo tanto su permeabilidad la cual será más lenta y será menor el agua que se almacenara en el mismo.
- Calidad del agua en cuanto a su contenido de sales solubles provoca toxicidad a los cultivos.

Aguas Subterráneas

El SAR se ubica dentro del acuífero conocido como Río Fuerte, que abarca ambos municipios y concluye en la costa del Mar de Cortés; la zona de recarga se ubica en la parte montañosa, y de ahí se extiende hacia la planicie costera. Los principales usuarios de aguas subterráneas, son los módulos de riego, estimando que los propietarios de pozos particulares de uso agrícola, así como para el servicio publico urbano de los principales centros de población, tienen asignado el resto del volumen concesionado en este acuífero, aunque existen otros aprovechamientos para diversos usos, que se encuentran irregulares y en proceso de tramite para su concesión correspondiente.

De acuerdo con las condiciones geohidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al Río Fuerte como un acuífero libre, que se localiza dentro de una cuenca hidrológica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo tiene lugar de la sierra madre occidental, que comprende la zona de recarga, hacia el Golfo de California, con una dirección principal perpendicular a la línea de costa. Los materiales cuaternarios y recientes de la cuenca del Río Fuerte, constituyen un valle de sedimentos fluviales y aluviales que se extienden con una dirección noroeste a suroeste, con una inclinación hacia el Golfo de California.

Los materiales cuaternarios que rellenan el valle, se dividieron en cinco unidades hidrogeológicas que contienen diferentes grados de permeabilidad. Las unidades formadas por boleos, gravas y arenas constituyen el subalveo del Río Fuerte, con una permeabilidad muy alta. Estas unidades representan la zona permeable que actualmente es aprovechada por la mayoría de obras de explotación de agua subterránea. En ocasiones, subyaciendo a las unidades clásticas, se encuentra un deposito de arcillas plásticas, de muy baja permeabilidad y generalmente contiene agua de mala calidad; considerando que todas estas unidades funcionan en conjunto, a nivel regional, constituyendo un acuífero libre, no obstante las intercalaciones de capas de arcilla semipermeable, mientras que las unidades impermeables, constituidas por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, se encuentran limitando lateral e inferiormente a las unidades permeables.

Los mecanismos de la recarga y descarga del acuífero están controlados principalmente por el funcionamiento del Río Fuerte, el cual, drena al acuífero a lo largo del trayecto desde la estación hidrométrica "Las Cañas" hasta la desembocadura. Colinda al norte y oriente con rocas ígneas extrusivas e intrusivas, sedimentarias y metamórficas de la sierra madre occidental, que actúan como fronteras laterales y de fondo, mientras que al sur limita con la bahía de Ohuira y al occidente con el estero de Agiabampo y el Océano Pacífico.



Figura IV. 34. Ubicación del acuífero dentro del SAR

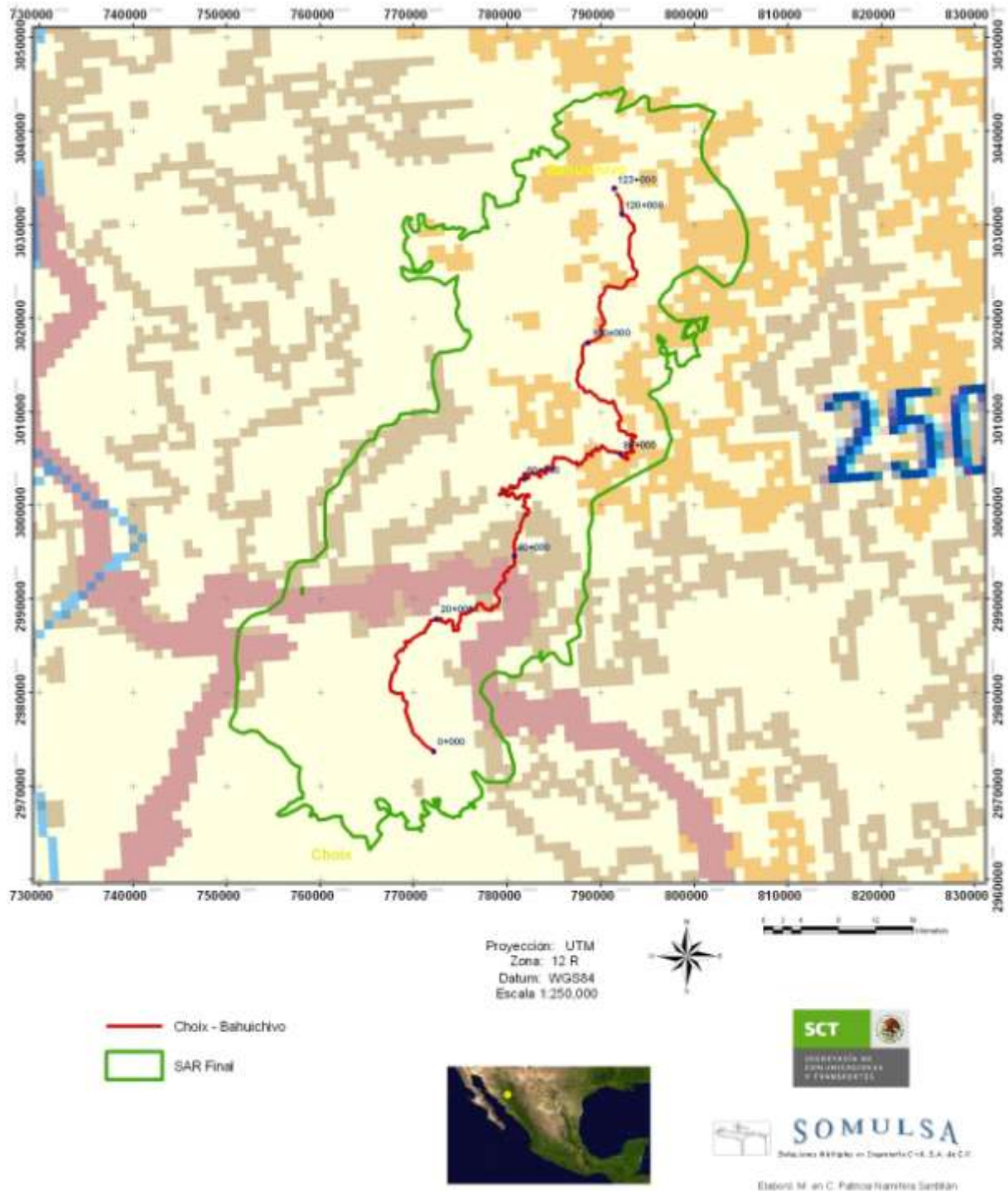
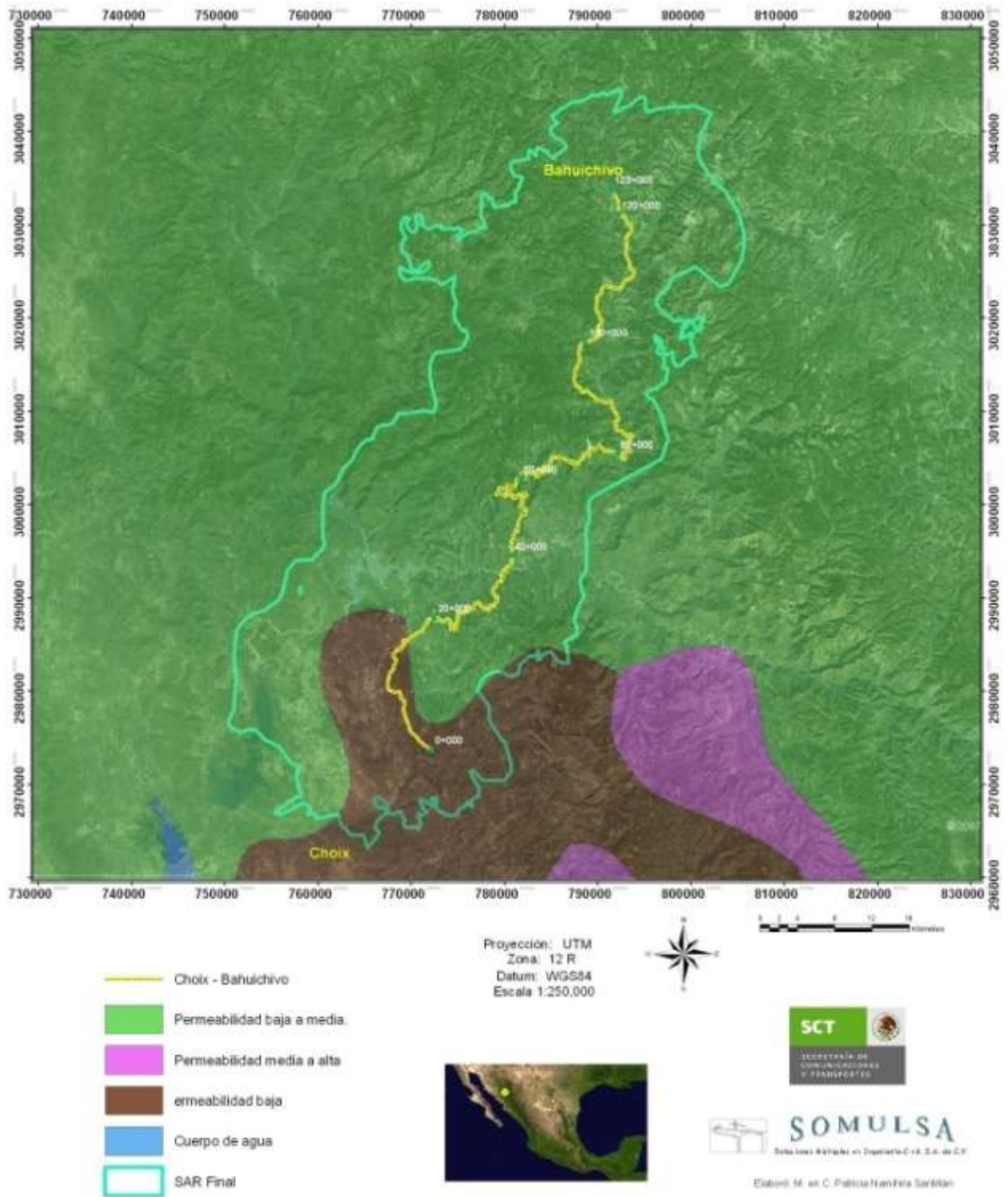


Figura IV. 35 Unidades Geohidrológicas del SAR





Permeabilidad de las unidades geohidrológicas del SAR

Unidad de material con permeabilidad media a alta:

Las unidades de material consolidado agrupadas en este rango, muestran fracturamiento escaso y contenido de arcillas o alternancia de éstas que rellenan y sirven de sello en algunos horizontes; este caso es claro en algunas calizas, conglomerados y afloramientos de rocas volcánicas de composición basáltica. Además, se presentan conglomerados del terciario y cuaternario, con cierto grado de compactación y con fragmentos redondeados a subredondeados, mal clasificados, empacados en una matriz arenosa, y en ocasiones, en presencia de carbonatos del Calcio. Este tipo de unidad de muestra en la Sierra madre Occidental. Las unidades de material no consolidado que muestran estas permeabilidades incluyen suelos limosos y arenosos, principalmente de origen aluvial, distribuidos con amplitud en valles y llanuras aluviales.

Unidad de material de permeabilidad baja media:

Se clasifican en esta categoría materiales consolidados que incluyen rocas ígneas (reolitas, tobas y andesitas), rocas metamórficas (metasedimentarias y metavolcánicas) y rocas sedimentarias (conglomerados y calizas) que, dadas sus características de fracturación moderado, grado y tipo de intemperismo, rasgos fisiográficos y geomorfológicos; presentan restricciones para contener o transmitir fluidos en grandes cantidades. Los afloramientos mejor expuestos y de mayor área son los conformados en la Sierra Madre Occidental.

Unidad de material con permeabilidad baja:

Dentro de esta categoría se incluyen todos los materiales que contienen alto porcentaje en arcilla, escaso fracturamiento, sin porosidad o porosidad no comunicada. Se consideran con estas permeabilidades las rocas ígneas intrusivas de tipo graniodorita, que muestran escaso fracturamiento y estructuras masivas; así como rocas ígneas extrusivas representadas por andesitas, tobas, basaltos, brechas volcánicas y riolitas, todas con escaso fracturamiento; también se incluyen en los depósitos de lutitas y rocas metamórficas como esquisto, gneiss, pizarra, mármol y cuarcita.

Disponibilidad media anual de agua subterránea:

La disponibilidad de aguas subterráneas, 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 (CNA 2009)

$$170,274,961 = 416,000,000 - 116,000,000 - 129,725,039$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 170,274.961 metros cúbicos por año (m³/año) para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero río Fuerte.

Profundidad al nivel estático:



En la medición de los niveles del agua realizados en la segunda corrida piezométrica, durante el mes de noviembre del año 1999, se registro una profundidad mínima de 2.69 m y una máxima de 10.87 m, en la margen izquierda, mientras que en la margen derecha estas variaron de 2.68 m a 8.92 m, en forma respectiva.

En forma general, se puede considerar que el agua subterránea se encuentra muy somera; en la porción alta los niveles estáticos se presentan a profundidades menores de los 3.04 m, mientras que en la parte media y baja del valle estos se encuentran a 2.69 m, aflorando prácticamente en las proximidades del litoral, así como en los cauces del Río Fuerte. Hacia el borde superior de la planicie, la profundidad de los niveles del agua se incrementa gradualmente, conforme aumenta la elevación topográfica.

Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea:

Los tipos de aguas existentes son: calcico-magnesianas-bicarbonatadas, cálcico – magnesianas – sulfatadas - cloruradas, sódico – clorurada - sulfatada y sodico - bicarbonatadas. Predominando el calcio y bicarbonatos en todo el acuífero, detectando que el sodio se incrementa con la profundidad.

La presencia de calcio-magnesio y ácido carbónico, se debe a los efectos producidos por la circulación del agua por materiales producto del intemperismo de las rocas ígneas preexistentes que reflejan un agua juvenil de reciente infiltración, mientras que el contenido de calciomagnesio, asociado con sulfatos-cloruros-sodio y ácido carbonico son la característica principal de las aguas que se extraen de la zona costera próxima al mar.

En la zona agrícola, los efectos producidos principalmente por los retornos de riego, han ocasionado elevación de los niveles del agua, generando con ello la salinización de terrenos agrícolas, debido a la presencia de niveles freáticos someros, problema que se presenta también en el resto de los distritos de riego de la entidad.

La calidad del agua es variable; su salinidad total en la zona de explotación, varía de 150 a 29,000 ppm de sólidos totales disueltos en la franja cercana al Río Fuerte, predominando las concentraciones menores de 800 ppm cerca del río, mientras que el contenido de sales se incrementa debido a cambios laterales y verticales, lo cual limita su aprovechamiento.

Aunque se considera que el incremento del contenido de sales, también se debe a los efectos generados por los intercambios iónicos de evaporitas y material predominantemente arcilloso; en la franja costera, la baja resistividad de estratos poco profundos, deducida mediante la investigación geofísica, sugiere la presencia de agua salobre o salada.

Los tipos de contaminación más comunes son los producidos por la actividad industrial, urbana, agrícola y natural, mientras que las principales causas son generadas por las descargas de industrias y centros urbanos, retornos de riego, drenes, la ambiental, por contacto y la intrusión salina, determinando que los diferentes servicios que conlleva la utilización de las aguas subterráneas son afectados en forma puntual

por coliformes en algunos casos, por salinidad y en menor proporción por otros tipos de contaminantes, entre los que se encuentran principalmente los agroquímicos.

La contaminación más preocupante de las citadas anteriormente, es la producida por la descarga de aguas residuales de la mayor parte de los poblados importantes de la zona, entre los que se encuentran; los Mochis, higueras de Zaragoza, Ahome, Juan José Ríos, Mochicahui, Constanza y San Miguel Zapotitlán, que cuentan con drenaje y que se encuentran conectados a drenes que descargan sin tratamiento alguno a la bahía de San Esteban; cabe mencionar que un gran porcentaje de los poblados restantes no tienen drenaje de aguas negras. Actualmente cuentan con tratamiento de aguas negras, mediante lagunas de estabilización, las cabeceras municipales de Choix y El Fuerte.

En todos los casos, no se cuenta con ninguna descarga directamente sobre el Río Fuerte, considerando que el volumen más importante de descarga de aguas residuales es el producido por la ciudad de los Mochis, con un gasto de 847.0 lps

Por lo anterior, es necesario contemplar a corto plazo, la necesidad de construir plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales. Otro tipo de contaminación que es importante controlar, es la aplicación de agroquímicos, por lo que es necesario promover el uso racional y contar con los sitios adecuados para el confinamiento y disposición de los envases contenedores y residuos de estos productos.

Balance de aguas subterráneas

Entradas:

Recarga natural: Aplicando los principios de conservación de la materia, puede observarse que las entradas de agua al sistema delimitado por el acuífero Río Fuerte, lo constituyen la recarga vertical que en forma natural se lleva a cabo por infiltración de la lluvia, el Río Fuerte y arroyos localizados dentro de la zona.

Recarga inducida: La recarga inducida se compone por la red hidroagrícola de canales de conducción y distribución, existiendo un porcentaje considerable sin revestir, que conducen el agua superficial proveniente de la presa Miguel Hidalgo, Además de la recarga generada por los retornos de riego en la zona agrícola, así como la producida por el almacenamiento de aguas superficiales en las presas Miguel Hidalgo y Josefa Ortiz de Domínguez. Además, se contempla el componente vertical regional, el cual a pesar de no poderse evaluar por separado, si es posible englobarlo en este concepto.

El total de entradas asciende a 416 mm³/año, de los cuales 379.11 mm³/año corresponden a la recarga vertical, como resultado del análisis del balance realizado para el período correspondiente a la segunda corrida piezométrica del año 1999.

Flujo horizontal: En cuanto al componente de la entrada por flujo subterráneo, se observa que este asciende a 36.89 mm³/año, observando que de acuerdo al comportamiento registrado en otros acuíferos que presentan condiciones geohidrológicas similares, esta tiende a ser mayor durante la época de estiaje, mientras que en la época de lluvias es menor.

Este comportamiento se interpreta como un efecto que produce el abatimiento de los niveles del agua subterránea en estiaje, que inciden en el cambio de gradiente hidráulico regional, lo cual propicia una entrada mayor de agua subterránea en esta temporada, situación que cambia durante las lluvias, cuando el gradiente se minimiza y se reduce el ingreso de agua al acuífero, debido a que se llena a toda su capacidad el almacenamiento subterráneo.

Salidas:

Evapotranspiración: La evapotranspiración al parecer juega un papel estratégico en la región, debido a que con la información recopilada a la fecha, se observa que este es el componente del ciclo hidrológico que le quita más agua al sistema. Con los datos obtenidos, se deduce que esta asciende a $155 \text{ mm}^3/\text{año}$ y esta compuesta principalmente por evaporación directa inducida por los rayos solares hasta una profundidad promedio de 5 m al interior del subsuelo, que ocupa aproximadamente el 59 % de la superficie del acuífero, considerando que en su mayor parte se debe a la transpiración de las plantas y en menor proporción por la vegetación natural que se presenta en forma aislada sobre el cauce del Río Fuerte, arroyos de la zona y la que se encuentra próxima a la línea de costa.

Descargas naturales: De acuerdo con la información obtenida, se determino que en la parte baja el acuífero descarga al Río Fuerte un gasto aproximado de $4 \text{ m}^3/\text{seg}$ en época de estiaje, calculando que este valor asciende a $120 \text{ mm}^3/\text{año}$, considerando que para este componente de la descarga al mar, continúe de una manera similar a la que actualmente se ha establecido, es importante que este concepto no sea afectado, ya que esto implica una modificación en la posición del esquema de flujo subterráneo y con ello el entorno se vería amenazado con la entrada de la interfase salina hacia el continente, en deterioro de la capacidad almacenadora del acuífero, así como conservar el nivel de salinidad en los cuerpos de agua costeros y de esta forma preservar el patrimonio ecológico y productivo que dichos cuerpos de agua representan para la región.

Bombeo: El volumen de extracción se calculo por diferentes métodos, tomando en cuenta la lámina bruta de riego, por el número total de hectáreas sembradas, realizando además una revisión en forma conjunta del padrón de usuarios e inspecciones físicas al acuífero en cuestión, lo cual permitió determinar un volumen de extracción variable, debido a que este depende de la disponibilidad de agua superficial en la Presa.

Conforme a lo anterior, se estimo que el volumen de extracción actualmente asciende a $124 \text{ mm}^3/\text{año}$, el cual se tomó como el valor representativo para calcular el balance de aguas subterráneas.

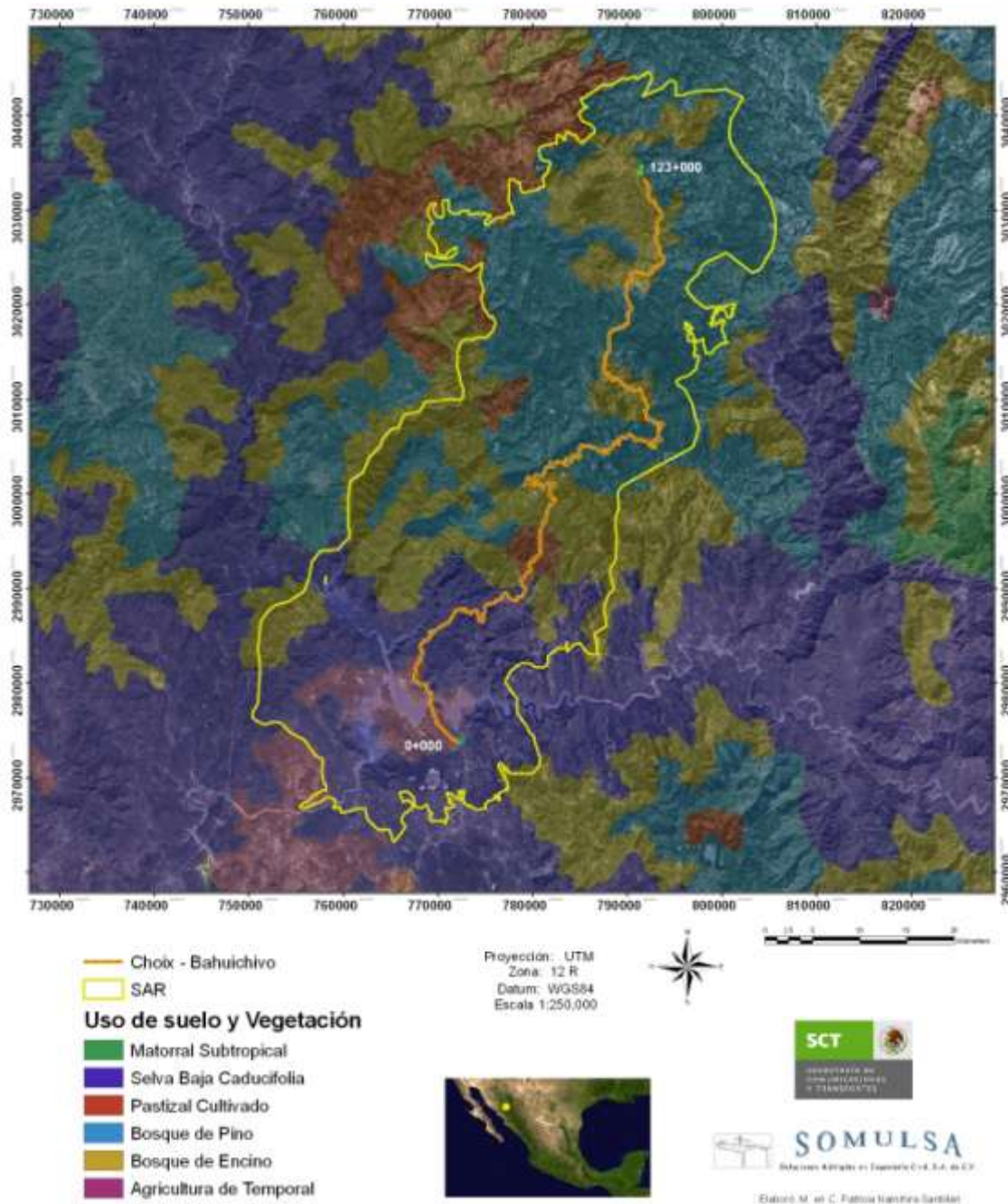
Flujo subterráneo: Las descargas al mar por flujo subterráneo, constituyen un importante componente de la salida del agua subterránea del sistema, que en este caso ascienden a $41 \text{ mm}^3/\text{año}$ y su valor depende de la posición que guarde el nivel freático con respecto al nivel medio del mar y el gradiente hidráulico, aunque este valor tiene un comportamiento variable, ya que esta descarga aumenta durante el período de estiaje, ocasionando una mayor entrada de agua al sistema y el incremento del gradiente hidráulico.

IV.2.2. Aspectos bióticos

IV.2.2.1. Vegetación

De acuerdo con el INEGI de acuerdo con la clasificación de *Rzedowsky (1978)* la vegetación del SAR en la región que corresponde al municipio de Choix, Sinaloa se compone por Bosque Tropical Caducifolio secundario asociado a Agricultura de Temporal, en los lugares más altos de la sierras, las temperaturas se vuelven más frescas y la lluvia se incrementa lo cual es propicio para el desarrollo del Bosque Templado, siendo el Bosque de Encino (*Quercus spp.*) el que ocupa este piso altitudinal, al continuar ascendiendo aparecen los bosques mixtos de Encino-Pino y en los partes más altas de la sierra dominan las masas puras de de Pinos (*Pinus spp.*) (Figura IV.36), mientras que a lo largo de los numerosos ríos de la región se encuentra vegetación riparia.

Figura IV.36 Vegetación y uso de suelo en el SAR.



Bosque de Coníferas y Encino: Después de los matorrales desérticos de las amplias zonas áridas del país, son los bosques de coníferas y encinos los que mayor extensión del territorio nacional ocupan, con una

distribución potencial original de poco más de 20% (Challenger 1998). Los bosques puros de pino (*Pinus spp.*), de encino (*Quercus spp.*) y de pino y encino juntos, son los ecosistemas que predominan. A diferencia de los bosques de coníferas y encinos de mayores latitudes, los de México se caracterizan por una biodiversidad impresionante. De hecho, en su conjunto estos ecosistemas son los que más especies de flora y fauna albergan (aún cuando el número de especies por hectárea sea relativamente bajo) (Flores Vilella y Gerez 1994). Esto se debe, por un lado, al gran número de especies de plantas del sotobosque, que incluyen especies tropicales y de áreas templadas.

Aunque la diversidad biológica del dosel de un típico bosque de pino o de encino es algo reducida. Esto se debe a la compleja historia biogeográfica de esta zona ecológica, y a la evolución *in situ* de sus elementos, confinados en sus respectivas “islas” montañosas. La diversificación de especies que esto ha ocasionado resulta extraordinaria, lo que a su vez explica otra faceta de la importancia mundial de estos ecosistemas: son el centro primario mundial de diversidad de pinos, con más de 50% de todas las especies de pino del mundo (Styles 1993, Nixon 1993, Challenger 1998), de las cuales el 85 % son endémicas de México (Mittermeier y Goettsch 1992); y son el centro primario de diversidad del hemisferio occidental de los encinos (Styles 1993, Nixon 1993, Challenger 1998), con 138 especies equivalente 33% de las especies del mundo, de las cuales el 70 % son endémicas de México. (Mittermeier y Goettsch 1992).

En la Sierra Madre Occidental (región fisiográfica donde se ubica el SAR), en su porción correspondiente a Chihuahua y Sonora, se ostentan amplias extensiones de pinares, sobre todo entre 1 800 y 3000 msnm. Las dos especies más abundantes son *P. arizonica* hacia las partes superiores y *P. engelmanni* hacia las inferiores, ambas muy relacionadas con *P. ponderosa* y frecuentemente citadas en la literatura bajo este último nombre (Shreve, 1939: 11-12; Gentry, 1942: 37-39, LeSueur, 1945: 15-21; White, 1949: 246-“49; Loock, 1950: 21-23 Anónimo 1965: 6-9). En general estos pinares son bastante abiertos.

Estructura de la vegetación en la zona (Bosque de *Pinus*- Bosque de *Quercus*).

En los lomeríos de la zona donde se ubica el SAR, la cubierta vegetal dominante es el Bosque de Pino, que está conformado básicamente por dos estratos, el estrato arbóreo el cual es muy denso compuesto esencialmente por *Pinus chihuahuana*, con escasos individuos de *Pinus Lumholtzii*, asimismo se observan individuos de *Quercus chihuahuensis*, y de manera muy esparcida se presenta *Arctostaphylos pungens*, en el estrato herbáceo se observan especies tales como: *Verbena neomexicana*, *Melampodium perfoliatum*, *Heterotheca sabaxilaris*, *Stevia jurullensis*, *Cheilantes bonariensis*, *Stevia serrata*, *Mirabilis jalapa* entre otros.

Tabla IV. 8 Composición Florística Bosque de Pino – Bosque de Encino dentro del SAR

Nombre científico	Nombre común	Familia	Uso	Fuente
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	Ericaceae		M, MS
<i>Artactosphylos punges</i>	Manzanita	Ericaceae	Medicinal	C , E,B
<i>Alternanthera repens</i>	Nachuri'i	Amaranthaceae	Medicinal	B
<i>Artemisa ludoviciana</i>	Estafiate	Asteraceae	Medicinal	B
<i>Acalypha spp.</i>		Euphorbiaceae		E
<i>Asclepias spp.</i>	Guayule	Asclepiadaceae		E
<i>Bidens odorata</i>		Asteraceae		C
<i>Bouteloua gracilis</i>		Poaceae		E
<i>Cheliantes bonariensis</i>	Calawala		Medicinal	C
<i>Cheliantes sinuta</i>		Pteridaceae		M
<i>Cosmos pringlei</i>		Asteraceae	Medicinal	B
<i>Cucúrbita foetidissima</i>		Cucurbitaceae	Medicinal	B
<i>Cologania spp.</i>		Fabaceae		E
<i>Cyperus manimae</i>		Cyperaceae		E
<i>Datura lanosa</i>		Solanaceae		M
<i>Descuraina pinnata</i>		Brassicaceae		M
<i>Encycla kennedy</i>		Orchidaceae		M
<i>Euphorbia spp.</i>		Euphorbiaceae		E
<i>Heterotheca subaxilaris</i>		Asteraceae		C
<i>Helianthemum glomeratum</i>		Cisteceae	Medicinal	B
<i>Hieracium fendleri</i>	Oreja de conejo	Asteraceae	Medicinal	B
<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate	Cupressaceae	Forestal	C
<i>Linguisticum porteri</i>	Chuchupate	Umbelliferae	Medicinal	B
<i>Matricaria spp.</i>		Asteraceae		C
<i>Melampodium perfoliatum</i>				C
<i>Mirabilis jalapa</i>		Nyctaginaceae		C
<i>Muhlenbergia spp.</i>		Poaceae		E
<i>Perymenium buphtalmoides var. tenellum</i>		Asteraceae		E
<i>Pensternum labrosus</i>	Bacilio	Plantaginaceae	Medicinal	B
<i>Physaliss heredifolia</i>		Solanaceae		F
<i>Pinus arizonica</i>	Pino blanco		Forestal	M
<i>Pinus duranguensis</i>	Pino real		Forestal	M
<i>Pinus lumholtzii</i>			Forestal	C
<i>Pinus leiophylla</i>		Pinaceae	Forestal	E,L
<i>Pinus engelmannii</i>	Pino apache		Forestal	L
<i>Pinus chihuahuana</i>	Pino chino			C
<i>Quercus crassifolia</i>			Medicinal	B
<i>Quercus arizonica</i>				C
<i>Quercus toumeyi</i>				L
<i>Quercus oblongifolia</i>		Fagaceae		L
<i>Quercus chihuahuensis</i>				C
<i>Quercus albocinata</i>				C
<i>Quercus tuberculata</i>				
<i>Salvia gracilis</i>		Labiataeae		C
<i>Senecio salignus</i>				C
<i>Senecio sclerophyllus</i>	Pata de vaca	Asteraceae		E
<i>Senecio albolutescens</i>	Matarique			E

*	<i>Senecio stoechadiformis</i>				F
	<i>Stevia jurrullensis</i>				C
	<i>Stevia serrata</i>				C
	<i>Stevia spp</i>				C
	<i>Solanum stoloniferum</i>		Solanaceae		F
	<i>Tagetes lucida</i>	Pericón	Asteraceae	Medicinal	B
	<i>Tragia nepetifolia</i>		Euphorbiaceae	Medicinal	B
	<i>Verbena neomexicana</i>		Verbenaceae		C
	<i>Verbena carolina</i>		Verbenaceae		F
	<i>Vinca major</i>		Apocynaceae		C
	<i>Zinnia violácea*</i>		Asteraceae		C
	<i>Zinnia gracilis</i>		Asteraceae		C

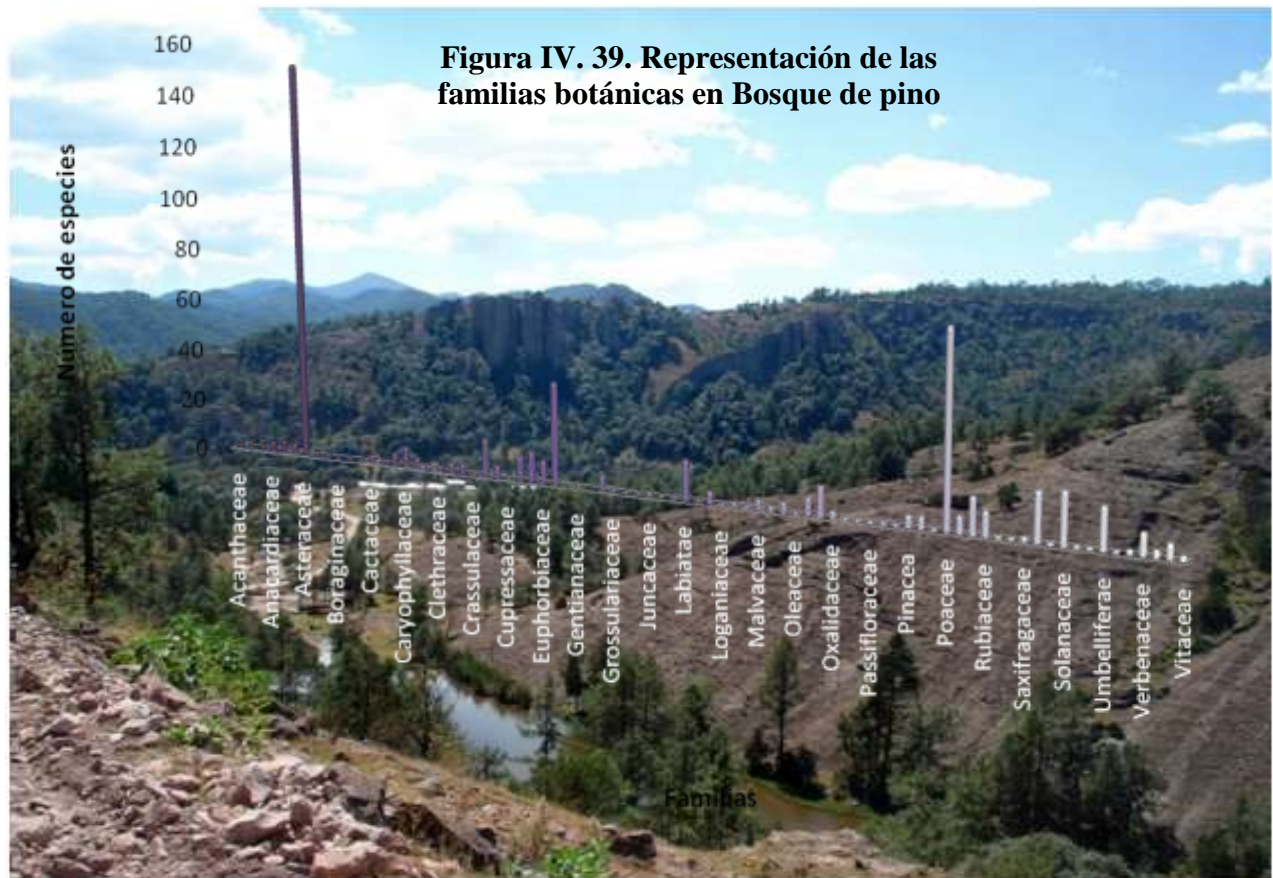
Amenazada/No endémica de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001. + Amenazada/ endémica de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001.

Fuente: B (Biblioteca Medicina Tradicional Mexicana), C (Campo), E (Elizondo *et al.*, 1993), F (Furth, 2009) L (Lebgue *et al.*, 2005), M (MIA Sauzal-Hornillas)

Como se observa tan sólo dos especies de la composición florística esta dentro de la NOM-059-ECOL-2001 como amenazadas, sin embargo *Zinnia violácea* es de amplia distribución en todo el país, y ningún ejemplar de ambas especies se encontró durante el recorrido realizado en a zona de afectación directa del proyecto.

Figura IV.37. Bosque de pino.





La riqueza de familias en el Bosque de *Pinus-Quercus* es de 81 familias, mas hay que mencionar que aquí también se agrupan las familias que se presentan en Bosque de Encino como son Orchidacea, que utilizan la corteza de *Quercus* como sustrato. Como se observa en la figura anterior se encontró mayor riqueza de especies pertenecientes a la familia Asterácea, familia cosmopolita que se adapta a condiciones de perturbación como es caso principalmente en las zonas de lomeríos donde se ubica esta cobertura vegetal así como condiciones de pH ácidos del suelo que se presentan en esta cobertura vegetal, no así en las partes altas donde las familias componentes del estrato herbáceo están representadas por Solanácea, Verbenácea entre otras. Asimismo se observa que se presenta más riqueza de especies de pino y de encinos, mostrando una menor aportación familias como Apocinaceae y Amaranthaceae.

Bosque Tropical Caducifolio

El Bosque Tropical Caducifolio o selva baja caducifolia es un tipo de vegetación tropical caracterizada por un periodo corto de lluvias y un prolongado estío producto de su marcada estacionalidad climática, latitud y elevación. En este sistema la estacionalidad en la disponibilidad de agua es determinante para la estructura, fenología y composición específica de la vegetación (Murphy y Lugo, 1986; Bullock y Solís-Magallanes, 1990), así como para la disponibilidad de recursos (Arizmendi y Ornelas, 1990; Poulin, 1993; Moya-Moreno, 2002). En México esta vegetación ocupa cerca del 12% de la extensión territorial (Trejo y Dirzo, 2000), la cual se distribuye en la vertiente del Pacifico donde cubre grandes extensiones

prácticamente ininterrumpidas desde el Sur de Sonora y el Suroeste de Chihuahua hasta Chiapas y se continua a Centroamérica se desarrolla entre 0-1900 m de altitud más frecuentemente por debajo de la cota de 1 500 m, la temperatura media anual es el orden de 20 a 29^oC, su altura oscila generalmente entre 5 y 15 m, más frecuentemente entre 8 y 12 m; los arboles que lo constituyen forman comúnmente un techo de altura uniforme El follaje es en general de color verde claro; predominan ampliamente las hojas compuestas y en su mayoría el tamaño de los foliolos corresponde a nanofilos de la clasificación de Raunkier(1934).

En los declives occidentales de la Sierra Madre Occidental de Sonora, Chihuahua, Durango y Sinaloa, así como en algunas serranías aisladas de este ultimo estado el bosque tropical caducifolio se encuentra confinado a las porciones inferiores de los macizos montañosos (300- 1200 msnm) y se encuentra muchas veces restringido a las ladera de los valles y a de los cañones que han excavado los numerosos ríos de la región.

Estructura de la vegetación en la zona (Bosque Tropical Caducifolio).

En esta cobertura vegetal se tienen bien representados los tres estratos, el arbustivo por especies como; *Bursera laxiflora*, *B. grandifolia*, *Senna atomaria*, *Ipomoea arborescens* entre otros, mientras que, los arbustos son; *Plumeria rubra*, *Plumeria acutifolia*, *Tecoma stans*, *Cordia sonora* etc. y finalmente entre las herbáceas se encuentran *Ambrosia cordifolia*, *Abutilon incanum*, *Envolvus alsinioides*, *Cuscuta americana*, etc.

Figura IV 9 Composición Florística del Bosque Tropical Caducifolio

Nombre científico	Nombre común	Familia	Uso	Fuente de catalogo
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Guasanillo	Simarubaceae		I
<i>Allowissadula sessei</i>		Malvaceae		C
<i>Abutilon incanum</i>	Malbón	Malvaceae		M, MS
<i>Abutilon wrightii</i>	Malbón	Malvaceae		M, MS
<i>Acacia cochliacantha</i>	Cirahui	Fabaceae		M, L, Ms
<i>Acacia constricta</i>	Garabato	Fabaceae		M
<i>Acacia farnesiana</i>		Fabaceae	Medicinal	B, L, MS,
<i>Acacia pennatula</i>	Algorrobo	Fabaceae		M
<i>Acacia cymispina</i>	Chirahui	Fabaceae		M
<i>Agave vilmoreana</i>	Amole	Agavaceae		I, M, MS
<i>Agave angustifolia</i>	Maguey Mezcal	Agavaceae		I, M
<i>Agave bicornuto</i>	Lechugilla	Agavaceae		I, M
<i>Agave rodacantha</i>	Maguey mezcal	Agavaceae		I, M
<i>Agonandra racemosa</i>	Palo verde	Opiliaceae		M
<i>Agnis arguta</i>		Betulaceae		M
<i>Ambrosia cordifolia</i>		Asteraceae		M, MS
<i>Argemone mexicana</i>	Cardo	Papaveraceae		M, MS
<i>Aristida orcuttiana</i>	Tres barbas	Poaceae		M, MS
<i>Aristida ternipes</i>	Tres barbas	Poaceae		M, MS
<i>Bignonia spp.</i>		Bignoniaceae		M, MS
<i>Bletia macrismothilla</i>	Orquidea	Orchidaceae		M, MS
<i>Bouteloa radicata</i>	Navajita blanca	Poaceae		M,MS

<i>Bocconia arborea</i>	Sangre de drago	Papaveraceae		I
<i>Brongniartia alamosa</i>	Palo piojo	Fabaceae		M, MS
<i>Bromelia caratas</i>	Cuicuixtle	Bromeliaceae		I
<i>Bromelia pinguin</i>	Guamara	Bromeliaceae		I
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	Burseraceae		I, M, L, MS
<i>Bursera microphylla</i>	Torote	Burseraceae		I, M, MS
<i>Bursera grandiflora</i>	Palo mulato	Burseraceae		I, M, L, MS
<i>Caesalpinia platyloba</i>	Palo colorado	Fabaceae		I, C, M, L
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Tabachin	Fabaceae		C, M, MS
<i>Caesalpinia cacalo</i>	Cascalote	Fabaceae		M, MS
<i>Capparis indica</i>	Palo sapo	Capparidaceae		I
<i>Cardiospermum corindium</i>		Sapindaceae		M, MS
<i>Cassia emarginata</i>		Fabaceae		M
<i>Cassia biflora</i>		Fabaceae		M
<i>Cathestecum erectum</i>	Zacate alfombra	Poaceae		M, MS
<i>Celaenodendron mexicanum</i>	Palo prieto	Euphorbiaceae		I
<i>Ceiba aescucifolia</i>	pochote	Bombaceae		M, MS
<i>Celtis iguanaea</i>	Granjeno	Ulmaceae		I, M, MS
<i>Cenchrus echinocactus</i>	Rocetilla	Poaceae		M, MS
<i>Cladocela palmeri</i>	Toji	Loranthaceae		M, MS
<i>Cordia sonorae</i>	Palo asta	Boraginaceae		M, L, MS
<i>Cordia elagnoides</i>	Palo del muerto			I
<i>Coursettia glandulosa</i>	Mezquite	Fabaceae		M, MS
<i>Coutarea sp.</i>	Palo amargo	Rubiaceae	Medicinal	B
<i>Croton cilinto-glanduliferum</i>	Croton	Euphorbiaceae		I, M, MS
<i>Croton alamosanus</i>	Vara prieta	Euphorbiaceae		M, MS
<i>Croton fravescens</i>	Croton	Euphorbiaceae		M
<i>Cryptostegia glandiflorior</i>	Enredadera	Asclepiadeaceae		M,MS
<i>Cumbretum fruticosum</i>	Peineta o compio	Combretaceae		I
<i>Cuscuta americana</i>	Palo amarillo	Cuscutaceae		M, MS
<i>Cupania dentata</i>	Cupia	Sapindaceae		I
<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate guia	Poaceae		M, MS
<i>Cyperus lanceolatus</i>	Zacate grulla	Poaceae		M, Ms
<i>Chamaedorea¹ pochutlensis</i>	Palmilla	Arecaceae		
<i>Cheilantes sinuata</i>		Adiantaceae		M, Ms
<i>Chlordeuron manguense</i>	Palo pinto	Fabaceae		I, M, MS
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Rosa amarilla	Cochlospermaceae		I
<i>Crataeva tapia</i>	Perihuate	Capparidaceae		I
<i>Datura lanosa</i>	Toloache	Solanaceae		M, MS
<i>Descurainia pinnata</i>	Mastasilla	Brassicaceae		M, MS
<i>Diectomis fastigata</i>	Zacate colorado	Poaceae		M, MS
<i>Digitaria bicornis</i>	Zacate	Poaceae		M, MS
<i>Diospyros ebenum</i>	Ebano	Ebanaceae		I
<i>Diphysa puberulenta</i>	Peinecillo	Fabaceae		M, MS
<i>Diphysa suberosa</i>	Quebracho	Fabaceae		M
<i>Dodonea viscosa</i>	Jarrilla	Sapindaceae		I, M, MS
<i>Dodonea viscosa var. angustifolia</i>	Jarrilla	Sapindaceae		M, MS
<i>Ebenopsis caesalpinioides</i>	Tempizque	Fabaceae		I
<i>Elytraria imbricata</i>	Papachio	Acanthaceae	Medicinal	B
<i>Encyclia kennedyi</i>	Orquidea	Orchidaceae		M
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaxtle	Fabaceae		I,
<i>Eritrina flabelliformis</i>	Chilicute	Fabaceae		I, M, MS
<i>Ehretia tinifolia</i>	Pinguica	Boraginaceae	Medicinal	B
<i>Erythroxylon mexicanum</i>		Erythroxylaceae		M

<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo cuate, palo dulce	Fabaceae		I
<i>Envolvus alsinioides</i>		Convolvulaceae		M, MS
<i>Exogonium bradeatum</i>		Convolvulaceae		M, MS
<i>Ferocactus pottsii</i>	Biznaga	Cactaceae		I, M, MS
<i>Fouquieria macdougalii</i>	Ocotillo macho	Fouquieriaceae		M, L, MS
<i>Fraxinus pringlei</i>		Oleaceae		M
<i>Guaicum coulteri</i> ²	Guayacán	Zygophyllaceae		M, MS, I
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima	sterculiaceae	Medicinal	I, M, L, MS
<i>Gyrocarpus americanus</i>		Hernandiaceae		M
<i>Havardia sonora</i>	Palo gato	Fabaceae		I
<i>Hematoxylon brasiletto</i>	Palo de brasil	Fabaceae		I, M, MS
<i>Heliocarpus attenuatus</i>	Samo blanco	Tiliaceae		M, MS
<i>Heteropogon melanocarpus</i>	Zacate de olor	Poaceae		M, MS
<i>Hintonia latiflora</i>	Copalguin	Rubiaceae	Medicinal	I, M, MS
<i>Hilocereus spp.</i>	Pitaya	Cactaceae		I
<i>Hyptis albida</i>	Salvia	Labiataeae	Medicinal	M
<i>Ibervillea sonora</i>	Hureque	Cucurbitaceae		I
<i>Indigofera suffruticosa</i>	Añil	Fabaceae		M, MS
<i>Ipomoea arborescens</i>	Palo blanco	Convolvulaceae	Medicinal	M, L, MS
<i>Ipomoea coccineae</i>	Birotito	Convolvulaceae		M
<i>Ipomoea guamoclit</i>		Convolvulaceae		M
<i>Ipomoea sescossiana</i>		Fabaceae		M
<i>Jatropha cordata</i>	Papelillo	Euphorbiaceae		M, MS
<i>Jatropha platanifolia</i>	Sangría	Euphorbiaceae		M, MS
<i>Jatropha carcas</i>	Sangregado	Euphorbiaceae		I
<i>Laelia speciosa</i> ³	Orquídea	Orchidaceae		M
<i>Lantana horrida</i>		Verbenaceae		I, M
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Zacate trepador	Poaceae		M, MS
<i>Lippia alba</i>	Mastran	Labiatae	Medicinal	B
<i>Lysiloma divaricata</i>	Mauto	Fabaceae		M, MS
<i>Lysiloma wootsonii</i>	Machagua	Fabaceae		I, M, L, MS
<i>Mammillaria dawsonii</i>	Biznaguita	Cactaceae		I, M, MS
<i>Manihot spp.</i>	Jicamilla	Euphorbiaceae		M, MS
<i>Mascagania capitata</i>	Costilla	Malpighiaceae		M, MS
<i>Mascagania macroptera</i>	Costillon	Malpighiaceae		M, MS
<i>Mimosa biuncifera</i>	Gatuño	Fabaceae		M, MS
<i>Mimosa dysocarpa</i>	Gatuño	Fabaceae		C, M, MS
<i>Mimosa pupurascens</i>	Cuilon	Fabaceae		I
<i>Mimulus nasatus</i>		Scrophulariaceae		M, MS
<i>Mimulus floribundus</i>		Scrophulariaceae		M, MS
<i>Morisonia americana</i>	Jejito	Capparaceae		I,
<i>Muhlembregia dumosa</i>	Linendrilla	Poaceae		M, MS
<i>Nicotiana glauca</i>	Corneton	Solanaceae	Medicinal	M, MS
<i>Nicotiana palmeri</i>	Tabagrillo	Solanaceae		M
<i>Oenothera cardiophylla</i>	Amapolilla	Onagraceae		M, MS
<i>Olneya tesota</i> ⁴	Palo fierro	Fabaceae		I
<i>Oncidium cebolleta</i>	Orquídea	Orchidaceae		M, MS
<i>Opuntia thurberi</i>	Sibiri	Cactaceae	Medicinal	I, M, MS
<i>Opuntia wilcoxii</i>	Nopal	Cactaceae		I, M, MS
<i>Oxalis stricta</i>	Limoncillo	Oxalidaceae		M, MS
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Echo	Cactaceae		I, M, L, MS
<i>Panicum trichoides</i>	Zacate	Poaceae		M, MS
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Palo verde	Fabaceae		M, MS
<i>Paspalum paucispicatum</i>	Zacate	Poaceae		M, MS

<i>Perymenium aff. mendezii</i>		Asteraceae		M
<i>Phoradendrum longifolia</i>	Toji	Loranthaceae	Medicinal	M, MS
<i>Physalis nicandroides</i>	Tomatillo	Solanaceae		M, MS
<i>Pilocereus alensis</i>	Pitaya barbon	Cactaceae		M, MS
<i>Piscida mollis</i>	Palo blanco	Fabaceae		I, M
<i>Pisonea capitata</i>		Nyctaginaceae		I, M, MS
<i>Platanus racemosa</i>	Aliso	plantanaceae		I, M
<i>Platymiscium trifoliatum</i>		Fabaceae		I, M, MS
<i>Pluchea odorata</i>		Asteraceae		M, MS
<i>Plumbago scandens</i>		Plumbaginaceae		M, MS
<i>Plumeria rubra</i>	cascalosuchil	Apocynaceae		I, M, MS
<i>Plumeria acutifolia</i>	cascalosuchil	Apocynaceae		M, MS
<i>Potamogeton illionenses</i>		Potamogetonaceae		M, MS
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	Fabaceae		M, MS
<i>Psidium sartorium</i>	Arrayán	Myrtaceae		I, M, MS
<i>Rhandia thurberi</i>	Papachito	Rubiaceae		I, M, L, MS
<i>Rhandia echinocarpa</i>	Papache	Rubiaceae	Medicinal	I, M, MS
<i>Rathbunia stellata</i>		Cactaceae		M, MS
<i>Rorripa natirtum-aquatium</i>	Berro	Brassicaceae		M, MS
<i>Rhynchelyitrum repens</i>	Zacate rosado	Poaceae		C, M, MS
<i>Sabal ureseana</i>		Arecaceae		C
<i>Salvia coccinea</i>	Salvia	Labiataeae		M, MS
<i>Salvia greggi</i>	Salvia	Labiataeae		M
<i>Salvia iodathe</i>	Salvia	Labiataeae		M, MS
<i>Salvia elegans</i>	Salvia	Loranthaceae		M, MS
<i>Senna atomaria</i>	Palo zorrillo	Caesalpiniaceae		M, L, MS
<i>Senna occidentalis</i>		Caesalpiniaceae		M, MS
<i>Serjania mexicana</i>	Guirote	Sapindaceae		M, MS
<i>Setariopsis auricola</i>	Zacate	Poaceae		M, MS
<i>Sida abutifolia</i>	Hierba	Malvaceae		M, MS
<i>Sida acuta</i>	Hierba	Malvaceae	Medicinal	M, MS
<i>Sida cordifolia</i>	Hierba	Malvaceae		M, MS
<i>Sideroxylon persimile</i>	Tempisque	Sapotaceae		M, MS
<i>Solanum ferrogineum</i>	Hierba mora	Solanaceae		M, MS
<i>Solanum lumholzianum</i>	Mala mujer	Solanaceae		M, MS
<i>Solanum nigrescens</i>	Chichiquelite	Solanaceae		M, MS
<i>Solanum furcatum</i>	Saca manteca	Solanaceae		M, MS
<i>Solanum hindsianum</i>	Trompillo	Solanaceae		M, MS
<i>Switenia humilis</i>	Venadillo	Meliaceae		I
<i>Tabebuia chysantha</i> ⁵	Amapa	Bignoniaceae	Medicinal	M, MS
<i>Tabebuia palmeri</i> ⁶	Amapa	Bignoniaceae	Medicinal	M, MS
<i>Tecoma stans</i>	Gloria amarilla	Bignoniaceae		M, MS
<i>Tripsacum lanceolatum</i>	Maicillo	Poaceae		M, MS
<i>Turnera diffusa</i>	damiana	Passifloraceae		I,
<i>Verbena neomexicana</i>		Verbenaceae		M
<i>Videx mollis</i>	Igulama	Verbenaceae		M, MS
<i>Videx agnusocactus</i>	Chango	Verbenaceae		M
<i>Yucca madrensis</i>	Palmilla	Agavaceae		M, MS

¹Amenazada/ Endémica, ³Protección especial/ Endémica, ², ⁴Protección especial/ No endémica, ⁵, ⁶Amenazada/No endémica de acuerdo con la **NOM-059-ECOL-2001**.

Fuente: B (Biblioteca Medicina Tradicional Mexicana), C (Campo), I (Guía PROGRAM Sinaloa, INIFAP), L (Lebgue et al., 2005), M (MIA Sauzal-Hornillos), MS (MIA proyecto Minero el Sauzal).

En la zona donde se ubica el SAR en la cobertura vegetal de Bosque Tropical Caducifolio se encuentran 6 especies que se enlistan de la NOM-059-ECOL-2001:

- *Chamaedorea pochutlensis* la cual es endémica y está amenazada.
- *Guaicum coulteri* y *Olneya tesota* que no son endémicas sin embargo se encuentran bajo protección especial.
- especies pertenecientes al género *Tabebuia* que están amenazadas principalmente por la disminución de su hábitat; pese a que existen registros de estas especies dentro de la región de estudio, no se hallaron tampoco ejemplares en el área de influencia directa del proyecto.
- *Sabal ureseana* la cual también está bajo protección especial y fue posible distinguir un manchón en la parte baja del SAR, dentro de esta región el palmar indica la perturbación del ecosistema original que se ha dado en el sitio básicamente por el establecimiento de cultivos. La distancia del DDV con respecto al palmar es de 450 m por lo cual queda fuera del área de afectación directa del proyecto.

Las misma alteración del ecosistema primario ha ocasionado la aparición y proliferación de especies secundarias de la SBC así como especies de tipo ruderal; dentro de las cuales se puede mencionar: herbáceas como *Allowissadula sessei* y ejemplares arbustivos de *Pithecellobium dulce* y *Acacia farnesiana*

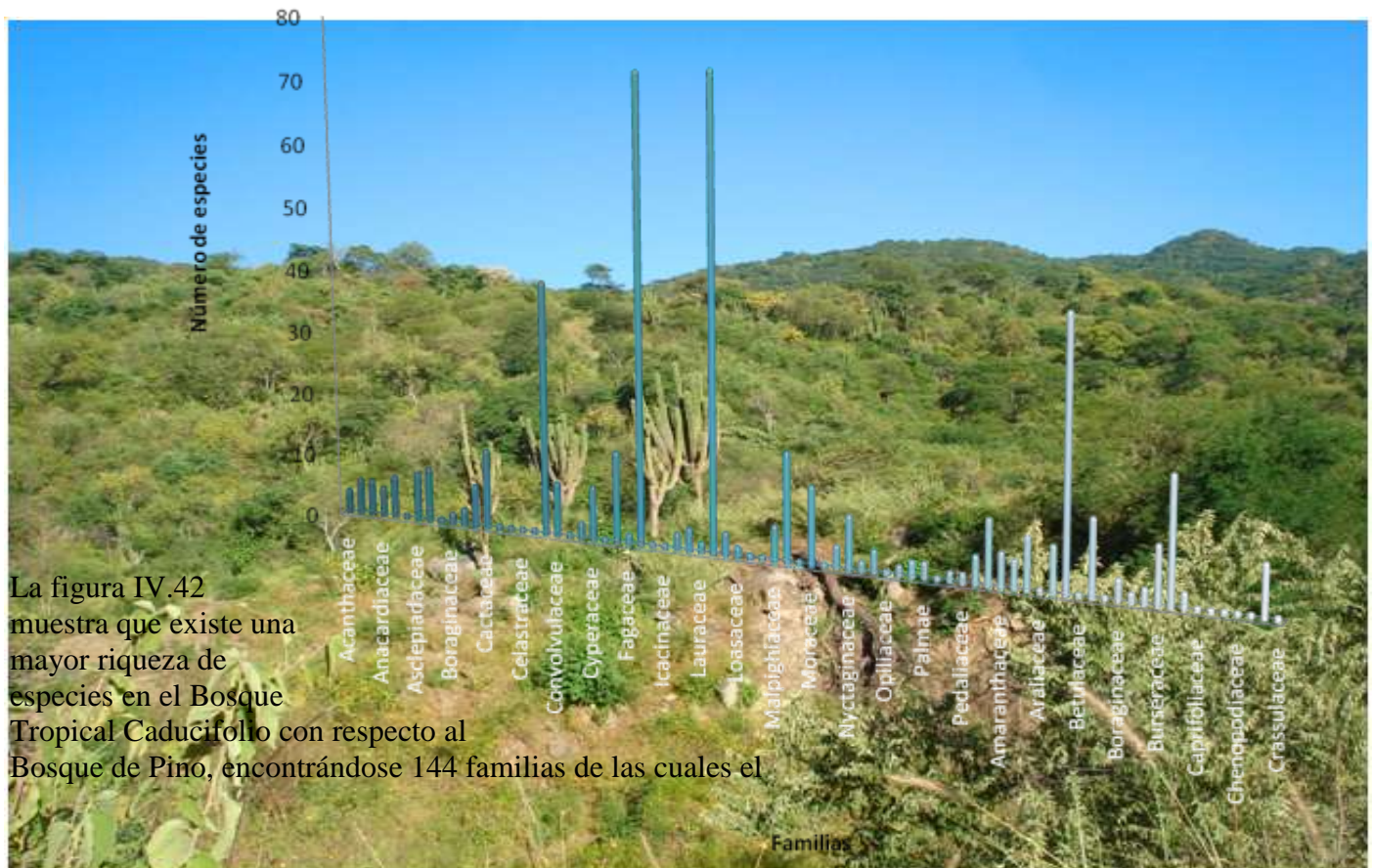
Figura IV.40. Bosque tropical caducifolio mostrando perturbación.



Figura IV.41. Herbáceas a la orilla del camino (*Allowissadula sesse*).



Figura IV.42. Representación de las familias botánicas en el Bosque Tropical Caducifolio.



La figura IV.42 muestra que existe una mayor riqueza de especies en el Bosque Tropical Caducifolio con respecto al Bosque de Pino, encontrándose 144 familias de las cuales el

familia Fabaceae contribuye con 109 especies, seguida por Poaceae (la familia de los pastos), esta por Solanaceae y Cactaceae entre otras, con lo cual se muestra composición florística de un Bosque Tropical típico.

Bosques de Galería:

Con este nombre se conoce a las agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Desde el punto de vista fisonómico y estructural se trata de un conjunto muy heterogéneo, pues su altura varía de entre 4 a 40 m y comprende arboles de hoja perenne, decidua o parcialmente decidua. Puede incluir numerosas trepadoras y epifitas o carecer por completo de ellas y si bien a veces forma gran espesura, a menudo está constituido por arboles muy espaciados e irregularmente distribuidos. En México estos bosques se presentan en altitudes de 0 a 2 800 m (Rzedowski, 1983)

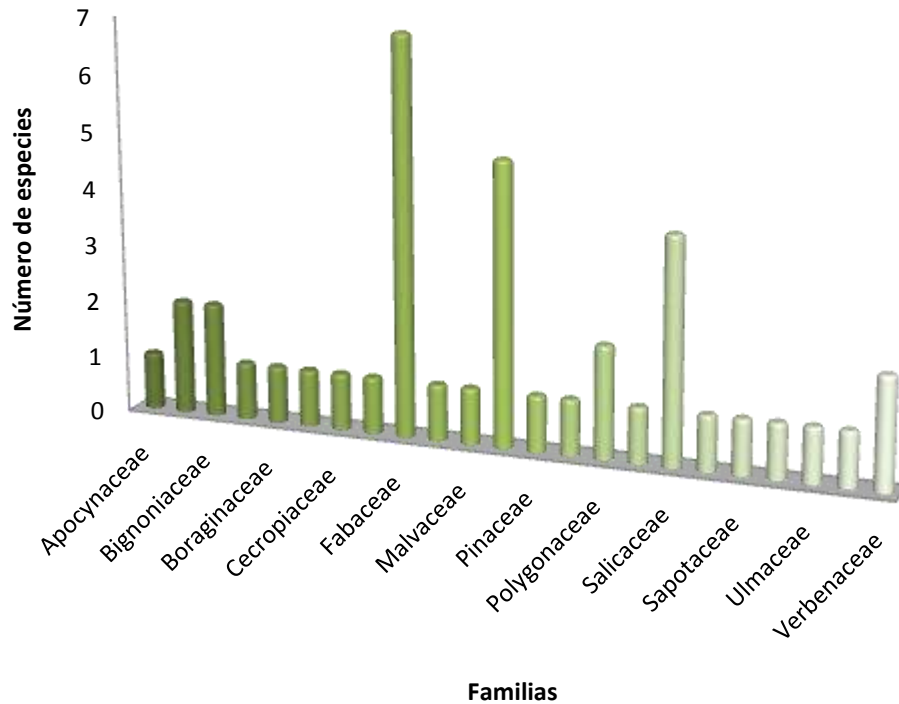
Figura IV 10 Composición Florística del Bosque de Galería dentro del SAR

Nombre científico	Nombre común	Familia	Uso	Fuente de catálogo
<i>Albizia sinaloensis</i>	Navio	Fabaceae		I
<i>Baccharis salicifolia</i>	Batamote	Asteraceae	Medicinal	B,M
<i>Brongniartia alamosa</i>		Fabaceae		
<i>Coccoloba godlmani</i>		Polygonaceae		L
<i>Ceiba pentandra</i>		Bombaceae		M
<i>Cephalanthus salicifolius</i>	Mimbre	Rubiaceae		I
<i>Cecropia mexicana</i>	trompetilla	Cecropiaceae		I
<i>Celtis iguanae</i>	vainoro	Ulmaceae		MM
<i>Heliocarpus attenuatus</i>	Samo blanco	Tiliaceae		M, MS
<i>Inga spp.</i>	Vainillo	Fabaceae		C,I
<i>Ficus cotinifolia</i>	Camuchin	Moraceae		C, M, MS
<i>Ficus petiolaris</i>	Tezcalame	Moraceae		C, M, MS
<i>Ficus pertusa</i>		Moraceae		C, L
<i>Ficus trigonata</i>	Capulin	Moraceae		C,M, MS,
<i>Maclura tinctoria</i>	Mora amarilla	Moraceae		I
<i>Platimiscium trifoliatum</i>		Fabaceae		I, MS
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamuchil	Fabaceae		C, M, MS
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mesquite	Fabaceae		C,MS
<i>Prosopis palmeri</i>	Mesquite	Fabaceae		MS
<i>Salix bomplandiana</i>	Sauce	Salicaceae		MS
<i>Sideroxylon tepicense</i>	Tempisque	Sapotaceae		I, M, MS
<i>Stemmadenia tomentosa</i>	Berraco	Apocynaceae		I, M,MS
<i>Tabebuia chrysantha</i> ¹	Amapa	Bignoniaceae		M, MS
<i>Tabebuia impetigiosa</i> ²	Amapa	Bignoniaceae		M, MS
<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehete	Pinaceae		I,M, MS
<i>Thouinidium decondrum</i>	periquillo	Sapindaceae		I
<i>Trounefortia hartwegiana</i>	tatachinole	Boraginaceae	Medicinal	I
<i>Vitex mollis</i>	Árbol de igualama	Verbenaceae	Medicinal	MS
<i>Vitex pyramidata</i>		Verbenaceae		MS

^{1,2}Amenazada/No endémica de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001.

Fuente: B (Biblioteca Medicina Tradicional Mexicana), C (Campo), I (Guía PROGRAM Sinaloa, INIFAP), L (Lebgue et al., 2005), M (MIA Sauzal-Hornillos), MS (MIA proyecto Minero el Sauzal).

Figura IV.44. Representación de las familias botánicas en el Bosque de Galería.



En la figura anterior se muestra que la mayor riqueza de especies está dada por la familia Fabaceae, seguida de la familia Moraceae y esta por Verbenaceae, asimismo se observa que las familias restantes contribuyen con especies de manera equitativa y que a comparación del Bosque Tropical es menor el número de familias presentes en esta cobertura vegetal lo cual se debe a que el trazo de este proyecto tocara de manera mínima este tipo de vegetación.

Las principales especies cultivadas en los sistemas agrícolas inducidos son: Avena (*Avena sativa*), caña (*Sacharum officinarum*), chile (*Capsicum annum*), Papaya (*Carica papaya.*), alfalfa (*Medicago sativa*), algodón (*Gossypium hirsutum*), calabaza (*Cucúrbita spp.*), Cebolla (*Allium cepa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mais*), papa (*Solanum tubnerosum*), pepino (*Cucumis sativus*), sandía (*Citrillus lanatus*), tomate (*Solanuim lycopersicum*), trigo (*Triticum spp.*), sorgo (*Sorghum spp*) entre otros (CNA distrito 075).

Durante la visita a C, se muestrearon cuarenta y siete (47) sitios donde se colectaron e identificaron las especies vegetales en cuadrantes de 20 x 20 m, la descripción de cobertura vegetal por sitio se detalla en la Tabla IV.11.

Tabla IV.11. Cobertura de vegetación en los sitios visitados.

No. Sitio	Rasante	Herbácea	Arbustiva	Árborea	Cobertura %		Perturbación
					Hojarasc	Suelo desnudo	
1	50	-	-	1	-	-	Antropogénica
2	80	-	-	-	-	20	Antropogénica
3	-	60	20	10	-	Carretera	Basura, pastoreo
4	-	40	40	10	60	Camino	Antropogénica, basura
5	100	-	-	-	-	-	Antropogénica, basura
6	60	30	1	5	-	-	Antropogénica
7	10	-	3	5	-	75	Antropogénica, basura, erosión

IV.2.2.2. Fauna

La accidentada topografía y la variedad de climas han creado una gran cantidad de condiciones ecológicas para las especies animales (Flores-Villela, 1993), situaciones que observamos en la zona aunado a la baja densidad poblacional lo que permite que la perturbación de los ecosistemas presentes sea mínima esto se ve apoyado por el hecho que el SAR estén dos regiones terrestres prioritarias que son designadas así por la CONABIO por la extensión del área que aun mantiene su integridad ecológica funcional de la región entre otros, encontrándose así, tres tipos de vegetación los cuales albergan la siguiente fauna.

En la zona existe una baja densidad poblacional lo que permite que la perturbación de los ecosistemas presentes sea mínima esto se ve apoyado por el hecho que la SAR estén dos regiones terrestres prioritarias que son designadas así por la CONABIO por la extensión del área que aun se mantiene su integridad ecológica funcional de la región entre otros Asimismo se nota esto por la su diversidad faunística la cual se mencionara a continuación.

Herpetofauna

La herpetofauna de México forma un porcentaje importante del número de familias, géneros y especies de anfibios y reptiles del mundo. A nivel de géneros, los porcentajes del total mundial que viven en México, oscilan entre el 2.9-29.5 %, en resumen, en México vive casi el 10 % de la herpetofauna mundial, ante esto el país fue dividido en diez provincias fisiográficas naturales por Flores-Villela en 1993, ubicándose el SAR en la provincia Sierra Madre Occidental (8), la cual contribuye con el 6.4 % del total del país, de especies de anfibios y reptiles. La siguiente tabla muestra los registros de reptiles dentro del SAR.

Tabla IV.12. Reptiles registrados en el SAR

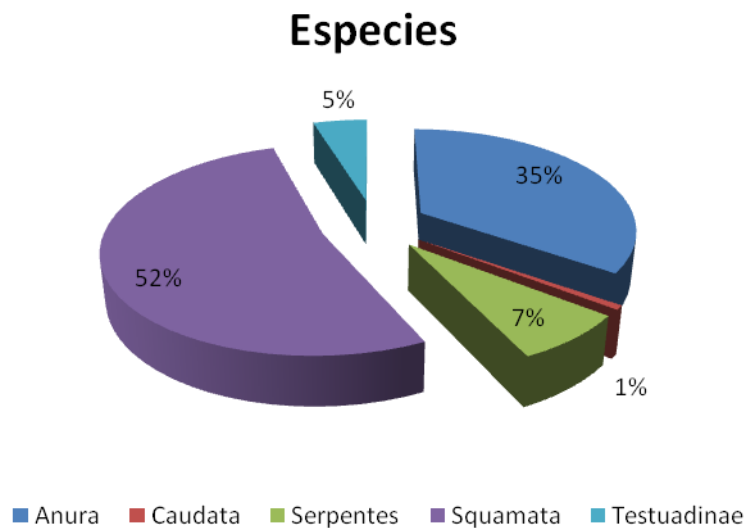
Nombre científico	Nombre común	Orden	Status NOM-059-ECOL-2001
<i>Boa constrictor</i>	Limacoa	Serpentes	Amenazada
<i>Diadophis punctatus</i>	Culebrilla de collar		Protección especial
<i>Elaphe gutata</i>	Ratonera		Amenazada/ Endémica
<i>Hypsiglena torquata</i>	Víbora sorda		Amenazada
<i>Mastechopis taniatus</i>	Chicotilla		Endémica
<i>Mastechopis mentovarius</i>	Chicotilla		Amenazada
<i>Oxibelus aeneus</i>	Pialera		
<i>Pithouphis melanoleucus</i>	Huajumar		
<i>Sonora michoacanensis</i>	Coralilla		
<i>Tamnophis cyrtopsis</i>	Culebra de agua		
<i>Tantilla nigriceps</i>	Culebra de cabeza negra		
<i>Leptotyphlops humilis</i>	Culebra aguja		
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Zolcuate		
<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel		
<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel		
<i>Crotalus basiliscus</i>	Cascabel		Amenazada
<i>Crotaphytus collaris</i>	Lagartija de collar		Saura squamata
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	Amenazada / Endémica	
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana de palo	Amenazada	
<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrito		
<i>Hoolbrokia maculata</i>	Perrito		
<i>p. modestum</i>	Camaleón		
<i>Phrynosoma solare</i>	Camaleón		
<i>Sceloporus poinseti</i>	Roñoso		
<i>Sceloporus undulatus</i>	Roñoso		
<i>Sceloporus scalaris</i>	Roñoso		
<i>Urosaurus microscutatus</i>	Roñoso		
<i>Urosaurus stansburiana</i>	Roñoso		
<i>Uta stansburiana</i>	Chachora		
<i>Anolis nebulosus</i>	Chachora		
<i>Eumeces obsoletus</i>	Squinco		
<i>Cnemidophorus costatus</i>	Guico		
<i>Anolis nebulosus</i>			
<i>Aspidoscelis costata</i>			
<i>Ctenosaura maculophaga</i>			
<i>Elgaria kingii</i>			
<i>Heloderma horridum</i>		Amenazada	
<i>Holbrookia elegans</i>			
<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>			
<i>Plestiodon callicephalus</i>			
<i>Plestiodon parviauriculatus</i>			
<i>Sceloporus albiventris</i>			
<i>Sceloporus clarkii</i>			
<i>Sceloporus jarrovi</i>			
<i>Sceloporus lemosespinali</i>			

<i>Sceloporus nelsoni</i> <i>Sceloporus virgatus</i> <i>Urosaurus bicarinatus</i>			
<i>Kinosternos hirtipes</i>	Tortuga casquito	Testudinae	Protección especial

Tabla IV.12. Reptiles registrados en el SAR

Nombre científico	Nombre común	Orden	Status NOM-059-ECOL-2001 y Distribución	Uso
<i>Ambystoma tigrinum</i>	Salamandra	Caudata	Protección especial	
<i>Bufo marinus</i>	Sapo	Anura	Endémica	Brujería Brujería
<i>B. mazatlanensis</i>	Sapito		Endémica	
<i>B. occidentales</i>	Sapo			
<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita			
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita			
<i>Rana chiricauensis</i>	Rana			

Figura IV.43 Representación de los órdenes de Herpetofauna en el SAR.



Como se observa en la grafica el orden mejor representado respecto a la Herpetofauna es el orden Squamata, esto se debe a que este orden sin lugar a dudas, el más diverso del país (Pianka & Vitt 2003). Contiene tres grupos de reptiles: 1) Sauria (lagartijas), 2) Serpentes (serpientes) y 3) Amphisbaenia (reptiles parecidos a gusanos anillados), este último representado en México tan solo por el genero *Bipes*.

Aves

Las aves representan uno de los elementos más conspicuos de nuestro entorno, son relativamente fáciles de observar y es posible encontrarlas prácticamente en cualquier hábitat (INE, 1996), por lo que, son un grupo que ha estado históricamente en contacto directo con el hombre de diversas formas, principalmente por representar un recurso importante para la alimentación. Al ser un grupo de animales atractivos por sus plumajes y llamativos cantos, han sido también usadas comúnmente como mascotas y amuletos. Por sus características, las aves son un grupo importante dentro del esquema de vida del hombre y por supuesto en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, ya que cumplen un papel esencial como polinizadores. Sin embargo, debido a las diversas maneras de uso de las especies de aves por parte del ser humano, es un grupo que se ha visto afectado de manera importante (Gutierrez, 2003), por lo cual la legislación mexicana busca proteger a las especies más afectadas mediante la NOM-059-ECOL-2001 como lo muestra la Tabla IV. 13, mostrando aquellas que se han registrado en el SAR de acuerdo al INAFED y otras fuentes.

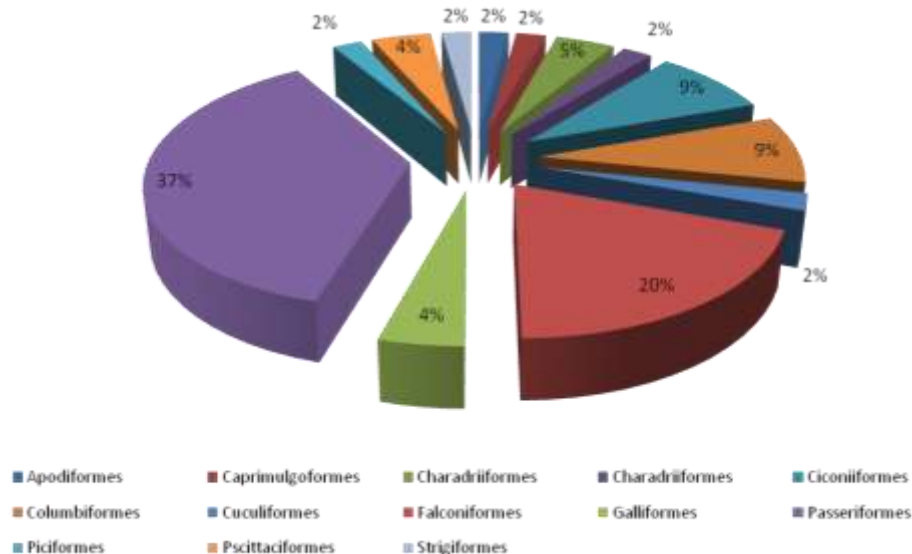
Tabla IV.13. Aves registradas en el SAR

Nombre científico	Nombre común	Orden	Status NOM-059-ECOL-2001 y Distribución	Uso
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla	Falconiformes	Protección especial	
<i>Buteo regalis</i>	Aguiluilla		Protección especial	
<i>Buteo swasoni</i>	Aguiluilla		Protección especial	
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguiluilla		Protección especial	
<i>Elanus leucurus</i>	Milano			
<i>Cathartes aura</i>	Aura			
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote			
<i>Caracara plancus</i>	Caracara			
<i>Falco sparverius</i>	Halcón			
<i>Progne sinaloe</i>	Golondrina			Protección especial
<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria	Passeriformes		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate			Comercial/caza
<i>Melanotus caerulescens</i>	Mulato			
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle			Comercial
<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe			
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión			comercial
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo			
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Putita			
<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico, tortolito			Comercial
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano			
<i>Vireo huttoni</i>	Vireo			
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo			Comercial
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal			
<i>Carduelis pinus</i>	Jilguero			Comercial
<i>Callosita coliei</i>	Urraca			Comercial
<i>Corvus corax</i>	Cuervo		Comercial	
<i>Cardinalis talpacoti</i>	Tortola roja	Columbiformes		
<i>Columbina livia</i>	Paloma			Caza
<i>Columbina inca</i>	Tortola			Caza
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma			Comercial/Caza

<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	Pscittaciformes	Peligro de extinción	Comercial
<i>Rhynchopsytta pachyrhyncha</i>	Cotorra		Peligro de extinción	Comercial
<i>Callidris minutilla</i>	Playerito	Charadriiformes		
<i>Heteroscelus incanus</i>	Playero			
<i>Callipepla douglasii</i>	Codomiz	Galliformes		caza
<i>Meleagris gallopavo</i>	Cuichi		Protección especial	caza
<i>Ardia herodias</i>	Garza gris	Ciconiiformes	Protección especial / Endémica	
<i>Casmerodius albus</i>	Garza blanca			
<i>Jaribu mycteria</i>	jaribu		Peligro de extinción	
<i>Ceryle alcyon</i>	Martin pescador			
<i>Piaya cayana</i>	Cucillo			
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero	Piciformes		
<i>Caprimulgus vociferus</i>	Tapacamino	Caprimulgo- formes		
<i>Asio stygus</i>	Búho	Strigiformes	Protección especial	
<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí	Apodiformes		

La primera especie habita dentro del SAR en la zona de distribución de la SBC hacia la zona sur, o bien, en las numerosas barrancas que se encuentran en la parte norte y centro del SAR. Existen registros de avistamientos que datan desde 1950, pero debido a que esta especie ha sido sobreexplotada, la observación de algún ejemplar es muy escasa en caso de existir alguna población aislada dentro del SAR, lo cual se pudo constatar en las entrevistas realizadas a los pobladores que revelaron que no han observado este tipo de aves en la región.

Figura IV.44. Representación de los Órdenes de Avifauna en el SAR.



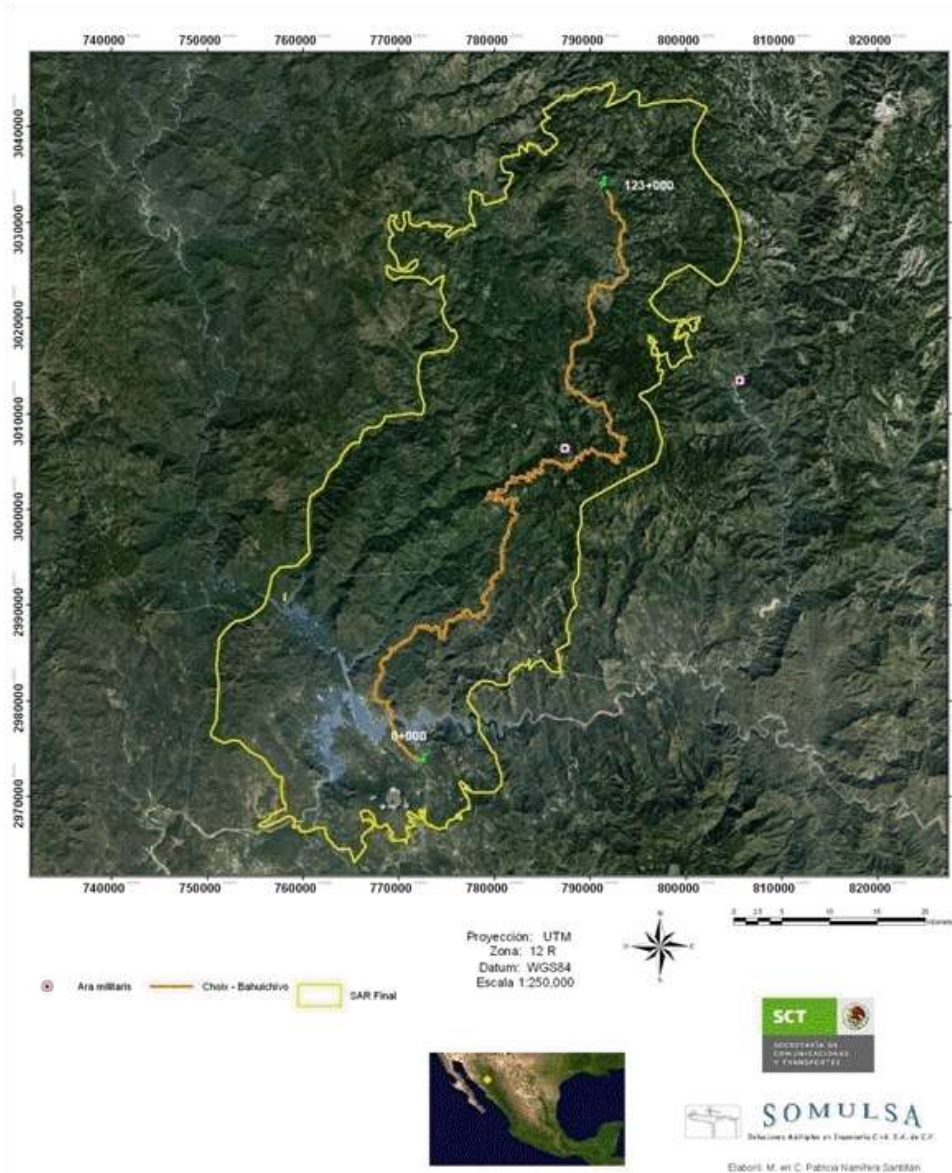
En la grafica se observa que el oren mejor representado es el de los Passeriformes ya que al haber una gran área cubierta por vegetación ya sea por bosque perennifolios o caducifolios, el alimento disponible es variable, así mismo este orden participa en distintos nichos tróficos ya sea como insectívoros, como cazadores aéreos, buscadores en cortezas, buscadores-cazadores en hojas, frugívoros o granívoros, cabe señalar que este grupo de aves es el mas numeroso de las aves que existen actualmente esto se debe a que agrupa una gran cantidad diversidad de organismos, por lo tanto, participan en distintos niveles tróficos.

Dentro del grupo de las aves, hay dos especies que por su interés comercial se hayan al borde de la extinción: *Ara militaris* (guacamaya verde) y *Rhynchopsytta pachyrhynch* (cotorrita serrana), conocidas comúnmente como Guacamaya verde y cotorra serrana respectivamente; la primera especie se localiza en la zona de barrancas ya que habita en las selvas medianas y bajas del SAR, zonas que no resultarán afectadas por la construcción de esta obra ya que se realizará en la zona montañosa.

La cotorrita serrana ha sido registrada en la zona del SAR acorde a la información bibliográfica (CONABIO) en las partes altas de SAR; sin embargo, al entrevistar a los pobladores de la región, no ubican esta especie de psitácidos en la zona. En contraparte, sí se tienen registros de esta especie a lo largo de toda la Sierra Madre Occidental hasta Jalisco.

Figura IV.45 Distribución conocida de *Ara Militaris* dentro del SAR





Mamíferos

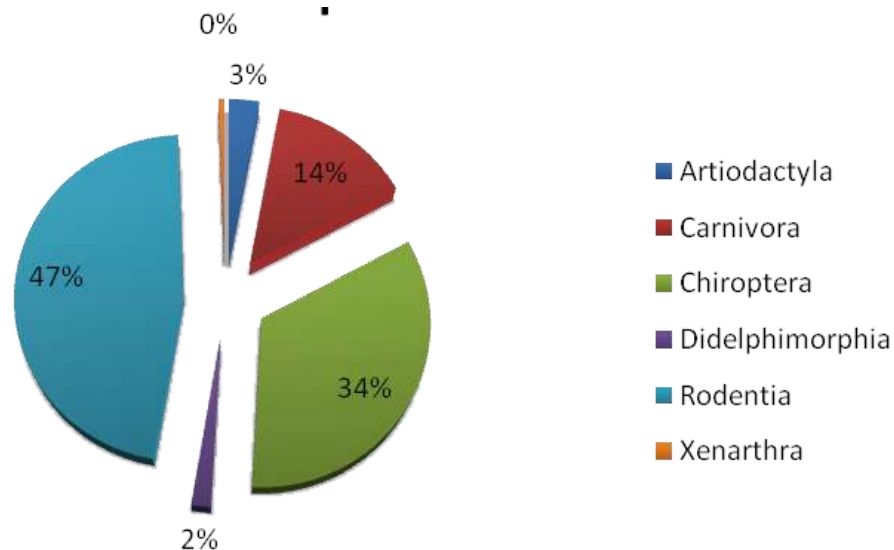
México alberga la mayor fauna de mamíferos de América, esta diversidad está compuesta principalmente por roedores y murciélagos (Ramírez-Pulido & Castro-Campillo 1993), en total en el país hay 56,859 registros correspondientes a 424 especies, de las cuales en el estado de Chihuahua se encuentran 150 especies registradas sin embargo, es el menos rico con 0.02 especies por Km², mientras que, el estado de Sinaloa se tienen registros de 130 especies donde la riqueza no es muy variable con respecto a Chihuahua, pues se presentan 0.03 especies por Km². Lo anterior representa una baja densidad de mamíferos sobre todo a nivel de depredadores superiores, que de manera natural, siempre son las poblaciones menos numerosas en los ecosistemas. En la tabla IV.14 se muestra los mamíferos encontrados en el SAR.

Tabla IV.14. Mamíferos registrados en el SAR

Nombre científico	Nombre común	Orden	Status NOM-059-ECOL-2001y Distribución	Uso
<i>Puma concolor</i>	puma	Carnívora	No endémica	Cinegético
<i>Canis latrans</i>	coyote		No endémica	
<i>Lynx rufus</i>	gato montés		No endémica	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra		No endémica	
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote		No endémica	
<i>Menphitis macroura</i>	Zorrillo		No endémica	
<i>Bassariscus astatus</i>	Cacomixtle		No endémica	
<i>Nasua narica</i>	Coati		No endémica	
<i>Procyon lotor</i>	Mapache		No endémica	
<i>Lepus alleni</i>	Liebre	Lagomorpha	Protección especial /Endémica	
<i>Didelphis marsupiala</i>	Tejón	Marsupialia	No endémica	Místico
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Artiodactila	No endémica	Cinegético
<i>Pecari tajacu</i>	Jabalin		No endémica	
<i>Spermophilus madrensis</i>	ardilla	Rodentia	Amenazada/Endémica	
<i>Tommomys umbrinus</i>	Topo			
<i>Neotoma mexicana</i>	Rata de C			
<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón			
<i>Sciurus coliaiei</i>	Ardilla			Cinegético
<i>Sciurus griseus</i>	Ardilla			
<i>Lutra longicaudis annectens</i>	nutria			Amenazada
<i>Sorex spp.</i>	Musaraña	Insectívora		
<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro	Chiroptera		
<i>Macrotus californicus</i>	Murciélago			
<i>Balantiopteryx plicata pallida</i>			No endémica	
<i>Mormoops m. megalophylla</i>			No endémica	
<i>Pteronotus pamelli mexicanus</i>			No endémica	
<i>Macrotus californicus</i>			No endémica	
<i>Desmodus rotundus morinus</i>			No endémica	
<i>Choeronycteris mexicana</i>			Amenazada/ No endémica	
<i>Glossophaga soricina handleyi</i>			No endémica	
<i>Leptonycteris curasoae yerbabuena</i>			Amenazada/ No endémica	
<i>Artibeus hirsutus</i>			No endémica	
<i>Chiroderma salvini scopaeum</i>			No endémica	
<i>Dermanura azteca azteca</i>			No endémica	
<i>Dermanura tolteca hesper</i>			No endémica	
<i>Stumira liliium parvidens</i>			No endémica	
<i>Natalus lanatus</i>			No endémica	
<i>Natalus stramineus mexicanus</i>			No endémica	
<i>Myotis auriculus apache</i>	Chiroptera		No endémica	
<i>Myotis c. californicus</i>			No endémica	
<i>Myotis fortidens sonorensis</i>			No endémica	
<i>Myotis t.thysanodoes</i>		No endémica		
<i>Myotis velifer velifer</i>		No endémica		
<i>Myotis yumanensis</i>		No endémica		
<i>Corynorhinus mexicanus</i>		Endémica		

<i>Eptesicus fuscus pallidus</i>			No endémica	
<i>Lasiurus blossomvillii</i>			No endémica	
<i>Lasiurus c. cinereus</i>			No endémica	
<i>Parastrellush. hesperus</i>			No endémica	
<i>Antrozous pallidus</i>			No endémica	
<i>Eumops underwoodi sonoriensis</i>			No endémica	
<i>Nyctomops aurispinosus</i>			No endémica	
<i>Taradida brasiliensis mexicana</i>			No endémica	

Figura IV.46. Representación de los órdenes de mamíferos en el SAR.



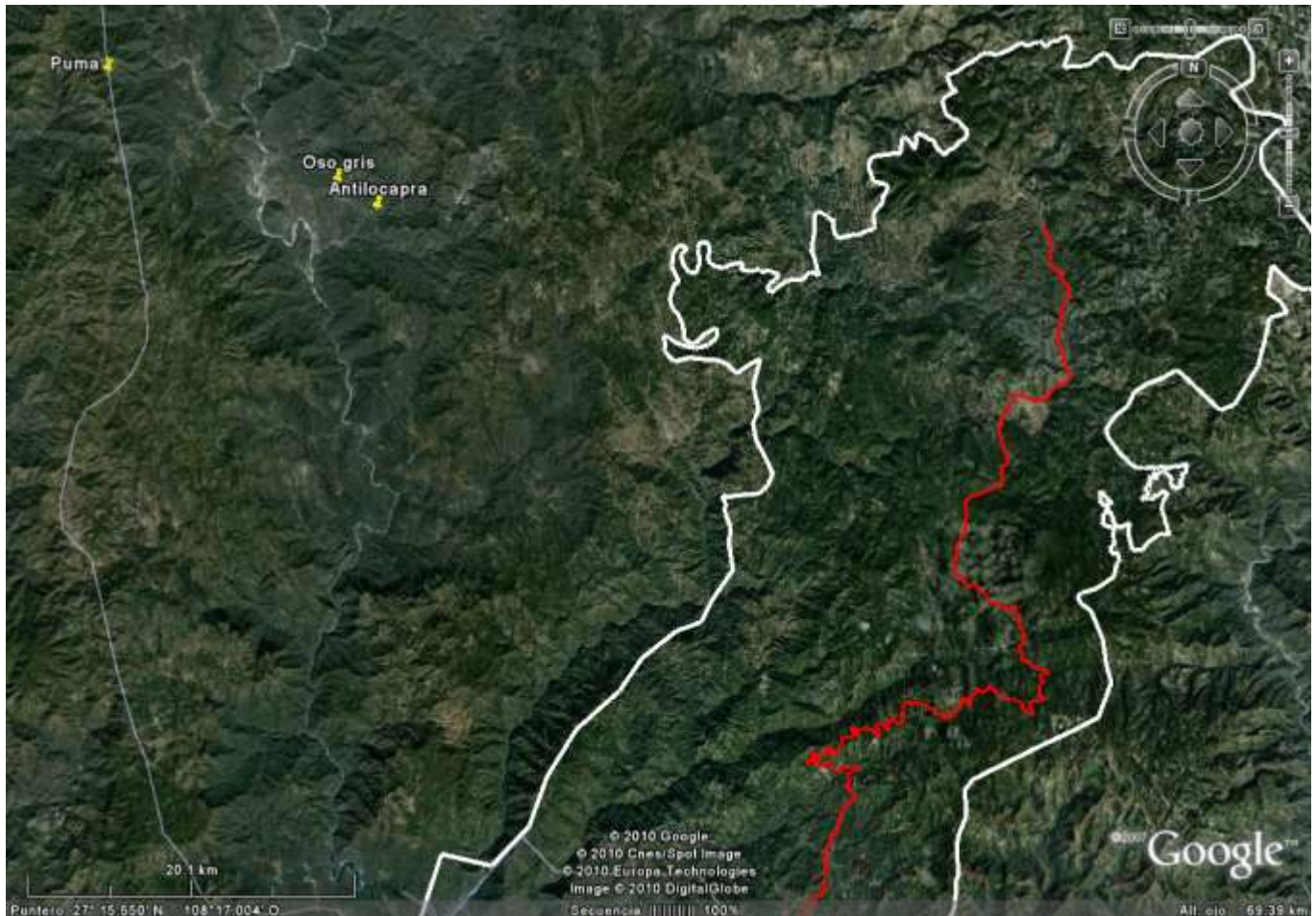
La figura IV. 46 muestra que el orden mejor representado en el área del SAR es Rodentia; los roedores son organismos de estrategia “r” y su abundancia dentro del SAR se puede deber dos fenómenos:

1. Disponibilidad de alimento
2. Escases de depredadores

La disponibilidad de alimento está dada por las buenas conservaciones del ecosistema tanto de bosque como de selva, lo que asegura la supervivencia de las poblaciones. Lo anterior se respalda por la abundancia de quirópteros (segundo orden en importancia dentro del SAR) que son de hábitos herbívoros.

Por otro lado, la proliferación de roedores puede deberse adicionalmente a la escases de depredadores; si bien existen reportes de fauna como el puma en el ANP Cañon de Chinipias, esta especie no ha sido vista por los pobladores de Bahuichivo y Cerocahui. Los avistamientos de gato montés (*Linx rufus*) son esporádicos y principalmente suceden al anochecer. La falta de un depredador que regule las poblaciones de roedores dentro del SAR, favorece la proliferación de este orden.

Figura IV.47 Avistamientos de fauna enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2001 conforme a la literatura de la CONABIO



V.2.3. Paisaje

El paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella (sensu Forman & Godron 1986). El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn 1974, MOPT 1993). Dada la baja densidad poblacional aunada a la inaccesibilidad a la zona, y a que la vida cultural de la población tiene una estrecha relación con los recursos naturales (Guerrero *et al.*, 2000), podemos observar que las coberturas vegetales en la zona donde se ubica el SAR presentan poca alteración por acciones antrópicas.

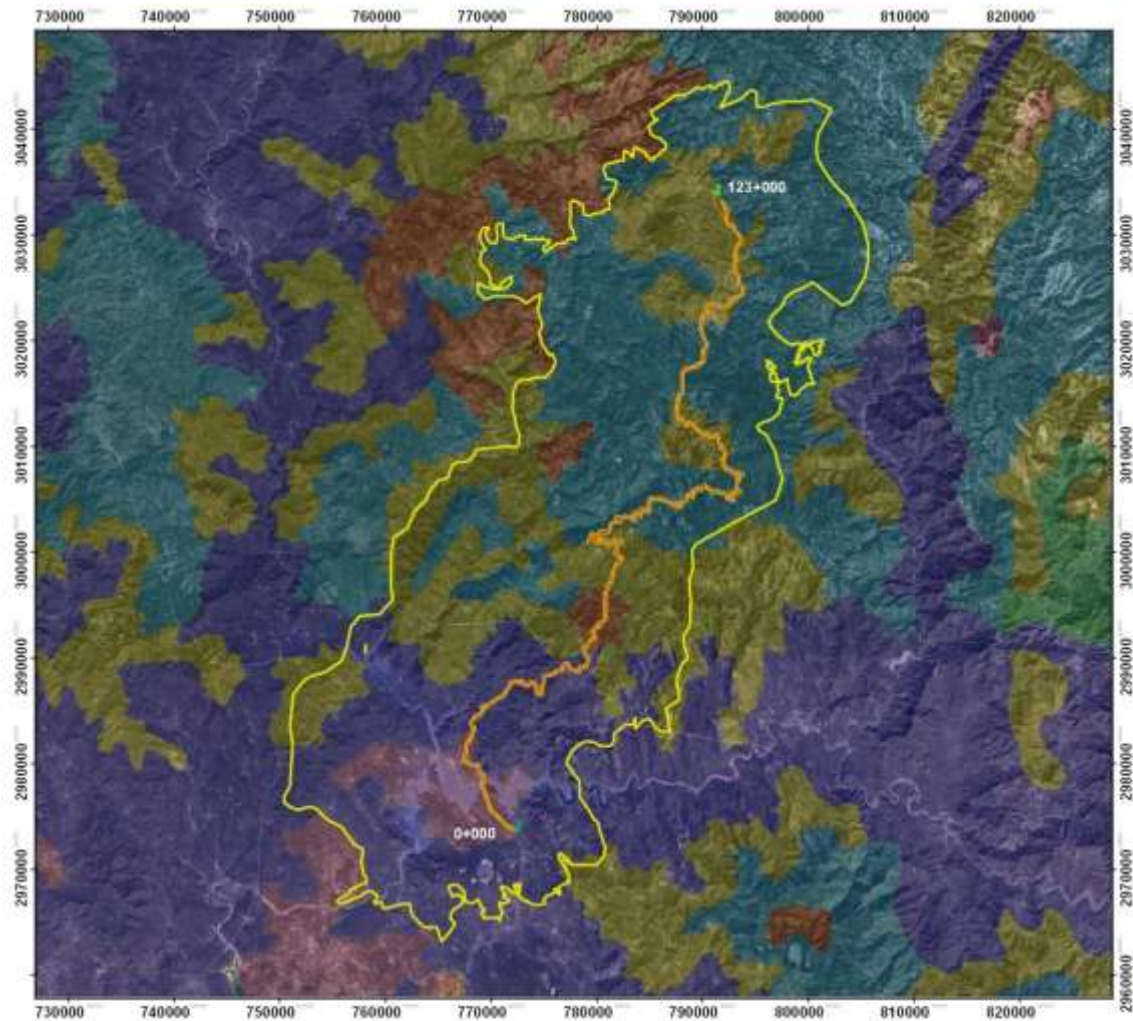
Los paisajes observados en función del uso de suelo y el tipo de vegetación son:

1. Bosque de Pino.

2. Bosque de Encino.
3. Bosque de Pino-Encino.
4. Bosque de Encino-Pino.
5. Selva Baja Caducifolia.
6. Pastizal cultivado
7. Agricultura de Temporal, vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia.

Figura IV.48 Unidades de paisaje del SAR conforme al uso de suelo y vegetación existente en el SAR





- Choix - Bahuichivo
 - SAR
- Uso de suelo y Vegetación**
- Matorral Subtropical
 - Selva Baja Caducifolia
 - Pastizal Cultivado
 - Bosque de Pino
 - Bosque de Encino
 - Agricultura de Temporal

Proyección: UTM
Zona: 12 R
Datum: WGS84
Escala 1:250,000



Elaboro: M. en C. Patricia Nancicha Sarribán



Figura IV.47. Vegetación de bosque de coníferas dentro del estado de Chihuahua



Figura IV.48. Vegetación de selva media y baja en la zona de barrancas



Figura IV.49 Vegetación de selva baja en el estado de Sinaloa



Figura IV.50 Tierras agrícolas



Calidad visual

El paisaje puede considerarse muy bueno, ya que en su mayoría los componentes vegetales son nativos de bosques y selvas maduras. Particularmente la mejor estructura vegetal se observa en los bosques de Pino que se ubican en las partes altas de las numerosas montañas de la Sierra, ya que su inaccesibilidad favorece la no perturbación; en contraparte, la zona de selva presenta algunas afectaciones relacionadas al cambio de uso de suelo. De lo anterior, tenemos que la perturbación se incrementa al disminuir la altitud. No obstante lo anterior, la presencia importante de mamíferos voladores, aves e insectos asegura que las tasas de polinización se mantengan aún cuando se construya esta obra, por lo que la resiliencia del SAR no sufrirá cambios.

Visibilidad

Es muy buena debido a que la zona donde se ubica el SAR es notablemente rural, por lo que no existen emisiones atmosféricas constantes de origen antropogénico.

Sin embargo, o llegan a presentarse cambios en la visibilidad debido a dos factores:

1. Tránsito vehicular por las brechas del SAR: Localmente llegan a formarse nubes de polvo
2. Incendios forestales: Suceden principalmente en el lado de Sinaloa, donde las altas temperaturas en la época estival, la vegetación seca y la práctica agrícola de “tumba - quema – roza” favorecen su generación.

Fragilidad.

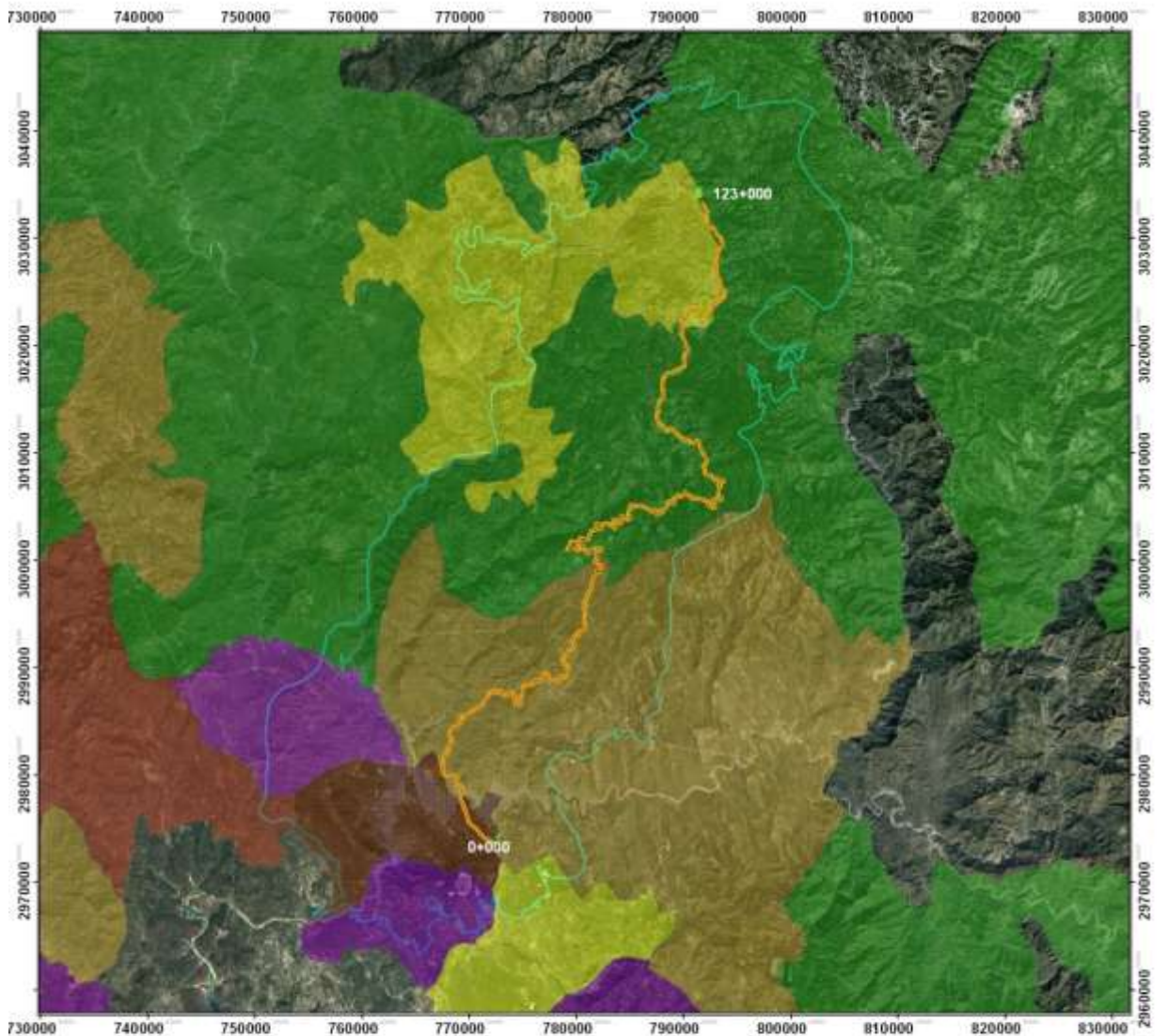
De manera tradicional, las zonas de pendientes escarpadas se consideran sitios de fragilidad ecológica debido a lo delgado de la capa fértil del suelo; dentro de el SAR existen varios lugares con estas características, donde incluso en las cimas de algunas montañas se puede observar la roca madre desnuda, sobre todo en pendientes que rondan los 90° de pendiente.

A pesar de que los suelos en su mayor parte dentro del SAR (porción montañosa) son de tipo leptosoles (litosoles), la buena cobertura vegetal que persiste ha frenado de manera importante los procesos erosivos en la región; sin embargo en las inmediaciones del poblado de Bahuichivo, se empieza a notar la disminución de la fertilidad de los suelos y una baja en el contenido de materia orgánica debido a que a pesar de no ser aptos para las actividades agrícolas, en esta actividad productiva se emplean.

Hacia la zona sur del SAR (Sinaloa) también tenemos una pérdida en la productividad de los suelos y una propensión a la erosión hídrica y eólica; en este caso, a pesar de que los suelos son medianamente aptos para la agricultura, el uso de cultivos no adecuados para las concentraciones de nutrientes existentes han ocasionado el decremento paulatino de la fertilidad edafológica de la región, y a este factor se suma la erosión pluvial generada a través de las escorrentías que se desprenden de la sierra.

Figura IV.51 Susceptibilidad a erosión de suelos dentro del SAR





- Choix - Bahuichivo
- SAR Final
- Degradación de suelos**
- Baja M.O., erosión hídrica y eólica
- Estable con erosión hídrica localizada
- Estable con erosión eólica e hídrica localizada
- Estable en condiciones naturales
- Estable con erosión hídrica localizada
- Estable con erosión hídrica y baja en M.O.
- Estable con erosión hídrica localizada
- Estable, con baja M.O. y erosión hídrica

Proyección: UTM
Zona: 12 R
Datum: WGS84
Escala 1:250,000

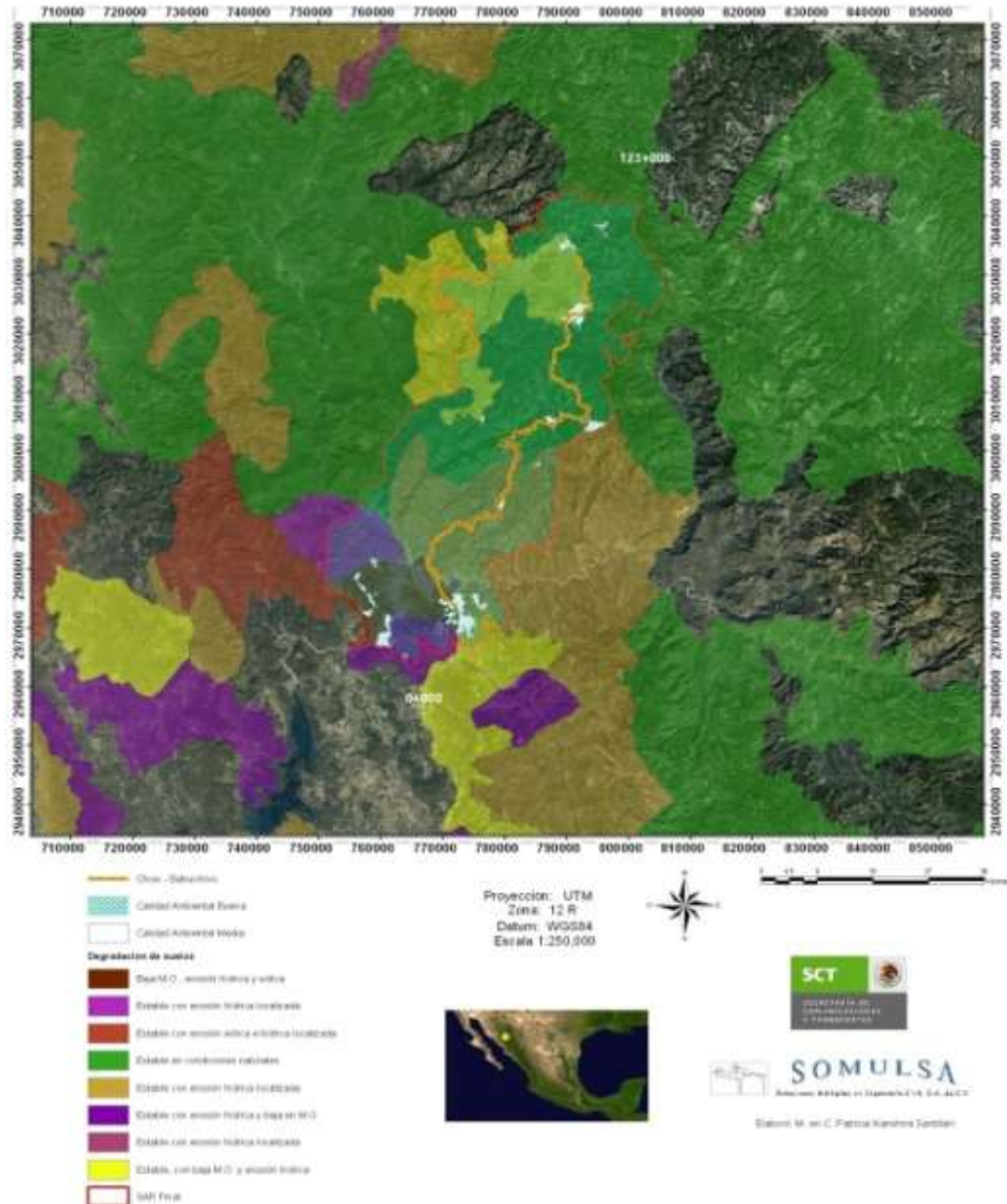


Elaboró: M. en C. Patricia Naranjo Sorbán



La calidad ambiental del paisaje está formada por los componentes del ecosistema en conjunto; conforme al análisis de la calidad visual, de la visibilidad y de la fragilidad, podemos decir que el SAR en un 98% de su territorio tiene una calidad ambiental buena ya que prácticamente no existe fragmentación importante de las masas arbóreas tanto en el bosque como en la selva. La conservación de estos corredores ecológicos permite el libre traslado de especies a lo largo del SAR y favorece el intercambio genómico entre las comunidades de la región. La presencia y/o ausencia de especies claves (por ejemplo oso, puma) que habitan la sierra, más que deberse a la caza furtiva o a la fragmentación del hábitat, se derivan del aislamiento geográfico que las extensas barrancas de la región representan.

Figura IV.52 Calidad Ambiental (paisaje) del SAR



IV.2.4. Aspectos socioeconómicos y culturales.

Chihuahua

Es el estado más extenso del país, ya que su territorio equivale al 12.6 % del total, el 84 % es urbana y el resto es urbana (INEGI), con tal grado de urbanización en la entidad, 36 de los 67 municipios tienen poblaciones por debajo de los 2 500 habitantes.

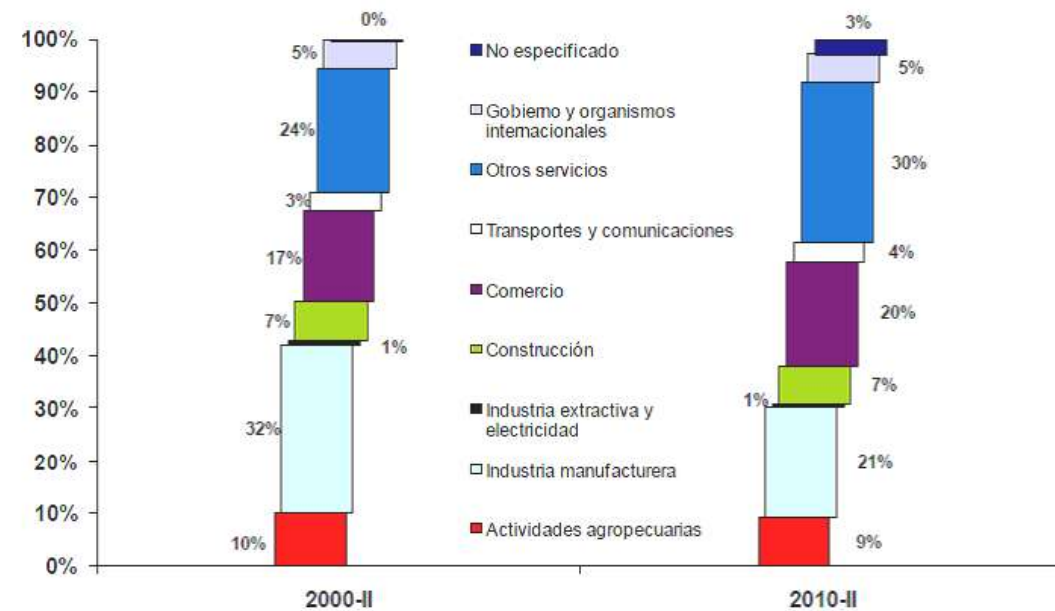
Extensión Territorial



INEGI. Marco Geoestadístico Municipal, II Censo de Población y Vivienda 2005
(MGM-II Censo 2005) Versión 1.0

A pesar de que su población exceda los tres millones de habitantes tan solo el 55 % de la población en edad de trabajar (mayor de 14 años) lo hace de acuerdo con la STPS para el segundo trimestre del 2010, principalmente en las siguientes actividades, presentando la evolución que se muestra en la siguiente figura:

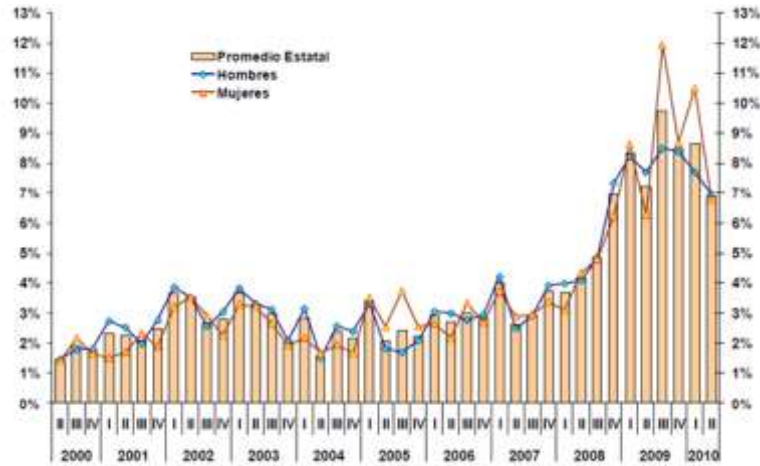
Fig IV.53 porcentaje de población ocupada por actividad económica en Chihuahua.



Como se observa en la figura del año 2000 al 2010 hubo un decremento de población ocupada en actividades agropecuarias, la industria manufacturera, sucediendo lo contrario para las actividades comerciales, otros servicio, así como para los transportes y comunicaciones manteniéndose estables las actividades en la construcción, gobierno y los organismos internacionales, con lo cual tenemos que 71 % está ocupada en la industria manufacturera, comercio y otros servicios. Sin embargo se presentó una tasa de desocupación (TDA) de 6.9 la cual es alta con respecto a la nacional para el mismo periodo la cual fue del

5.3 %, la cual ha tenido una evolución positiva hasta el tercer trimestre del 2009 a partir de donde ha evolucionado negativamente (Figura IV 54)

Figura IV.54 evolución de la tasa de desocupación (%)



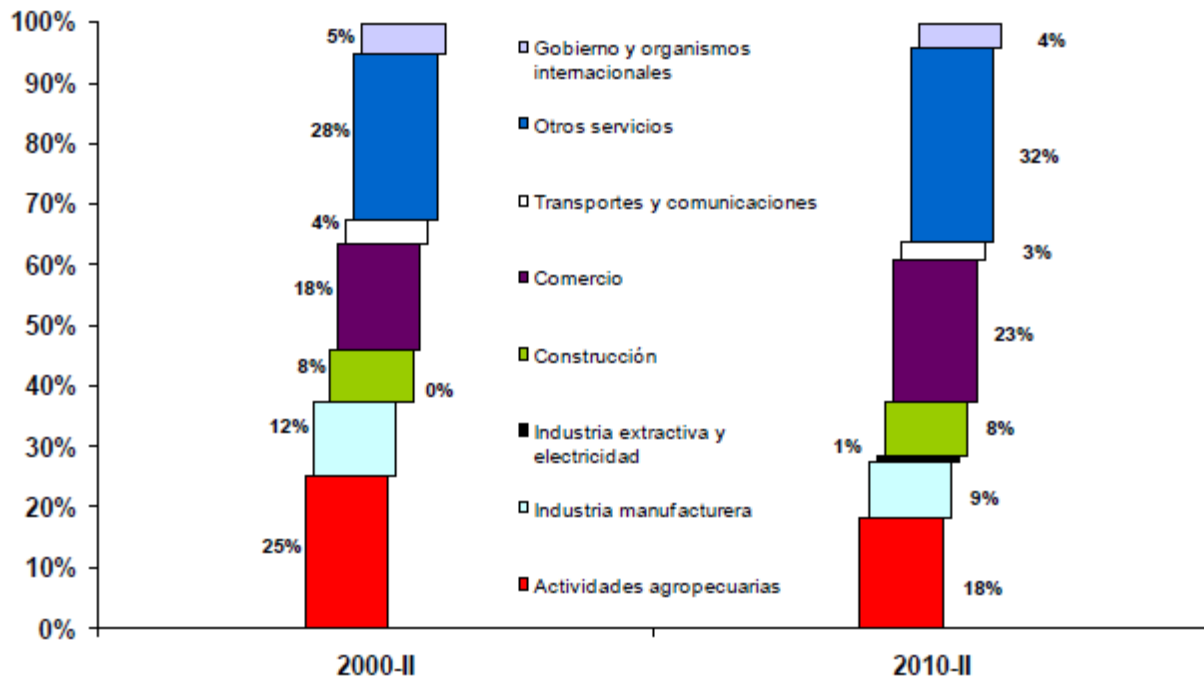
A pesar de que la tasa de desocupación en la entidad es mayor a la nacional, para el año 2007 de acuerdo con CEIDAS se ubicaba como el quinto estado generador de riqueza a nivel nacional con el 4.3 % de aporte al producto interno bruto (PIB).

Sinaloa

Su extensión es de 57 377 kilómetros cuadrados (Km²), por ello ocupa el lugar 18 a nivel nacional, el 71 % de su población es urbana, restando el 29 % la cual es rural.

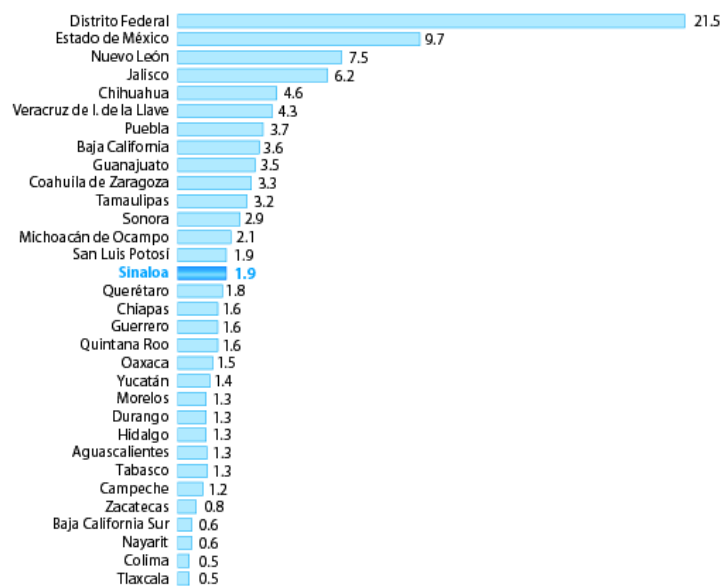
Para septiembre del 2010 en la entidad del total de la población de 14 y mas años es de 1, 985,662 de la cual la PEA estaba conformada por 1, 188,933 quienes participan en la producción de bienes y servicios o buscan trabajo; su complemento la PEI, representa el 796,729, constituida por quienes realizan actividades no económicas. De la PEA el 95 % está ocupado y tan solo el 5 % está desocupado, con lo cual tiene una TNP del 59.9 %, es decir, la relación entre la población económicamente activa y la población en edad de trabajar (PEA/ PET), la cual se mantiene ocupada en las siguientes actividades (figura IV.55):

Fig IV.55 porcentaje de población ocupada por actividad económica en Sinaloa.



Como se observa en la figura anterior, el mayor porcentaje de habitantes ocupados realiza otros servicios con el 32 %, seguido de las actividades comerciales y en tercer lugar por las actividades agropecuarias, que han mantenido básicamente la misma proporción del año 2000 al 2010, a pesar de que las actividades agropecuarias ocupan el tercer lugar en mantener habitantes ocupados a nivel nacional el estado ocupaba en 2006 los primeros lugares de producción a nivel nacional, en el Sector Primario y en aportación al Producto Interno Bruto (PIB) nacional (INEGI), como lo muestra la siguiente figura.

Figura IV.56 Participación Estatal en el Producto Interno Bruto (año 2006)



INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2001-2006.

Población

Chihuahua

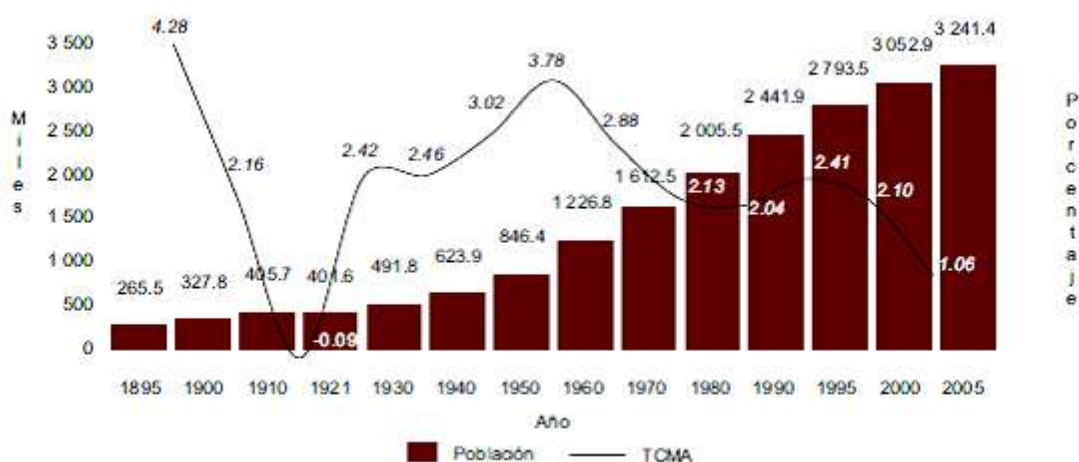
Acorde con el registro de INEGI en el año 2005 el estado de Chihuahua tiene una población aproximada de 3'241,444 habitantes, distribuidos por sexo de la siguiente manera:



Los datos censales indican que, del total de la población que tiene el estado 50.3 % son mujeres y 49.7 % son hombres, lo que origina un índice de masculinidad de 98.7 %, es decir que hay 99 hombres por cada 100 mujeres. La relación de hombres-mujeres tiene amplias variaciones, ya que por diversas razones las mujeres viven más tiempo que los hombres tienen patrones migratorios diferentes y otras características socioeconómicas que inciden en la distribución por sexo de la población

Históricamente la dinámica de crecimiento poblacional en la entidad ha presentado importantes cambios: entre 1895 y el 2005, la población se multiplicó 12 veces lo que significa que paso de 266 mil a 3.2 millones de habitantes. Sin embargo, en el transcurso del periodo señalado los incrementos poblacionales se presentaron con diferente intensidad como lo muestra la siguiente figura:

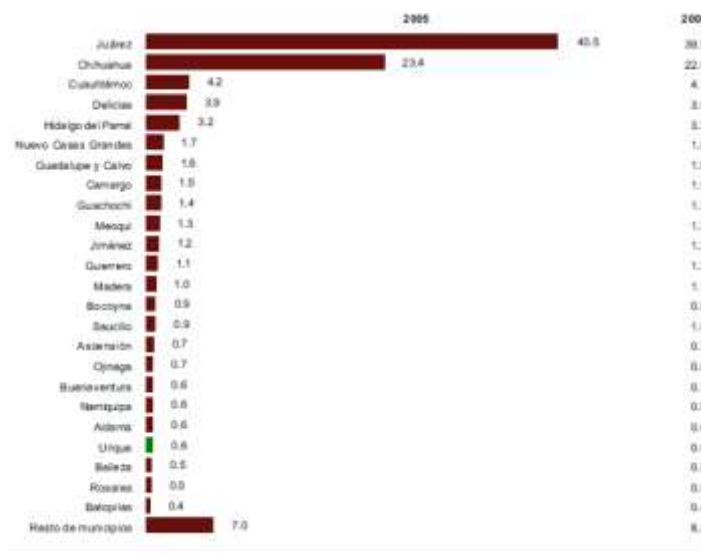
Figura IV.57 Población total y tasa de crecimiento promedio anual en el estado de Chihuahua.



En términos generales, la población del estado ha mostrado un gran dinamismo y avance significativo en el proceso de transición demográfica. Cabe mencionar que dichos cambios guardan una estrecha relación con la evolución económica del estado, el patrón de distribución de la población y las políticas de población definidas por el estado entre otras cosas, mismas que en 110 años pasaron de una orientación predominantemente natal hacia otra de desaliento de crecimiento.

La forma en la que se ha distribuido población la población en los municipios de la entidad son producto de sus particularidades sociales y económicas, con lo que se han propiciado marcados contrastes entre sus regiones, ya que mientras dos municipios, Juárez y Chihuahua, concentran a casi el 64 % de la población estatal, en los municipios habita el restante 36 %, es decir dos de cada cinco del total de pobladores en la entidad.

Figura IV. 58 Distribución porcentual de la población por municipio. 2000-2005.



FUENTE: INEGI XI Censo General de Población y Vivienda 2000 y II Conteo de Población y Vivienda 2005.

Como se observa en el municipio de **Urique** habita el 0.6 % de la población total de la entidad lo que equivale a 19 448 habitantes en este municipio de los cuales 8,106 habitantes está constituido por Tarahumaras, que convive armónicamente con la población mestiza del lugar, los cuales representan el 50% de la población mayor de 5 años. Por otra parte la distribución por sexo en el municipio de acuerdo al INEGI en año 2000, era de la siguiente manera:



Lo cual nos indica que, prácticamente la distribución por sexo en el municipio era equitativa, asimismo lo vemos reflejado en el índice de masculinidad el cual era de 100.64 %, es decir que, por cada 100 hombres había 100 mujeres.

Por otra parte la población menor de 14 años en el año 2005 representaba el 39.8 %, mientras que en el 2000 era del 41.3 % lo que nos indica que existe una tendencia hacia una menor población en este grupo de edad al igual que sucede en todo el estado, mientras que, los habitantes mayores de 60 años equivalían al 9.3 % que respecto al 2000 tuvo un incremento del 2.2 %, lo que indica en general que la población tiende a envejecer sucediendo lo mismo en la entidad lo cual puede atribuirse no solo a la mayor esperanza de vida sino que también a la menor fecundidad.

La población en el municipio en el año 2000 tenía una población dependiente de 8 668 habitantes, mientras que, la población no dependiente (entre 15 y 59 años) era igual a 8 987 habitantes, lo cual nos indica una relación de dependencia de 96 %, no obstante que, la población en edad laboral era relativamente mayor a los habitantes que no laboraban la PEA solo estaba conformada por 4 024 habitantes.

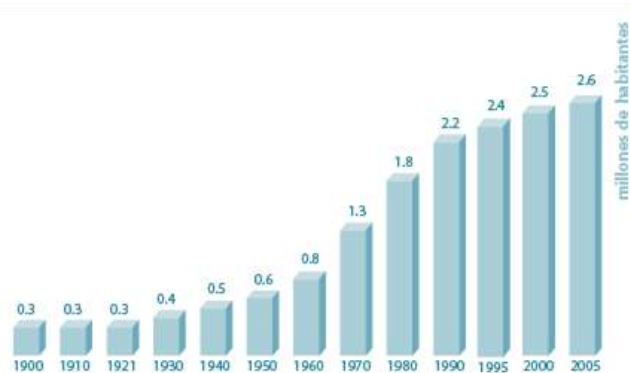
Sinaloa.

De acuerdo al INEGI (2005) el estado contaba con 2 608 442 habitantes ocupando de esta manera el lugar número 15 a nivel nacional, y se distribuyen por sexo de la siguiente manera:



El 50.36 % está constituida por habitantes femeninos, y en menor cantidad por hombres, con lo cual por cada 100 mujeres hay 98 hombres.

Figura IV. 59 Población total promedio anual en el estado de Sinaloa.



FUENTE: INEGI. Perfil Sociodemográfico. II Censo de Población y Vivienda 2005.

INEGI. I Censo de Población y Vivienda, 1995.

La tendencia de la tasa de crecimiento muestra que la dinámica demográfica en los últimos 105 años en la entidad, ha presentado cambios importantes, entre los que destaca el descenso en el ritmo del crecimiento poblacional, de hecho, entre 1910-1921 en la época de la Revolución Mexicana, cuando se registra la tasa más baja de solo 0.48 % promedio anual.

En las siguientes décadas, el ritmo de crecimiento aumento gradualmente hasta llegar a 4.37 % en el periodo 1960-1970; en este ultimo año la entidad alcanzo los 1.3 millones de habitantes; y es en los 70's cuando la tasa de crecimiento disminuye nuevamente y mantiene esta tendencia.

Al interior de la entidad particularmente en el municipio de **Choix** en 1995 la población del municipio se situó en 36 mil 519 personas. Distribuidas en 346 localidades que forman las sindicaturas de Aguacaliente Grande, Baca, Los Picachos, Los Pozos, San Javier, Yecorato, Bacayopa, Baymena y Central. La densidad de la población es de 8.1 personas por kilómetro cuadrado.

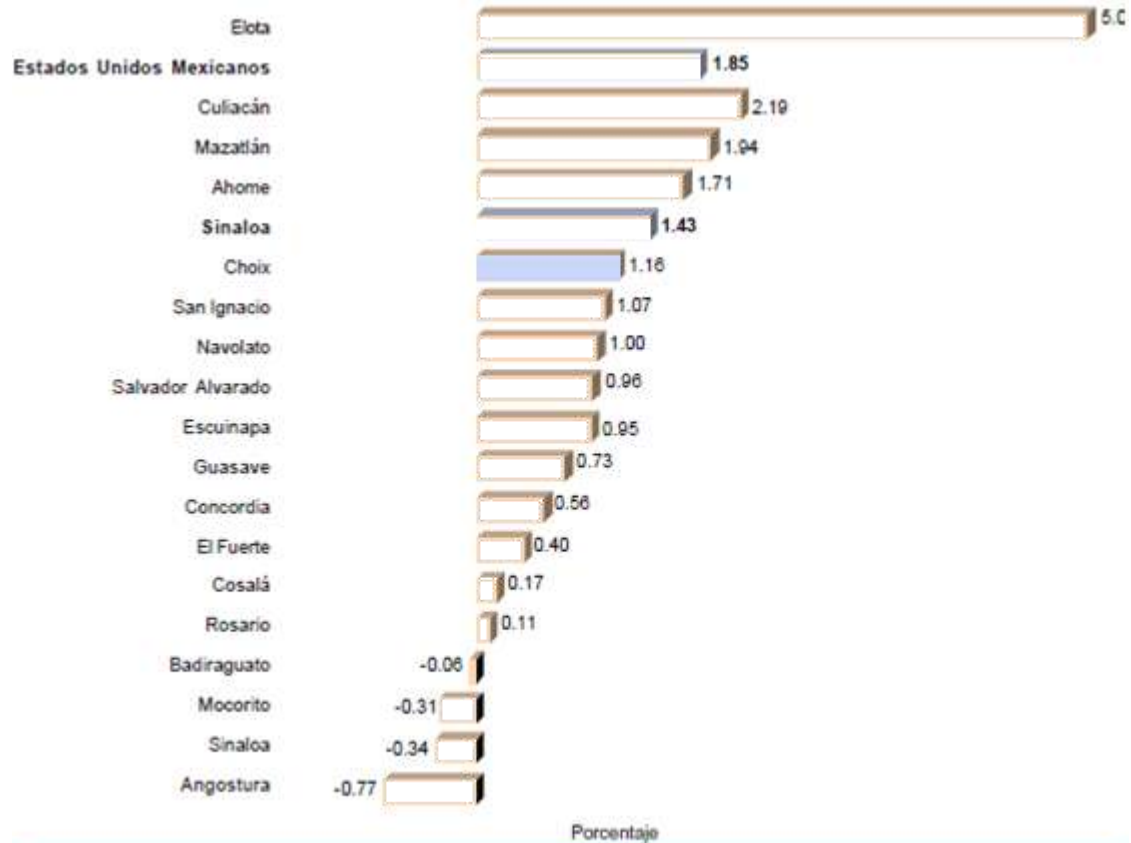
La población del municipio era joven ya que el 60% es menor de 24 años. En lo general existe un equilibrio numérico entre los dos sexos, dado que el 51% son hombres y el 49% son mujeres. Con respecto a marginación tiene un índice de 0.252 lo que quiere decir que su grado de marginación es alto, por lo que ocupa el 3o. lugar con respecto al resto del estado.

Mientras que en el año 2000 se observa que la mayor concentración de la población se encontraba en el municipio de Culiacán seguida de Mazatlán y Ahome, mientras que **Choix**

tan solo albergaba el 1.2 % lo que es igual a 30 442 habitantes de la entidad en el año 2000 (figura IV. 60).

**Figura IV. 60 Distribución porcentual de la población por municipio en Sinaloa.
1990-2000.**





FUENTE: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990 y XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

De acuerdo a los resultados que presenta el II Censo de Población y Vivienda del 2005, el municipio cuenta con un total de 31,763 habitantes. Con lo cual se observa que la población en Choix disminuyó en el lustro 1995-2000 y en cambio en el siguiente lustro tuvo un ligero incremento.

Economía

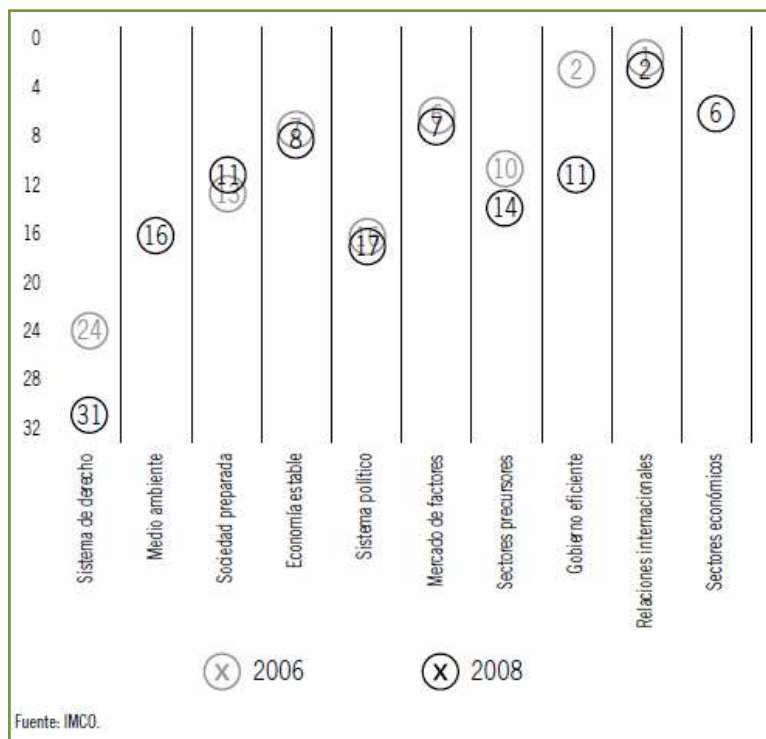
Chihuahua

En 2007 de acuerdo con CEIDAS a nivel nacional se ubicaba en cuarto lugar en el Índice de Desarrollo Humano por debajo de Baja California y Nuevo León, esto también nos refleja el nivel de competitividad del estado que para el 2008 descendió a la posición nueve en su

competitividad general, esto se debe a que el estado perdió posiciones en siete factores de acuerdo al Instituto mexicano para la competitividad (IMCO) lo cual se debió a que el estado perdió posiciones en siete factores, mantuvo la misma posición en dos y sólo pudo avanzar en uno (gráfica 6-8). Destaca la caída en los subíndices de "Gobierno eficiente y eficaz" (nueve lugares), "Sistema de derecho confiable y objetivo" (siete lugares) y "Sectores precursores de clase mundial" (cuatro lugares), así como la pérdida de una posición en otros cuatro subíndices. Estos retrocesos se debieron, en parte, a la disminución de la inversión gubernamental (mientras el promedio nacional aumentó) y al incremento en la nómina burocrática (cuando el promedio nacional disminuyó). El impacto negativo más importante fue el aumento de la violencia en la entidad, pues el incremento de la inseguridad se vio reflejado en una mayor tasa de homicidios y el aumento en la incidencia delictiva.

El único avance de la entidad, fue un modesto cambio de dos posiciones en "Sociedad incluyente, preparada y sana" debido, en gran medida, a un menor número de muertes provocadas por desnutrición. Acorde con la caída competitiva de Chihuahua entre 2006 y 2008, su calificación general bajó 7%. Este resultado es contrario al crecimiento nacional del 2%

Figura IV. 61 Posición competitiva de Chihuahua en cada factor



El incremento de la violencia e inseguridad que actualmente vive Chihuahua, así como la crisis financiera ocurrida en los últimos años, ha impactado de manera negativa su competitividad, las apuestas competitivas del estado están enfocadas en tres ámbitos:

- Primero, en la logística con recintos fiscalizados estratégicos y el corredor multimodal Sinaloa-Chihuahua-Texas. En este ámbito el panorama sigue siendo complicado para la entidad. A pesar de su conveniente ubicación, no se han reportado avances significativos en la longitud de carreteras asfaltadas (el crecimiento de 5% continúa siendo modesto) ni en la construcción de nuevos aeropuertos, ambos en la penúltima posición nacional. Además, se han presentado retrocesos tanto en el número de vuelos (11%) como en la capacidad del transporte público (3%), aspectos en donde otras entidades experimentaron crecimiento. Las únicas ventajas que conserva se encuentran en la competitividad del costo de combustible y en el porcentaje de carreteras de cuatro carriles, indicadores donde se ubica por arriba del promedio nacional.
- En segundo lugar, se buscaba desarrollar la Industria de Alta Tecnología, sobre todo en el sector aeroespacial. En este sentido, la entidad se ha visto beneficiada con inversiones de alrededor de 166 millones de dólares por parte de empresas como Honeywell Aerospace, Hawker Beechcraft, Annapolis Aerospace y Kaman Eurospace Corporation que han invertido en 26 plantas. Además, la ciudad de Chihuahua fue seleccionada como sede de la agencia Aeroespacial Mexicana que será un complejo para investigación y desarrollo espacial. Una de las principales ventajas comparativas que presenta la entidad radica en ser uno de los estados con mayor número de empresas en Expansión 500 (sexto lugar nacional).

Particularmente en el municipio de **Urique** las actividades económicas son las siguientes:

Agricultura: En el año agrícola 1996-1997, la superficie fertilizada con abonos químicos y orgánicos fue de 1,620 hectáreas. En 785 hectáreas se utilizó semilla mejorada, 5,690 hectáreas fueron atendidas con servicios de sanidad vegetal y 75 hectáreas tuvieron asistencia técnica. Los principales cultivos comprenden temporal: frijol, maíz, ajo, ajonjolí, tomate y cebolla, aguacate, mango, naranja, limón y guayaba. En el mismo año 2,042 productores se beneficiaron del programa ProC, en una superficie de 7,506.8 hectáreas por las cuales se recibieron apoyos por 4.1 millones de pesos.

Ganadería: El valor de la población ganadera se estima en 49.9 millones de pesos al 31 de diciembre de 1997; de los cuales: 51.6% corresponde a bovinos, 15.2% a porcinos, 1.2% a ovinos, 25.9% a equinos, 4.9% a caprinos y el resto a aves. El valor de la producción de otros productos pecuarios importa \$1.3 millones de los cuales el 12.05% son pieles sin curtir, el 83.49% huevo, el 3.98% miel y el resto lana.

Silvicultura: Cuenta con 109,561 hectáreas forestales en aprovechamiento, las especies existentes son: Bosque clima subtropical. Pastizal: selva baja caducifolia.

Minería: En el municipio existen 93 concesiones ordinarias que abarcan 14,798 hectáreas con posibles yacimientos de plata, sin que existan reservas de mineras cuantificadas. Ha contribuido en baja escala en la producción minera estatal, con minerales y concentrados de plata, plomo, cobre y zinc, participando activamente en el sector de la pequeña y mediana minería; en esta región se encuentran varias minas en operación y en general encierra un gran potencial de yacimientos mineralizados susceptibles de explotación de minerales de oro, plata, plomo, cobre, zinc, mica y calcita óptica. El gran problema de esta zona es la falta de infraestructura caminera que comunique a dichos yacimientos y que permita

aprovecharlas totalmente, así como ampliar la capacidad instalada de beneficio. En menor proporción se encuentran el comercio y el turismo.

Tabla IV.15 Producción minero-metalúrgica 1996.

Mineral	Volumen	Participación	Valor	Participación
Oro (Kg.)	1.1	0.11	112,635.0	0.00
Plata (Kg.)	28	0.01	35,680.0	0.00
Plomo	1	0.00	7,945.0	0.00
Cobre	28	0.20	510,329.0	0.02
Zinc	1	0.00	6,232.0	0.00
TOTAL	--	0.32	672,821.0	0.02

FUENTE: Departamento de Minería, Dirección General de Fomento Económico.

Comercio: Cuenta con una diversidad de pequeños comercios, los cuales atienden las necesidades de los habitantes del municipio.

Turismo: En este renglón destaca la Cascada de Yepáravo, ubicada en el circuito de Barrancas del Cobre.

Población Económicamente Activa por Sectores

Las actividades económicas del municipio, por sector se distribuyen de la siguiente forma, según el Censo de 1995:

Tabla IV.16 Población Económicamente Activa por Sectores

Condición y Sector de Actividad	1990		1995*	
	Personas	%	Personas	%
I. Sector Primario	1,449	53.6	2,548	41.6
II. Sector Secundario	348	12.9	1,440	23.5
III. Sector Terciario	820	30.3	2,095	34.2
No especificado	86	3.2	43	0.7
TOTAL OCUPADA	2,703	100.0	6,126	100.0

FUENTE: CIEE, en base a datos del XI Censo General de Población y Vivienda y Censo 1995

Sinaloa

En la entidad se incrementó de 2.2 a 4.3 % la tasa de crecimiento promedio del PIB, una tasa 1.5 veces mayor al crecimiento presentado en promedio por el país. El número de créditos ejercidos (por Infraestructura cada mil personas económicamente activas) aumentó 11%, mientras que el promedio nacional se redujo en 26%. La variabilidad en el crecimiento

de la inflación se redujo, el saldo de la deuda (como porcentaje del PIB) disminuyó 14% y los egresos destinados al pago de la deuda pública son cinco veces menores que en 2006.

De acuerdo al Instituto Mexicano de la Competitividad en 2008 el estado avanzó de siete posiciones en “Sectores precursores de clase mundial” lo cual es resultado de un aumento en 22% de la competencia de la banca, mientras que el promedio nacional cayó 11%. El porcentaje de hogares con internet se incrementó de 8.2 a 18.4, desempeño mayor a la media del país. Asimismo, tanto el número de vuelos como de destinos aéreos aumentaron 6% y 11% respectivamente. La cartera de crédito vigente (como porcentaje del PIB) aumentó de 9.4% a 14%, mientras que la penetración de la telefonía aumentó 35%. Por lo tanto, no sólo fue el aumento en términos absolutos lo que mejoró la posición competitiva de Sinaloa en este factor, sino que el crecimiento fue mayor al presentado por las 32 entidades federativas. Las grandes apuestas de Sinaloa están en el desarrollo logístico, agroindustrial, tecnológico y turístico. El estado posee ventajas comparativas importantes para el desarrollo exitoso de estos sectores y ha presentado mejorías en indicadores relacionados con dichas actividades.

Por lo tanto, el mayor reto para la entidad es combatir la creciente inseguridad y violencia reportada en el estado. Sobre todo porque aquellas actividades, pilares de la economía, pueden verse afectados por el desempeño de la entidad en temas de seguridad pública. Se observa que entre 2006 y 2008, el número de homicidios aumentó de 457 a 820. La percepción de inseguridad entre la población también aumentó, así como la percepción de corrupción. En el mismo sentido, la entidad presentó un retroceso en la calidad institucional de la justicia.

Si bien el impacto del deterioro de la seguridad y de las instituciones en el estado no se reflejó en los indicadores de 2008, de continuar con esta tendencia podría impactar negativamente en el turismo, la estabilidad económica y la atracción de inversiones, como ya sucede en otras entidades con altos índices de violencia por delincuencia organizada. En particular en el municipio de **Choix**, las actividades económicas las constituyen:

Agricultura: Su frontera agrícola se extiende a una área de 30 mil 804 hectáreas que casi en su totalidad son cultivadas con técnicas tradicionales. Esta superficie de cultivo representa el 6.8% de la extensión territorial del municipio, y el 4.6% de la superficie temporalera del estado. Los principales cultivos de la región son ajonjolí, cacahuate, frijol y maíz.

Ganadería: La actividad ganadera es importante; la Asociación Ganadera de Choix por la membresía de aproximadamente 2 mil 800 socios que en su mayoría (87.3%) posee entre 1 y 50 semovientes. A lo anterior hay que agregar que el 57.1% de la superficie municipal está disponible para uso pecuario (257 mil 570 hectáreas), es decir, el 11.7% de lo registrado en el estado, por lo que se constituye en el tercer municipio con mayor superficie de agostadero. Los hatos incluyen 69 mil 874 bovinos, 25 mil 698 ovinos, 12 mil 299 equinos, 12 mil 458 porcinos y 29 mil 46 aves de corral. Asimismo, la apicultura se practica a través de 3 mil 198 colmenas.

Explotación Forestal: La superficie forestal susceptible de explotación es de 127 mil hectáreas en donde predominan pino y encino. Los principales predios son los de La Culebra (13 mil 211 metros cúbicos) y el Sauce de San Isidro (8 mil 285 hectáreas). En realidad es poco el impacto de la silvicultura en la economía

del municipio, ya que su aprovechamiento se realiza a través de los aserraderos con capacidad limitada de aserrío.

Minería: Los minerales que se explotan son plata, plomo, oro, cobre, zinc, sin representar una actividad económica preponderante.

Industria: La rama industrial está representada por una planta de beneficio de minerales metálicos y por actividades a nivel familiar como son la elaboración de productos de panadería, molienda de nixtamal y fabricación de tortillas, así como peletería, talleres de soldadura y carpintería.

Comercio: Opera a través de 79 pequeñas unidades. Un número considerable de personas y familias dependen directamente de esta actividad, misma que ha hecho posible satisfacer las necesidades más elementales de la sociedad al proveerla de alimento, vestido y de bienes y servicios indispensables para su subsistencia.

Turismo: Existen zonas serranas propicias para la práctica de la caza deportiva y excursionismo; en las localidades de Chuchaca, Aguacaliente de Baca y Aguacaliente Grande, existen aguas termales. La construcción de la Presa “Luis Donaldo Colosio” representa un importante destino turístico para nacionales y extranjeros que gusten de la pesca deportiva. Las actividades económicas del municipio por sector, se distribuyen de la siguiente forma:

Tabla IV.16. Importancia de sectores productivos en el SAR

Sectores	Porcentaje de la P.E.A.
Sector Primario (agricultura y ganadería)	61.1%
Sector Industrial (Manufacturas, construcción, minería)	13.4%
Sector terciario (Comercio, turismo y servicios)	20.9%
Desocupados	4.6%

Infraestructura

Chihuahua

De acuerdo con el Plan Estatal de desarrollo de Chihuahua actualmente se cuenta con una red de caminos y carreteras con una longitud de 13,104.8 km, el eje principal de Norte a Sur es la carretera federal No.45 , pasa por las principales ciudades de la entidad y la comunica con los Estados Unidos de América y el

estado de Durango, asimismo, el estado es cruzado por la carretera federal No. 16 de Oeste a Este que lo comunica con el estado de Sonora y el estado de Coahuila, a partir estos dos ejes principales se desprenden otras 4 carreteras federales, y 9 carreteras estatales.

Como se observa, con la región Suroeste está limitada la comunicación, pues no existe una carretera pavimentada y por lo tanto ágil que permita que la entidad se comunique con el estado de Sinaloa.

De la superficie total de rodamiento del estado, tan solo el % esta pavimentada mientras que el 57.1% no lo está, en este rubro se incluyen a los caminos de terracería rurales equivalentes al 53.48 % del total y el 3.6 % está revestida esto el estado tiene planeado construir nuevas carreteras troncales y alimentadoras de integración y enlace territorial sustenten un crecimiento económico en todos los sectores productivos.

Particularmente en el municipio de **Urique** la infraestructura carretera del municipio está conformada por carreteras revestidas con un total de 79.5 kilómetros y 216 kilómetros brechas que lo comunican a las principales localidades y a municipios de Bocoyna y Guazaparez, aunque proporcionan escasa comunicación debido a lo disperso de la población y a difícil topografía. El arribo al municipio por terracería es sumamente difícil (INAFED, 2008).



Figura IV 62 Carreteras en Chihuahua y Sinaloa.

Sinaloa.

El eje principal que traza la comunicación en la entidad es la carretera federal No. 15, ya que lo atraviesa a todo lo largo de Norte a Sur, pasando por las principales localidades en la entidad y lo comunica con los estados de Sonora y Nayarit. Ésta tiene a su vez, un apoyo en la carretera de cuota (costera) de 4 carriles de Guasave-Culiacán- Mazatlán. Las demás carreteras principales se desprenden de éste eje, orientadas en su mayoría hacia el oriente.

El 22.67% (3,750.5 km) de la superficie total de rodamiento en el Estado está pavimentada (dentro de las carreteras pavimentadas se cuenta con 440.3 km (11.7%) de, el 34.5% está revestida y el 42.8% restante tienen terracería e incluyen a los caminos de brecha mejorada. Culiacán es el municipio que mayor longitud de carreteras pavimentadas presenta con 644.7 km, sin embargo, representan solo el 26% de su superficie total de rodamiento; en este sentido, es el municipio de Navolato el que mayor porcentaje de carreteras pavimentas presenta con el 48% de su superficie total de rodamiento. El municipio de **Choix** es

el que menor porcentaje de carreteras pavimentadas presenta con sólo el 6.4% de su superficie total de rodamiento (Plan Estatal de Desarrollo Urbano del estado de Sinaloa, 2007).

Vivienda

La información sobre las características de las viviendas permite conocer algunos aspectos de la calidad de vida de la población y sustenta la instrumentación de políticas y programas gubernamentales para su mejoramiento (Perfil socio demográfico Chihuahua).

Chihuahua

El II Censo de Población y Vivienda 2005 señala que la relación entre viviendas y ocupantes en el año 2000 y 2005 era la que se muestra en la tabla IV.17:

Tabla IV.17 Viviendas habitadas y ocupantes por tipo de vivienda en Chihuahua, 2000-2005.

Tipo de vivienda	2000		2005	
	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes
Total	755 959	3 052 407	853 155	3 241 280
Particulares	755 379	3 040 402	852 596	3 226 755
Colectivas	580	12 505	559	14 525

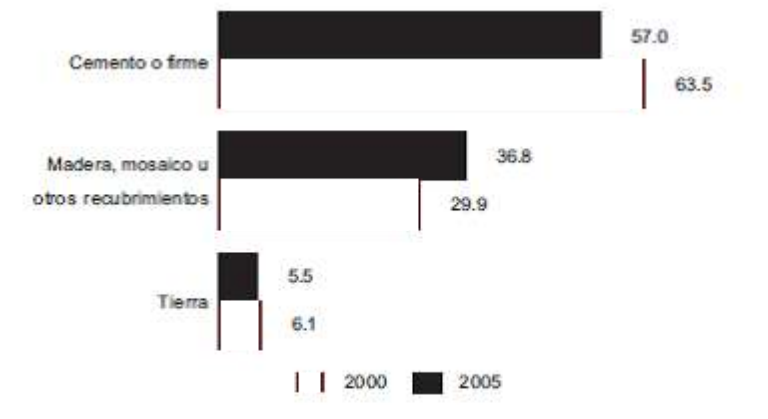
FUENTE: XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y II censo de población y vivienda 2005.

Mediante la tabla se observa que el número de habitantes en los dos tipos de viviendas se incremento a lo largo del periodo 2000-2005, asimismo, se observa que las viviendas particulares incrementaron un 12.9 % en cambio las viviendas particulares disminuyeron.

Respecto al material utilizado en la construcción de las viviendas se tiene que en la entidad hasta el año 2005, el material predominante en los pisos de las viviendas particulares habitadas, era el cemento firme, ya que seis de cada diez contaban con esta característica, la tercera parte del total tenía recubrimientos de madera, mosaico u otro material, mientras que, en los restantes (5.5%) predominaban los pisos de tierra.

No obstante, las condiciones mejoraron, en el sentido, de que la proporción de viviendas con piso de tierra se redujo en 0.6 decimas de punto porcentual de 2000 a 2005, incrementándose aquellas con piso de madera, mosaico u otro recubrimiento (6.9 puntos). Cabe mencionar que pese a esta mejoría hubo una disminución en el porcentaje de vivienda con piso de cemento firme (6.5 puntos) durante el quinquenio (figura IV. 63) (Perfil sociodemográfico Chihuahua, 2005).

Figura IV. 63 Distribución porcentual de las viviendas particulares habitadas según material predominante en pisos en Chihuahua 2000-2005.



FUENTE: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y II Censo de Población y Vivienda 2005.

De manera puntual en el municipio de **Urique** de acuerdo al INEGI (1995) las características de las viviendas eran las siguientes:

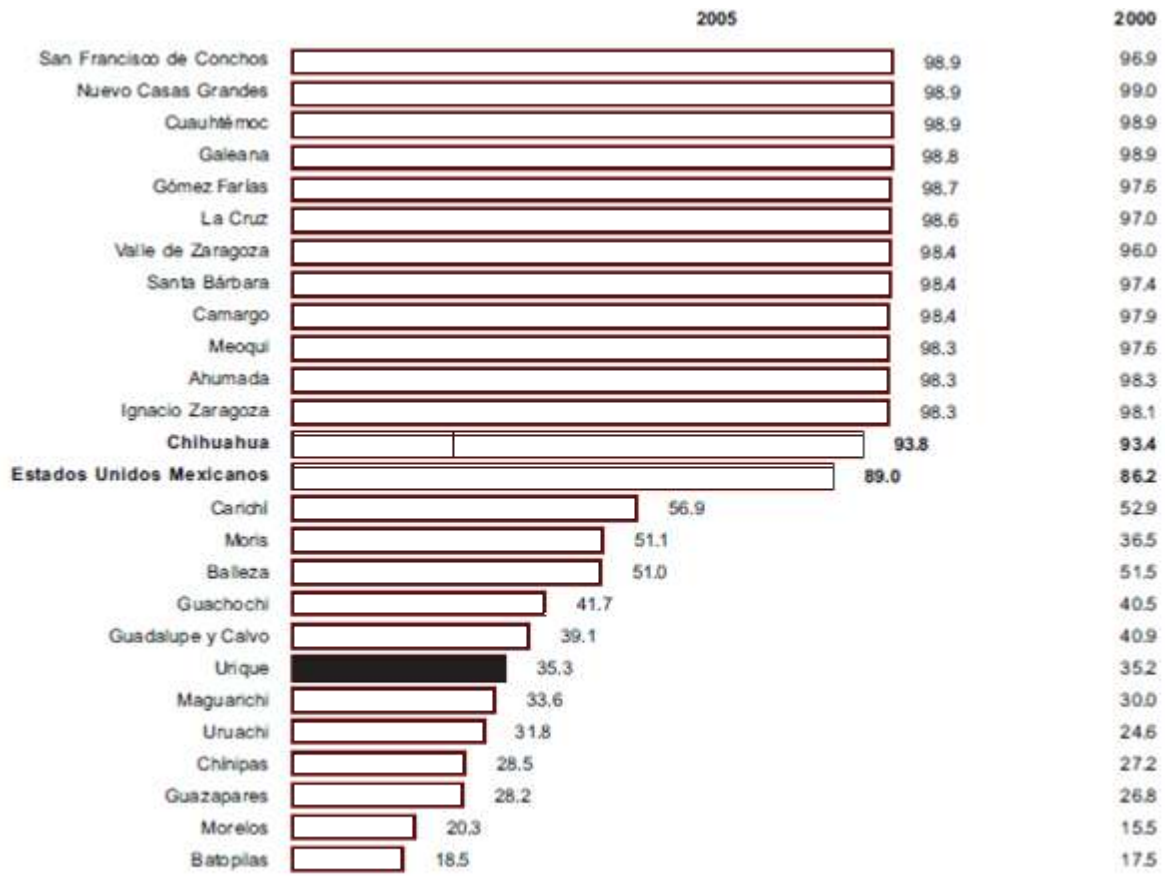
Tabla IV.18 Estado de Viviendas en el municipio de Urique, Chihuahua

Viviendas Particulares 1995	
Habitadas	3,825
Con energía eléctrica	769
Con agua entubada	2,013
Con drenaje	478
Ocupantes en Viviendas Particulares	19,093
Total de Viviendas Habitadas	3,847
Promedio de Ocupantes por Vivienda Particular	5.0

FUENTE: INEGI, Censo 1995

De acuerdo a los resultados que presenta el II Censo de Población y Vivienda del 2005, en el municipio había un total de 4,512 viviendas de las cuales 4,491 eran particulares, como se nota en 10 años en el municipio hubo un incremento tan sólo de 666 viviendas particulares, la relación del tipo de piso de las viviendas del municipio en el periodo comprendido entre el año 2000 y el año 2005 se muestra en la siguiente figura:

Figura IV. 64 Municipios con mayor y menor porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra en Chihuahua, 2000-2005.



FUENTE: INEGI XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y II Conteo de Población y Vivienda 2005.

Como se observa en la figura en municipio de Urique en el año 2005 predominaban las casa con piso de tierra con un 64.7 %, en comparación con el año 2000, no existen diferencias significativas pues en este año las viviendas con piso de tierra equivalían al 64.8 %, lo cual de acuerdo al perfil sociodemográfico de Chihuahua 2005, se relaciona con el hecho que está en el Sur y en la zona serrana de la entidad.

Sinaloa

Para el año 2000 de acuerdo con el perfil sociodemográfico de Sinaloa, en la entidad el 99.9 % de las viviendas eran particulares y el resto colectivas, en 1990 se registraron casi 150 mil viviendas particulares menos, lo que significa un crecimiento de 35 % en 10 años.

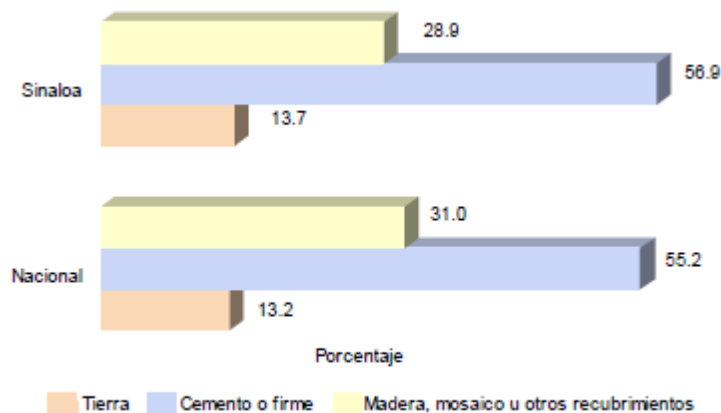
Tabla IV.19 Viviendas habitadas y ocupantes por tipo de vivienda en Sinaloa, 1990-2000.

Tipo de vivienda	1990		2000	
	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes
Total	426 257	2 204 094	575 292	2 536 944
Particulares	425 755	2 184 439	574 931	2 522 939
Colectivas	502	19 615	361	13 905

FUENTE: XI Censo General de Población y Vivienda 1999 y XII Censo General de Población y Vivienda 1999

En lo correspondiente al material utilizado en las viviendas en el año 2000 se registro que las viviendas con piso de cemento firme predominan en la entidad, pues el 57 % tenía este recubrimiento de este tipo, aumentando alrededor de 3 puntos porcentuales con respecto a 1990. Asimismo, el porcentaje de viviendas con piso de madera, mosaico u otro tipo aumento 6.1 puntos en una década. Por su parte las viviendas con piso de tierra disminuyeron de 22.8 % en 1990 a 13.7 % en el año 2000 (figura IV. 65) (Perfil sociodemográfico Sinaloa, 2005).

Figura IV. 65 Distribución porcentual de las viviendas particulares habitadas según material predominante en pisos en Sinaloa 1990-2000.

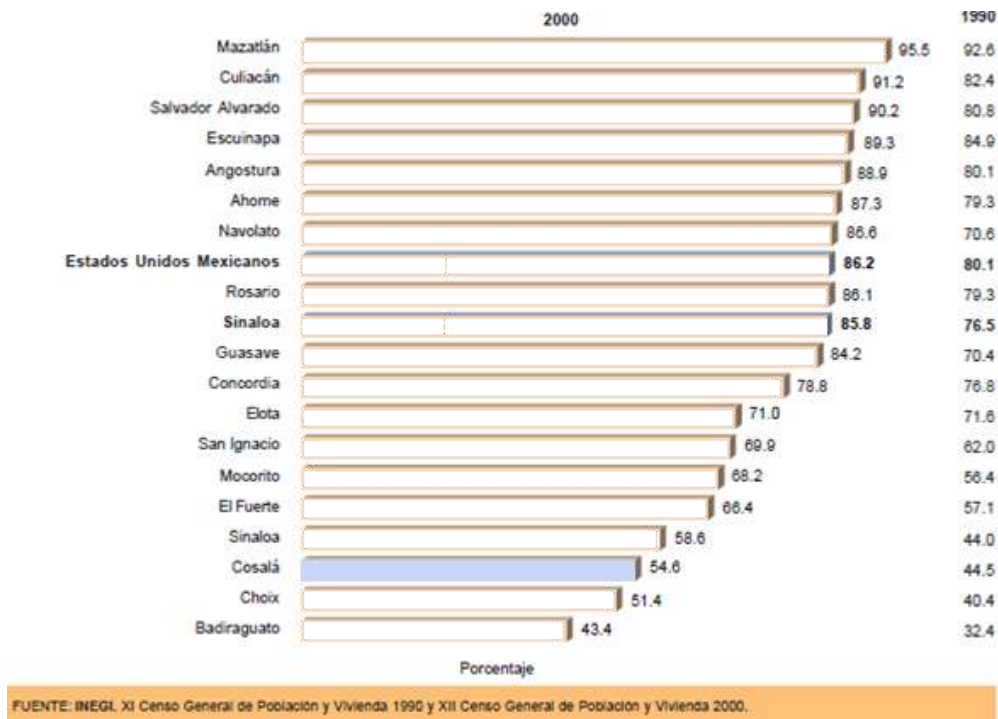


FUENTE: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

En el municipio de Choix se observa el bajo nivel de vida de los habitantes a través de la calidad y tipo de construcciones de los hogares. Según información censal de 1990, solo el 16.2% de las 5 mil 167 casas habitadas tenían techo de concreto, tabique o ladrillo; y por el contrario el 59.8% utilizaron lámina de cartón, palma, tejamanil o madera. Para 1990 la información socioeconómica de la cabecera municipal indica que ésta se formaba con ocho asentamientos, mismos que albergaban a 5 mil 333 habitantes. De acuerdo a los resultados que presenta el II Censo de Población y Vivienda del 2005, en el municipio cuentan con un total de 7,227 viviendas de las cuales 7,137 son particulares (INAFED, 2008). En lo que

respecta a los pisos de las viviendas en el municipio de Choix en el año 1999 el 59.6 % tenían piso de tierra 10 años después esta cifra disminuyó 11 % como lo muestra la siguiente figura:

Figura IV. 66 Municipios con mayor y menor porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra en Sinaloa, 1990-2000.



Servicios Públicos

Chihuahua

En 2005 el estado registró los siguientes servicios en las viviendas particulares (INEGI: Cuéntame):

- 754 909 disponían de agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero en el mismo terreno, lo que representaba el 92.8%.
- 736 658 tenían drenaje, lo que equivalía al 90.6%
- 775 503 contaban con energía eléctrica, esto es el 95.4%

Mientras que la cobertura de los servicios públicos en el municipio de **Urique** en 1999 era la siguiente (INAFED, 2008):

Servicios públicos	Cobertura
Agua potable	53 %
Alumbrado público	55 %

Mantenimiento de drenaje urbano	5 %
Recolección de basura	60 %
Seguridad pública	80 %
Pavimentación	1 %
Pequeño comercio, Abastece el	80 %
Rastros	10 %

Sinaloa

Para el año 2005 en el estado se contaba con los siguientes servicios en las viviendas particulares (INEGI: Cuéntame):

- 558 467 disponían de agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero en el mismo terreno, lo que representaba el 89.7%
- 541 187 tenían drenaje, lo que equivalía al 86.9%
- 604 998 contaban con energía eléctrica, esto era el 97.2%

De los cuales en el municipio de **Choix** se contaba con los siguientes servicios públicos y con la cobertura indicada (INAFED, 2008):

* Energía Eléctrica	54%
* Agua Potable	90.8%
* Alumbrado Público	42%
* Drenaje sanitario	39.2
* Recolección de basura	42%
* Limpieza en las vías públicas	20%
* Seguridad pública	30%
* Pavimentación	15%
* Rastros	Existen dos rastros en todo el municipio que cubren el 30% de la demanda.
* Panteones	90%
Existe una laguna de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales.	

(*) Solo en la cabecera municipal

Durante la vista a C se identificaron los servicios e infraestructura existentes en la zona de afectación directa por la ejecución del presente proyecto, los detalles se muestran en la Tabla IV.20

Tabla IV.20. Descripción de servicios e infraestructura existente en los sitios de muestreo en C.

Infraestructura / servicio		Sitio						
		1	2	3	4	5	6	7
Servicio	Agua	Si	Si	Si	Si	Si	-	Si
	Drenaje	Si	Si	Si	Si	Si	-	Si
	Luz	Si	Si	SI	Si	Si	-	Si
	Sitio de disp. final	Si	N/s	-	-	-	-	SI
Obra federal	Línea de alta tensión	Si	Si	-	-	Si	-	Si
	Acueducto/gasoducto	-	-	-	-	-	-	Si
	Carretera	Si	Si	-	-	Si	-	Si
	Línea telefónica	Si	Si	-	-	-	-	SI
	Vías férreas	-	-	-	-	Si	-	-
	Vías terrestres de acceso	Si	Si	SI	Si	Si	-	Si

	Otros	-	-	-	-	-	-	-
Comunidades y centros de concentración y/o servicio	Comunidades a menos de 5 Km de distancia	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Centros comerciales a menos de 5 Km de distancia	n/s	n/s	-	-	n/s	n/s	n/s
	Estación de servicio y/o carburación	Si	Si	-	-	Si	Si	Si
	Zona industrial	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Transportes

Chihuahua

El estado cuenta con 2 654.5 Kilómetros de vías férreas (año 2006), 2 aeropuertos internacionales, el aeropuerto Abraham González terminal localizada en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, cerca de la frontera entre Estados Unidos y México con la ciudad de El Paso en Texas, y el aeropuerto General Roberto Fierro Villalobos, localizado a 13 kilómetros de la ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México. Maneja tráfico nacional e internacional. Es el aeropuerto con mayor cantidad de pasajeros y de operaciones en el estado de Chihuahua. Cuenta con una capacidad para 40 operaciones y 450 pasajeros por hora. Recientemente se terminó una ampliación, así como la terminal de carga.

En el municipio de **Urique** el medio de transporte que se encuentra es el ferrocarril que va de Chihuahua al Pacífico, cruzando su territorio en la parte noroeste localizándose las estaciones de San Rafael, Cuiteco, y Bahuichivo también cuenta con algunas aeropistas para avionetas.

Sinaloa

El estado de Sinaloa, de acuerdo a datos del Anuario Estadístico Sinaloa 2004 de INEGI, cuenta con una red ferroviaria de 1,166.8 Km. de longitud que atraviesan la entidad de norte a sur, de los cuales, 883.6 Km. que equivalen al 71.4% del total corresponden a la red troncal, mientras que 199.8 Km. pertenecen a la red secundaria y 83.4 Km. a la red particular.

Un elemento importante para el estado de Sinaloa, lo constituye el ferrocarril Chihuahua Pacífico, cuya ruta cuenta con 26 estaciones que conectan a 56 poblados, además de que liga al puerto de Topolobampo con la ciudad de Dallas, Texas. En materia de infraestructura portuaria, el estado de Sinaloa cuenta con cinco obras de protección y atraque: Marina el Cid, Mazatlán, Topolobampo, Teacapán y Altata. Siendo la Marina el Cid el de mayor longitud de las obras portuarias de protección (9,845 metros lineales) y de atraque (7,934 metros lineales).

Mazatlán, localizado al Sur y Topolobampo al Norte, son los dos puertos principales del Estado en cuanto al volumen de carga marítima movida

Existen 3 aeropuertos en el Estado, que prestan servicio tanto a nivel nacional como internacional, los cuales están ubicados al Norte (Los Mochis), al Centro (Culiacán) y al Sur (Mazatlán) de la entidad. Esta red aeroportuaria se complementa con 116 aeródromos, a través de los cuales se establece la comunicación aérea con el resto del estado (Plan Estatal de Desarrollo Urbano del estado de Sinaloa, 2007).

El ferrocarril Chihuahua-Pacífico cruza el municipio de **Choix**, siendo Loreto su principal estación. Se cuenta además con aeropistas en algunas comunidades.

El municipio tiene servicio postal, administración de telégrafos y servicio telefónico para vivienda y caseta pública. Existe transporte de pasajeros a las principales localidades del municipio (INAFED, 2008).

Salud

En el municipio de **Urique**, Chihuahua de acuerdo a los datos del INEGI al 31 de diciembre de 1997, la población derechohabiente de las instituciones de seguridad social ascendió a 942 usuarios y la población usuaria de los servicios médicos fue de 11,251 personas, lo cual significa que las unidades médicas en servicio a nivel de consulta externa son suficientes. Los casos que requieren de hospitalización y tratamiento especializado son atendidos en la Ciudad de Hidalgo del Parral y Cd. Chihuahua (INAFED, 2008). En cambio en el municipio de **Choix**, Sinaloa la cobertura médica institucional es de 23 centros de atención de los cuales 12 corresponden al IMSS, 9 a la Secretaría de Salud y una unidad del ISSTE y DIF, respectivamente.

Deportes

El municipio de **Urique**, Chihuahua carece de centros deportivos, solo cuenta con una cancha de baloncesto, en cada una de las principales localidades como: la cabecera municipal, San Rafael, Cuiteco, Bahuichivo, Cerocahui, Mesa de Arturo, Cieneguita de Trejo, El Metate, Guapalayna, Churo, Areponapuchi, Piedras Verdes, Guadalupe Coronado, en situaciones similares se encuentra el municipio de **Choix**, Sinaloa pues tan solo existe una unidad deportiva en la cabecera municipal y canchas deportivas de usos múltiples en la mayoría de las comunidades rurales (INAFED, 2008).

Monumentos Históricos y museos

El municipio de **Urique**, Chihuahua se encuentran los siguientes monumentos arquitectónicos:

- Templo de Santa María Monserrat, de este siglo, ubicado en la cabecera municipal
- Templo de la Misión de Cerocahui, del siglo XIX, ubicado en la Sección Municipal de Cerocahui.

En cambio no cuenta con ningún museo.

En el municipio de **Choix**, Sinaloa se localiza el Templo de San Ignacio de Loyola del siglo XVII, reconstruido en el siglo XIX sobre las ruinas de la Iglesia Jesuita y con la casa de la cultura José Angel

Espinoza “Ferrusquilla”, la cual cuenta con un pequeño museo donde se exhiben petroglifos, artesanías y los reconocimientos hechos a la vida artística del citado cantautor, ubicada en la cabecera municipal.

Fiestas, tradiciones, celebraciones y eventos

La fiesta patronal en **Choix** se lleva a cabo el día 8 de septiembre, con motivo del día de la Santa Patrona María de Monserrat, en medio de un gran regocijo popular y en **Urique** las fiestas pagano-religiosas son las de San Miguel de Baca, se celebran en la comunidad de Baca los días 28 y 29 de septiembre. En la comunidad de Baymena se celebra el día de San Rafael de Baymena, los días 23 y 24 de octubre. En San Javier se festeja el día de San Francisco Javier, los días 2 y 3 de diciembre. En todas estas celebraciones se llevan a cabo danzas rituales mayos. Así también, son tradicionales las fiestas de navidad y año nuevo en la cabecera municipal.

Gastronomía

En **Urique** viven los tarahumaras quienes elaboran el tesgüino, bebida típica de maíz fermentado, el cual juega un papel social muy importante en la cultura tarahumara, para ellos es lo equivalente a las bebidas alcohólicas que beben los mestizos en el cual, el contenido de alcohol es mínimo, por lo cual también tiene usos ceremoniales y es utilizado como medida preventiva para algunas enfermedades (Kennedy, 1963).

En **Choix** la gastronomía está compuesta por el Guacavaqui, carne machaca, capirotada, atoles blancos y de pinoles (INAFED, 2008). El guacavaqui es caldo de res con garbanzo o frijol y verdura, es un platillo ritual de origen yaqui el cual solo se hace cuando muere alguien en la comunidad yaqui, se realiza el mismo tiempo que ocurren los funerales (Ontiveros, 2003).

V.3 DIAGNÓSTICO DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El SAR que delimita la región de estudio es resultado de la interacción entre los subsistemas natural y socioeconómico. Cuando hay una perturbación en la dinámica de alguno de ellos, por lo general existe una alteración en el otro subsistema. El medio natural está dividido a su vez en aspectos bióticos y abióticos, que interactúan constantemente y se definen por los ciclos biogeoquímicos que ambos subsistemas comparten.

El SAR correspondiente a este proyecto carretero se caracteriza por poseer una calidad paisajística alta, pero que disminuye de manera puntual en los alrededores de los asentamientos humanos de la región.

La presión que se ejerce sobre la cubierta vegetal dentro del SAR aún es muy baja y está localizada cerca de los poblados; sin embargo, no únicamente es la acción humana el estresor que la genera, sino que también los fenómenos hidrometeorológicos ejercen una parte importante de estrés ambiental al ecosistema.

Los riesgos naturales del SAR (incendios y erosión hídrica y eólica) de manera periódica impactan a los ecosistemas presentes dentro del SAR, de tal manera que resultan afectadas varias hectáreas cada año. El efecto sobre la vegetación se manifiesta por el derribo de arbolado, caracterizado primordialmente por ejemplares viejos, enfermos o muertos que son más susceptibles al embate de los vientos o de las avenidas importantes de agua de estos fenómenos.

Por otra parte, los incendios forestales son el agente natural más peligroso para la vegetación dentro del SAR, ya que dada la gran cantidad de hojarasca seca que se ubica en el suelo y las altas tasas de radiación solar, se producen conflagraciones de diversa magnitud que se focalizan principalmente en la región donde se distribuye la selva baja caducifolia.

La erosión también puede llegar a ser significativa dentro del SAR, debido a que la gran mayoría de los suelos presentes son altamente lábiles, poco profundos y de propiedades fisicoquímicas inadecuadas para las actividades agrícolas.

A pesar de la actividad humana y los fenómenos hidrometeorológicos, la vegetación primaria de la zona se mantiene en condiciones de conservación adecuadas de bosques y selvas maduros, aunque se reconoce que hacia la parte sur del SAR existe una presión creciente sobre la extensión y conectividad de la selva baja caducifolia ya que la cercanía de Choix (poblado de mayor número de habitantes dentro del SAR) y la topografía y fertilidad de los suelos, promueven la proliferación de las áreas agrícolas

Un fenómeno que se nota de manera particular es que dada la lejanía de los asentamientos humanos con respecto a las vías de comunicación más cercana, la recolección de basura por el servicio de limpieza del municipio no se realiza, por lo que los habitantes tiende a depositar su basura en la zona de acahuales o en terrenos que ellos mismos despalman, y que sirven de basurero. Estos restos para evitar su acumulación son incinerados a cielo abierto, lo que puede producir problemas de salud humana y ambiental, ya que esto depende de la cantidad y calidad de los residuos a quemar.

La calidad paisajística media se ubica en los sitios donde la influencia humana se comienza a hacer evidente (hacia el W y S del SAR). En estos sitios la vegetación secundaria se comienza a entremezclar con los ejemplares de vegetación primaria. Sin embargo, en términos generales, el estrato arbóreo se mantiene en condiciones más o menos estables, y es posible ver donde han removido ejemplares que surgen plántulas. Lo mismo se observa en los tocones de árboles que han sido cortados para extraer madera, hay rebrotes en los mismos, indicando la viabilidad ambiental de este ecosistema con respeto a la generación y reciclamiento de nutrientes. La alteración de tipo antropogénico se manifiesta principalmente en la extracción de madera y aperturas de tierras agrícolas.

El uso forestal dentro del SAR se ejerce aún a baja escala y está mediado principalmente por los propietarios de los terrenos ejidales, de ahí que si bien es posible observar en algunos sitios que el dosel superior se encuentra más abierto con respecto al promedio de lo observado tanto en la selva como en el bosque. Sin embargo, no se ha puesto todavía en riesgo la continuidad de la vegetación, ya que dichos "claros" no son generalizados.

La calidad ambiental del SAR está más relacionada con la afectación directa de los componentes flora y fauna de manera natural o por motivos antropogénicos, ya que con respecto al subsistema natural abiótico (condiciones edafológicas, geomorfológicos e hidrográficas) el entorno han sido escasamente afectado. La explotación de recursos maderables se realiza de manera sustentable, por lo que aún existen recursos para extraer sin comprometer la estabilidad del medio natural.

IV. 4 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS O ÁREAS RELEVANTES O CRÍTICAS

Las actividades agrícolas y ganaderas no representan para la región una fuente de perturbación ambiental real o potencial de gran alcance, debido a que estas actividades las realizan los ejidatarios y están localizadas cerca de los asentamientos humanos de la región (siendo los más grandes en extensión los de Bahuichivo y los de Choix).

La abundancia de aves y quirópteros aseguran a mediano plazo la continuidad de la polinización de la región; por otro lado, la escases de depredadores tope dentro de la zona de influencia directa del proyecto, no implica la no existencia de los mismos, ya que hay que

recordar que existen muchos sitios de difícil acceso incluso para los animales auspiciados por la topografía.

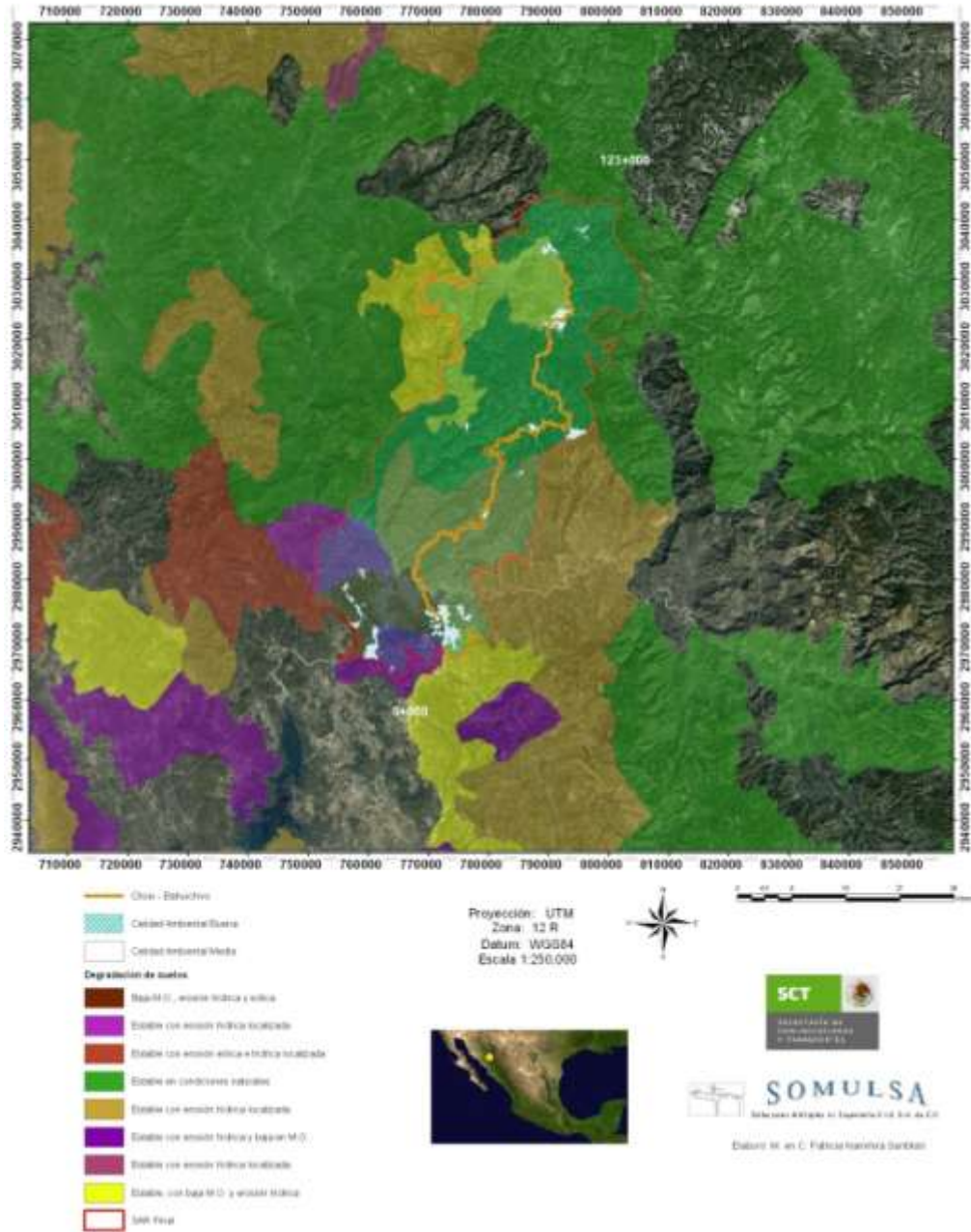
La continuidad de las masas forestales tanto de selva como de bosque así como la diversidad de fauna de diferentes taxa permite inferir que desde el punto de vista biótico no existen componentes, recursos y/o áreas críticas.

Ahora bien, con respecto a los factores abióticos, la misma naturaleza de la roca madre y la topografía han formado un perfil edafológico naturalmente frágil debido a lo poco profundo de los suelos y la carencia de vegetación cuyo sistema radicular pudiese asirse de tal forma al suelo en zonas de pendientes notorias, que permitiera el crecimiento de un estrato herbáceo; por tal motivo, en aquellas pendientes de más de 60° dentro de la sierra, las cimas frecuentemente muestran la roca madre desnuda.

Entre los Km 35 y 75, parte del trazo del proyecto se tiene planeado en las partes más altas de la sierra, por lo que en este caso si bien no se afectará cubierta vegetal de manera directa, la afectación sí puede ser directa en las laderas inmediatamente debajo de la zona de obras por deslizamiento de terreno.

La labilidad del suelo en zona de laderas se considera por tanto el componente crítico dentro del SAR, aunque como se mencionó es muy localizado y se centra en la parte centro del trazo del proyecto. Estos sitios corresponderían a los que poseen calidad ambiental media.

Figura IV. 67 Sitios de fragilidad ambiental dentro del SAR



IV. 5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL REGIONAL

El sistema ambiental que esquematiza el funcionamiento regional se encuentra en un grado de perturbación bajo. Principalmente las alteraciones en el sistema se deben a fenómenos hidrometeorológicos que tienden a lavar el suelo.

A pesar que la construcción del proyecto afectará permanentemente zonas muy localizadas (área de influencia directa), el diagnóstico general es el de la conservación de los recursos forestales, por lo que se puede garantizar que la biodiversidad de la región no sufrirá alteraciones significativas. No obstante, las consecuencias de las alteraciones proyectadas dentro del sistema por la implementación del proyecto, se prevé que sean las siguientes:

- ✚ Transformación del área directamente afectada
- ✚ Mayor demanda de terrenos para vivienda a lo largo del camino
- ✚ Aumento de las necesidades de empleo y actividades remuneradas, con la subsiguiente fraccionamiento y diversificación de los sectores productivos involucrados
- ✚ Mayor demanda de servicios de infraestructura básica para cubrir las necesidades de la población.

IV. 6 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

IV.6.1 MEDIO FÍSICO

CLIMA

Caracterizar el microclima e identificar los cambios que se presentan con la humedad, la temperatura y la radiación e incidencia solar.

De manera general, el cambio de uso de suelo se realizará sólo en la zona del pateo de terraplenes, terreno que será despalmado y desmontado para la construcción del proyecto; sin embargo, al observar que la cobertura vegetal es muy densa en el sistema regional, entonces se puede predecir que no se provocará un cambio microclimático dentro de la región. Las ligeras perturbaciones de los patrones pluviales que se registran anualmente, son producto de variaciones a una escala geográfica mayor.

La explotación de recursos forestales de importancia económica como el pino y algunos tipos de encino (roble) se realiza de forma limitada, pues sólo los ejidatarios tienen la facultad para aprovechar este recurso que se emplea principalmente para la construcción de viviendas y como leña para combustible de hornos y calentadores de agua

La remoción de la cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto no tendrá efectos sustanciales sobre las condiciones de humedad y precipitaciones pluviales en la zona, al igual que en la radiación e incidencia solar, dado que una vez terminadas las labores de construcción de la carretera, se procederá a realizar las labores de reforestación.

Desde el punto de vista antropogénico, las alteraciones al microclima estarán más relacionadas a la zona urbana, porque el crecimiento de la misma conlleva inherentemente la remoción de la cubierta vegetal, lo que modifica localmente las tasas de humedad y temperatura de un sitio a otro. Sin embargo, se considera que ésta situación estará muy delimitada por la misma extensión de la mancha urbana, por lo que no existirán repercusiones a nivel del SAR.

AIRE

Disminución de la calidad

La calidad del aire se considera buena dentro del SAR, este factor ambiental no se verá alterado por las cuestiones de cambio de uso de suelo y remoción de los recursos forestales durante la construcción del proyecto, ya que las alteraciones serán locales, reversibles y

temporales. A largo plazo, tampoco se estima un deterioro en la calidad del aire ya que no existe una fuente de contaminantes que de emisiones atmosféricas fijas que comprometa este parámetro.

Las fuentes móviles de contaminación atmosférica (automóviles) surgirán una vez que la carretera se encuentre en funcionamiento, aunque se estima que sea fluctuante, teniendo picos en las temporadas de vacaciones dada la cercanía de destinos turísticos como las Barrancas del Cobre y su teleférico. Las emisiones a la atmósfera por parte de los vehículos que transiten por la carretera no contribuirán en gran medida en la calidad del aire, ya que existen las condiciones adecuadas para la rápida dispersión de contaminantes.

Un factor que puede alterar la calidad del aire y que no está relacionado con la circulación vehicular es la generación de incendios forestales, cuya mayor incidencia ocurre durante los meses de marzo a mayo. Sin embargo, se considera que la extensión de los mismos y su duración generarán un impacto temporal y de baja intensidad.

Las afectaciones en calidad del aire se estiman muy pocas, pues adicionalmente se tiene que la región posee una topografía plana, por lo que al no existir montañas, cerros y/o lomeríos cercanos, la circulación de los vientos es favorece la dispersión de contaminantes atmosféricos.

Incremento en la concentración de partículas suspendidas.

De manera general, tal como se mencionó en el apartado anterior, el incremento de este parámetro sucede simultáneamente con la quema de la vegetación que ocurre por la alta incidencia de radiación solar durante la temporada de secas. Este fenómeno estacional será recurrente durante la época de estiaje, teniendo poca duración, y serán rápidamente dispersadas por el viento.

Incremento en la concentración de gases tóxicos y explosivos

La presencia elevada de CO² que se produce durante la quema de bosques y vegetación asociada durante la época de sequía, es la única fuente de gas tóxico que se puede presentar en el sistema regional. Con respecto a las actividades involucradas en el proyecto, se prevé que la maquinaria a emplear presente condiciones de afinación de motor y partes asociadas adecuadas, para evitar que durante su utilización se rebasen los límites máximos permisibles de contaminantes emitidos a la atmósfera.

Presencia de olores desagradables

No existe en el área del proyecto un estudio en el cual se especifique la generación de olores desagradables. En época de secas pueden surgir este tipo de contaminante por efecto de la quema de vegetación viva o muerta como resultado de la preparación de tierras para el cultivo de temporal, o bien por los altos niveles de radiación solar y baja cobertura nubosa que caracteriza a esta temporada en el área del estudio, lo que generaría los incendios.

Presencia de gases que reaccionen con la atmósfera

No existe la presencia de este tipo de contaminantes en el área del estudio, y una vez concluido el proyecto se espera que tampoco haya. Esto aplica también para la maquinaria pesada que emplee combustible y que se utilice durante las diferentes etapas del proyecto.

Incremento en los niveles de ruido.

El incremento de ruido estará dado en 2 vertientes, la primera, relacionada con las actividades de preparación del sitio y construcción de la carretera y la segunda, durante la etapa de operación y mantenimiento. En ambos casos, el impacto generado no se considera constante ni de gran intensidad

Disminución de la visibilidad

La visibilidad se considera como no afectada puesto que los suelos poseen protección ante la erosión eólica gracias a la cobertura vegetal que poseen. Durante las etapas de preparación del sitio y la construcción la visibilidad puede verse afectada como resultado de las distintas actividades que comprenden ambas etapas, pero será temporal la afectación.

AGUA

Continental

Modificación de los patrones naturales de drenaje en sistemas terrestres

El proyecto geométrico definitivo de la carretera deberá contener la cantidad de obras de drenaje necesarias para que no se modifiquen los patrones de drenaje natural por la ejecución de esta vía. La canalización adecuada del drenaje permitirá que se mantengan las tasas y sitios de recarga del acuífero aún con la construcción de esta vía.

Alteración de los patrones naturales en las corrientes superficiales (hidrodinámica)

No existirá afectación en la hidrodinámica de las corrientes superficiales del SAR ya que ninguna obra se realizará directamente sobre lecho acuático alguno.



Modificación a la recarga vertical del acuífero, y alteración de la calidad del agua subterránea.

Se considera que la recarga vertical del área de estudio no ha sufrido cambios significativos debido a la conservación de la cubierta forestal en todo el SAR. Por tanto es de esperar que tampoco se modifique una vez concluida la obra en virtud de que se reforestará el área.

Por otra parte, la alteración de la calidad de agua subterránea es un fenómeno que se está presentando actualmente de manera paulatina, más no depende directamente de las actividades relacionadas con el proyecto, sino que más bien es el resultado de no poseer dentro del sistema regional de interés un sistema de drenaje y alcantarillado establecido, por lo que indistintamente se extrae agua de los pozos, y el agua residual se desecha al acuífero, corriendo el riesgo de contaminarla.

Competencia por el aprovechamiento del recurso

No se reporta competencia por el recurso, ya que éste es abundante en todo el SAR, y cada localidad posee su fuente de abastecimiento de agua potable por pozos, manantiales o arroyos, los cuales en ningún caso se verán afectados por las actividades del proyecto.

SUELO

Aumento en la susceptibilidad a la erosión (grado de erosión)

La susceptibilidad de un suelo a erosionarse depende del tipo de agente erosivo (fluvial o eólico), y de las características intrínsecas (tamaño, diámetro, forma, porosidad, compactación, humedad, tipo y abundancia de vegetación, etc.) del suelo en sí. Dentro del

SAR, la espesa cubierta vegetal y la cubierta asociada de hojarasca amortigua la acción del viento, por lo que la erosión producida por este agente es muy baja en términos generales; aunque puede manifestarse en las zonas altas de la sierra donde la cobertura vegetal no es tan abundante

La acción fluvial es la que parece tener mayor impacto sobre la erosión del suelo, sin embargo, en términos relativos, también la magnitud del impacto se considera bajo ya que su generación solamente se estima en la zona de pendiente pronunciada.

Alteración de la composición fisicoquímica

La alteración de ésta característica del suelo depende del grado de perturbación al que sean sometidos. La pérdida de la cobertura vegetal, a la presencia de cultivos poco adecuados para el tipo de suelo, y de manera general el tipo de manejo que se le dé al recurso, lo que a largo plazo puede causar la degradación acelerada del suelo y alterar de manera directa sus propiedades fisicoquímicas.

Los suelos poco desarrollados como el Litosol pueden presentar cambios drásticos en sus propiedades. Estos se forman por la deposición y descomposición de la materia orgánica sobre la superficie mineral y la intemperización de la roca, esta es la razón por la que son oscuros, poco profundos y con alta pedregosidad. La abundante materia orgánica que presentan favorece la acumulación de nutrientes. La textura es media, su drenaje interno es rápido y por ello son fácilmente erosionables, si se elimina la vegetación o la capa de materia orgánica que sobre ellos se acumula, los nutrientes se lixivian rápidamente, perdiéndose su fertilidad.

En la zona del proyecto, este suelo es el que predomina, por lo que se prevén cambios, sin embargo, se darán de manera localizada en las zonas donde cobertura vegetal se removerá para la realización del proyecto.

Disminución de la capacidad de formación de suelos

La formación del suelo depende de varios factores tales como: materia parental, clima, tiempo, topografía y actividad biológica. Los suelos en esta zona presentan una tasa de generación de baja debido a la tasa lenta de remineralización de nutrimentos que se ve favorecida por factores tales como el clima, tiempo de descomposición, microbiota abundante y naturaleza de los materiales de origen. El Litosol es un suelo que se caracteriza por tener con tasas de generación moderada a lenta, por lo que el cambio de uso de suelo distinto a su vocación natural promoverá la disminución en su tasa de formación; pero esta se hará más evidente en la zona de influencia directa del proyecto.

GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA

Modificación de la topografía

La topografía del SAR se considera abrupta, por lo que la carretera significará un cambio en las características topográficas dentro del SAR, aunque se presentará de manera muy localizada

Cambios en los procesos naturales de erosión – sedimentación

Estos procesos no se consideran como importantes en la estabilidad del suelo, por lo que se estima que la ejecución del proyecto no tendrá efecto sobre los mismos.

Desestabilización de terrenos

De manera generalizada existen Indicios de desestabilización a lo largo de toda la Sierra Madre Occidental; de ahí que el estudio de mecánica de suelos deba realizarse de la manera más precisa posible para poder determinar en qué sitios se podrá construir la carretera y en cuáles no.

IV.6.2 MEDIO BIÓTICO

FLORA

Daño físico individual.

Toda la flora sufre un mayor o menor grado de daños físicos debido a procesos ambientales ocasionados por agentes bióticos y abióticos. Dentro de las comunidades vegetales son frecuentes las caídas de ramas, troncos, hojarasca y árboles completos que afectan a otros organismos vegetales o el hábitat de organismos animales. De manera natural, los factores que ocasionan más daños a la vegetación es la presencia de los incendios forestales; sin embargo, los daños generados por los mismos, no ponen en predicamento a la funcionalidad del SAR.

Cuando existe la intervención humana sobre las alteraciones ambientales que suceden de manera natural, los daños en el ecosistema pueden incrementarse notoriamente, y así cada especie, tendrá una capacidad individual de resistir en mayor o menor grado los diferentes disturbios. De tal manera es posible por ejemplo en la actualidad ver en sitios con mayores señales de perturbación, el surgimiento de vegetación secundaria o incluso extensiones más o menos importantes de acahual desprovisto del componente arbóreo. No obstante, este último fenómeno está confinado a las inmediaciones de los asentamientos humanos, por lo que no se ha generalizado en el SAR.

En virtud de que las obras asociadas a la carretera se efectuarán únicamente en la zona del derecho de vía, se prevé afectación de la flora únicamente en esa superficie, y esto no se reflejará en el nivel del SAR.

Alteración a las formas de crecimiento.



El crecimiento de la vegetación está determinado por el componente genético de cada especie y por las condiciones ambientales que le rodean. La manera en que las actividades humanas pueden modificar el patrón de crecimiento de la vegetación, depende del grado de afectación que ocurra en las diferentes variables ambientales que se alteren.

De esta forma, actividades diferentes a la vocación natural de los suelos pueden modificar la disponibilidad de agua, la cantidad y calidad de los nutrientes del suelo, la distribución y tipo de microbiota del suelo, así como cambios en la disponibilidad de luz, y alteraciones en la humedad relativa. Dichos factores en conjunto, son vitales para el desarrollo de la vegetación, por lo que cualquier variación, representa alteraciones en el ciclo de vida de la vegetación.

Al modificar la cubierta vegetal de un ecosistema se produce un cambio en el clima de manera local, lo que puede repercutir en los patrones de crecimiento y producir con el paso del tiempo variaciones morfológicas que pueden ser permanentes o temporales.

En el área de influencia directa del tramo, la alteración será total, pues se piensa retirar una capa de suelo de 20-40 cm, que es la que contiene las comunidades microbianas y los nutrientes necesarios para el crecimiento de la vegetación. Empero, se seguirán manteniendo las condiciones para el crecimiento óptimo de la vegetación en el área restante del SAR al menos con relación a la ejecución de este proyecto.

Alteración a los patrones de distribución

El cambio de uso de suelo modifica totalmente los patrones de distribución de la vegetación original, produciendo a mediano y largo plazo área de vegetación fragmentada; estos parches, reducen las posibilidades de intercambio genético, lo que resulta en el detrimento de la vegetación presente. Se estima que a corto y mediano plazo la distribución de la vegetación de la zona de influencia directa del proyecto sea la que resulte afectada, mientras que el resto del sistema regional se mantendrá sin cambios significativos en este apartado.

Modificación de la densidad relativa

La densidad relativa de especies no se considera que resulte muy afectada de manera importante pues a pesar de la gran biodiversidad que existe en el sistema ambiental regional, las especies comprendidas dentro del área de influencia directa del proyecto son pocas y con una gran cantidad de individuos. Por otro lado, no habrá afectación a aquellas poblaciones vegetales contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Modificación de las interacciones entre especies.

La fragmentación del hábitat en la región de estudio ha sido muy baja en comparación con otras regiones de la Sierra Madre Occidental, sobre todo en la porción sur. Por lo que respecta a la interacción entre especies, éstas se han mantenido más o menos estables al no verse alterado el ecosistema núcleo. Si bien a escala regional no se esperan variaciones inter o intraespecíficas, a nivel local la apertura de claros puede modificar los patrones de establecimiento y sobrevivencia de especies epífitas como orquídeas.

Pérdida de la sustentabilidad en el manejo de los recursos.

Las actividades antropogénicas realizadas dentro de la región no han comprometido la sustentabilidad de los recursos hasta el momento; sin embargo, si se ven las tendencias de cambio en ascenso, y se rompe la homeostasis del ecosistema, es de esperar que a mediano y largo plazo ocurran las primeras señales de la pérdida de sustentabilidad de recursos, lo que se manifestará en la intensificación de los efectos de sequías, incendios forestales, pérdida de la productividad del suelo, mortandad masiva de vegetación.

FAUNA

Interrupción de rutas migratorias

La conservación de la masa forestal a lo largo del SAR hasta el momento no ha impedido el libre tránsito de fauna; de manera adicional, las rutas migratorias de la región están dadas por aves invernales, por lo que no existen modificaciones en su etología al conservarse la cobertura vegetal. Si bien se espera que la ejecución de este proyecto afecte las rutas de migración de especies, en el Capítulo VI del presente documento se presentan diferentes tipos de pasos para fauna acorde al tamaño de los ejemplares que pueden emplearlos y a los sitios identificados en campo como los que presentaron mayor actividad animal. La construcción de los pasos para fauna tipos que se proponen en este capítulo será esencial para que las rutas migratorias de fauna continúen dentro de la región aún cuando ya se encuentre en operación esta vía.

Disminución de la abundancia

La abundancia de poblaciones no ha presentado alteraciones importantes en la región de estudio, pero a nivel local, este fenómeno de pérdida de biodiversidad animal se reflejará claramente, pues al alterarse de manera permanente la cobertura vegetal, los animales tendrán que buscar nuevas zonas a repoblar que contengan las condiciones adecuadas para subsistir. En las zonas perturbadas, habrá una nueva colonización, pero esta se realizará con organismos resistentes a los cambios ambientales. De esta manera, se observará una modificación en la distribución de especies, localizando a las más especialistas en sitios con cobertura vegetal mejor conservada; mientras que las especies generalistas se ubicarán en las zonas con afectaciones importantes en la vegetación. Se estima que la abundancia de ejemplares disminuya en la zona de influencia directa de la carretera desde la etapa de preparación del sitio, hasta la etapa de operación, dada la existencia de ruidos ante los cuales la fauna no está habituada.

Si bien existen algunas especies que tienden a presentar un mayor riesgo de ser afectadas por la ejecución del proyecto (dado el valor económico que generan), de manera general, las especies silvestres verán afectada su distribución y abundancia en la región de influencia directa del mismo.

Aquellos ejemplares de mayor y más rápido desplazamiento serán los primeros en retirarse hacia sitios donde exista menos actividad humana y la cobertura vegetal se mantenga en condiciones adecuadas para poder ofrecer refugio y alimento.

Competencia por límites territoriales

En la zona de estudio, no se prevé que exista competencia por espacio ni recursos, pues existen grandes extensiones de terrero con un alto potencial de ser colonizadas. Una ventaja que presentan la gran mayoría de la especies de esta región, es que no dependen de recursos limitantes para llevar a cabo su ciclo biológico, por lo que pueden reubicarse con facilidad en donde haya condiciones ambientales adecuadas para su hábitat, sin necesidad de que sea tan particularizado desde el punto de vista de requerimientos ecológicos para un desarrollo armónico de las población

Alteración de las interacciones poblacionales

Las interrelaciones poblacionales se modifican paulatinamente a la misma tasa en la que varían las condiciones del ecosistema. Esta dinámica se mantiene más o menos constante, ya que aún se mantienen las relaciones ecológicas inter e intrapoblacionales.

Una de las relaciones ecológicas más frágiles (y por tanto sujeta a modificaciones importantes) ante una ligera variación de alguno de sus componentes, es el relación depredador – Presa. Para el caso en particular, los componentes más conspicuos son los carnívoros, cuya función ecológica es la regulación de las especies ubicadas en los eslabones menores de la cadena trófica. La regulación de las poblaciones de roedores (con estrategias R) por parte de los felinos (estrategia K) es un indicio de que las tramas tróficas del encuentran en equilibrio ecológico. La estabilidad de las poblaciones de roedores permite suponer que el mecanismo regulador (depredadores) se mantiene de tal forma que no de ha visto una desproporción de presas, lo que permite inferir que las interacciones interespecíficas de mantienen dentro del SAR, aunque cabe aclarar que dicho equilibrio es muy frágil en virtud de la vulnerabilidad de las poblaciones de depredadores.

Pérdida de sustentabilidad en el manejo de los recursos

La caza que se da dentro del SAR es subsistencia; sin embargo, las especies principalmente comestibles (armadillo, venado, pichones, conejos) se encuentran de manera abundante dentro del SAR, por lo que no se ha comprometido la viabilidad de las poblaciones.

ECOSISTEMA

Modificaciones en los patrones de distribución y abundancia de las comunidades vegetales

Conforme a la tasa de uso de recursos y los medios de explotación realizada por los ejidatarios, es posible observar que las modificaciones en los patrones de distribución y abundancia han sido mínimas. Los cambios que se generarán durante el proyecto serán de influencia local, por lo que no se visualizan cambios sustanciales en este apartado.

Modificación de la biodiversidad alfa y beta

Por definición, la diversidad alfa se conoce como el número de especies en un área conocida (ej. Una hectárea), de manera que se pueda comparar ese dato en todos los tipos de



ecosistemas. La diversidad beta involucra, además del número de especies en un área conocida, la diversidad del hábitat.

La modificación en ambas biodiversidades en la región ha sido baja, sin embargo, se prevé que a futuro existan modificaciones relacionadas con el cambio de uso de suelo para actividades distintas a las correspondientes a la ejecución del proyecto.

Modificación de productividad primaria y secundaria

Los flujos de materia y energía del ecosistema no se han visto afectados de manera importante por las actividades antropogénicas de la región. Se han presentado alteraciones locales producto de la implementación de actividades agrícolas y ganaderas, pero igualmente de poca extensión. No obstante, se carecen de elementos suficientes que permitan inferir si los cambios que se han realizado en el sistema regional han alterado el tipo e intensidad de ambas productividades.

Modificaciones generales en el ciclo de nutrientes

Estos procesos obedecen a cambios climáticos tanto temporales como espaciales. Las actividades productivas y de explotación de recursos sólo han afectado de manera local diferentes partes de los ciclos biogeoquímicos básicos. Se considera que sobre la zona donde se encuentra trazado el eje del proyecto, la modificación de los ciclos será total; por ejemplo, el suelo ya no se enriquecerá de nitrógeno y de materia orgánica, por lo que se empobrecerá cada vez más; y en consecuencia, la captura de carbono disminuirá por la pérdida de la cobertura vegetal, sin embargo, a nivel regional se considera que no habrán modificaciones sustanciales que logren reflejarse a nivel del SAR.

Procesos de fragmentación y aislamiento de ecosistemas.

La baja tasa poblacional del Sistema Ambiental Regional, unido a la explotación sustentable de recursos, ha permitido que ambos ecosistemas no hayan sufrido fragmentación de

consideración hasta la fecha, sin embargo, un estudio faunístico de la zona es el que aportaría mayores elementos para poder establecer si existe o no un incremento en la fragmentación del ecosistema, pero hasta la fecha no existe un estudio adecuado al respecto.

Afectación a los servicios ambientales

Las afectaciones a los servicios ambientales dentro del SAR no únicamente se relacionan con la ejecución de la carretera, sino que también están estrechamente vinculadas con el crecimiento poblacional de la región, por lo que actualmente (y por supuesto, aún sin proyecto), los servicios ambientales como agua, recursos forestales, plantas medicinales, paisajes, etc., se han mantenido estables.

Procesos de desertificación

La desertificación es un problema global, que aparte de la actividad antropogénica se ha visto acelerado por los procesos del calentamiento global. El factor antropogénico de mayor impacto es la tala inmoderada de los recursos forestales, no obstante, en el sistema regional este fenómeno no sucede, pues los ejidatarios tienen plena conciencia de la importancia de sus recursos y por tanto, los explotan racionalmente, por lo que se pronostica que los procesos de desertificación en la zona se realizarán de manera muy lenta a mediano y largo plazo, y que los agentes precursores serán las condiciones climatológicas del cambio global. El área directa del proyecto tiende a la desertificación a mediano y largo plazo, debido a que el cambio de uso de suelo propiciará la compactación del suelo y provocará el decaimiento de los nutrientes y la microbiota original.

PAISAJE

Potencial estético de la zona de la zona o región

La construcción de la carretera Choix-Bahuichivo por supuesto que afectará de manera permanente las cualidades paisajísticas de la zona; pero será de manera local, pues dentro de la región se conservará el potencial estético al no tenerse prevista la creación de asentamiento humanos o construcción de industrias.

Deterioro visual por modificaciones en la fisonomía de la zona

Los procesos erosivos de la zona como resultado de la pérdida de la cobertura vegetal original serán lentos y locales, sin embargo, es de suponerse que de manera sutil estos procesos ya se encuentran en marcha; el deterioro de estas condiciones se espera que se presenten a largo plazo; y siempre y cuando concurren otros factores de alteración como los mencionados en el punto anterior.

Identificación de los elementos visuales favorables

La zona del proyecto, se ubica en un suelo cuya vocación natural es para la existencia de bosques de coníferas y de selva baja caducifolia con elementos de selva espinosa; si bien, la zona directa construcción y las regiones aledañas serán modificadas para albergar al cuerpo de la carretera, aún existen grandes extensiones en la región de vegetación primaria que de manera panorámica destacan por su belleza e integridad, las cuales son sitios de crianza, refugio y alimentación para diversas aves y organismos terrestres como los reptiles, aves y mamíferos; que en conjunto, conforman un componente visual y de atracción natural muy importante.

Identificación de los elementos visuales desfavorables

Al ser una zona completamente rural, el área del camino no posee elementos visuales desfavorables de relevancia; existen algunas zonas cercanas a los poblados donde se deposita la basura, pero no llegan a afectar la calidad del paisaje.

IV.6.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

MEDIO SOCIAL

Demografía

Considerando las tasas de crecimiento estimadas para la región, y más en específico para el SAR, se prevé que el incremento en el crecimiento demográfico a mediano plazo y largo plazo sea lento, aunque esto a su vez requerirá paulatinamente de la mayor demanda de bienes y servicios para satisfacer a la creciente población, por lo que puede llegar a comprometerse el ecosistema en busca de la obtención de satisfactores primarios (vivienda, agua potable, alcantarillado, alimentación).

Modificaciones de uso actual y/o potencial del suelo.

Las localidades que se encuentran sobre las carreteras tienen inversiones de activo o bien, desarrollan nuevas actividades, lo que permite el constante crecimiento de estas poblaciones comunales. No obstante, las localidades se sostienen principalmente de ingresos provenientes de actividades realizadas fuera de ellas. En consecuencia, las modificaciones al uso actual del suelo serán lentas. En las comunidades intermedias, el crecimiento de la población no es sostenido en ninguna de las localidades y la migración es lo que define en última instancia la dirección del cambio. Es posible que las comunidades crezcan tanto en el número de habitantes, tanto como es posible que la edad promedio vaya en aumento, por lo que incluso puede haber una reducción de actividades económicas locales.

Competencia por lo límites territoriales

La competencia por lo límites territoriales es muy baja, pues los terrenos al ser en su mayor parte ejidales tienen un régimen de tenencia perfectamente bien establecido, por lo que no se considera que existan conflictos en este aspecto.

Cambios en la planificación urbana

No se prevén cambios importantes en su planificación, de hecho, contarán con mejores servicios. Existirá la reubicación de pocas viviendas, pero es algo que ya ha quedado acordado con las autoridades municipales y estatales, y a lo cual los involucrados han respondido con agrado al ver que por fin podrán tener un camino que les permita acortar los tiempos de traslado entre las comunidades involucradas.

Incidencia en salud, educación, transporte, vivienda, recreación, seguridad, etc.

Las localidades que se encuentran más cercanas a las carreteras y cuya población va en aumento, cuentan con mejores servicios básicos. Este escenario se prevé para esta zona, que sobretodo se verá beneficiada con respecto a los servicios de salud y de educación, al quedar a menor distancia de la cabecera municipal

MEDIO ECONÓMICO

Modificaciones en el nivel de ingresos de la población local y/o de la población económicamente activa.

El nivel de ingreso de los hogares de los ejidos de la región depende del sector primario y del terciario. La construcción de la carretera Choix-Bahuichivo favorecerá y agilizará el intercambio de bienes y servicios de las localidades y de la región.

Cambio estructural en el nivel adquisitivo

Como se comenta en el punto anterior, el mayor nivel de ingreso de los hogares de la zona de estudio depende de la actividad agrícola principalmente. Hasta el momento el nivel adquisitivo no ha sufrido modificaciones importantes, aunque se observa que existe una tendencia a construir las viviendas con materiales diferentes a los de la región, pues se emplea cemento, arena grava y tabique. La construcción de la carretera eventualmente aumentará el nivel adquisitivo, trayendo consigo un cambio en los patrones de consumo.

Alteraciones en la tenencia de la tierra y demanda del factor trabajo

Conforme al análisis elaborado hasta el momento, en el caso del área de estudio se prevé que sí se presentarán cambios en la tenencia de la tierra, la cual pasará de estar en manos de ejidatarios a particulares, aunque por supuesto, siguiendo los mecanismos de sustentabilidad que hasta el momento se han llevado a cabo.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA REGIONAL

V.1. Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del Sistema Ambiental Regional.

Para realizar de una forma correcta la identificación de los impactos ambientales que el proyecto ocasionará dentro del Sistema Ambiental Regional, fue necesario hacer un diagnóstico de la situación actual de dicho sistema (capítulo IV) para después saber cuáles de las condiciones actuales se verán modificadas.

En el presente capítulo se realizó el análisis de la información recolectada (bibliografía, visita a campo) para identificar la estructura del sistema así como sus fuentes de cambio. El procedimiento que se siguió fue el siguiente:

1. Se verificó el diagnóstico del Sistema realizado en el Capítulo IV.
2. Se conjuntó el análisis de la información bibliográfica, cartográfica, así como de muestreos, observaciones y entrevistas en campo.
3. Se verificaron las principales actividades de la obra (Capítulo II), en las cuales existe susceptibilidad de generar un impacto ambiental.

4. Se identificaron los factores ambientales contenidos en el SAR sobre los cuales incidirán los impactos producidos por las actividades de los proyectos, para posteriormente evaluarlos.
5. Con los puntos anteriores, se procedió a elaborar un escenario ambiental con modificaciones provocadas por la inserción del proyecto.
6. Finalmente, de las afectaciones detectadas, se efectuó la evaluación de aquellos impactos que por su naturaleza, pudieran presentar acumulación y/o sinergia dentro del SAR.

V.1.1. Construcción del escenario modificado por el proyecto.

Para la construcción del escenario ambiental modificado por el proyecto, se procedió a identificar todas las fuentes de alteración asociadas a las actividades y obras del proyecto de la construcción de la carretera Choix – Bahuichivo en sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. A partir de esas fuentes de cambio, se definieron las tendencias a mediano y largo plazo que el proyecto ocasionaría sobre los diversos componentes ambientales y sociales de la región de estudio seleccionada. Como resultado, se construyó el escenario modificado que a continuación se describe.

Impactos potenciales (benéficos o adversos) debidos por la acción directa del proyecto

Benéficos:

- ✚ Reducción de tiempo en el transporte de bienes, servicios y personas entre en estado de Sinaloa y Chihuahua
- ✚ Aumento de la plusvalía de terrenos cercanos a la carretera.
- ✚ Reducción de costos del transporte de productos, y por tanto disminución de precios en mercancías.
- ✚ Se incluirá a la zona como polo de desarrollo turístico dentro del Noroeste del país
- ✚ Mejoramiento de las condiciones de rezago económico de las comunidades rarámuri de la sierra de Chihuahua.

Adversos:

- ✚ Afectación en la vegetación silvestre (Bosque de coníferas y Selva baja caducifolia) con efectos permanentes.
- ✚ Perturbación permanente del paisaje de la zona de la construcción
- ✚ alteración a de los patrones de escurrimientos pluvial por efecto de la construcción.
- ✚ Propensión a aumentar las tasas de erosión del suelo por efecto de la remoción de la cobertura vegetal, sobre todo en zonas de con mayor pendiente.
- ✚ Pérdida de biodiversidad en la zona de influencia directa del trazo.
- ✚ Generación de materia orgánica y forestal producto del despalle y el desmonte.
- ✚ Generación de residuos sólidos tanto peligrosos como no peligrosos.

Las mayores afectaciones relacionadas al proyecto se tienen proyectadas en el medio natural, pues los cambios previstos por la construcción de esta carretera serán en algunos de los casos, de consecuencias permanentes; sobre todo en lo referente a la cobertura vegetal y a la fauna que potencialmente pudiera habitar en ella.

Tendencias en la región que el proyecto podría ocasionar o agravar

- ✚ Detrimento en el manejo y uso integral de los recursos naturales (siendo el silvícola el más importante)
- ✚ Desarrollo de más vías de comunicación no planeadas que favorezcan la fragmentación del ecosistema
- ✚ Creación de diversos asentamientos humanos a lo largo del camino.

Supuestos base del escenario

El crecimiento económico regional se elevará, ya que existirá un incremento importante de bienes y servicios en esta región; esta vía servirá de acceso a la introducción de infraestructura básica, funcionará también como una ruta alternativa de comercialización en el norte del país de repercusión nacional e internacional, y fomentará la actividad turística aprovechando la belleza natural de la Sierra Madre Occidental.

Las medidas de mitigación lograrán evitar o controlar los mayores impactos ambientales sobre las especies de vegetación y fauna silvestre que resultarán afectadas por la implementación del proyecto.

Escenario con el proyecto concluido

A mediano plazo (quince años) de haber concluido la realización del proyecto, se prevé para la región:

- ✚ Incremento en el flujo vehicular por el aumento del tránsito de bienes, servicios y personas.
- ✚ Aumento en el equipamiento de servicios básicos de infraestructura en las comunidades rarámuri de la región, lo cual beneficiará a un gran número de habitantes cuyo rezago socioeconómico es histórico.
- ✚ Atracción para nuevos visitantes en la zona, los cuales a través del turismo promoverán una mayor derrame económica para la población residente.
- ✚ Efectos intermedios en la abundancia y diversidad de la fauna de la región.

V.1.2. Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos.

Para poder determinar las fuentes de cambio consecuencia de la construcción de esta vía de comunicación en dicho Sistema Ambiental Regional (SAR), se procedió a construir una matriz de interacciones, sobre la cual en las filas se colocaron las actividades que han de desarrollarse en la obra en donde existe vulnerabilidad de impactos ambientales, mientras que en las columnas se colocaron cada uno de los componentes ambientales a ser afectados por el proyecto.

Fue así como se identificaron un total de 18 actividades que se encuentran relacionadas con el proyecto, distribuidas por etapa del proyecto de la siguiente manera: tres (3) en preliminares, dos (2) en preparación del sitio, once (11) en construcción y dos (2) en operación y mantenimiento.

En la siguiente tabla se muestran las actividades que generarán dichos impactos en la etapa del proyecto, así como la perturbación al ambiente.

Tabla V.1 Definición de las actividades de la obra

Actividad	Definición	Perturbación primaria
Etapa de Preliminares		
Preliminares	Compra de terrenos	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetación • Fauna
	Liberación del DDV	
	Contratación y preparación del personal	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetación • Fauna
Etapa de preparación del sitio		
Desmonte	Remoción de la vegetación por medio de tractores o motosierras para despejar el área de construcción. El área a desmontar será únicamente la que se encuentre dentro de la superficie entre cerros.	<ul style="list-style-type: none"> • cobertura vegetal • Integridad ecosistémica • Calidad del aire y ruido • Erosión • Calidad del agua • Paisaje • Capacidad de infiltración del agua
Despalme y chapeo	Remoción del horizonte superficial del perfil del suelo (primeros 10-25 cm en promedio) en la zona de desplante de terraplenes	<ul style="list-style-type: none"> • cobertura vegetal • Integridad ecosistémica • Calidad del aire y ruido • Erosión • Calidad del agua • Paisaje • Capacidad de infiltración del agua
Etapa de Construcción		

Actividad	Definición	Perturbación primaria
Empleo de maquinaria y equipo	Las diferentes actividades relacionadas a la etapa de construcción requieren de diferentes equipos y maquinarias. El equipo se desplaza hacia los frentes de trabajo y luego se estaciona en sitios seguros. El personal requiere también desplazarse en la zona y se agrupa en ciertos sitios para comer.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire y Ruido • Compactación del suelo • Vegetación • Fauna
Excavación en caja y nivelación del terreno	Se realizará una excavación hasta llegar a un nivel en que se pueda asentar la capa filtro o pedraplén, en este caso la excavación será de aprox. 40 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Ruido • Paisaje • Topografía y Geomorfología • Pérdida de suelo fértil • Distribución de fauna
Explotación de bancos de material	Se emplearán los bancos autorizados de explotación; son	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Contaminación del agua • Geología • Generación de ruido
Acarreos de Material	Será necesario transportar los materiales para la realización de la construcción desde los sitios de su extracción hasta el derecho de vía de la obra.	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de ruido • Calidad del aire • Volumen forestal • Fauna • Riesgos a la salud
Cortes y Terraplenes	Los terraplenes se compactarán al 90% Proctor y formarán las cuñas para la ampliación de la carretera	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire y Ruido • Modificación del drenaje y contaminación del agua • Distribución de fauna • Pérdida de suelo orgánico • Geología, Topografía • Paisaje

Actividad	Definición	Perturbación primaria
Obras de drenaje y subdrenaje	Construcción de obras de drenaje y subdrenaje para el encauzamiento superficial de la precipitación pluvial	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido • Agua (patrón de drenaje) • Sellamiento de suelo • Volumen forestal • Riesgos a la salud
Compactación	Reducción del espesor de capas mediante apisonamiento mecánico.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire y Ruido • Infiltración de agua al subsuelo • Compactación del suelo • Volumen forestal
Tendido de bases	Formación de las capas inferiores del pavimento (base, sub-base). La sub-base se compactará al 95% Proctor. Las bases se construirán aprovechando parte del volumen de la carpeta asfáltica y la base de la carretera actual y se complementará con material seleccionado de banco.	<ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilización del suelo • Calidad del aire • Contaminación del suelo • Volumen vegetal perdido • Riesgos a la salud
Fabricación y	El pavimento será de concreto asfáltico, con un espesor	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire y ruido

Actividad	Definición	Perturbación primaria
Colocación del concreto hidráulico	de 0.05 m. Se acarrearán varias toneladas de materiales. Aplicación del pavimento y el riego de sello final.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del agua • Sellamiento de superficies • Volumen forestal perdido • Riesgos a la salud
Manejo y disposición de residuos	Se generarán en distintas etapas de la ejecución del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación en el patrón de drenaje • Contaminación de suelo y agua • Modificación del paisaje • Vegetación • Fauna • Riesgos a la salud
Etapa de Mantenimiento		
Carretera en operación	Una vez que se concluyan con los trabajo de construcción, la carretera comenzará a operar, lo que también traerá como consecuencia algunos impactos ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Contaminación del suelo por derrame de combustible • Afectación a la vegetación • Afectación a la fauna • Calidad de vida • Demografía • Desarrollo urbano
Señalización	Colocación de señales informativas preventivas y restrictivas en los frentes de trabajo para facilitar el tránsito de vehículos y personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación del paisaje • Afectación de vegetación • Expansión de la estructura local y regional
Mantenimiento	Será el conjunto de obras complementarias que permitirán mantener la vía en buenas condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del aire • Contaminación del agua • Afectación de vegetación • Afectación de la fauna • Generación de empleos

Factores ambientales regionales relacionados al proyecto

Los factores o componentes ambientales sobre los cuales se detectó que pudieran ser afectados por el proyecto con respecto a las actividades relacionadas al la ejecución del mismo, se muestran a continuación:

Tabla V.2 Factores ambientales afectados por la ejecución del Proyecto.

Factor del SAR	Perturbaciones	Repercusiones sobre las funciones
----------------	----------------	-----------------------------------



Factor del SAR	Perturbaciones	Repercusiones sobre las funciones
Calidad del aire	Contaminación por polvos	En la mayoría de las actividades en las que se presenta, se considera un impacto de baja escala y temporal, además de ser perfectamente mitigable.
	Emisiones de gases contaminantes	De baja escala durante la construcción, aunque en la etapa de operación, el impacto será mayor porque es permanente; el empleo de maquinaria será temporal.
	Ruido	El ruido representa un riesgo a la salud de los trabajadores, es la vez que es un factor que ahuyenta la fauna silvestre
Agua	Alteración de los patrones de drenaje	Será de baja escala y local, ya que se colocarán estructuras que permitan la canalización de los escurrimientos superficiales.
	Reducción en la infiltración de agua subterránea	Será de baja escala aunque permanente en la superficie entre ceros
	Contaminación	Los ríos de la región suelen usarse como fuente de agua potable para los asentamientos humanos, su contaminación repercutirá en la salud de los habitantes. Estas fuentes de agua también son aprovechadas por la fauna silvestre, de ahí que también sea importante este factor para la conservación de la salud ambiental del SAR. Se espera que sea un impacto de efecto temporal y reversible.
Geomorfología	Cambios en su conformación original	Permanente, ocasionado por la extracción de materiales de los bancos propuestos y los cortes y excavaciones realizadas durante la construcción de la obra.
Suelo	Contaminación por derrame de combustibles	Si no se siguen las medidas de mitigación correspondientes o el plan de manejo ambiental, puede presentarse el derrame de combustibles, que son una peligrosa fuente contaminante del suelo si no se actúa a tiempo y de la forma adecuada para evitarlos. Se estima que de presentarse este impacto el efecto sea local y reversible.
	Erosión	Se presentará a la zona aledaña a la superficie entre ceros por efecto del desmonte y/o despalme; de efecto local y mitigable por la reforestación del sitio una vez terminada la obra.
	Impermeabilización	Obstruye la infiltración del suelo; será de afectación local
	Perdida de suelo orgánico	La presencia de suelo orgánico será importante sobre todo en las superficies de pendiente mayor por donde se construya la carretera, ya que la capa del suelo en esos sitios es delgada.

Tabla V.2 Factores ambientales afectados por la ejecución del Proyecto.

Factor del SAR	Perturbaciones	Repercusiones sobre las funciones
Vegetación	Volumen Forestal Perdido	Fragmentación de ecosistemas, alteración en los hábitos y

Factor del SAR	Perturbaciones	Repercusiones sobre las funciones
		patrones de alimentación, reproducción y territorialidad de algunas especies. Se originará por el desmonte y el despalme, pero será local, ya que no se desmontará la totalidad del derecho de vía.
	Cambio en la estructura de la comunidad	Sustitución de especies primarias por ejemplares secundarios y/o vegetación ruderal.
	Reducción de la biodiversidad	A causa del derribo de vegetación y arbolado puede haber afectación en la diversidad de especies.
	Cambios en la distribución de especies	Las especies vegetales con requerimientos ambientales más estrechos cederán paso a las especies de requerimientos ambientales más elásticos.
Fauna	Reducción de la abundancia	La pérdida de hábitat desplazará a la fauna de la zona, incluyendo a los polinizadores
	Cambios en la distribución	Las especies generalistas se convierten en las dominantes
	Pérdida de hábitat	El fraccionamiento del ecosistema interrumpirá rutas de traslado de fauna y aislará parcialmente a diversas poblaciones.
Paisaje	Modificaciones del entorno actual	Producidas por la extracción de materiales y el proceso de construcción, el efecto será permanente, pero muy localizado.
	Mala disposición de residuos sólidos y pétreos	Afectará la armonía del paisaje y puede ser un foco de concentración de fauna nociva. Efecto temporal y localizado si se aplican de manera adecuada las medidas de mitigación y prevención correspondientes.
Antropogénicos	Aceptación del proyecto	Puede haber descontento por parte de propietarios de terrenos por los cuales se planea proyectar el trazo definitivo La población rarámuri se beneficia al tener acceso a infraestructura carretera y básica
	Generación de empleos	Habrán derrama económica por efectos de la construcción de esta carretera para los habitantes de la región Se ampliará el mercado laboral del sector terciario (turismo, comercio)
	Infraestructura	Los terrenos aledaños al camino aumentarán su valor. Transporte más rápido y seguro de personas, bienes y servicios entre Sinaloa y Chihuahua
	Desarrollo urbano	Agilización de intercambios comerciales y culturales tanto nacionales como extranjeros. Propiciar el aumento de la expansión local y regional
	Riesgos a la salud	Durante la construcción los trabajadores están expuestos a accidentes. Así como la probabilidad de ocurrencia de accidentes de viales durante la operación de la carretera.

V.1.3. Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional.

La evaluación de los impactos generados por la carretera Choix-Bahuichivo, se realizó primero con una red de interacciones, para determinar los impactos generados.

Los impactos se analizaron de acuerdo a las consecuencias y su grado, así como la naturaleza de afectación (adversa o benéfica), la probabilidad de ocurrencia, el periodo de duración del impacto así como los criterios de acumulación, sinergia y controversia.

V.2 Técnicas para evaluar los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que este proyecto ocasionará, utilizamos una metodología en la que se consideraron los siguientes aspectos:

- La naturaleza del proyecto a desarrollar. Es decir, un proyecto correspondiente al sector de comunicaciones y transportes cuyo objetivo es la creación de una nueva vía de comunicación que conecte a la ciudad con el aeropuerto.
- El grado de congruencia con los ordenamientos e instrumentos legales vigentes en materia de uso de suelo y legislación en general.
- La identificación de las actividades del proyecto en las que existe vulnerabilidad a presentarse un impacto ambiental.
- El grado de controversia que el proyecto pudiera generar.
- El sitio de ubicación del proyecto

De manera previa a la evaluación de los impactos ambientales es necesario hacer énfasis en algunas consideraciones que sirven de base para conocer cuál es la situación actual de cada factor a analizar y de esta forma saber cuáles serán las principales afectaciones.

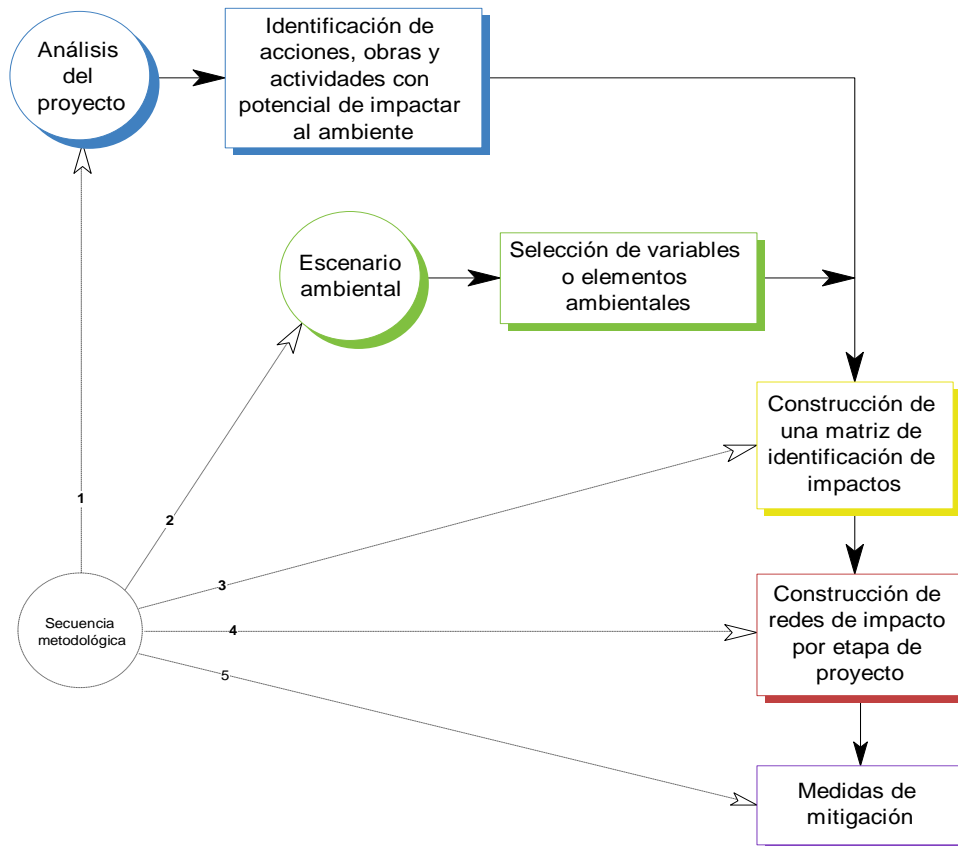
Tabla V.3 Consideraciones previas al desarrollo del proyecto

Componente ambiental	Descripción	Actividad que afectará al ambiente
Aire	La calidad del aire es buena, por la ausencia de complejos industriales y asentamientos humanos de gran tamaño, sin embargo es una zona muy propensa a presentar incendios forestales, mismos que inciden en la calidad del aire; no obstante lo anterior, éste es un fenómeno temporal.	Despalme, Desmonte, Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación del terreno, acarreo de materiales, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta, Carretera en operación, Mantenimiento.
Agua	La hidrología del SAR está compuesta de numerosos escurrimientos que eventualmente desembocan a los principales ríos del noroeste del país, entre ellos, podemos mencionar a los ríos Urique, Chinipias, Fuerte, Choix, etc. Estos escurrimientos de ser bloqueados por la presencia de basura o residuos de la construcción ocasionarán impactos adversos en la calidad del agua que llegue a los ríos, así como en la cantidad de la misma, ya que se alterarán los patrones de flujo hidráulico.	Despalme, Desmonte, Explotación de bancos de materiales, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta, Manejo y disposición de residuos, Mantenimiento.

Componente ambiental	Descripción	Actividad que afectará al ambiente
Geología y Geomorfología	Se trata de un territorio accidentado con suelos originados en diferentes eras geológicas y con rocas desde metamórficas hasta sedimentarias aluviales. Como parte de la Sierra Madre Occidental, los macizos montañosos donde se construirá la obra sufrirán afectación por efecto de los cortes y rellenos necesarios	Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación del terreno, Cortes y terraplenes.
Vegetación	El retiro de vegetación únicamente deberá realizarse dentro de la superficie entre cerros, ya que no será necesaria la remoción de ejemplares más allá de esa zona.	Despalme, Desmante, Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Acarreo de materiales, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta, Manejo y disposición de residuos, Bancos de tiro, Carretera en operación y Mantenimiento.
Fauna	La fauna está compuesta principalmente de mamíferos medianos y pequeños (roedores, murciélagos), siendo el depredador tope en este ecosistema el gato montés (<i>linx rufus</i>)	Despalme, Desmante, Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Acarreo de materiales, Manejo y disposición de residuos, Bancos de tiro, Carretera en operación,
Suelo	Encontramos suelos jóvenes, poco profundos, delgados, pedregosos con alto y medio contenido de materia orgánica, en algunos sitios aptos para usos agrícolas. Tienen buena estructura, drenaje y aireación, aunque son fácilmente erosionables por la lluvia excesiva sobre todo en las pendientes más abruptas.	Despalme, Desmante, Empleo de maquinaria y equipo, Excavación en baja y nivelación del terreno, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta, Manejo y disposición de residuos, Carretera en operación.
Paisaje	La vegetación se conforma bosque de coníferas y selva baja caducifolia; siendo el primer ecosistema particularmente valioso para la explotación forestal por la presencia de pino, encino y táscate, entre otras En virtud de la dificultad que representa el acceso a la región, en la mayor parte del SAR las condiciones de conservación del paisaje son óptimas al existir grandes extensiones de bosque y selva con comunidades vegetales maduras. Esto es particularmente notable entre los Km. 30- al Km 100; donde la presencia humana es escasa.	Despalme, Desmante, Cortes y terraplenes, Manejo y disposición de residuos, Señalización
Aspectos Socioeconómicos	La población rarámuri ha sufrido de aislamiento geográfico desde tiempos históricos. Esta carretera que permitirá la comunicación con Sinaloa servirá como vía de acceso a nuevos bienes y servicios que elevarán la calidad de vida de las personas que habitan en el SAR.,	Todas a excepción de desmante y despalme.

II.5.

II.6. Figura V.1. Esquema metodológico para la evaluación de impacto ambiental.



Una vez que han sido evaluados los impactos ambientales, se determinaron los principales elementos que caracterizan a cada impacto y, con base en ellos, se realizó una descripción analítica que permita prever los alcances de los efectos esperados.

Caracterización de los impactos

Se consideraron siete criterios para su calificación, que fueron tomados en cuenta para la evaluación de los impactos y cuya definición se muestra a continuación:

1. **Naturaleza:** Indica si el impacto es Benéfico (+) o Adverso (-).
2. **Magnitud:** Pondera la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente evaluado.
3. **Extensión:** Se refiere al área afectada por la actividad de que se trate, es decir si se trata de toda el área de estudio se le asigna la máxima calificación.

4. **Duración:** Indica el periodo de tiempo en que se contempla llevar a cabo la actividad que está generando el impacto. La calificación máxima será asignada a aquellos que tengan un efecto irreversible.
5. **Sinergismo:** Es una actividad que al interactuar con otra, los efectos sobre el ambiente se incrementan más que la suma independiente de cada una de ellas.
6. **Efecto acumulativo:** Cuando el efecto de una actividad que es consecuencia de otra se incrementa a medida que pasa el tiempo, aunque la actividad que lo generó ya no exista.
7. **Controversia:** Se refiere al nivel o grado de aceptación con que cuenta el proyecto por parte de la sociedad, de tal manera que pueden magnificar su valor real.

V.3. Impactos ambientales de índole general identificados.

Cuando hablamos de la construcción de una carretera, estamos hablando de un cambio radical en el entorno ambiental del sitio de obras, dentro del cual se encuentran factores bióticos, abióticos y antropogénicos, los que a su vez están en permanente interacción formando lo que se conoce como un sistema.

Debido a esto, previo a la construcción de este tipo de infraestructura, debemos tomar en cuenta los impactos a los que va a ser sometido el sistema. De lo anterior, se hace necesaria la evaluación de los impactos ambientales generados por la construcción de esta carretera; dicho análisis resulta efectivo como parte de una acción preventiva para mitigar efectos adversos ambientalmente hablando.

Los impactos ambientales no se pueden evitar o mitigar en un ciento por ciento. Sin embargo, su evaluación ayuda en muchos casos (y en un alto porcentaje) a minimizarlos y / o controlarlos, para de esta manera proteger al medio ambiente, aunque por supuesto con la ayuda de medidas de mitigación (preventivas y /o correctivas) y/o los planes y programas de manejo ambiental, según los requerimientos de cada proyecto.

En este capítulo se hará un análisis detallado de todos y cada uno de los impactos generados a causa de esta construcción, por etapa del proyecto y actividad, así como su correspondiente medida de mitigación que será vinculada en el capítulo VI.

En primera instancia, aparte de la identificación de los impactos ambientales generados en la superficie entre cerros, dada la presencia de numerosos cuerpos de agua cercanos a la zona de obras (Río Cerocahui, Río Septentrión, Presa Huites) y la topografía de la zona, se realizó complementariamente la evaluación de impacto ambiental en el entorno acuático dada la alta probabilidad que existe de que algunos residuos pétreos producto de cortes y nivelaciones de terreno se depositen en estos. Si bien la significancia de estos impactos se considera poca a nivel del SAR, es importante su identificación ya que en la región existen pocas fuentes contaminantes del agua ante la escasa actividad antropogénica del SAR, la cual se concentra en los asentamientos humanos y en las zonas de explotación minera y forestal.

V.3.1. Identificación de impactos en el Subsistema Terrestre

Como hemos venido revisando los impactos ambientales serán generados en todas las etapas del proyecto, a continuación se hace una descripción de aquellos que son identificados como los mas significativos. Para efectos de claridad, dividiremos a dichos componentes entre Bióticos y Abióticos, para su descripción.

V.3.1.1 Impactos Preliminares

Como parte de la experiencia en la realización de este tipo de estudios, ya se tienen identificados algunos de los impactos que son de presencia común en la Evaluación de Impacto Ambiental de la construcción de carreteras. Estos impactos son los llamados Preliminares, es decir, aquellos que se presentan en todas las obras, pero que son perfectamente mitigables y su efecto es mínimo si se tratan de la manera correcta.

a) Liberación del derecho de vía

Esta actividad implica la compra de terrenos a propietarios o ejidatarios en la zona comprendida en el derecho de vía establecido para el proyecto. Se libera el terreno para hacerlo zona Federal cuyo destino será el de vías generales de comunicación.

Se considera un impacto ambiental negativo ya que de no realizarse las negociaciones adecuada y oportunamente, puede detonarse la inconformidad social y esto a su vez pudiera repercutir en la ejecución de la obra y la paz social; incluso ha habido casos en que por estas inconformidades se detienen las obras de manera definitiva.

Por esta razón, la SCT deberá realizar los trámites y negociaciones pertinentes con suficiente antelación antes de cualquier tipo de acción relacionada o la obra civil del proyecto.

b) Compra de terrenos

Dependiendo del uso del terreno al momento de la transacción, se tiene que evaluar en CABIN (Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales) el costo del mismo, así como los costos por efecto de bienes distintos a la tierra.

Esos costos no siempre coinciden con el valor que los propietarios le atribuyen a su terreno, por lo que se necesita realizar negociaciones y llegar a un acuerdo mutuo que permita la conformidad de la transacción por parte de los propietarios y de la SCT, para de esta manera evitar inconformidades y que éstas no interfieran en los plazos establecidos para la ejecución de la obra.

c) Instrucción ambiental del personal que participará en la obra

Cuando se comienza con los trabajos de construcción de la obra, es muy común que los trabajadores desconozcan los cuidados que se deben tener para proteger al entorno (por mencionar algunos ejemplos, manejo adecuado de residuos sólidos, pétreos y peligrosos, prohibición de molestar y/o atrapar flora y fauna, etc.). El desconocimiento de los lineamientos ambientales a aplicar, ocasiona problemas debido a que el personal que labora en este tipo de proyectos es muy elevado y no siempre es nativo de la zona en

que se encuentre laborando, por lo que no necesariamente se está familiarizado con la flora y fauna del lugar y la importancia que tienen en la región. Todas estas son acciones que determinan un inadecuado manejo a nivel ambiental y la mejor manera de mitigar este impacto es capacitar al personal, previamente al inicio de los trabajos de obra; al igual que realizar periódicamente campañas de concientización que vayan enfocadas al personal de los diferentes niveles laborales que intervendrán en la obra, así como también a la población circundante que en la mayoría de los casos tampoco se encuentra capacitada ambientalmente hablando.

IMPACTOS AMBIENTALES DE ELEMENTOS ABIÓTICOS

AIRE

Etapas: Preparación del Sitio

Perturbaciones: Emisión de gases de combustión, partículas suspendidas, ruido.

Actividad: Desmonte y Despalme

Durante las actividades de **Desmonte** y **Despalme**, se realiza la eliminación del material vegetal y arbóreo del sitio; para lo cual se utiliza maquinaria que genera emisiones de gases de combustión como pueden ser SO_x y NO_x . Estas mismas actividades también generan la emisión de polvos y partículas suspendidas que también se consideran contaminantes al igual que el ruido que también es generado a causa de la maquinaria con que se realizan estas actividades.

Considerando que la calidad del aire en la zona es buena, dichas emisiones podrían modificar esa condición, aunque de manera mínima, ya que además de ser un impacto local el periodo de duración será muy corto.

Etapas: Construcción

Perturbaciones: Emisión de gases de combustión, partículas suspendidas, ruido

Actividad: Empleo de maquinaria y equipo, Excavación en caja y nivelación del terreno, Explotación de bancos de material, Acarreos de material, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica.

Durante la etapa de construcción se tiene contemplada la afectación de la calidad del aire en todas las actividades del proyecto, esto se debe a que en todas ellas será utilizada diversa maquinaria y equipo que causará como en el caso anterior emisiones a la atmósfera, ya sea por gases de combustión, polvos y ruido.

Específicamente en las actividades de *Tendido de bases, Fabricación y Colocación de la carpeta asfáltica* se generarán el desprendimiento de material particulado. Sin embargo, este impacto se considera de poco impacto y local. No obstante lo anterior, puede causar malestares en las personas (trabajadores) que se encuentran expuestas a ellos, de cualquier forma representa más bien un riesgo para la salud que un riesgo ambiental.

Etapa: Operación y Mantenimiento

Agente contaminante: Emisión de gases de combustión, Ruido.

Actividad: Carretera en operación, Mantenimiento

Este es quizá el impacto más fuerte ocasionado al componente aire ya que una vez que la carretera se encuentre en operación se van a generar gases contaminantes derivados de la combustión de los autos que por ahí transitarán, este impacto es permanente e irreversible, por lo que se considera que será de los impactos más altos en este componente ambiental. Durante la etapa de mantenimiento, se presentarán emisiones de gases contaminantes, polvos y ruido por efecto de bacheo y repintura de carriles, aunque en este caso será por un periodo corto y en menores dimensiones.

HIDROLOGÍA

Etapa: Preparación del Sitio

Perturbaciones: Contaminación, Reducción de la capacidad de filtración

Actividad: Despalme, Desmonte

Este componente se verá afectado a causa del desmonte y despalme, ya que durante estas actividades, si no hay un correcto manejo de los residuos generados, pueden alcanzar los cuerpos de agua cercanos, produciendo efectos de eutrofización ante el excesivo aporte de nutrimentos.

Por otro lado a causa de estas mismas actividades también se genera otro impacto aunque indirecto. El retiro de la cubierta vegetal tiene repercusiones en los patrones de escurrimientos, por lo que existirá una redistribución de zonas de recarga del acuífero, disminuyendo en las proximidades del proyecto e incrementándose en otras zonas.

Etapa: Construcción

Perturbaciones: Modificación al patrón de drenaje, Estancamiento por reducción de capacidad de filtración, distribución y abundancia de fauna

Actividad: Cortes y Terraplenes, Obras de drenaje, Manejo y disposición de los residuos.

La modificación al patrón de drenaje es un impacto que está relacionado con la cantidad de infiltración de agua ya que en los *cortes y terraplenes* así como en la colocación de las *obras de drenaje*, se generan materiales de construcción que si no tienen una disposición adecuada, pueden bloquear los canales de escurrimiento natural, modificando el patrón de escurrimiento de la región, lo que puede afectar a ciertos

estanques que de manera temporal se formen naturalmente tanto en el bosque como en la selva y que sirvan de sitio de refugio de fauna silvestre.

Otro de los factores que interfiere con el drenaje superficial, es la **reducción de la capacidad de infiltración**, que se presentará por efecto de la colocación de la carpeta hidráulica y el tránsito de maquinaria pesada en la superficie entre cerros durante toda la obra, reduciendo de manera local la permeabilidad en el suelo, y ocasionando estancamiento de agua en otros sitios que previamente no presentaban este problema. Este impacto no se considera mitigable y de afectación local.

Etapa: Operación y Mantenimiento

Perturbaciones: Contaminación.

Actividad: Mantenimiento menor

Durante el mantenimiento que se le realice a la carretera se van a utilizar nuevamente materiales que por sus características, pueden contaminar fuentes de agua cercanas. El personal que labore en esta etapa del proyecto, puede no tener instrucción sobre qué hacer para prevenir derrames, vertimientos accidentales y mala disposición de grasas, aceites, cascajo, por lo que una eventualidad, diversos tipos de compuestos y/o materiales, bien sea por arrastre y/o lixiviación, pueden alcanzar los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos. Sin embargo, este impacto se considera totalmente mitigable.

SUELO

Etapa: Preparación del Sitio

Perturbaciones: Erosión, Pérdida del suelo orgánico

Actividad: Desmonte y Despalme

El suelo es uno de los factores que se verá más afectado por la ejecución del proyecto. En lo que corresponde a las actividades de **desmonte** y **despalme**, el principal impacto ocasionado por estas actividades es la erosión, la cual se dará como consecuencia del derribo de la cobertura vegetal. La carencia de vegetación hará que el suelo pierda estabilidad, siendo entonces más propenso a procesos erosivos tanto eólicos como hídricos. Estas mismas actividades generarán otro impacto sobre el suelo, que es la **pérdida de su capa orgánica**. El grosor de la capa orgánica de un suelo es sumamente importante ya que es un indicador de la capacidad de reciclamiento de nutrientes y por tanto, de la estructura primaria de los ecosistemas.

Para el caso en comento, el tipo de suelo en el SAR corresponde a superficies someras, delgadas, pedregosas, con alto y medio contenido de materia orgánica, bien aireadas y fácilmente erosionables. La fina capa de material orgánico (10 - 20 cm en promedio de profundidad) es la que sustenta los elementos necesarios para los bosque de coníferas y la selva baja caducifolia, pero si la remoción de la capa orgánica

se realiza más allá de la “superficie entre cerros”, se comprometería de manera importante la estructura basal del ecosistema, pues a la vez se generaría un aumento en las tasas de erosión (las cuales se intensificarían durante la temporada de lluvias). Si bien estos suelos se pueden considerar de mediana regeneración dada su someridad, a la vez son altamente inestables, por lo que son fácilmente susceptibles a erosionarse. A pesar de lo anterior, el efecto esperado será local y reversible.

Etapa: Construcción

Perturbaciones: Contaminación por derrame de combustibles, impermeabilización

Actividad: *Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación del terreno, Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Manejo y disposición de residuos.*

Durante esta etapa, existirá el empleo de diversos combustibles tanto para automotores como maquinaria. Los efectos al ambiente pueden variar dependiendo de la composición química del combustible, siendo más rápidamente biodegradables los de cadena lineal corta y siendo los más difíciles de degradar los componentes aromáticos y poliaromáticos.

De manera adicional, el combustible gastado se cataloga como un residuo peligroso, ya que por efecto de una combustión incompleta, los componentes originales se transforman en otros de mayor persistencia en el ambiente y que representa mayores niveles de toxicidad para la flora y la fauna.

El derrame de combustibles sobre el suelo afecta de manera muy particular a la microbiota responsable de la conversión de nutrimentos a partir de la degradación de la materia orgánica. La conversión de la comunidad microbiológica, variará la proporción de nutrientes en el suelo (N,P,H,C,S), lo que a la postre, puede favorecer la presencia y/o ausencia de flora característica de estos ecosistemas.

Si hablamos de especies vegetales con requerimientos ambientales muy estrechos, entonces podríamos encontrarnos con que éstas verán grandemente restringida su área de distribución, mientras que las especies más adaptables a las variaciones en las proporciones de nutrimentos en el suelo serán las que ganen terreno. Lo anterior también puede reflejarse en el cambio en la distribución de fauna asociada.

También durante la construcción, la colocación de **obras de drenaje, compactación, tendido de bases** son actividades que comprimen al suelo de manera importante. La compactación del suelo también se relaciona con la disminución del reciclamiento de nutrientes, por lo que las tasas y concentraciones de nutrimentos esenciales pueden variar de manera tal que se favorezca la presencia de ciertas especies de vegetación, mientras que otras se ven perjudicadas.

La pérdida de suelo orgánico que se presenta durante la etapa de construcción durante la **explotación de bancos de materiales y la excavación en caja y nivelación del terreno** representa en sí mismo un impacto importante debido a que la ausencia de este componente ambiental señala con claridad la imposibilidad de que vuelva a surgir en esa zona vegetación alguna. Sin embargo, este impacto se torna local y reversible si se toman las medidas adecuadas.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Etapa: Construcción

Factores Afectados: Cambios en su conformación original

Actividad: Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación del terreno, Cortes y terraplenes.

La construcción de una carretera implica modificaciones al terreno natural, ya que debido a las especificaciones técnicas de la obra, es inevitable realizar actividades como los cortes, la excavación en caja y nivelación del terreno; tales actividades modifican las condiciones originales de la geología presente, por lo que considerado un impacto ambiental irreversible y permanente.

ELEMENTOS BIÓTICOS

VEGETACIÓN

1. Volumen Forestal perdido

Etapa: Preliminares

Actividad: Compra de terrenos, Liberación DDV, Contratación y preparación del personal, desmonte, despalme y Chapeo.

Dentro de la ejecución de un proyecto carretero, uno de los impactos más evidentes y primarios que se presentan, es sobre la comunidad vegetal, ya que para introducir un camino hay que retirar la vegetación que se ubique en la zona de interés. Los ejemplares eliminados contabilizan un volumen forestal (tratándose de terrenos forestales) que es removido y que por “inercia” no es sustituido.

Esta práctica a lo largo de los años, ha ocasionado la fragmentación paulatina de grandes masas forestales a lo largo y ancho del país. La no restitución de vegetación a las orillas de las carreteras produce efectos sobre el microclima, las cualidades edafológicas, las escorrentías superficiales y en la aparición de especies secundarias de rápida propagación (y por tanto con capacidad de desplazamiento de las especies nativas).

Dentro de los numerosos servicios ambientales que ofrece la comunidad vegetal dentro de un ecosistema, podemos mencionar:

- ✚ La fijación de dióxido de carbono (CO₂) y consecuente generación y liberación de oxígeno (O₂) a la atmósfera
- ✚ La fijación de elementos esenciales como el carbono, el nitrógeno y el fósforo en compuestos orgánicos y en general en la intervención en el ciclo de los nutrientes
- ✚ Las raíces de la comunidad arbórea cumplen la función de impedir la erosión del suelo, función íntimamente relacionada con la captación de agua y recarga de mantos acuíferos.

En relación con otros grupos de seres vivos, el volumen forestal juega otro papel clave: es fuente de refugio y alimentación (dos características clave del hábitat de una especie) para todas las especies de fauna que dentro del sistema se ubican. Apoyándonos en esta premisa, podemos deducir entonces, que a mayor



volumen forestal, mayor posibilidad de la presencia / establecimiento de especies de fauna y a menor volumen forestal, reducción de sitios de refugio, fuente de alimento y por ende reducción en la población de especies de fauna altamente dependientes a especies vegetales específicas.

La pérdida de volumen forestal provoca, como se menciona anteriormente, el incremento en la evaporación de cuerpos de agua, la reducción en la captación de agua, aceleración en la erosión de suelo y de forma relacionada, la disminución en la fijación de nutrientes y como consecuencia disminución en la producción primaria y disponibilidad de alimento para fauna herbívora.

La pérdida de volumen forestal también conlleva el detrimento de la calidad paisajística, ya que el retiro de la vegetación modifica altamente la calidad visual de la zona aledaña a la carretera por lo que se considera a este impacto entre los más altos ocasionados por este tipo de obras de infraestructura

Durante la etapa de actividades preliminares no se identifican impactos directos sobre el volumen forestal, sin embargo es posible que antes y durante el proceso de compra de terrenos se realicen este tipo de transacciones a través de terceros, dentro y a los alrededores de las zonas aledañas al área de influencia directa del derecho de vía o de trazo, lo cual generará impactos indirectos sobre el volumen forestal. Por la tendencia observada en proyectos similares, en este tipo de obras que involucran el interés de particulares se pueden esperar actividades como construcción de inmuebles dentro de los terrenos involucrados propiedad de ejidatarios y particulares, dichas actividades están enfocadas a incrementar el valor de terrenos al poseer construcciones y de esta forma el volumen forestal resulta afectado, ya que la compra de terrenos por particulares generalmente desencadena tala y desmonte de suelo para su posterior uso, el cual no está relacionado directamente con la construcción del camino, pero que interactúa conjuntamente con el impacto generado sobre la vegetación.

La afectación en el volumen forestal será de los impactos más significativos del proyecto y cuya manifestación se tornará evidente durante la etapa de preparación del sitio, ya que es aquí donde se realizarán las actividades de desmonte y despalme para la preparación del terreno, lo que significará la pérdida directa del volumen forestal, en una superficie de 221.40 hectáreas equivalentes al 0.0107 % del territorio del SAR, y considerando pérdidas indirectas por otros factores ajenos a la construcción de la carretera, se estima que en conjunto de pérdida la masa forestal equivalente al 0.016% del área del SAR.

La etapa de operación y mantenimiento por sí misma no afecta el volumen forestal de la zona de influencia de la carretera una vez terminada su construcción, los impactos de esta etapa se dan por vía indirecta una vez que la carretera se encuentre en operación.

El principal factor de riesgo es el establecimiento de asentamientos humanos y comercios a las orillas del derecho de vía, lo cual provoca pérdidas de volumen forestal al hacer cambio de uso de suelo para la construcción de viviendas, chozas y locales comerciales (son comunes las tiendas de abarrotes, los negocios de mecánica y servicio a automóviles).

El tránsito vehicular es otro factor de riesgo para la pérdida de volumen forestal. Las causas principales se dan una vez que la carretera se encuentra en operación y están relacionadas a los accidentes provocados por caminos en mal estado, falta de señalización y mantenimiento en la vía de comunicación. Un accidente que involucre el derrame de desechos peligrosos y/o combustibles puede desencadenar la formación de

incendios forestales que arrasen considerables volúmenes de cobertura vegetal. La etapa de mantenimiento de la carretera puede impactar de forma negativa el volumen forestal por medio de la operación inadecuada de maquinaria y equipo, así como el mal uso de compuestos inflamables, que a su vez puede causar incendios forestales. Estos impactos a pesar de ser potencialmente importantes, a la vez son prácticamente mitigables siguiendo las indicaciones adecuadas.

2. Cambio en la estructura de la comunidad

Etapas: Preliminares, Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento

Actividad: Compra de terrenos, Liberación del DV, Contratación y Preparación del Personal, desmonte, despalme y chapeo, Manejo y disposición de residuos

La estructura de la comunidad vegetal es una propiedad de gran importancia en el ecosistema, ya que de ella depende entre otras cosas la presencia de especies de fauna y de interés. De la misma forma, la estructura de la comunidad vegetal es un indicador de la estabilidad del sistema, que nos permite identificar la salud y la etapa de madurez del ecosistema, así como la sensibilidad a las modificaciones y alteraciones antropogénicas. La estructura de la comunidad está determinada por la interacción de las especies vegetales dominantes y el medio físico. Esta interacción primaria crea nichos ecológicos que favorecen la presencia de fauna diversa.

El cambio en la estructura de la comunidad, implica una variación de las especies dominantes, lo que determina la abundancia de unas especies y la escases de otras. De manera general, la modificación de la estructura de las comunidades vegetales, altera a su vez los procesos biogeoquímicos y a largo plazo provoca, cambios en las propiedades del suelo, principal limitante para el establecimiento de las especies vegetales.

Durante las actividades preliminares del desarrollo del proyecto no se identifican impactos directos causados por estas actividades, sin embargo se estiman impactos indirectos categorizados como nulos y muy bajos, relacionados no con la construcción de la carretera *per se*, sino más bien asociados a la compra - venta de terrenos aledaños a la carretera por particulares, lo que puede afectar a la distribución de especies dentro de la zona.

Durante la etapa de preparación de sitio, se identifican impactos negativos de magnitud moderada sobre la estructura de la comunidad, estos impactos se presentan durante el proceso de desmonte y en menor medida durante la etapa de despalme y preparación de sitio.

El principal factor de riesgo es la tala/desaparición de especies sensibles y de limitada distribución; de igual forma, las actividades de despalme involucran la remoción de cobertura vegetal de las áreas aledañas al derecho de vía, lo que trae consigo el establecimiento de vegetación secundaria y oportunista de alta tolerancia a perturbaciones. Se considera que el cambio en la estructura de la comunidad será de muy bajo a nulo, ya que la vegetación a remover se localizará únicamente en la superficie entre cerros.

Se estima que para la etapa de construcción no se generarán impactos en la estructura de la comunidad, sin embargo se considera que existe el riesgo (aunque bajo) de afectar este componente ambiental por el uso de

maquinaria y herramientas, y el manejo de residuos, En este caso se considera que los impactos son insignificantes, categorizados como de muy bajas a nulos y de pronta recuperación.

Las actividades relacionadas con excavación, acarreo de materiales, cortes y terraplenes, obras de drenaje, compactación, tendido de bases y fabricación de carpeta de asfalto producirán impactos sobre la estructura de la comunidad, sólo por el mal uso de maquinaria y equipo y el inadecuado manejo de materiales inflamables y/o peligrosos que llegaran a afectar grandes extensiones de territorio, En estos casos, los daños máximos se pueden considerar como moderados y la recuperación del sistema será dentro de un periodo menor a 5 años, por lo que de manera global, el daño provocado se puede considerar como moderado a bajo.

Las actividades derivadas de la operación y mantenimiento de la carretera, se consideran como de bajo impacto en la estructura de la comunidad. De forma directa, los impactos de esta etapa, se presentan a través de accidentes automovilísticos causados por vías en mal estado, falta de señalamientos e iluminación que lleguen a afectar a la vegetación ubicada a las orillas de la carretera. Por la naturaleza del impacto y el área que cubren, dichos impactos se consideran bajos o nulos y de rápida recuperación.

De similar forma, las actividades relacionadas con la reparación de la carretera no representan impactos significativos en la estructura de la comunidad, salvo el caso de accidentes causados por el inadecuado manejo de materiales inflamables y desechos peligrosos y cuyo impacto puede llegar a ser moderado en caso de que los accidentes impliquen extensiones de terreno superiores a las 5,000 hectáreas.

3. Reducción de la Biodiversidad

Etapa: Preliminares, Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividad: desmonte, despalme y chapeo

La diversidad biológica es otro atributo importante que nos refleja el estado del ecosistema. Si bien la diversidad florística está determinada por el conjunto de condiciones fisiográficas y ambientales de un sitio, también está determinada por la etapa de madurez de un sistema y ambos factores establecen la forma en cómo el ecosistema responderá a las presiones externas. De esta forma tenemos que por ejemplo, en un sistema relativamente joven o poco perturbado, la competencia interespecífica por el establecimiento y extensión es poca debido a la cantidad de nichos ecológicos disponibles, por lo que se favorecen altos índices de diversidad, mientras que a medida que el sistema madura, las especies dominantes se establecen y mientras ocupan todos los nichos ecológicos disponibles, desplazando a las especies menos competitivas, reduciendo la biodiversidad del sistema.

La pérdida de diversidad florística originada por actividades relacionadas a la ejecución del presente proyecto, se manifiesta en la pérdida de especies sensibles a cambios ambientales, de distribución limitada o de baja abundancia; dichas especies son aquellas que se encuentran catalogadas dentro de alguna categoría de protección, dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y que son objeto de un seguimiento minucioso para su conservación.

La pérdida de diversidad vegetal en la etapa de impactos preliminares se da como un impacto relacionado con la ejecución de otros proyectos dentro del SAR, independientes a la ejecución de la carretera y cuyo efecto se manifestará con o sin la inclusión de este proyecto dentro del SAR. El crecimiento demográfico ocasionará la pérdida de grandes extensiones de terreno, lo que reducirá la distribución y abundancia de especies sensibles y finalmente, podrá impactar sobre la abundancia de especies.

Durante la etapa de preparación de sitio, se realizarán actividades de desmonte, que como se mencionó anteriormente, impactarán de forma negativa sobre el volumen forestal, incidiendo primordialmente en la distribución y abundancia de especies sensibles, lo cual puede poner en riesgo la diversidad florística y faunística. Sin embargo se espera que estos impactos sean de muy bajos a nulos al considerar la proporción de las áreas desmontadas con respecto a las dimensiones del SAR, además de que en la zona de influencia directa del proyecto (sitio de remoción vegetal) no se encontraron especies sensibles o enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Durante la etapa de construcción se esperan impactos a la distribución y abundancia de especies que son considerados como bajos y muy bajos, lo cual no representa un riesgo para la diversidad florística. El único riesgo a considerar en este caso, es la aparición de alguna contingencia ambiental provocada por el inadecuado manejo de maquinaria y equipo, derrame de residuos peligrosos o accidentes con compuestos inflamables. En estos casos, se considera que los impactos pueden ser moderados pero sólo una vez que dichas contingencias se salgan de control y afecten áreas superiores a las 1,000 hectáreas. Por otra parte, en caso de que una contingencia supere el radio de afectación de 10,000 hectáreas, el impacto generado se considerará alto y con un largo periodo de recuperación; sin embargo, los volúmenes que se emplearán de combustibles y otros materiales inflamables durante la ejecución de la obra se estiman ínfimos como para generar un radio de afectación de al menos 1,000 hectáreas.

Durante la etapa de operación y mantenimiento los impactos sobre la diversidad florística se estiman muy bajos, y de efecto indirecto. En esta etapa sólo se considera el riesgo de afectación a esta componente ambiental por el mal manejo de maquinaria, inadecuada manipulación de residuos peligrosos y compuestos inflamables, en tales casos se estima que el daño sea de bajo a moderado y de pronta recuperación para el sistema.

4. Reducción / Pérdida de distribución

Etapas: Preliminares, Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento

Actividades: desmonte, despalme y chapeo

Cada especie que forma parte del ecosistema cumple un papel específico que contribuye a la estabilidad del mismo, la importancia de una especie dependerá de la función que realice y la estabilidad del ecosistema podrá prescindir o depender de alguna especie en particular de acuerdo a dichas funciones. Dentro de un ecosistema existen especies que realizan funciones similares, o visto desde otra perspectiva, hay funciones que son cubiertas por una o más especies, cuyo cambio o alteración puede desencadenar la desestabilización del sistema e incluso en la modificación total del mismo.

Es aquí donde el análisis particular de la distribución de una especie vegetal es de vital importancia para detectar posibles alteraciones al sistema en función de la presencia /ausencia de una especie y la función ecológica que cumple.

Dentro del sistema existen especies que tienen amplios rangos de tolerancia a cambios de hábitat como las fabáceas y mimosáceas, mientras que, por otra parte se presentan especies con requerimientos de hábitat específicos (cicadáceas, cactáceas, orquidáceas, palmáceas), que las hacen altamente sensibles a la perturbación y alteración de las condiciones ambientales, lo que frecuentemente ocasiona la extinción de la especie dentro del sistema en particular, aunque dicha especie tenga presencia en otras zonas o ecosistemas.

A nivel de vegetación, la presencia/ausencia de una especie influye directamente en la estructura de la comunidad y su distribución condiciona la presencia de otras especies (principalmente de fauna) que de ella dependen, de ahí que el impacto generado sobre este componentes de la vegetación se estime moderado aunque altamente mitigable.

La distribución de especies vegetales dentro de la zona de influencia está íntimamente relacionada con el volumen forestal. La reducción del volumen forestal es un factor potencial que a su vez reduce la distribución de especies, sobre todo de aquellas que son altamente sensibles a los cambios y perturbaciones, por necesitar requerimientos específicos de hábitat.

Las actividades preliminares pueden impactar de forma negativa la distribución de especies, aunque los impactos se consideran indirectos debido al efecto acumulativo por las acciones que desencadena el retiro de vegetación por actividades diferentes a la ejecución de esta carretera

De la misma forma que con la pérdida de volumen forestal, la especulación e interés de particulares, generados por proyectos de este tipo y magnitud, es la principal causa de impactos adversos a la distribución de especies. La adquisición de terrenos y levantamiento de construcciones dentro de los mismos por parte de terceros sobre el eje del trazo o en las zonas aledañas, conlleva al desmonte de áreas considerables de vegetación que sumadas a las áreas de remoción vegetal que el proyecto requiere, representan un factor sensible que reduce la distribución de especies y que puede incluso provocar a la desaparición de especies altamente sensibles en el sistema.

La distribución de especies es un componente que se verá sensiblemente afectado durante la etapa de preparación de sitio, de acuerdo con las matrices de máximo daño y contingencia elaboradas en el presente estudio. El impacto esperado es de magnitud y extensión moderada. Las causas principales que generan esta magnitud de impacto en esta etapa, se relacionan con las actividades de desmonte de cobertura vegetal, ya que al reducirse la cobertura vegetal automáticamente disminuye la distribución espacial de especies. El nivel de impacto dependerá del área afectada.

Durante la etapa de construcción se estima que los impactos serán de nulos a mínimos, los principales focos de impacto se asocian en las actividades relacionadas al uso de maquinaria y equipo y cuyo manejo inadecuado puede provocar la tala innecesaria de individuos pertenecientes a especies de limitada distribución o de baja abundancia. Sin embargo, en este caso, se espera que los impactos sean bajos y la recuperación de este componente sea moderada.



De forma similar se estima que las actividades de explotación de bancos de materiales, manejo y disposición de residuos pueden impactar de forma negativa la distribución de algunas especies en caso de no seguir los reglamentos previamente establecidos y los manuales de operación de maquinaria así como de actividades permitidas dentro de la zona de trabajo

En este caso, se espera que los impactos sean de nulos a muy bajos y se presenten sobre especies altamente sensibles a cambios de hábitat y alteraciones antropogénicas, como ruido, incremento en concentración de gases contaminantes y contaminación de suelos.

En caso de pérdidas moderadas se estima que sólo ocurran como consecuencia de incidentes relacionados con el manejo de materiales inflamables y combustibles, que puedan provocar la contaminación y/o quema de grandes extensiones de tierra.

FAUNA

1. Reducción de la Abundancia

Etapas: Preliminares, Preparación el sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividades: Despalme, Desmonte, cortes y excavaciones, acarreo de materiales, manejo de residuos, operación de la carretera

La abundancia de especies de fauna dentro del sistema se encuentra íntimamente relacionada a la disponibilidad de recursos, principalmente alimento y refugio. La competencia entre especies es otro factor que limita la abundancia de una especie en particular y en algunos casos se puede presentar competencia de individuos de la misma especie. Dentro del SAR los principales impactos generados sobre la abundancia de las especies, se dan por medio de la pérdida de hábitat (al disminuir la cantidad de alimento disponible y las zonas de refugio, a la vez que aumentan las probabilidades de ser cazados por el hombre).

En este contexto, el impacto sobre la abundancia de fauna se cuantificó en función de la pérdida de cobertura vegetal, la fragmentación del hábitat a causa de la ejecución del proyecto y el ahuyentamiento de individuos causado por ruido y actividades relacionadas con el proceso de construcción y operación, mientras que los impactos acumulativos potenciales se estimaron al integrar los impactos del presente proyecto con factores externos e independientes a la ejecución del mismo, tales como crecimiento demográfico y la ejecución de otro tipo de proyectos dentro del SAR.

De esta forma, se estimó que los impactos directos generados por la ejecución del proyecto sobre la fauna serán de baja magnitud y donde la recuperación en el sistema será de rápida a moderada. Mientras que los efectos acumulativos sobre este componente ambiental se presentarán con o sin la ejecución de este proyecto.

Las actividades que comprenden la etapa preliminar no generarán impactos directos sobre la fauna por sí mismas, sin embargo de la misma manera que con el componente florístico, existen factores externos relacionados con intereses particulares de terceros que en determinado momento pueden influir sobre la abundancia de especies.

Durante la etapa de preparación de sitio se estiman impactos sobre la abundancia de fauna, causados por la remoción de cobertura vegetal (desmonte), que si bien no son de consideración debido a su extensión, si representan un impacto sensible sobre toda la comunidad faunística al menos en la zona de influencia directa del proyecto.

En general las actividades de preparación de sitio involucran la generación de ruido que ahuyenta a la fauna en general, este impacto puede considerarse como positivo ya que al espantarse la fauna y alejarse del lugar, se evitan afectaciones en la abundancia de las poblaciones y una vez terminadas las actividades de preparación y construcción, las especies tienden a regresar y cubrir las aéreas previamente abandonadas, por lo que la duración de este impacto es baja y de pronta recuperación.

De forma similar a la etapa anterior, la construcción de la carretera genera impactos en la abundancia de fauna, considerados como de baja magnitud que se describen a continuación. La etapa de construcción implica el uso de maquinaria y equipo que genera ruido por tiempos prolongados y que de forma directa ahuyenta a los individuos presentes en áreas cercanas a la zona de obra, de la misma forma que en la etapa anterior este impacto puede considerarse como positivo al no causar e incluso prevenir daños físicos directos a los individuos. La magnitud del impacto se considera baja tomando en cuenta el área afectada en proporción con el SAR y la recuperación de este impacto se estima sea rápida, en un periodo menor a 5 años una vez concluida esta etapa. Una vez concluida la obra y ya con la carretera en operación, se estima que la abundancia de fauna aumentará en la zona de influencia directa del proyecto en periodos de tiempo relativamente cortos (no mayor a 5 años).

Sin embargo, no todas las especies regresarán a la zona; es más probable que la nueva colonización de nicho ecológicos la realicen especies más generalistas y que toleren de mejor manera las perturbaciones antropogénicas (que en esta etapa estarán formada por el aumento de ruido y durante la noche, por las luces de los vehículos). Por otra parte, los impactos sensibles sobre la abundancia en esta etapa se darán a causa de la fragmentación de hábitat, reduciendo la disponibilidad de hábitat y con ello la fuente de alimento y refugio. La magnitud del impacto en este componente se considera baja, tomando en cuenta el área de afectación en proporción al SAR.

Las obras de mantenimiento de la carretera generarán impactos sobre la abundancia de fauna al usar maquinaria y equipo que producen ruido excesivo que ahuyenta a los individuos, este impacto se considera bajo con tendencia a nulo, ya que no causa daños directos a los individuos y el regreso a la normalidad en el área de influencia se espera sea rápida en periodos de tiempo menores a un año una vez terminadas las actividades de mantenimiento.

Otro de los peligros más importantes que representa una carretera es el “efecto barrera” que la misma significa dentro del ecosistema. La interrupción de rutas migratorias no es impedimento para que la fauna atraviese la vía en busca de alimento, agua, refugio, pareja etc., lo que pone a los individuos en riesgo de ser atropellados. Este fenómeno puede agravarse en la temporada invernal, ya que el calor que irradia el pavimento atraerá a animales de sangre fría (anfibios, reptiles) e incluso aves y mamíferos.

2. Reducción / Pérdida de distribución de especies

Etapa: Preliminares, Preparación el sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividad: Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación de terreno, Acarreo de materiales, Cortes y Terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Manejo y disposición de Residuos.

La distribución de una o más especies clave de fauna dentro de un sistema es un indicador de la calidad y estabilidad del mismo.

La presencia/ausencia de especies nos puede dar referencias para comprender las dinámicas poblacionales y comunitarias de fauna dentro de un sistema, aunque las observaciones de este factor deben ser minuciosas y cautelosas ya que son altamente sensibles a errores de interpretación. Por ejemplo, una mayor cantidad de especies y mayor presencia territorial dentro de una región puede indicarnos por un lado, mayor disponibilidad de recursos del sistema, aunque por el contrario, también puede indicar falta de competencia específica para ese recurso en particular.

De forma complementaria, el crecimiento poblacional acelerado de una especie puede convertirla en plaga dentro del sistema, por lo que es necesaria la regulación biológica; es aquí es donde cobra importancia la presencia de especies que actúan como reguladores de especies menores, tal es el caso por ejemplo de los felinos que regulan las poblaciones de mamíferos medianos, mientras que éstos a su vez regulan las poblaciones de mamíferos pequeños.

La importancia que tiene la distribución de especies en el sistema es entonces, significativo para mantener el equilibrio del sistema y de esta forma evitar el interrumpir los procesos ecológicos que pueden llevar a la desestabilización del sistema.

Dentro de las actividades de ejecución de obra del presente proyecto se esperan impactos que si bien tendrán repercusiones temporales sobre la distribución de las especies, los efectos a largo plazo serán mínimos y de rápida recuperación, cuya duración será temporal mientras se realizan las actividades correspondientes a preparación de sitio y construcción de obra.

De acuerdo con nuestro estudio, las actividades correspondientes a la etapa preliminares no generan impactos directos por sí mismas en la distribución de especies de fauna, aunque se estima que se presenten impactos acumulativos en combinación con factores externos como el incremento de la mancha urbana en zonas cercanas. Este crecimiento repercutirá principalmente en la distribución de especies poco tolerantes a la presencia humana o a la perturbación antropogénica.

La estimación que se realizó de estos impactos se considera como de baja a moderada (en magnitud). En función del área que se estima se perderá de acuerdo a las expectativas municipales de crecimiento poblacional. Este impacto se considera acumulativo y se presentará con o sin la ejecución del proyecto, al depender de otros factores de desarrollo urbano de la región.

Durante la etapa de preparación de sitio la distribución de especies se verá afectada temporalmente como consecuencia del desplazamiento de individuos provocado por el ruido producido durante las diversas actividades a realizar. La magnitud de este impacto se considera como moderado y la duración del mismo se estima como temporal, abarcando sólo el tiempo de ejecución de la obra, por lo que se estima que la recuperación de distribución en las zonas afectadas será rápida una vez que terminen las obras.

Como se mencionó anteriormente, las obras correspondientes a la etapa de construcción de la obra generarán ruidos que ahuyentarán a los individuos, modificando temporalmente la distribución de las

especies. En esta etapa se estima que los impactos sobre esta componente serán temporales y de magnitud moderada. Considerando el área de afectación directa en proporción al SAR, se estimó que el impacto será bajo y la recuperación de la distribución de las especies será rápida en un periodo menor a 5 años después de concluidas las obras.

La etapa de operación y mantenimiento producirá impactos considerados como bajos aunque de duración permanente. Se discurre que la carretera interrumpirá el libre paso de fauna dentro del área de afectación y en algunos casos provocará la pérdida de individuos a causa de colisiones con vehículos en tránsito.

De forma complementaria, se espera la reducción en la distribución de especies como un impacto acumulativo, en complemento con factores externos tales como la tala y el crecimiento urbano de las zonas cercanas al área del trazo. El potencial de impacto de estos factores se considera como moderado aunque se encuentra en función del nivel de fragmentación ocasionado y la implementación de medidas de mitigación exitosas, los factores ecológicos en este caso tienen relación, aunque su impacto es de baja a nula magnitud.

Uno de los impactos más directos y fáciles de reconocer en comparación con los anteriormente mencionados es el **atropellamiento de la fauna**, esto porque constantemente se observan en las carreteras los cuerpos de animales muertos.

Cabe mencionar que este impacto se incrementa dado que existen algunas especies de fauna como reptiles (culebras, iguanas) y en general, animales poiquilotermos que buscan elevar su temperatura corporal acercándose a las carreteras ya que el pavimento absorbe calor. Es por eso que este grupo es más propenso a ser arrollado; sin embargo, también los mamíferos resultan afectados, aunque en este caso se debe a la gran velocidad con la que transitarán los vehículos, no dando tiempo a que el individuo pueda desplazarse de tal forma que se evite la colisión.

3. Pérdida del hábitat

Etapa: Preliminares, Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividad: Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación de terreno, Acarreo de materiales, Cortes y Terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Manejo y disposición de Residuos.

La disponibilidad de hábitat es el principal condicionante del establecimiento o presencia de las especies de fauna, mientras que la presencia de especies clave dentro del hábitat es un indicador de la estabilidad del sistema.

La reducción de hábitat es un factor que influye en la abundancia y distribución de las especies, se da por diversas causas, entre las naturales se pueden mencionar los incendios forestales y la presencia de huracanes, mientras que por parte de las antropogénicas, se encuentran el cambio de uso de suelo, la tala, incendios provocados, la contaminación de atmósfera, suelos y cuerpos de agua.

Las obras correspondientes a este tipo de proyectos causan impactos al ocasionar la fragmentación de hábitat. La magnitud de los impactos dependerá de las extensiones de las áreas que se vean afectadas, de la

duración de la afectación y de la adición de los impactos externos causados por factores sociales y antropogénica ajenos a este proyecto

Los grupos más sensibles a estos impactos son los reptiles, las aves y los mamíferos arborícolas, como consecuencia de pérdidas temporales y permanentes de hábitat. De acuerdo a nuestras estimaciones, se espera que dichos impactos sean de magnitudes bajas a nulas a nivel del SAR, aunque se estiman moderadas a nivel del área de influencia directa del proyecto.

Las actividades preliminares no causan impactos directos sobre el hábitat, sin embargo existe el riesgo de que la pérdida de hábitat se dé por efecto de intereses particulares en la zona de influencia al área de trazo e incluso dentro de la zona de derecho de vía antes de que se presente la compra de terrenos. Las actividades de preparación de sitio son las principales generadoras de impactos en la disponibilidad de hábitat, el volumen de vegetación removida y desmontada reduce el área de hábitat disponible para especies de aves, mientras que el cambio de uso de suelo en las zonas de afectación directa es el principal factor de pérdida de hábitat para la comunidad herpetológica.

Las estimaciones realizadas indican que el cambio de uso de suelo en la zona de derecho de vía ocasionará la pérdida permanente de suelo en el área correspondiente, la magnitud de este impacto se estima en aproximadamente 122.4 Ha dañadas que representan el 0.0.17% del SAR. La fragmentación de hábitat ocasionada por estas actividades será mínima y la recuperación del hábitat será irremplazable en el área dañada, y moderada (en un periodo de 7 años) en la zona posterior a la línea entre cerros.

Las actividades de desmonte y remoción de vegetación impactarán en la disponibilidad de sitios que ofrezcan alimentación y refugio a la fauna, siendo las aves el grupo más sensible a estas pérdidas, ya que se reducirán los sitios de percha, nidación y alimentación; efecto similar ocurrirá con los mamíferos arborícolas, aunque en menor grado. La magnitud de estas pérdidas se considera muy baja, al representar un volumen de 211.4 hectáreas, de un total de 2,072.1 hectáreas que forman el SAR. Las pérdidas de estas áreas se consideran permanentes en la superficie entre cerros y temporales en la zona de influencia (DDV).

Las actividades correspondientes a la etapa de construcción no causarán impactos directos significativos en la disponibilidad de hábitat. Las estimaciones realizadas indican que los impactos mayores se presentarán a través de los efectos acumulativos de actividades aisladas como la apertura de bancos de materiales distintos a los propuestos en este estudio, la creación de bancos de tiro no autorizados y el mal manejo de residuos y materiales flamables, en conjunto con factores externos al plan de obra.

La magnitud de impacto en esta etapa se considera de baja a nula si se respeta el programa de obra y los reglamentos de actividades permitidas previamente establecidos, en caso contrario, se estima que podrán presentarse accidentes ambientales que podrán poner riesgo el hábitat dentro de la zona de influencia del proyecto. La magnitud de este impacto se estima como moderada en caso de tratarse de contingencias de dimensiones considerables (superiores a 3000 hectáreas) y casi nulo en caso de tratarse de menores extensiones.

Una vez terminada la etapa de construcción de obra, se espera la recuperación de vegetación en la zona de influencia de la carretera terminada y con ello el incremento en la disponibilidad de hábitat que permitirá que de nueva cuenta la fauna se ubique cerca de la zona del proyecto. Durante la etapa de operación de

carretera se esperan impactos acumulativos sobre el hábitat, producto de efectos sociales ajenos a la ejecución de la obra y como consecuencia del crecimiento urbano de los poblados cercanos.

La magnitud de estos impactos se estima será moderada y podrá incrementar o disminuir en función del ritmo de crecimiento demográfico de la cabecera municipal, la duración del impacto será permanente. La ejecución de la obra es independiente de estos efectos y se presentarán con o sin la carretera en operación, la magnitud de los impactos sobre el hábitat a largo plazo podrá ser de moderada a alta y su mitigación dependerá del éxito de implementación de programas de ordenamiento territorial y manejo para la región.

El análisis que de este componente se realizó en el presente estudio, indica que el riesgo de tráfico adquiere mayor relevancia dentro de las actividades que involucran la participación de personal y que de no considerar los temas de ética ambiental y conservación/cuidado del ecosistema dentro de la capacitación previa al personal, pueden ocasionar la extracción ilegal de especies ya sea con fines comerciales o de consumo propio. El impacto en este rubro se considera muy bajo, debido a la duración de la etapa de construcción y la duración de las jornadas de trabajo, que restringen el tiempo durante el cual personas con intereses particulares en extracción ilegal pudieran operar, siendo así un impacto poco significativo.

PAISAJE

Etapa: Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento

Actividad: Todas

Las actividades de desmonte y despalme generan impactos visuales en el paisaje afectando la calidad visual o belleza escénica. Este componente es uno de los más afectados debido a que la zona aún tiene un alto grado de conservación de cobertura vegetal por lo que el retiro de vegetación será discrepante con la apariencia actual de la región. Además del despalme y desmonte, también los cortes y terraplenes son actividades que modifican la geomorfología, y por consecuencia el Paisaje. De la misma forma también la generación de residuos contribuye en la modificación del paisaje ya que al no disponerlos en la forma correcta se altera el paisaje minimizando la calidad visual.

Por otra parte, la señalización también contribuye en la modificación a este componente, ya que estos son elementos que no pertenecen al paisaje de manera natural y recordemos que cualquier intromisión ajena al medio natural se considera un estresor y por tanto, un impacto ambiental, mismo que tendrá un alto grado ya que se ubicará a lo largo de una extensión importante y es un impacto irreversible.

Durante la implementación de la carretera una vez determinado el proyecto geométrico final se tendrán que incorporar estructuras que permitan el libre tránsito de fauna (pasos para fauna), los que a su vez constituyen elementos ajenos al paisaje. Dichas obras producen modificaciones permanentes al paisaje. Aunado a esto, una vez que la carretera se encuentre en operación, se propiciará la instalación de anuncios, propaganda y señalización, que en conjunto modifican de manera adicional al paisaje en un grado alto y de forma irreversible. Sin embargo, mediante las medidas de compensación se pretende que el impacto pueda minimizarse o compensarse en la medida de lo posible.

Otro factor que hay que considerar es que también una vez que la carretera se encuentre operando existirá la proliferación de basura como latas, bolsas de plástico, comida, botellas de vidrio, lo que le da un pésimo aspecto. Sin embargo, es un impacto totalmente mitigable si se siguen las recomendaciones pertinentes.

ANTROPOGÉNICO

Etapas: Preliminares

Factores Involucrados: Aceptación del proyecto

Actividades: Compra de terrenos, Liberación del derecho de vía, contratación y preparación del personal.

La construcción de una nueva carretera siempre genera una fuerte polémica y expectativa entre los habitantes del lugar, mismos que pueden estar de acuerdo o no con dicha situación, lo que puede deberse a diversos factores. En este caso en especial, según un sondeo a la población realizado en la visita a campo pudimos apreciar que el proyecto tiene excelente aceptación, a causa de los beneficios que les proporcionará, sobre todo a las tierras ejidales (ya que representa una vía de comunicación que acortará los tiempos de traslado hacia poblaciones vecinas, a la vez que permitirá que algunos terrenos puedan ser empleados para actividades de ecoturismo. La aceptación del proyecto es muy importante debido a que se han presentado casos en que la inconformidad de los habitantes es tal que pueden llegar a detenerse la construcción de una vía.

Las causas más comunes que generan este tipo de inconformidades se debe a la compra de terrenos a los ejidatarios o propietarios, que indiscutiblemente convierten la tenencia ejidal a privada. Las negociaciones en este aspecto suelen ser más difíciles en vista de que cada propietario puede tasar el valor de su terreno en forma diferencial, existiendo discrepancias en la oferta que retrasen o incluso impidan la construcción del de esta carretera. Por esta razón es que se recomienda establecer las negociaciones pertinentes de manera previa, y que esto no represente un problema a medida que se desarrolle el proyecto.

Etapas: Construcción

Factores Involucrados: Riesgos de accidentes

Actividades: Empleo de maquinaria y equipo, explotación de bancos de material, excavación en caja, acarreo de materiales, cortes y terraplenes, obras de drenaje, tendido de bases, fabricación y colocación de la carpeta asfáltica, manejo y disposición de los residuos, carretera en operación.

Los riesgos de accidentes son un factor latente en la construcción de cualquier tipo de obra, y esta no es la excepción. Se considera un impacto de carácter antropogénico debido a que muchas veces un error humano puede llegar a causar contingencias o catástrofes de grandes magnitudes, es por esta razón que este factor debe ser considerado durante la evaluación de impacto ambiental. Este riesgo se presenta principalmente durante la etapa de construcción ya que es en esta etapa en donde existe una mayor probabilidad a que ocurra algún siniestro o acto indeseable, debido tanto al tipo de actividades que aquí se realizan como los materiales y sustancias que se manejan. Cualquier descuido o distracción puede ser determinante en la ocurrencia de algún accidente y poner en riesgo el bienestar del personal y del medio ambiente en que se encuentra. Sin embargo, este impacto es mitigable y de llevarse a cabo el programa de seguridad e higiene de la obra no tendría por qué presentarse ningún siniestro. Los accidentes viales ocasionados por la

colisión con ganado, fauna silvestre o personas también pueden generarse en caso de no contar con los pasos para fauna y los señalamientos adecuados.

IMPACTOS BENÉFICOS

ANTROPOGÉNICOS

Etapa: Preparación del sitio

Factores Involucrados: Generación de empleos, Expansión de la infraestructura local y regional.

Actividades: Compra de terrenos, Liberación del derecho de vía, Contratación y preparación del personal.

La *generación de empleos* es uno de los impactos positivos más importantes. Con esta nueva obra se contribuye de manera adicional al aumento de empleos en una rama diferente a las actividades económicas preponderantes de las poblaciones cercanas al sitio de la obra, por lo que existirá la diversificación de fuentes laborales, lo que se traduce en un efecto benéfico a nivel regional.

El principal impacto beneficio o positivo que se va a generar es la **expansión de la infraestructura local y regional** que es precisamente uno de los principales motivos de construcción de la carretera ya que dentro del SAR no existen carreteras pavimentadas, únicamente caminos de terracería y numerosas brechas.

Etapa: Operación y Mantenimiento

Factores Involucrados: Calidad de vida, Demografía, Generación de empleo, Desarrollo urbano, Expansión de la estructura local y regional.

Actividades: Carretera en operación, Señalización, Tránsito Vehicular, Mantenimiento.

Es claro que a consecuencia los beneficios anteriormente mencionados se contribuye a elevar la *calidad de vida* de los habitantes de las comunidades rarámuri beneficiadas por la cercanía de la construcción, ya que se **generarán** nuevas fuentes de **empleo** y de esta forma aumentará en nivel de bienestar de la población, es por esta razón que la construcción de esta carretera es tan importante dado que permitirá establecer una mejor comunicación dentro de la región y como es lógico, la población tendrá crecimiento local y regional al ampliarse su área de comercialización y acortar distancias.

V.3.1. Identificación de impactos en el Subsistema Acuático

Si bien la mayor parte de los impactos ambientales ocasionados por este camino de reflejarán en la parte terrestre de la biósfera; el hecho de que dentro de la zona del trazo se encuentran cercanas a algunos cuerpos de agua como el Río Cerohahui, el Río Septentrión, parte del Río Urique, la Presa Luis Donaldo Colosio (Huites) y el inicio del Río Fuerte, requirió la evaluación de impactos ambientales que potencialmente pueden generarse en estos ecosistemas acuáticos por la construcción de la obra.

En virtud de que este proyecto no contempla la construcción de estructuras y con ello, las obras no se realizarán sobre el lecho de estas cuencas hidrográficas; los impactos ambientales que potencialmente se producirán sobre estos cuerpos de agua están relacionados a la disposición inadecuada de residuos vegetales, municipales, pétreos y peligrosos, que por arrastre eólico, pluvial y/o mecánico entren a estos ecosistemas.

Por lo anterior, se procedió a realizar una matriz de interacciones donde se evaluó el manejo inadecuado de todo tipo de residuos con respecto a la calidad del agua, los sedimentos, la vegetación hidrófita y la fauna acuática. Cabe aclarar que ninguno de los impactos ambientales calculados en el subsistema acuático se consideró positivo.

Factores Abióticos

Calidad del Agua

Etapa: Preparación del sitio

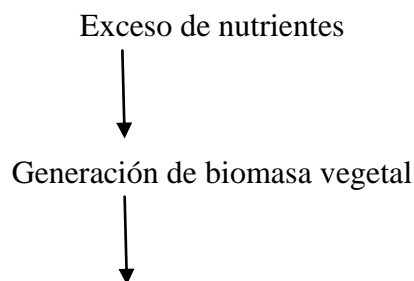
Factores Involucrados: Generación de residuos vegetales y municipales.

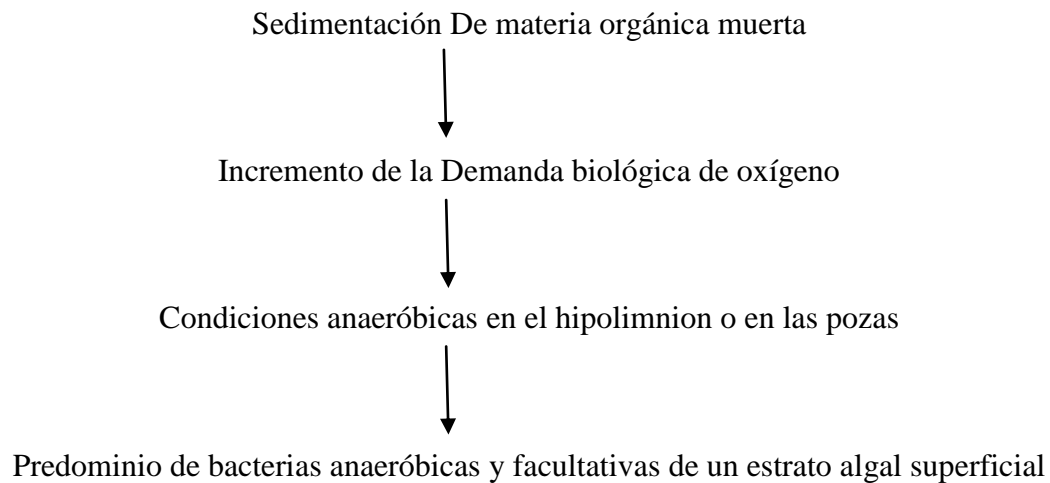
Actividades: Desmonte y despalme

Durante la preparación del sitio, se generarán diversos residuos orgánicos producidos por la vegetación removida; la cual de no ser dispuesta de manera adecuada puede afectar la calidad del agua de la siguiente forma:

La compleja actividad microbiana de los cuerpos de agua es la encargada del reciclamiento de nutrientes que forman parte del primer eslabón de las cadenas tróficas acuáticas.

Dentro de los elementos terminales de la remineralización de nutrientes se tiene la producción de nitratos y fosfatos. Si bien durante la temporada de lluvias existe la remoción, transporte y disolución de estos elementos a lo largo de los ríos y la presa, en temporada de secas factores como la menor cantidad de agua, la ausencia de corrientes y menores concentraciones de oxígeno disuelto, favorecen la concentración de dichos elementos; siendo el fósforo en forma de ortofosfatos el de mayor interés ya que se considera un nutriente limitante para el crecimiento del plancton, ocasionando en consecuencia la eutroficación de estos cuerpos de agua. De manera general, el desequilibrio ecológico que representa la eutroficación en los ecosistemas acuáticos es el siguiente:





Produciendo los siguientes efectos en la calidad del agua

- Aumento en la cantidad de materia orgánica particulada como fitoplancton, zooplancton, bacterias y detritus
- Sustitución de comunidades fitoplanctónicas crisofíceas por clorofíceas y cianofíceas.
- Presencia de malos olores y sabores
- Cambio en la colocación del agua
- Mineralización incompleta de nutrimentos por la falta de oxígeno disuelto, generando gases como metano, amonio, ácido sulfídrico y favoreciendo la liberación de metales asociados a sedimentos como hierro, manganeso, azufre, etc; cuya presencia altera toda la fisicoquímica del agua

Por otra parte, los residuos municipales serían aquellos producidos por los trabajadores (papel, plástico, aluminio) que al alcanzar los cuerpos de agua mencionados, en primera instancia afectarán el paisaje, ya que representan un componente discordante del entorno natural. El papel tiende a degradarse por tener componentes orgánicos, pero por otro lado, el aluminio se corroe, liberando óxidos de aluminio y disminuyendo el pH del agua; esta disminución de pH conlleva a la liberación adicional de otros elementos metálicos asociados a los sedimentos de las orillas de estas cuencas limnéticas, con el riesgo potencial de afectar la salud humana si esas aguas se emplean para consumo humano o para uso con contacto primario (ya sea recreativo o para riego agrícola).

Finalmente, los plásticos son el tipo de residuo municipal más persistente en el ambiente debido a sus muy bajas o nulas tasas de biodegradación. En este caso los plásticos tenderían a acumularse en sitios donde las corrientes de agua sean bajas y/o nulas; y el efecto inmediato será una disminución en la incidencia de luz solar donde se depositen estos desechos; la disminución de irradianza producirá efectos en la calidad del agua, al promoverse la muerte y subsecuente putrefacción del plancton de los sedimentos y especies hidrófilas cercanas.

Etapa: Construcción del sitio

Factores Involucrados: Generación de residuos municipales y pétreos

Actividades: Todas las incluidas en esta fase de la obra

En cada una de las actividades de construcción de la obra, se generarán residuos municipales y pétreos por parte de los trabajadores, que al llegar a la cuenca receptora pueden cambiar la calidad del agua que contienen de la siguiente manera:

- Variación de la temperatura por bloqueo parcial o total de irradianza
- Cambios en el pH por efecto de la modificación de especies de fitoplancton asociado al bentos Variación en los valores de alcalinidad y dureza (originada por el material removido)
- Aumento en la tasa de Degradación Bioquímica de Oxígeno (por efecto de material putrescible)
- Aumento en la tasa de degradación Química de Oxígeno (derivado de materiales no putrescibles como por ejemplo plásticos degradados por bacterias heterótrofas)
- Aumento potencial de elementos metálicos (Fe, Al, Mn, Pb, Cu, Cd, Zn, etc.) provenientes de los materiales pétreos

Otro efecto inmediato de afectación de calidad del agua por efecto de la obra es el aumento en la concentración de material particulado.

Etapas: Construcción del sitio

Factores Involucrados: Generación de residuos peligrosos

Actividades: Todas las incluidas en esta fase de la obra

Los residuos peligrosos evaluados en este proyecto son los hidrocarburos y la mezcla asfáltica (también compuesta por hidrocarburos). Si bien este tipo de compuestos son hidrófobos; los combustibles tienden a crear una capa fina opalescente sobre la superficie del agua, dejándola inutilizable para actividades que requieran contacto primario.

Con respecto a la mezcla asfáltica, ésta se adhiere a partículas orgánicas suspendidas (por ejemplo húmicas, coloidales, planctónicas) que eventualmente pueden estar biodisponibles para el plancton y/o bentos. Ambos tipos de contaminantes pueden extender su efecto dependiendo de las corrientes y longitud del cuerpo de agua afectado; aún en pequeñas cantidades.

Sedimentos

Etapas: Preparación del sitio

Factores Involucrados: Generación de residuos vegetales y municipales

Actividades: Despalme y desmonte

Los sedimentos tienen la característica de ser el sitio dentro de los ecosistemas acuáticos donde se inician los procesos de mineralización de nutrientes, lo cual es fundamental para la vida en estos ambientes. Estos procesos de transformación química están mediados por una compleja comunidad bacteriana cuyo ensamble es particular para cada tipo de ambiente y está asociado con la cantidad de materia orgánica que procede del exterior.

El exceso de materia orgánica proveniente de las actividades de desmonte y despalle sin duda alguna alterará los sedimentos afectados ya que por un lado, se requerirá una mayor demanda bioquímica y química de oxígeno para degradar esos materiales; lo que traerá como consecuencia cambios en parámetros tan importantes del sedimento como el pH y el Eh, que se encargan de sostener al grueso de la comunidad microbiana.

La presencia de residuos municipales coadyuva a la modificación de las características del sedimento ya sea por oclusión directa, lo que implica riesgo para el bentos, así como a la deposición de elementos y sustancias químicas de origen orgánico (por ejemplo plaguicidas, fertilizantes y algunos compuestos alifáticos que forman parte de algunas resinas vegetales) e inorgánico (algunos elementos y compuestos metálicos que forman parte de plaguicidas y fertilizantes).

Etapa: Construcción del sitio

Factores Involucrados: Generación de residuos peligrosos

Actividades: Todas las incluidas en esta fase de la obra

El sedimento será sin duda el componente acuático más afectado por el eventual vertimiento de combustibles y mezcla asfáltica, ya que tienden a ser adsorbidas por limos, arcillas, materiales húmicos y coloidales, por lo cual los sedimentos actúan como “sitios de almacenaje” de estos compuestos y dada esta unión electrostática, quedan disponibles para la fauna a través del alimento; siendo en inicio las especies bentónicas las más afectadas, aunque posteriormente por resuspensión hacia la columna de agua queden disponibles para el necton, afectándolo también de manera importante

Vegetación hidrófita

Etapa: Preparación del sitio y Construcción del sitio

Factores Involucrados: Generación de residuos vegetales, municipales y pétreos

Actividades: Todas las relacionadas con el proyecto

La deposición de residuos sobre la vegetación hidrófita tiene efectos negativos en la alimentación, crecimiento e incluso la supervivencia de ella. El impacto relacionado con el incremento en la concentración de materiales particulados en el agua interfiere con la cantidad de luz que entra a estos cuerpos de agua, lo que afecta el desarrollo de estos ejemplares por modificación de sus tasas fotosintéticas habituales. Dependiendo de la cantidad de residuos depositados, los efectos sobre la hidroflora pueden incluso reflejarse hasta en la muerte de los organismos.

Etapa: Construcción del sitio

Factores Involucrados: Generación de residuos peligrosos

Actividades: Todas las incluidas en esta fase de la obra

Los compuestos orgánicos evaluados como residuos peligrosos dentro de esta MIA, pueden afectar a la hidroflora de los cuerpos de agua al adherirse a la superficie de las hojas, o eventualmente depositarse en los sedimentos que circundan las raíces. En caso de depositarse sobre la superficie de las hojas, estos compuestos taponarán los estomas, por lo que se reducirán las tasas respiratorias de los ejemplares afectados. Dicha oclusión puede incluso bloquear por completo cualquier intercambio gaseoso entre el ejemplar y la atmósfera, produciendo la muerte del individuo. De la misma manera, si estos compuestos alcanzan las raíces de esta vegetación, pueden eventualmente obstruirse los sitios de asimilación de nutrientes produciendo daños de diferente magnitud en las macrófitas afectadas.

Fauna acuática

Etapa: Preparación del sitio y Construcción del sitio

Factores Involucrados: Generación de residuos vegetales, municipales y pétreos

Actividades: Todas las relacionadas con el proyecto

La fauna acuática puede resultar afectada por la deposición de residuos de la siguiente forma:

1. La concentración elevada de materiales finos particulados puede ocasionar oclusión de las branquias tanto de organismos nectónicos como bentónicos; siendo estos últimos los más perjudicados en virtud de su escasa y/o nula capacidad de dispersión.
2. El aumento en la concentración del ión amonio como resultado del incremento en las tasas de mineralización de nutrientes, puede afectar la salud de la fauna, ya que el amonio es conocido por provocar lesiones de importancia en los tejidos respiratorios.
3. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua produce stress fisiológico que bajo determinadas circunstancias puede ser letal para los individuos que lo padecen.

Etapa: Construcción del sitio

Factores Involucrados: Generación de residuos peligrosos

Actividades: Todas las relacionadas con el proyecto

En este caso, existirá una relación muy importante entre la cantidad de material suspendido de naturaleza orgánica presente y la cantidad del contaminante vertido, ya que marcará su biodisponibilidad para la fauna. Si estos contaminantes tienen alta disponibilidad biológica, el primer tipo de fauna afectado será el bentos por tratarse de organismos sésiles; seguidos del necton. Estos contaminantes tienen la particularidad de ser biotransformados a través de una cadena de reacciones oxidativas conocidas como “Sistema P450”; sin embargo, si este mecanismo de depuración fisiológica llega a saturarse, entonces estos compuestos se comenzarán a acumular en los tejidos grasos del animal afectado produciendo desde lesiones de carácter menor, hasta incluso la aparición de tumores o un incremento en la incidencia de malformaciones de las crías. Esto es particularmente cierto con la mezcla asfáltica, ya que está constituida de numerosos hidrocarburos poliaromáticos de alto peso molecular, y por tanto de lentas tasas de biotransformación.

V.3.2 Selección y descripción de los impactos significativos

Una vez que hemos revisado la descripción de cada impacto ambiental y que se elaboró la matriz para su cuantificación de impactos, podemos apreciar que no todos los impactos ambientales generados por la obra serán significativos. Debido a que el análisis de los mismos está hecho a nivel de SAR, en algunos casos, por la extensión de la región a evaluar, el impacto pierde significancia (y por tanto su efecto) restringiéndose únicamente a la zona de influencia directa del proyecto.

V.4. Evaluación de los impactos ambientales generales

V.4.1 Evaluación de los impactos ambientales en el subsistema terrestre

Para evaluar a los impactos ambientales que ocasionará la construcción de esta carretera se realizó una matriz de cribado, donde la escala usada para la valoración de impactos se muestra a continuación:

Tabla V.4 Cuento de impactos ambientales generados por el proyecto,

No. de Impactos	Valor del impacto adverso (-)		Valor del impacto benéfico (+)	No. De Impactos
	0	No hay impacto	0	
16	- 0,111 a -0,280	Muy bajo	0,111 -0,280	0
49	- 0,281 a -0,460	Bajo	0,281 - 0,460	0
30	-0,461 a -0,640	Moderado	0,461 - 0,640	4
22	-0,641 a -0,820	Alto	0,641 - 0,820	7
5	-0,821 a -1,000	Muy Alto	0,821 - 1, 000	3
122		TOTALES		13

De la Matriz V.1 se contabilizaron un total de **135** impactos de los cuales, **122** se estimaron adversos y **13** son benéficos.

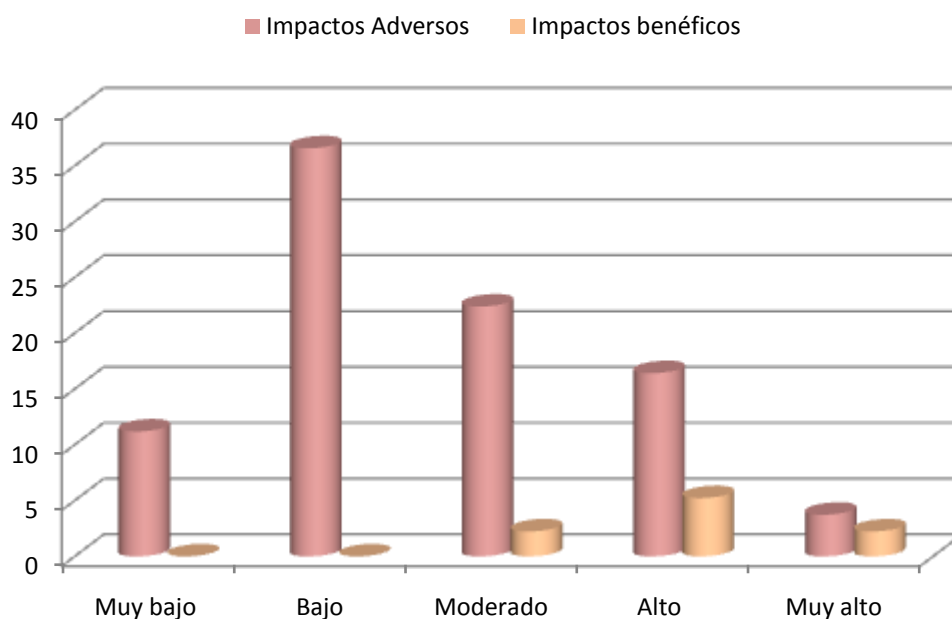
De la matriz de impacto, es posible notar que los impactos más significativos de índole negativa se ubican en la reducción de la masa forestal y la consecuente pérdida de hábitat, el incremento en las concentraciones de los gases de combustión automotora y el riesgo latente que es la carretera para la sobrevivencia de las poblaciones de fauna que atraviesen por esta vía.

La alta valoración de dichos impactos está relacionada con el estado de conservación del ecosistema, ya que de dentro del SAR las únicas fuentes de cambio presentes al momento es la conversión del uso de suelo forestal para la apertura de tierras agrícolas y los aprovechamientos minero y forestal; aunque por supuesto, es de baja escala y muy localizado dentro del SAR.

Analizando de manera global la valoración de los impactos ambientales adversos arrojó que el 58.52% de los impactos generados pertenecen a impacto ambientales de significancia baja y moderada, mientras que en el 3.7% de los impactos se consideraron como muy altos; estos últimos se caracterizaron por ser de mayor persistencia, menor reversibilidad y focalizarse primordialmente en las periferias del área de influencia directa del proyecto.

Por otro lado, los impactos ambientales determinados en el presente estudio pertenecen en su totalidad al componente antropogénico a evaluar, donde la presencia de esta carretera mejorará la calidad de vida de los pobladores al acercar a sus comunidades bienes y servicios, a la vez que se favorecerán las actividades comerciales y turísticas de la región.

Figura V.I Relación de impactos ambientales iniciales en el subsistema terrestre



El gráfico anterior muestra esquemáticamente la distribución de impactos ambientales generados por la carretera Choix –Bahuichivo; se observa que la mayor parte de los impactos negativos caen dentro de la categoría de bajas a moderados.

Por componente ambiental, es notable que los impactos negativos catalogados como muy altos incidan directamente sobre la flora y la fauna, lo cual es de esperarse ya que una vía terrestre de comunicación promueve la fragmentación del hábitat y con ello el desplazamiento de flora y fauna.

Otros impactos detectados como muy altos se reportan para la calidad del aire y la intensidad del ruido, pero en este caso, la etapa en la cual se generarán será durante la operación del carretera en virtud del efecto que producirá la circulación vehicular en una zona que prácticamente carece de este estresor ambiental actualmente. También dentro de la etapa de operación del camino, se presenta un impacto adverso de magnitud muy alta (-0.823) que se asocia a la pérdida de fauna por atropellamiento si no se realizan las obras encaminadas a permitir el libre tránsito de fauna hacia ambos lados de la carretera.

Los impactos benéficos por su parte, se presentan en la componente antropogénica, y están más que nada relacionados a la creación de empleos y a las expectativas de crecimiento de la región en los próximos lustros.

De manera adicional a la matriz de cribado que no incluye la aplicación de las medidas de mitigación, se realizó una matriz similar aunque en esta ocasión, la evaluación de impactos se efectuó considerando la aplicación de las medidas de mitigación necesarias para mitigar cada impacto; en virtud de que las medidas de mitigación únicamente son aplicables a impactos negativos, los impactos positivos que generará este proyecto no fueron evaluados en esta nueva matriz.

V.4.2 Evaluación de los impactos ambientales en el subsistema Acuático

Se empleó de nueva cuenta una matriz de cribado para el análisis de los impactos ambientales que este proyecto ocasionará a los cuerpos de agua cercanos a la zona de obras, obteniéndose los siguientes resultados:

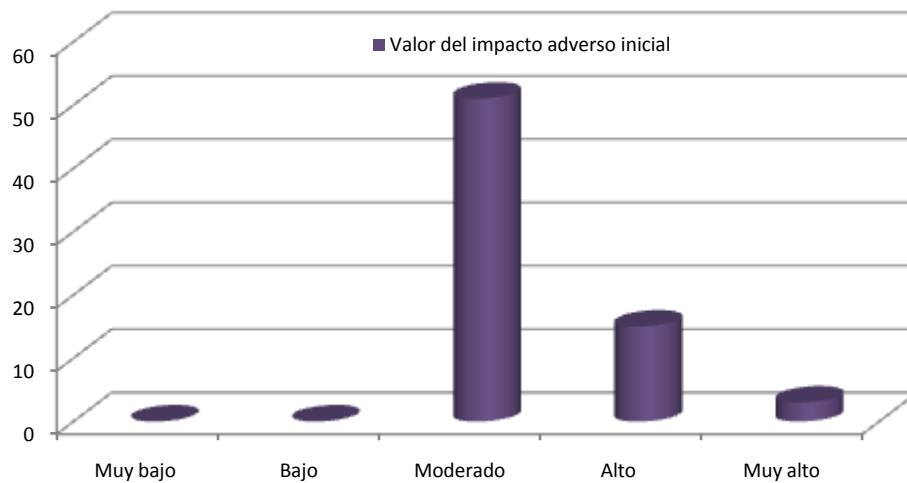
Se contabilizaron un total de 69 impactos ambientales adversos, de los cuales el 74% correspondió a impactos ambientales moderados, el 22 % a impactos ambientales altos y sólo el 1% (3 impactos) asociado a impactos muy altos, para este subsistema no se encontraron impactos benéficos que incidieran.

Los impactos ambientales más significativos en el componente abiótico del subsistema acuático se relacionan con el vertimiento de residuos peligrosos, cuyos compuestos son susceptibles a ser biodisponibles y biotransformados tanto para la flora como para la fauna.

MATRIZ DE CALIFICACIONES ASIGNADAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADAS POR EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACION (Subsistema acuático)			FACTORES ABIOTICOS				FACTORES BIOTICOS			
Proyecto	Etapa	Actividad	Calidad del Agua		Sedimento		Vegetación hidrófila		Fauna acuática	
			Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos
MIA REGIONAL DE LA CARRETERA A CHOIX-BAHUICHIVO, EN LOS ESTADOS DE SINALOA Y CHIHUAHUA	Preparación del Sitio	Desmonte	-0.565		-0.625	-0.675	-0.532	-0.573	-0.532	-0.573
		Despalme y chapeo	-0.604		-0.625	-0.675	-0.532	-0.573	-0.532	-0.573
	Construcción	Empleo de maquinaria y equipo		-0.788		-0.955	-0.615	-0.776	-0.615	-0.776
		Explotación de bancos de materiales	-0.611	-0.557	-0.617	-0.679	-0.615	-0.481	-0.615	-0.481
		Excavación en caja y nivelación del terreno	-0.611	-0.557	-0.617	-0.679	-0.579	-0.481	-0.579	-0.481
		Acarreo de materiales	-0.662	-0.587	-0.670	-0.774	-0.645	-0.539	-0.645	-0.539
		Cortes y Terraplenes	-0.638	-0.557	-0.617	-0.679	-0.579	-0.481	-0.579	-0.481
		Obras de drenaje	-0.512	-0.557	-0.617	-0.644	-0.501	-0.481	-0.501	-0.481
		Compactación		-0.473		-0.548		-0.481		-0.481
		Tendido de bases		-0.473		-0.644		-0.481		-0.481
Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica		-0.898		-0.930		-0.781		-0.781		

Valor del impacto adverso (-) inicial	
0	No hay impacto
- 0,111 a -0,280	Muy bajo
- 0,281 a -0,460	Bajo
-0,461 a -0,640	Moderado
-0,641 a -0,820	Alto
-0,821 a -1,000	Muy Alto

Figura V.2 Relación de impactos ambientales iniciales en el subsistema acuático



V.5 Identificación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional

Las evaluaciones mostradas anteriormente corresponden a los impactos que se generarán primordialmente dentro de la superficie entre cerros; sin embargo, muchos de estos impactos pueden extender sus efectos hacia sitios alejados de la zona de obra y que al conjuntarse con otros impactos la perturbación generada sea aún mayor.

La predicción de impactos es en ocasiones una tarea complicada, ya que únicamente se limita a la determinación de los impactos directos, dejando de lado aquellos impactos indirectos que pueden ser claves para el cálculo de impactos acumulativos y sinérgicos. De igual manera la determinación de impactos ambientales únicamente considerando las interacciones generadas por el proyecto en comento produce una interpretación incompleta de impactos en virtud de que en la práctica, durante la ejecución de la obra, existirá interacción entre los impactos producidos por la misma y los impactos generados por otras actividades antropogénicas cercanas no necesariamente asociadas a la obra. De lo anterior, el análisis de impactos ambientales relacionados a la construcción de una vía terrestre no debe quedar únicamente en una relación 1:1 entre las actividades de la obra ya que se pasan por alto afectaciones que van más allá de los impactos típicos y significativos de las carreteras (retiro de vegetación, fragmentación de ecosistemas, afectación en distribución y abundancia de fauna). Es esta compleja interrelación de impactos entre diversas actividades que coinciden en un espacio geográfico la que da origen a los impactos acumulativos y sinérgicos.

Para efectos de la identificación de impactos ambientales, acumulativos sinérgicos y residuales relacionados a la construcción de la carretera Choix -Bahuichivo, se procederá a definir cada uno de ellos, para lo cual tendremos **ESTRICTO APEGO A LAS DEFINICIONES MOSTRADAS EN EL ARTÍCULO 3° del Reglamento en Materia de impacto ambiental de la LGEEPA,**

evitando con ello interpretaciones subjetivas de los mismos. Las definiciones se muestran en las siguientes fracciones:

VII. Impacto ambiental acumulativo: *El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.*

VIII. Impacto ambiental sinérgico: *Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;*

X. Impacto ambiental residual: *El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;*

Impactos ambientales acumulativos.

Este tipo de impacto se generará durante todas las actividades de la obra que se relacionen con la calidad del aire (gases, polvos), la generación de residuos y la remoción de la cobertura vegetal, considerando que estos impactos se manifiestan dentro del SAR previo a la construcción del proyecto.

Tabla V.5 Impactos acumulativos de la carretera Choix Bahuichivo

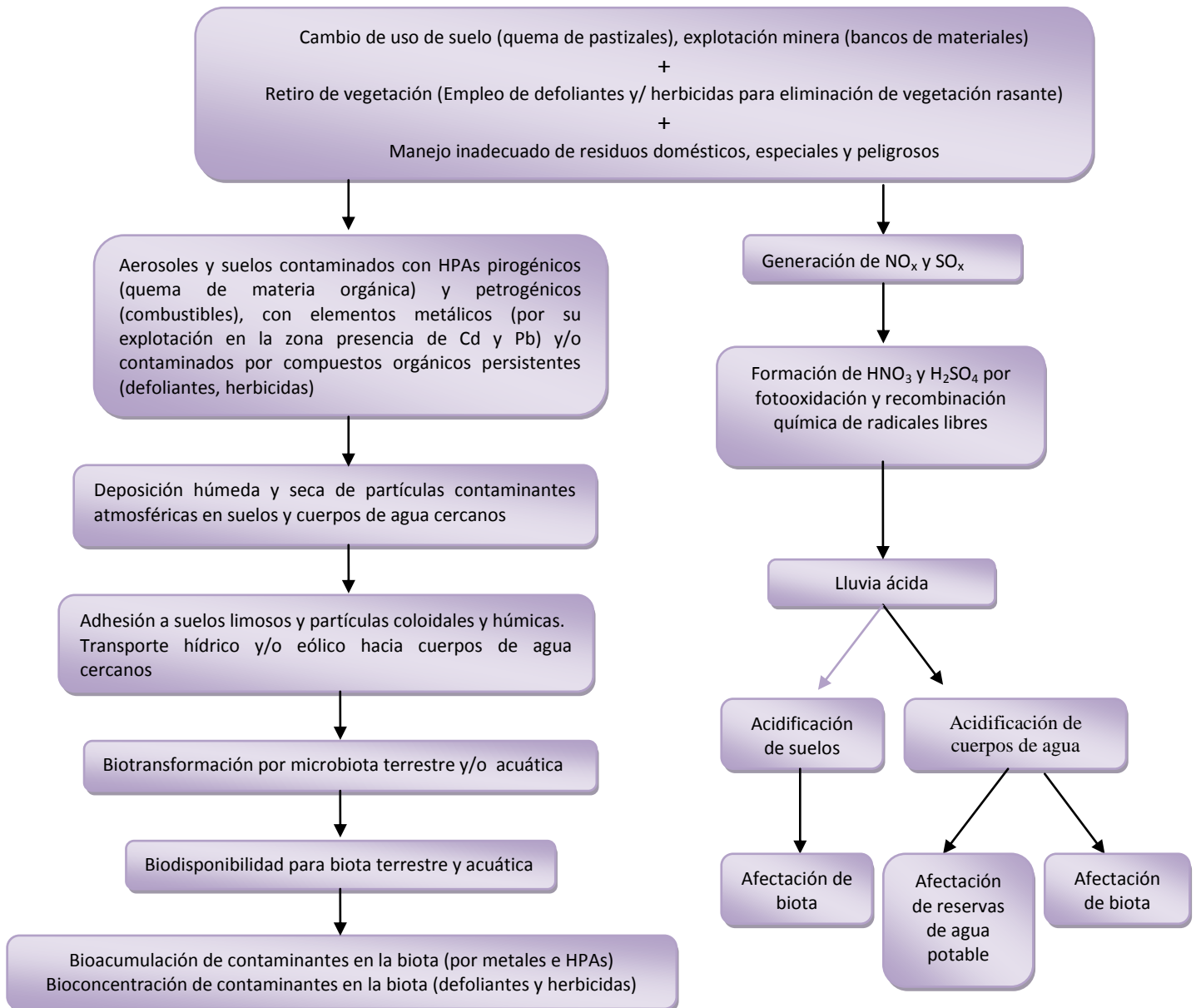
Impacto Acumulativo	Actividades que actualmente hacen este impacto de tipo acumulativo (previo a la ejecución de la obra)	Notoriedad en el SAR
Generación de Polvos y Gases	1.Explotación minera (incluye banco de materiales, vetas y yacimientos) 2.Aprovechamientos silvícolas 3.generación de incendios por quema de pastizales, tierras agrícolas y/o vegetación forestal (esto último primordialmente en la zona de SBC)	No
Mala disposición de residuos	1.- Centros poblacionales ante la carencia de rellenos sanitarios 2.- Explotación minera (incluye banco de materiales, vetas y yacimientos), aprovechamientos silvícolas. 3. Aprovechamiento silvícolas	No
Erosión	Cambio de uso de suelo (habitacional, agropecuario, silvícola, minero) que retira la cobertura vegetal y fomenta la remoción de estos suelos lábiles por acción hídrica y/o eólica	No
Volumen forestal perdido	Cambio de uso de suelo (habitacional, agropecuario, silvícola, minero) que fragmenta la cobertura vegetal. Fenómeno evidente cerca de las áreas poblacionales	No
Reducción de hábitat	Cambio de uso de suelo (habitacional, agropecuario, silvícola, minero) que deja menos nichos ecológicos disponibles para la fauna	No
Cambios en la distribución de especies	Cambio de uso de suelo (habitacional, agropecuario, silvícola, minero) que desplaza a la fauna silvestre hacia zonas de buena cobertura vegetal	No

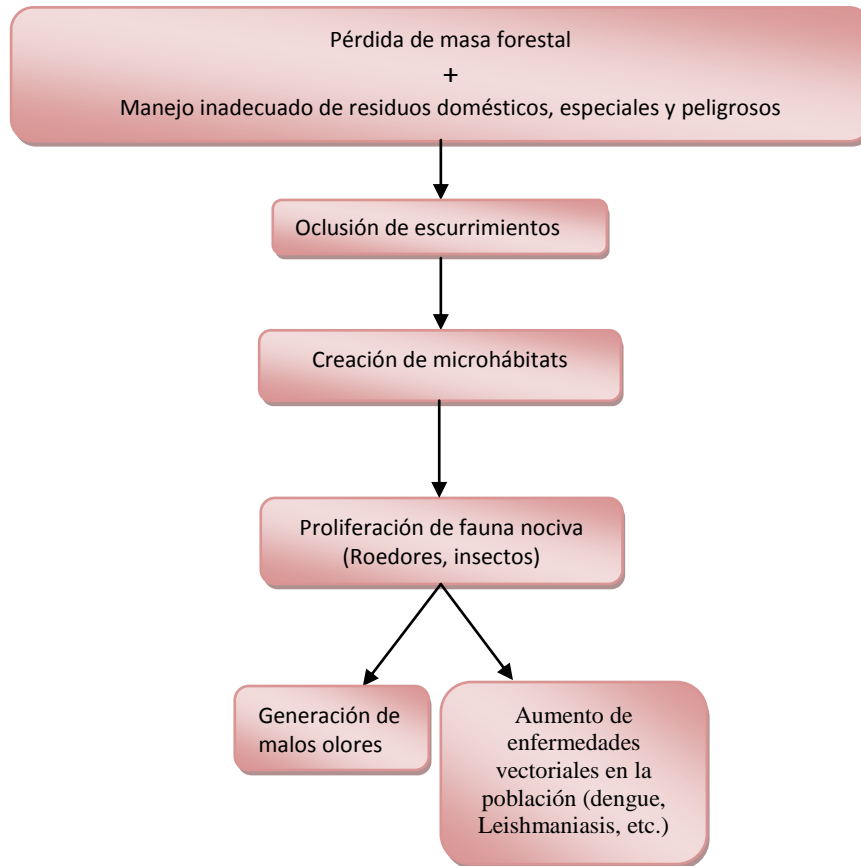
A pesar de que se encontraron impactos ambientales acumulativos dentro del SAR, los mismos se concentran en sitios específicos de la zona del trazo (poblaciones, ubicación de minas) por lo que estos impactos tienen una extensión muy limitada, motivo por el cual no son perceptibles a nivel del SAR, y en consecuencia se consideran de baja importancia.

Impactos ambientales sinérgicos

Con respecto a la generación de impactos sinérgicos, se encontró que la probabilidad de que estos se presenten durante todas las actividades de la obra, estará en función del manejo incorrecto de residuos y de la cantidad de emisiones atmosféricas y polvos generados así como su capacidad de dispersión tanto en suelo como en agua.

Impactos sinérgicos de la carretera Choix – Bahuichivo





De igual manera a lo encontrado en los impactos acumulativos, dado que la extensión de los impactos sinérgicos adversos encontrados se restringe a las zonas de asentamientos humanos y de extracción minera, la relevancia de estos impactos a nivel del SAR es prácticamente insignificante, aunque adquieren importancia en las zonas aledañas a la superficie entre cerros y los cuerpos de agua cercanos.

Dentro de los impactos sinérgicos positivos tenemos a que la construcción de la carretera fomentará la expansión de la infraestructura local y regional y que a su vez también elevará la calidad de vida de la zona de los habitantes de las poblaciones directamente beneficiadas por la construcción de este proyecto

La determinación de impactos ambientales no debe realizarse bajo el supuesto de que se está analizando un ecosistema cerrado, ya que en la práctica sucede lo contrario, puesto que a la par de este proyecto en la región, se generan otras actividades que también producen impactos similares que inciden sobre una superficie de afectación potencial en común.

La presencia de impactos ambientales acumulativos y sinérgicos se presenta de manera simultánea cuando el análisis de impacto ambiental no se limita a interrelaciones de impactos 1:1 que invariablemente nos darán impactos simples y no sinérgicos.

Tabla V.6 Relación de impactos acumulativos y sinérgicos dentro del SAR

Factor del SAR	Acumulación	Motivo de acumulación	Sinergia	Motivo de sinergismo	Notorio en el SAR
Calidad del aire	Si	Generación de polvo, gases y ruido en diversas actividades	Si	Contenido de contaminantes, transporte por el ecosistema	No
Hidrología superficial	Si	Disposición inadecuada de residuos	Si	Contenido de contaminantes, transporte por el ecosistema, creación de microhábitats	No
Suelo	Si	Cambios de uso de suelo	Si	uso de agroquímicos y quema de vegetación rasante	No
Geología y Geomorfología	-	-	-	-	-
Paisaje	Si	Cambios de uso de suelo	-	-	No
Flora	Si	Cambios de uso de suelo	Si	Remoción de suelo fértil, ahuyentamiento de fauna polinizadora	No
Fauna	Si	Cambios de uso de suelo	Si	Concentración de residuos y contaminantes en todos los compartimentos ambientales	No
Antropogénicos	Si	Cambios de uso de suelo	Si	Diversificación del mercados laborales y comerciales Accesibilidad a servicios básicos de atención básica para la población.	Si

Impactos Ambientales Residuales

Por definición ***son lo que persisten aún cuando ya se hayan aplicado las medidas de mitigación*** (Artículo 3° Fracción X Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental).

En el sentido estricto de la palabra, todos los impactos de la obra que son mitigables se consideran residuales, ya que aún cuando se palien de manera muy importante los efectos generados, ninguna medida de mitigación, rehabilitación, compensación y/o prevención es capaz de restituir las condiciones originales del sitio previo a la ejecución de la obra. Los resultados se muestran en la Matriz de impactos No. 2.

Si bien los impactos ambientales originales disminuyeron en uno o dos grados de magnitud su relevancia, algunos de ellos se mantienen aún a niveles altos, lo cual se debe a que en la actualidad estos se presentan de manera muy esporádica o no existen en el SAR

A manera de conclusión, podemos mencionar que si bien existen algunos impactos negativos que se consideran sinérgicos y acumulativos, su mayor expresión se presentará dentro de la

zona de influencia directa de la carretera, por lo que hacia las colindancias del SAR se harán prácticamente imperceptibles.

Las alteraciones ambientales más conspicuas se darán sobre la biota (flora y fauna) terrestre, aunque dadas las condiciones naturales actuales, se espera que el SAR posea la suficiente capacidad de carga para amortiguar los cambios ambientales que se generen por la ejecución de esta obra, por lo que la homeostasis del sistema se mantendrá. Las modificaciones que se presenten de manera puntual sobre el área de influencia directa del proyecto, en su gran mayoría se consideran reversibles y de baja intensidad, por lo que se espera que aún sin la aplicación de medidas de mitigación, factores como la repoblación vegetal y el recolonización de fauna se presente de nueva cuenta en la zona aledaña a la superficie entre cerros en un periodo de entre 6 meses a 5 años.

MATRIZ DE CALIFICACIONES ASIGNADAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADAS POR EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN (Subsistema Terrestre)			FACTORES ABIÓTICOS										FACTORES BIÓTICOS					Riesgos a la Salud						
			Aire			Agua			Suelo			Geología, Geomorfología y topografía	Paisaje	Flora					Fauna					
Proyecto	Eta	Actividad	Emisión de Polvos	Emisión de gases de combustión	Ruido	Modificación en el patrón de drenaje	Contaminación	Nivel de agua subterránea	Estancamiento por reducción de capacidad de infiltración	Contaminación por derrame de combustibles	Erosión	Reducción de su capacidad de infiltración / Impermeabilización por sellado de superficies	Pérdida de suelo orgánico	Cambios en su formación original	Modificación	Volumen Forestal perdido	Cambio en la Estructura de la comunidad	Reducción de la biodiversidad	Reducción / pérdida de distribución de especies	Reducción en la abundancia	Reducción/Pérdida en la distribución	Pérdida de hábitat		
MIA REGIONAL DE LA CARRETERA CHOIX-BAHUICHIVO, EN LOS ESTADOS DE SINALOA Y CHIHUAHUA		Contratación y preparación del personal	0.634	0.594	0.874		0.606	0.713		0.782	0.691				0.79									
	Preparación del Sitio	Desmante	-0.176	-0.188	-0.542		-0.41	-0.328	-0.319		-0.563				-0.605	-0.741	-0.564	-0.377	-0.512	-0.486	-0.366	-0.443		
		Despalme y chapeo	-0.222	-0.151	-0.418		-0.362	-0.248	-0.392		-0.644		-0.349		-0.492	-0.345	-0.438	-0.296	-0.263	-0.345	-0.33	-0.503		
	Construcción	Empleo de maquinaria y equipo	-0.151	-0.176	-0.268					-0.469								-0.187	-0.142	-0.228	-0.214	-0.31	-0.303	-0.511
		Explotación de bancos de materiales	-0.151	-0.14	-0.235		-0.214							-0.542						-0.131				-0.418
		Excavación en caja y nivelación del terreno	-0.14		-0.235								-0.282	-0.506								-0.162		-0.404
		Acarreo de materiales	-0.14		-0.227												-0.201					-0.162		-0.404
		Cortes y Terraplenes	-0.14		-0.293	-0.296	-0.235						-0.282	-0.667	-0.571	-0.121								-0.516
		Obras de drenaje			-0.184	-0.319						-0.337					-0.235							-0.268
		Compactación		-0.14	-0.151							-0.746					-0.151							
		Tendido de bases	-0.235	-0.188			-0.241					-0.792					-0.162							
	Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica	-0.235	-0.222	-0.131		-0.241	-0.524	-0.492	-0.201	-0.77						-0.121								-0.268
	Manejo y disposición de Residuos				-0.426	-0.319	-0.319	-0.41	-0.171						-0.396	-0.174		-0.162	-0.131	-0.174	-0.278	-0.248		-0.14
	Operación y Mantenimiento	Carretera en operación	-0.121	-0.684	-0.799					-0.121									-0.272	-0.229	-0.442	-0.42		
		Señalización														-0.418	-0.142							
Mantenimiento			-0.291	-0.151		-0.222										-0.248		-0.174						

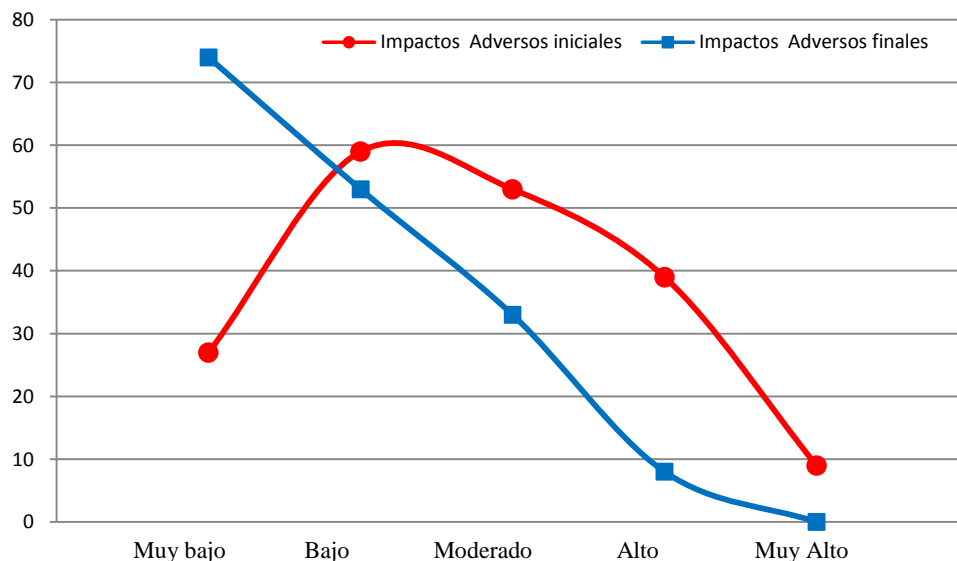
Los resultados obtenidos de la nueva matriz de cribado del subsistema terrestre indican en lo general una reducción sustancial de impactos ambientales generados por este proyecto después de aplicar las medidas de mitigación adecuadas; algunos impactos como la pérdida de cobertura vegetal en la superficie entre cerros y la explotación de bancos de préstamo y cortes y excavaciones son mitigados de manera parcial ya que estas actividades generan cambios irreversibles dentro del SAR.

La aplicación de las medidas de mitigación para paliar los impactos negativos brinda muy buenos resultados en cuanto a la disminución de la magnitud de impactos tal como se observa en la evaluación realizada; de esta manera, podemos decir que por ejemplo, que la intensidad de todos los impactos disminuyó al menos un nivel de magnitud, y para este caso, la mayor parte de los impactos negativos (81.15%) quedaron entre la categoría de muy bajos a bajos.

Por otro lado, la contratación de personal capacitado para la aplicación de las medidas de mitigación durante las diversas etapas del proyecto siempre representará un impacto positivo, ya que este personal capacitará de manera adecuada en materia ambiental a los participantes en la obra, ya que conociendo los problemas que se generan por la ejecución del tipo de proyectos y teniendo el conocimiento necesario de qué hacer cuando se presenten, con alta probabilidad se disminuirán los impactos negativos en magnitud e incluso en duración.

De manera global, se puede decir que la aplicación de las medidas de mitigación disminuye en un 100% la intensidad de los impactos generados en uno o más órdenes de magnitud, ya que como se observa en la Figura V.3, los impactos negativos iniciales muestran una tendencia de crecimiento inversa a la presentada por los impactos negativos finales. Es decir, mientras que los impactos iniciales tienen una distribución “normal” un tanto sesgada hacia la izquierda, para el caso de los impactos residuales (aquellos con la aplicación de las medidas de mitigación), se muestra una tendencia exponencial inversa, donde la mayor parte de los impactos se concentran en las categorías de muy bajos a bajos y en contraparte desaparecen los impactos de muy alta intensidad.

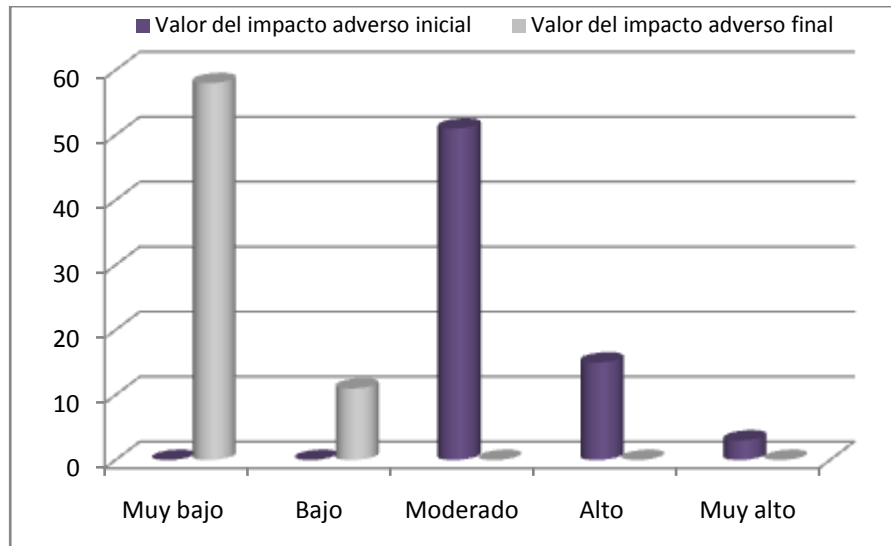
Figura V.3. Comparación entre la distribución de impactos iniciales e impactos residuales en el subsistema terrestre



MATRIZ DE CALIFICACIONES ASIGNADAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADAS POR EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN (Subsistema acuático)			FACTORES ABIÓTICOS				FACTORES BIÓTICOS			
			Calidad del Agua		Sedimento		Vegetación hidrófila		Fauna acuática	
Proyecto	Etapas	Actividad	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos
MIA REGIONAL DE LA CARRETERA CHOIX-BAHUICHIVO, EN LOS ESTADOS DE SINALOA Y CHIHUAHUA	Preparación del Sitio	Desmante	-0.296		-0.243	-0.272	-0.187	0.187	-0.187	0.187
		Despalme y chapeo	-0.312		-0.243	-0.272	-0.187	0.187	-0.187	0.187
	Construcción	Empleo de maquinaria y equipo		-0.214		-0.430	-0.278	0.256	-0.278	0.256
		Explotación de bancos de materiales	-0.228	-0.201	-0.187	-0.241	-0.278	0.142	-0.278	0.142
		Excavación en caja y nivelación del terreno	-0.228	-0.162	-0.174	-0.241	-0.228	0.142	-0.228	0.142
		Acarreo de materiales	-0.278	-0.201	-0.241	-0.296	-0.312	0.196	-0.312	0.196
		Cortes y Terraplenes	-0.312	-0.162	-0.174	-0.296	-0.228	0.142	-0.228	0.142
		Obras de drenaje	-0.187	-0.162	-0.187	-0.196	-0.154	0.142	-0.154	0.142
		Compactación		-0.162		-0.196		0.142		0.142
		Tendido de bases		-0.162		-0.241		0.142		0.142
		Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica		-0.263		-0.401		0.294		0.294

Como se observa en la gráfica anterior, la mayor parte de los impactos generados se ubican en la categoría de moderados; sin embargo, aplicando las medidas de mitigación correspondientes, los impactos ambientales finales disminuyen al menos dos ordenes de magnitud, quedando de esta manera en las categorías de muy bajo a bajo, tal como se muestra en la figura V.4.

Figura V.4 Relación de impactos ambientales iniciales y residuales en el subsistema acuático



V.5. Delimitación del área de influencia

Uno de los efectos primarios que provoca una vía terrestres de comunicación sobre su entorno es la pérdida de hábitat en la zona aledaña a la línea entre ceros.

Esto producirá zonas perturbadas cuya extensión hacia los límites del SAR variará conforme el atributo ambiental que se esté evaluando, ya que depende de factores como topografía, dirección del viento, vegetación, escurrimientos, fauna presente y el tipo de afectación en sí misma (Seiler, 2001), la cual diversos autores puede ir desde algunos metros hasta Km de distancia de la superficie entre ceros.

Dada las numerosas interacciones entre las variables ambientales y el estudio de sus áreas de afectación, es poco probable que con el tiempo otorgado para la realización es esta MIA-R sea posible realizar esas evaluaciones cuya extensión en ocasiones puede manifestarse hasta en al menos un año (por ejemplo, distribución de especies). Sin embargo, es posible delimitar el área de influencia del proyecto, tomando como base el diagrama realizado por Forman y Alexander (1998), el cual es resultado del promedio del análisis de estudios que tratan sobre la extensión de diversos impactos ambientales en varias obras viales a lo largo del mundo. Este esquema muestra las distancias promedio de afectación, las cuales se utilizarán de manera primaria para la determinación del área de influencia del proyecto.

Empero, erróneamente se toma de manera indiscriminada este modelo tal cual fue publicado por el autor, considerando un área de afectación lateral exactamente de la mitad de la extensión máxima alcanzada por ese parámetro, sin haber discurrido los motivos que generaron esa delimitación arbitraria y/o sin haber consultado fuentes adicionales de este y otros autores que hablan sobre el tema.

Se procedió a hacer el análisis de la calidad ambiental del SAR a través de modelos de elevación digital, de hidrología, de dirección de vientos, de tasas de erosión, tipos de suelo, cobertura vegetal, etc. De lo anterior, se puede tener un estimado de la extensión de impactos ambientales directamente relacionados con la construcción del proyecto, que permita delimitar el área de influencia de la obra.

Para efectos de esquematizar de manera particularizada para este proyecto el diagrama de Forman modificado, las distancias esperadas de manifestación de impactos ambientales están relacionadas claramente con la pendiente de una zona (ya que se encarga directamente de delimitar los escurrimientos de la zona y delimitar la distribución de la vegetación) así como conjuntamente con la edafología perfila de manera importante la conectividad ecosistémica de la zona donde se insertará el proyecto en aquellos sitios donde la presencia antropogénica es escasa y/o nula.

Analizando la estructura del SAR, es evidente que el factor ambiental abiótico que claramente determina el área de influencia del proyecto es la topografía, ya que ella es la que se encarga directamente de la distribución de la vegetación y la dirección de los escurrimientos, indicándose de esta manera la probable dirección de impactos como el transporte de contaminantes o la extensión de procesos erosivos.

En cambio la integridad de la masa forestal presenta mayor relevancia para la conservación de la flora y la fauna del SAR. Como el ecosistema ha sido poco modificado por el hombre, los sitios de cobertura vegetal alterada son pocos y aún es posible observar que el nivel de resiliencia de las zonas desprovistas de vegetación no han alcanzado su umbral, garantizando al momento que la modificación derivada por la construcción de esta carretera no verá manifestado su efecto más allá de 200-500 m del eje del trazo. De tal manera que el área de influencia del proyecto se extiende en un promedio de 300-400 m del centro del eje del trazo, mientras que las extensiones máximas se estiman en promedio de 2000 m en la zona de barrancas del sitio del trazo, entre los Km. 54+000 y 80+000.

Figura V. 5 Extensión de impactos ambientales esperados por la construcción de esta vía

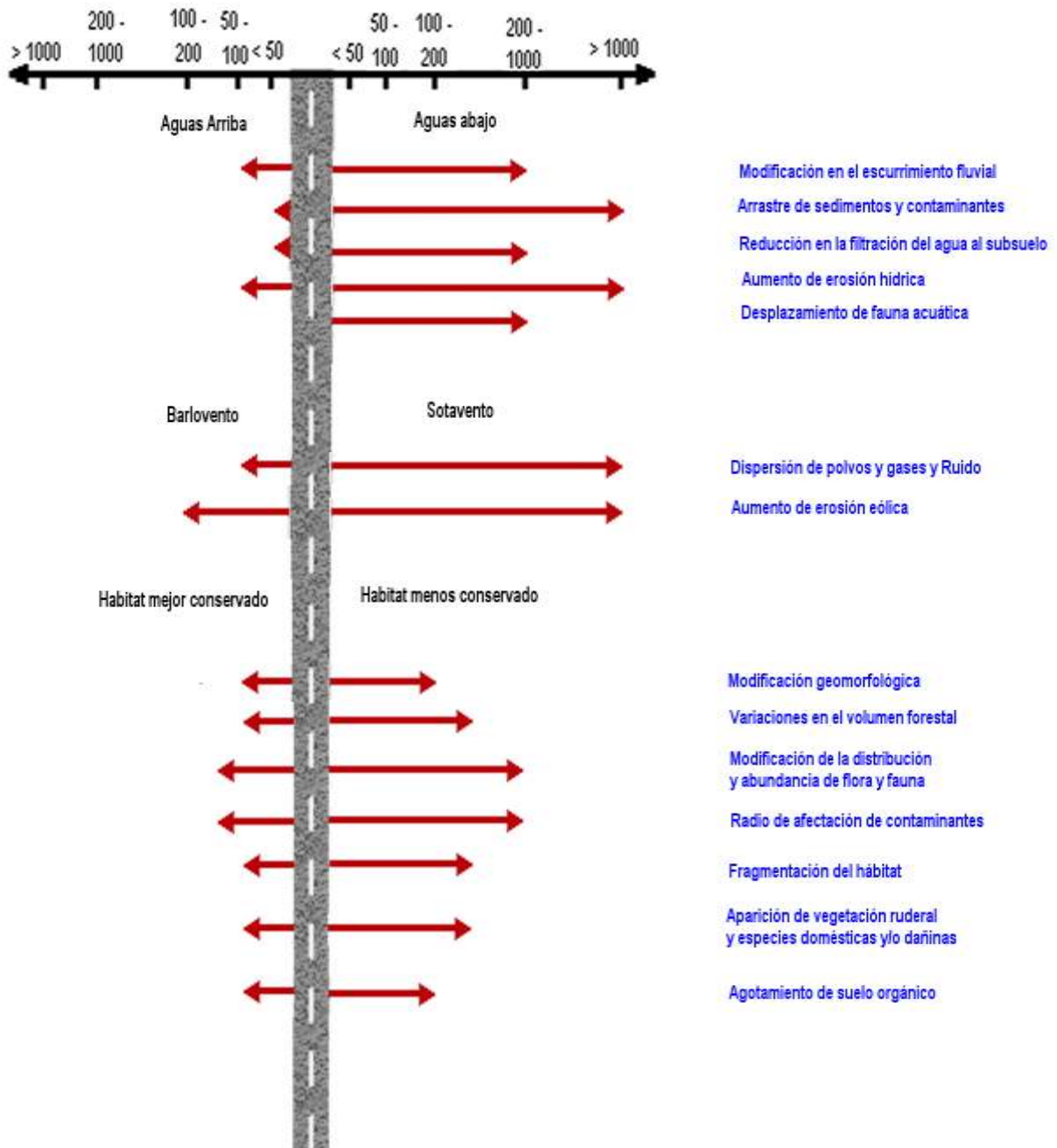


Figura V. 6 Grado de antropización del NW de México

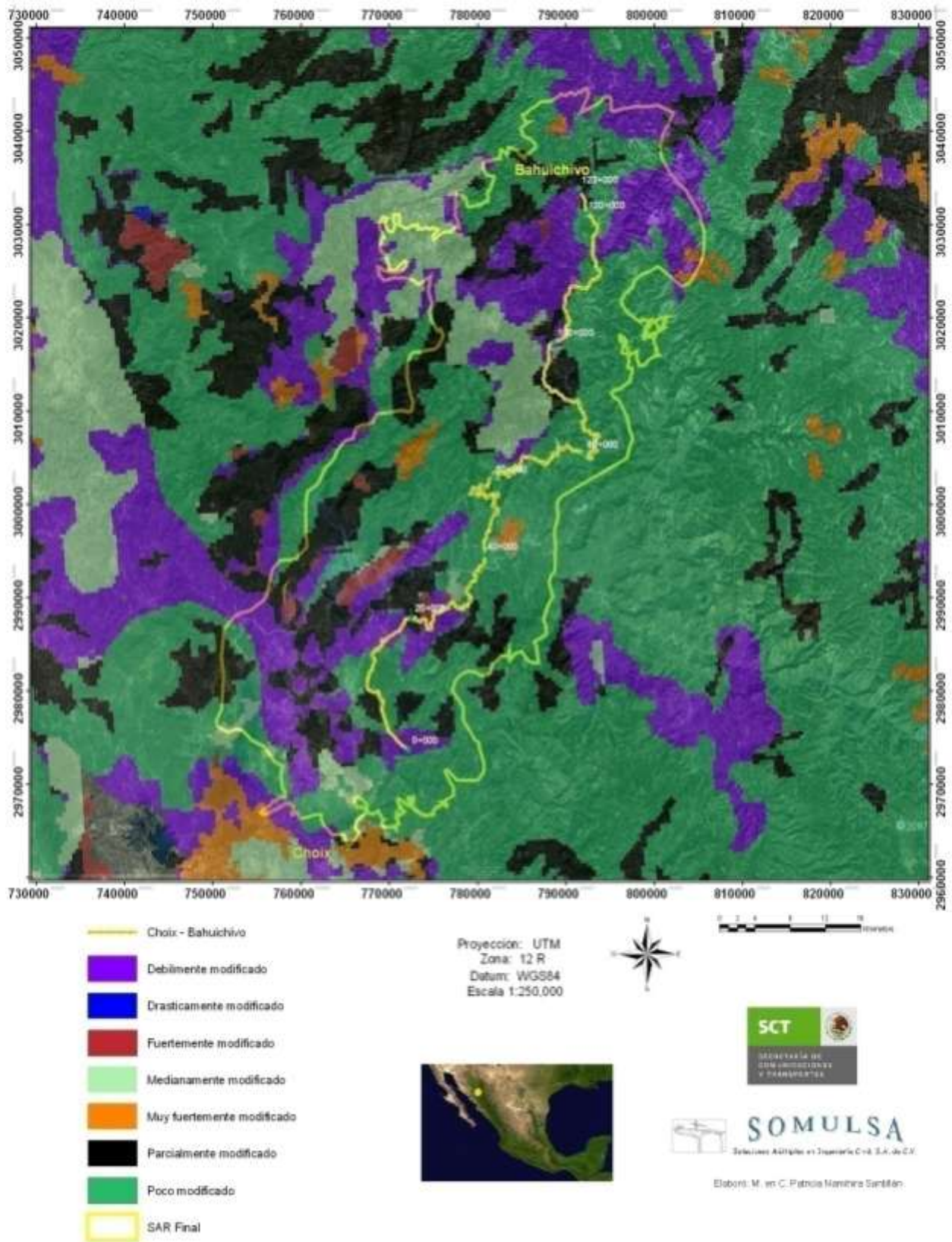
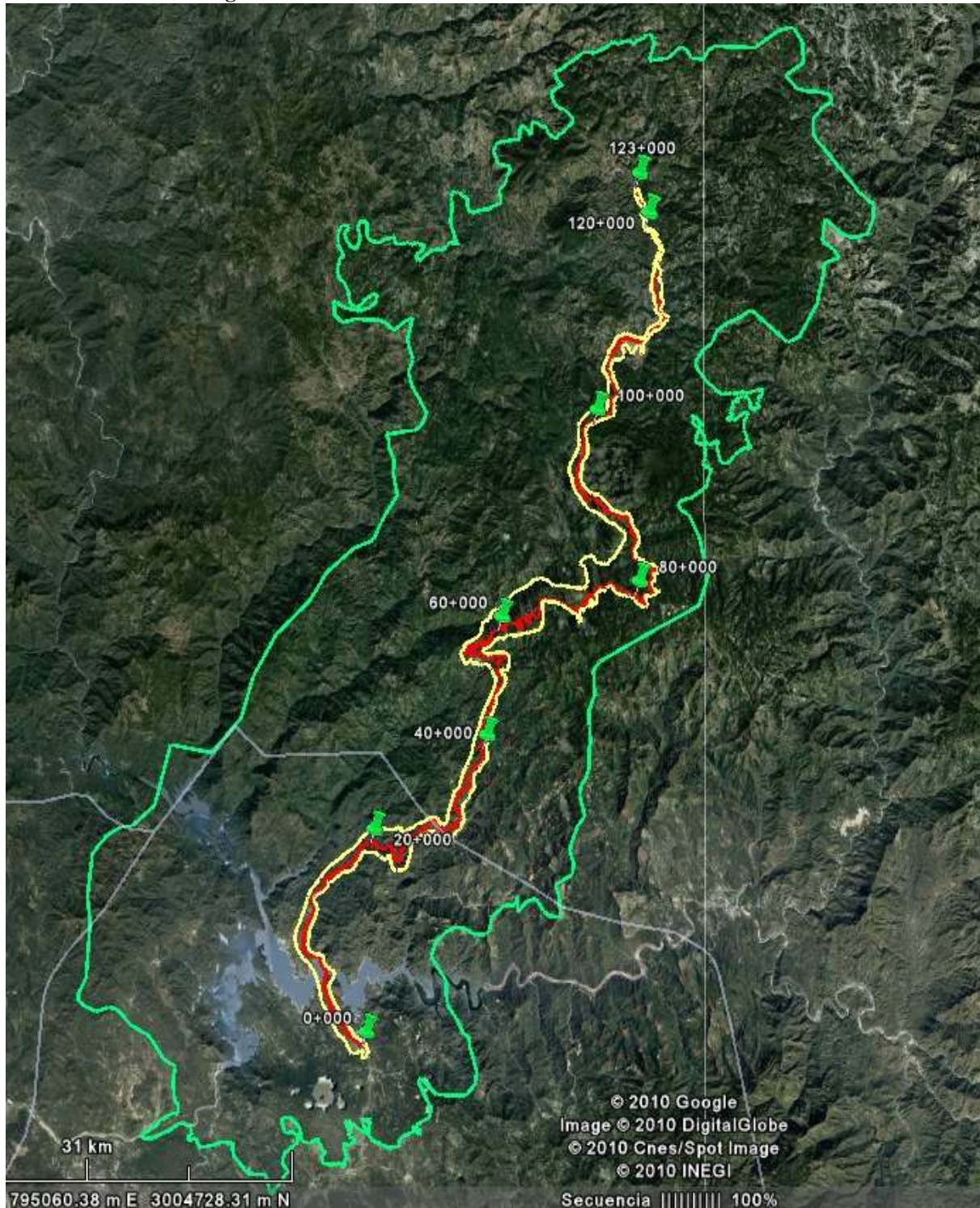


Figura V. 7 Zona de influencia del camino Choix-Bahuichivo



SAR

Carretera Choix - Bahuichivo

Área de Influencia

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Regional

Capítulo VI

Página 7 de 424

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que un proyecto puede generar sobre el entorno natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En caso de no ser ello posible, se restablecen al menos las propiedades básicas iniciales (Espinoza, 2001).

VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación.

A continuación se describen las medidas de Mitigación propuestas para amortiguar los impactos negativos generados por la realización del proyecto “Carretera Choix-Bahuichivo”, en los estados de Sinaloa y Chihuahua”, que considerando los factores ecológicos, económicos, de logística y operación, se consideran de mayor efectividad para minimizar los impactos ocasionados por la ejecución del proyecto.

Las medidas de mitigación fueron clasificadas tomando como base las definiciones establecidas en el Artículo 3º del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, quedando de la siguiente forma:

- Medidas
- Preventivas: conjunto de actividades que se deberán ejecutar, para evitar efectos previsibles de deterioro al ambiente.
 - Medidas de Mitigación: Conjunto de actividades que se deberán ejecutar, para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación provocada directa o indirectamente por la ejecución del proyecto. Para este proyecto, se clasificaron en 3 tipos: Reducción, Compensación y Rehabilitación.

Para el proyecto descrito, se identificaron 168 impactos en el subsistema terrestre y 69 impactos en el subsistema acuático (descritos en el capítulo V), para los cuales se diseñaron 30 medidas de prevención y mitigación que se deberán operar en el tiempo y forma especificada, para contrarrestar los efectos negativos de forma exitosa.

Hay que señalar que el momento de su aplicabilidad es importante, ya que es más conveniente realizar las medidas correctoras lo antes posible, ya que de este modo se pueden evitar impactos secundarios no desables (p.e.: la erosión de taludes descubiertos de vegetación.)

Cada medida ha sido propuesta en base a la evaluación de los impactos ambientales y de cumplirse dichas medidas pueden reducirse significativamente los efectos negativos que éstos producen sobre el componente que inciden.

Existen diferentes tipos de medidas, cada una de ellas tiene diferentes metas, cuyos objetivos primordiales son el prevenir, mitigar, restaurar, compensar o controlar los impactos ambientales que se generen, según sea el grado o el tipo de afectación que se manifieste.

A continuación se detalla la función de cada una de ellas:

- 1) **Pr.- de Prevención:** prever cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.
- 2) **Mi.- Mitigación:** Aquellas acciones propuestas para lograr que el factor ambiental que se analiza se mantenga en una condición similar a la existente.
- 3) **Re.- Restauración:** Rectificar los impactos adversos a través de la restauración de los recursos afectados a su estado inicial, posiblemente más estable y productivo, razón por la cual su aplicación es posterior a la manifestación de los impactos ocasionados.
- 4) **Co.- Compensación:** Acciones o medidas que compensen el impacto cuando las medidas de prevención, mitigación o restauración no son aplicables. Dichas medidas deben ser proporcionales al impacto ocasionado.
- 5) **Cn.- Control:** Asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y / o acciones del proyecto.

En la Tabla. VI.1, se enlistan las medidas de prevención y mitigación que se llevarán a cabo durante la ejecución de la obra.

Tabla VI.1 Estrategias de mitigación y su clasificación

Medida de Mitigación	Clasificación
1. Contratar un supervisor ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Reducción ✳ Prevención
2. Establecimiento de labores permitidas en las actividades del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención
3. Establecer límites de horarios de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción
4. Implementar programa de seguridad para el área de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención
5. Señalización en la zona de obra	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción
6. Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción
7. Transporte adecuado de material geológico y pétreo	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Mitigación ✳ Prevención ✳ Reducción
8. Evitar el uso de agua de los ríos Septentrión, Urique, Choix, Presa Huites	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención
9. Prohibir quema de vegetación	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción
10. Programa de rescate y reubicación de fauna	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción
11. Construcción de pasos para Fauna	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Restauración ✳ Compensación
12. Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción
13. Delimitación de los árboles a derribar en el DV	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Mitigación
14. Programa de rescate de flora	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Mitigación
15. Instalación de un vivero a cielo abierto	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Compensación ✳ Mitigación
16. Reutilización de materiales de desmonte y despalle para arroyo de taludes y elaboración de composta.	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Compensación ✳ Mitigación
17. Programa de reforestación del derecho de vía	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Reducción ✳ Compensación ✳ Rehabilitación
18. Colocación de malla orgánica para estabilizar pendientes	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Reducción ✳ Compensación ✳ Rehabilitación
19. Hidrosiembra en taludes y pendientes	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Reducción ✳ Compensación ✳ Rehabilitación
20. Colocación de empalizadas trenzadas cercanas a las distintas cuencas fluviales	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Reducción ✳ Compensación ✳ Rehabilitación
21. Humedecer el área de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención
22. Explotación de bancos de materiales autorizados	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción
23. Realizar mantenimiento regular de la maquinaria y el equipo	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción
24. Mitigación de daños causados por ruido y vibración	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Reducción
25. Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción ✳ Compensación
26. Uso de planta de asfalto con tecnología anticontaminante	<ul style="list-style-type: none"> ✳ Prevención ✳ Reducción

Medida de Mitigación	Clasificación
27. Plan de manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Reducción
28. Uso de baños portátiles para el personal	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Reducción
29. Almacenamiento de aguas grises	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Reducción
30. Disposición adecuada y reutilización de residuos sólidos y vegetales	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Reducción

VI.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.

En la Tabla VI.2 se agrupan las medidas de mitigación de acuerdo a las actividades de la obra en las que deberán ejecutarse.

Tabla VI.2 Medidas de mitigación por etapas del proyecto

Medida De Mitigación	Etapas del proyecto	Factor ambiental sobre los que Actuará
Contratar un supervisor ambiental	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Establecimiento de labores permitidas en las actividades del proyecto	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Antropogénico
Establecer límites de horarios de trabajo	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Aire Fauna Antropogénico
Implementar programa de seguridad para el manejo de sustancias y combustibles	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Suelo Vegetación Fauna Aire Hidrología Antropogénico
Implementar programa de seguridad	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Suelo Vegetación Fauna Antropogénico
Señalización en la zona de obra	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Antropogénico

Medida De Mitigación	Etapas del proyecto	Factor ambiental sobre los que Actuará
Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Suelo Vegetación Fauna
Evitar el uso de agua de los ríos Septentrión, Urique, Choix y de la presa Huites	Todas las etapas del proyecto	Hidrología
Transporte adecuado de material Geológico, pétreo y residual	Preparación del sitio Construcción	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Prohibir quema de vegetación	Preparación del sitio	Aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Antropogénico
Programa de rescate y reubicación de fauna	Preparación del Sitio	Fauna
Construcción de pasos para Fauna	Construcción	Fauna Vegetación
Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	Preparación del Sitio	Vegetación Fauna
Delimitación de los árboles a derribar en el DV	Preparación del Sitio	Vegetación Fauna
Programa de rescate de flora	Preparación del Sitio	Vegetación Fauna
Instalación de un vivero	Preparación del Sitio	Vegetación
Reutilización de materiales de desmonte y despilme para arropes de taludes y elaboración de composta.	Operación y mantenimiento	Aire Hidrología Vegetación Fauna Paisaje
Programa de reforestación del DV	Preparación de sitio Construcción	Aire Vegetación Fauna Paisaje
Colocación de malla orgánica en zona de pendientes	Construcción	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Hidrosiembra en taludes y pendientes	Construcción	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje

Medida De Mitigación	Etapas del proyecto	Factor ambiental sobre los que Actuará
Colocación de empalizadas trezadas cercanas a las distintas vertientes de cuerpos de agua cercanos	Construcción	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Humedecer el área de trabajo	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Aire
Explotación de bancos de materiales autorizados	Construcción	Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Realizar mantenimiento regular de maquinaria y equipo	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Calidad del aire Hidrología Suelo Fauna
Mitigación de daños causados por ruido y vibración	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Suelo Fauna
Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Paisaje
Uso de planta de asfalto con tecnología anticontaminante	Construcción Operación y mantenimiento	Calidad del aire Suelo
Plan de manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos	Construcción Operación y mantenimiento	Calidad de aire Hidrología Suelo
Uso de baños portátiles para el personal	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Almacenamiento de aguas grises	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Hidrología Suelo Vegetación
Disposición adecuada de residuos sólidos y vegetales	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Hidrología Suelo Paisaje

VI.3. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

VI.3.1 Lineamientos generales de las medidas de mitigación.

Las Medidas de Mitigación para el proyecto, que se consideran en este apartado, corresponden a los impactos más relevantes detectados, desde la etapa de preparación del sitio hasta las actividades de mantenimiento final. A continuación, se procederá a describir en detalle cada una de las medidas de mitigación propuestas.

Medida de mitigación 1.

Contratación de un supervisor ambiental

Se deberá contratar un supervisor ambiental que estará laborando directamente con la empresa supervisora y cuyas labores iniciarán desde antes del inicio de cualquier actividad relacionada con la ejecución del proyecto. A su cargo, tendrá la responsabilidad en las siguientes actividades:

- Verificar la correcta implementación de las medidas de mitigación (y, en su caso, de las condicionantes del proyecto) autorizadas en el resolutivo que la DGIRA emita sobre este documento.
- Entrevistar y contratar al personal que lo apoyará en el seguimiento y cumplimiento de las medidas de mitigación.
- Examinar la efectividad y suficiencia de dichas medidas (y condicionantes) para alcanzar las metas señaladas con los niveles programados de prevención, reducción y mitigación de impactos ambientales adversos.
- Determinar, en caso necesario, las modificaciones necesarias o las medias de mitigación adicionales para lograr los objetivos planteados.
- Realizar los reportes de cumplimiento de condicionantes en materia de impacto ambiental requeridos por la SEMARNAT.
- Atender las inspecciones que realicen a campo personal del SEMARNAT y la PROFEPA para verificar el cumplimiento de las condicionantes mencionadas en el resolutivo de este documento.
- Mantener contacto con el residente de obra de la SCT para comunicar cualquier incidencia que se presente por parte del personal de la empresa constructora durante las actividades del proyecto, que contravenga con la protección al ambiente.

El supervisor deberá ser un biólogo, ecólogo o especialista en el área ambiental que conozca en detalle este documento así como el resolutivo que emita la SEMARNAT. La experiencia de trabajo en campo para esta labor resulta ser muy importante, por lo que, deberá demostrar con hechos su nivel de compromiso en impulsar las acciones de mitigación y, en su caso, condicionantes del resolutivo.

Se buscará en la medida de lo posible que el supervisor sea nativo de la región o que al menos conozca profundamente la zona, lo cual permitirá que enfoque su atención en el seguimiento de las medidas de mitigación y condicionantes. Asimismo, aportará información fidedigna (la cual sea verificable) respecto a la efectividad de dichas medidas para lograr los niveles de protección ambiental establecidos. Los factores ambientales servirán como indicadores para determinar, con mayor objetividad, si los cambios ambientales transcurren dentro del tiempo y forma estimados.

Se requerirá que participen más biólogos que le apoyen en los recorridos de campo con la finalidad de verificar desde distintos puntos de vista, la correcta aplicación de las medidas de mitigación, a los cuales supervisará constantemente. Cada colaborador portará una bitácora, donde indique fecha y duración de la obra o actividad que dio cumplimiento a cada medida de mitigación y serán documentadas con material visual (fotografías y videos).

Además reportará si la empresa contratada para la construcción incumple con algún punto del resolutivo o medida que marca este documento, para que se apliquen las medidas correctivas pertinentes. Dichos biólogos de apoyo podrán provenir de las instituciones de educación superior y dependiendo de los mecanismos de titulación de las universidades de interés, su labor podría considerarse como la prestación de servicio social.

Medida de Mitigación 2

Establecimiento de labores permitidas en las actividades del proyecto.

Esta medida de mitigación va ligada al punto anterior, ya que se necesita de la participación del personal para la aplicación de estas medidas preventivas que prevalecerán durante todo el proyecto. La totalidad del personal que se encuentre laborando en la obra no importando la actividad a su cargo, deberá conocer las restricciones en materia ambiental durante la obra.

Para asegurar su cumplimiento, se propone implementar sanciones de carácter administrativo, y en caso de que aún así no se cumplan las medidas preventivas, dichas sanciones se convertirán de tipo económico, y deberán ser autorizadas por los superintendentes o supervisores de la empresa a cargo de la construcción para aplicarlas en caso de incumplimiento del personal a su cargo. A continuación se mencionan algunos de los lineamientos a seguir. La explicación de cada uno de ellos deberá realizarse al menos una semana antes del inicio de las actividades de preparación del sitio, enterando a todo el personal involucrado de las siguientes restricciones:

- ✿ Se prohíbe incursionar fuera de los límites del frente de trabajo., (18 m en promedio de ancho)
- ✿ Se deben utilizar los baños portátiles ubicados en los frentes de obra para evacuar. Queda por tanto prohibida la evacuación al aire libre
- ✿ Se debe colocar la basura exclusivamente en los botes de plástico con tapa ubicados en cada frente de obra.
- ✿ Se prohíben las labores en los horarios nocturnos y/o permanecer en el frente de obra en horarios distintos a los establecidos.
- ✿ Se prohíbe maltratar y recolectar cualquier tipo de vegetación de los alrededores. Sólo será posible recolectar alguno de los ejemplares abatidos durante las obras de desmonte o despalme.
- ✿ Queda prohibida la caza de fauna silvestre, ni deberá ocasionárseles daño alguno.
- ✿ En caso de encontrarse un animal venenoso o amenazante se le deberá dar aviso inmediato al supervisor ambiental que permanecerá en la obra durante las actividades de desmonte, para que se atrape con el bastón herpetológico y lo reubique en otro sitio que resulte tanto seguro para los trabajadores como para el componente de la fauna
- ✿ Ocupar únicamente la zona adyacente del DDV que estará desprovista de vegetación para la colocación de herramienta y maquinaria.
- ✿ Delimitar una zona desprovista de vegetación dentro del DDV.

- ✿ Quedará estrictamente prohibido encender fogatas para este u otros propósitos fuera del área correspondiente. Para cocinar se recomienda utilizar estufas portátiles de gas, conectados con llaves de paso.
- ✿ Toda la basura derivada de actividades de alimentación tendrá que ser colocada en los botes de basura ubicados en los frentes de obra.
- ✿ Se prohibirá la apertura de caminos de acceso o brechas, ya que no se requieren.

El personal que no cumpla con dichas actividades se enfrentará a una sanción administrativa cuando este reincida la cual quedará asentada en un expediente laboral, en caso de reincidir le será descontado un día de sueldo; dichos descuentos salariales aumentarán en un día extra conforme el implicado reitera el quebranto a la disposición. De esta forma el contratista donará el salario correspondiente al ejido afectado, esto con la finalidad de impulsar la educación ambiental y actividades de difusión de protección al ambiente a todos los niveles: personal, laboral y sociedad.

Medida de Mitigación 3

Establecer límites de horarios de trabajo

El ruido es un contaminante físico que no es mitigable para este tipo de obras; sin embargo, puede reducirse la intensidad y duración de su impacto al restringir el tiempo en el cual realizan las actividades que lo generan. De manera muy particular, este contaminante suele alterar la conducta de la fauna, cuyo grado de afectación está en función de la duración e intensidad de la fuente sonora.

Se espera que en las labores de construcción, y por la operación de vehículos, no se rebasen determinados niveles auditivos. En el primer caso (labores de construcción) los límites máximos permisibles son de 68 dB(A), (máximo), mientras que en el segundo caso (operación de vehículos) los límites son de 90 dB(A) como máximo en tiempos de exposición no mayores de 15 minutos. Las excavaciones en bancos de materiales es posible que rebasen los 90 dB(A), estas obras deberán efectuarse durante el día entre las 9 y las 22 hrs. Es necesaria la protección auditiva de los operadores de maquinaria. En general, los ruidos generados no deberán exceder los 68 dB(A) de las 6 a las 22 hrs, y los 65 dB(A) de las 22 a las 6 horas.

A pesar de que en la tabla anterior se marcan horarios muy amplios (intervalos que van de 8 a 18 h), se recomienda que las actividades de la obra se lleven a cabo en un horario de 8 a 16 h, para evitar el uso de luz artificial y los riesgos que ello implica (accidentes laborales).

En México las normas para el control de emisión de ruido son: 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, expresados en dB(A) y la NOM-081- SEMARNAT -1994 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina el nivel emitido al ambiente.

Tabla VI.3 Límites máximos permisibles de ruido para fuentes fijas y fuentes móviles

NOM	Fuente emisora	Límite máximo permisible	Horario
NOM-081- SEMARNAT - 1994	Fuentes fijas en general	68 dB(A)	de 6 a 22 hrs
	Fuentes fijas cercanas a los poblados	55 dB(A)	***
	Operaciones de carga y descarga	90 dB(A)	de 7 a 22 hrs
NOM-080- SEMARNAT – 1994	Fuentes móviles hasta 3,000 kg	79 dB(A)	***
	Más de 3,000 hasta 10,000 kg	81 dB(A)	***
	Más de 10,000 Kg	84 Db(A)	***

Fuente: Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Generada por Ruido. NOM-081-SEMARNAT- 1994. Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.

Para la protección adecuada del personal en materia de afectaciones a la salud a causa del ruido, se requerirá el uso obligatorio de audífonos durante toda la jornada laboral, y no deberá exponerse el trabajador al ruido continuo por más de una hora.

Medida de Mitigación 4

Implementar programa de seguridad para el área de trabajo

La seguridad e higiene laboral es una disciplina de gran importancia en el desarrollo de una obra, puesto que basados en las normas que expide la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) se pueden elaborar programas en donde se establezcan los lineamientos aplicables a la obra, esto con la finalidad minimizar y si es posible eliminar los riesgos de accidentes, creando un ambiente laboral seguro.

Este manual o programa deberá contar con los procedimientos relacionados con la seguridad laboral, el cual debe ser conocido y acatado al pie de la letra por TODO el personal; con el fin de evitar accidentes que pongan en riesgo la integridad física de los trabajadores.

En términos generales y entre las cosas más importantes que debe de cumplir el personal es llevar el equipo de protección que sea necesario en cada caso y actividad desarrollada para asegurar su protección, algunos de estos son: chalecos fluorescentes, gafas de seguridad, protectores auditivos, casco botas de seguridad, guantes de carnaza). Algunos ejemplos se muestran a continuación:

Figura VI.1 Materiales y equipos necesarios para la protección de los trabajadores



Acompañado de este programa de Higiene y Seguridad, la constructora deberá tener también un programa de Protección civil, en el cual se detalle el procedimiento a seguir en caso de un derrumbe, hundimiento, o situación de emergencia que requiera de atención inmediata, y la rápida y eficiente evacuación de todo el personal. Deberán de señalizarse rutas de evacuación en la zona de obras ante cualquier eventualidad de este tipo. Dentro de la obra deberá contarse con un botiquín de primeros auxilios, además de tener perfectamente identificados los centros de atención medica más cercanas a la obra como pueden ser hospitales, clínicas; esto con la finalidad de ahorrar tiempo en el traslado en el caso que de la persona accidentada requiera atención médica inmediata.

Además del Programa de Seguridad e Higiene, en la obra deberán de contar con un Programa de Protección Civil en el que se describan los pasos a seguir en caso de que surja alguna contingencia como un incendio, inundación, tormenta eléctrica; todo el personal que ahí labore debe estar enterado si es que se encuentra expuesto a algún riesgo, por lo que se considera estrictamente necesario que la obra se encuentre perfectamente señalizada.

Figura VI.2 Ejemplo de la Señalización que debe usarse en la obra





Medida de Mitigación 5

Señalización en la zona de obra

La señalización es de gran ayuda ya que es una herramienta que forma parte importante de la educación ambiental. La señalización en zona de obras es una medida eficiente para evitar accidentes a los trabajadores que frecuentemente por sus labores presentan mayor riesgo de sufrir un percance, así como para la población circundante (ejidatarios) que pueden transitar por la zona de obras. Entre los materiales que se recomiendan para delimitar la zona de obra está la cinta de señalización, letreros de advertencia, luces preventivas, etc. Algunos ejemplos de equipo que se puede emplear para delimitar la zona de maniobras, se muestran a continuación:

Figura VI.3 Materiales para señalización de frentes de obra.



Medida de Mitigación 6

Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía.

Con la finalidad de que el radio de modificación del entorno no se extienda y afecte la vegetación más allá de las superficies calculadas para este estudio, se debe restringir y delimitar muy bien el área del frente de obra. Como se mencionó reiteradamente en el Capítulo II del presente documento, la superficie estimada de remoción de vegetación entre línea de ceros será en promedio de 18 m (12 de las cuales albergará el cuerpo carretero, y los metros restantes serán por efecto de los cortes y rellenos que se requiera realizar). Las instalaciones provisionales podrán ubicarse en la superficie entre ceros conforme y se irán trasladando conforme vaya avanzando el frente de obra. Con esto **NO es necesario el desmonte de la totalidad del DDV (40 m de ancho)**.

De igual manera, deberá instruirse perpetuamente a los operadores de maquinaria y equipo que será únicamente dentro de la superficie entre ceros donde podrán circular y realizar sus labores, con el fin de evitar que dañen mecánicamente la vegetación aledaña al cuerpo carretero. Durante el mantenimiento de la carretera, se recomienda que las labores de bacheo, pintura y reposición del señalamiento también se realicen dentro del derecho de vía establecido.

Medida de Mitigación 7

Transporte adecuado de material Geológico, pétreo y residual.

El traslado de materiales de un sitio a otro dentro de las obras de vías de comunicación es un procedimiento frecuente, por lo que pueden dispersarse materiales y partículas suspendidas por medio del movimiento y por acción del viento, a lo largo del suelo y hacia la atmósfera.

Para evitar la dispersión de material geológico pétreo y residual que sea removido y contamine la calidad del aire, se pondrá en marcha la siguiente medida:

Los residuos geológicos, producto de excavaciones, nivelación de terrenos y rellenos, serán transportados en camiones de volteo, sin que el material sobrepase el límite horizontal superior del mismo y deberán cubrirse con una lona (perfectamente amarrada) que caiga por lo menos 40 cm en cada lado de la caja de carga. Estos camiones de manera adicional irán a una velocidad máxima de 60 Km/h, a fin de evitar tanto la dispersión de las partículas pétreas más finas como la presencia de accidentes viales. El material removido deberá reutilizarse para el arropo de taludes, bancos de materiales aprovechados o bien, para posteriormente ser depositados en sitios específicos (p.e., bancos de tiro cercanos), con previa autorización de las autoridades competentes.

Medida de Mitigación 8

Evitar el uso de agua proveniente de las corrientes fluviales cercanas

Para la construcción de la subbase, la base, la carpeta de rodamiento, terraplenes y taludes se requiere una cantidad importante de agua. Sin embargo este líquido no se extraerá para este fin agua del río Fuerte ni de ninguna de sus vertientes (ríos Septentrión, Urique, Choix) ni de la presa Huites, ya que las caracterizaciones

fisicoquímicas del líquido de dichas cuencas no cumplen con los criterios de calidad requeridos para la construcción (cantidades considerables de materia orgánica, tipo de sales disueltas, etc.).

El agua que se requiera para la construcción de la obra se obtendrá de una fuente de abastecimiento previa autorización de extracción por parte de la CNA, evitando en todo momento su desperdicio. Ahora bien, considerando que también el agua proveniente de esas cuencas no es apta para el consumo humano sin previa potabilización, no se empleará para los trabajadores; el agua de consumo se adquirirá en tiendas cercanas.

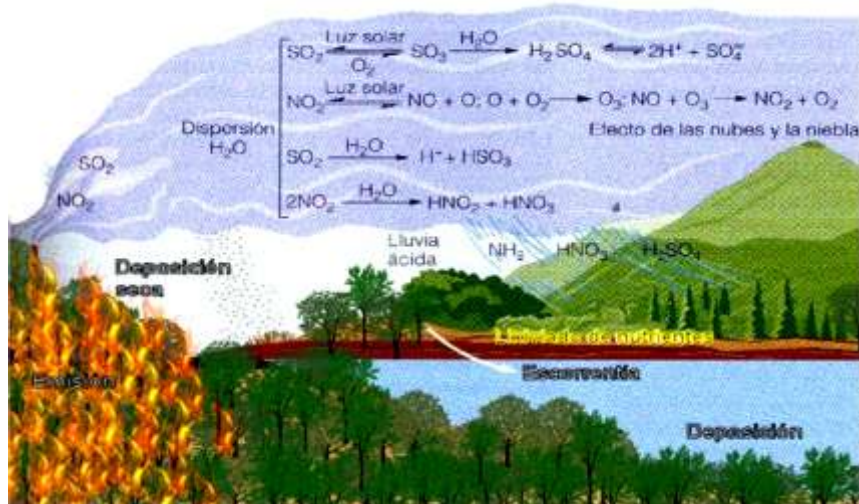
Medida de Mitigación 9

Prohibir quema de vegetación

La quema de pastizales y matorrales hoy en día sigue siendo una técnica muy empleada tanto para la agricultura como para la clarificación de terrenos, sin embargo, para la construcción de este proyecto se prohibirá quemar la vegetación; la vegetación de la región (bosques de coníferas, SBC) presenta condiciones adecuadas de conservación de la vegetación; sin embargo debajo del estrato arbóreo hay pastizales que propagarían más fácilmente el fuego, haciendo más factible que ocurra un accidente y el fuego se propague más de lo deseado. Además hay que tomar en cuenta que el fuego tiene efectos a largo plazo en el suelo, ya que algunas contaminantes atmosféricos como los son los hidrocarburos mono y poliaromáticos, NO_x, SO_x, acetonas, acetaldehídos, metano, amoníaco, etc., producen la deposición ácida de estas partículas en el ecosistema. La deposición ácida puede llegar al bosque de dos maneras. En forma húmeda como lluvia o niebla, y en forma seca como partículas y gases (HNO₃ y SO₂) (Figura VI.4). Pudiendo causar los siguientes efectos en la vegetación que no es removida:

1. Daño en la cutícula de las hojas, por acción directa y por efecto metabólico.
2. Interferencia en el funcionamiento de los estomas.
3. Daño en las células de las plantas, tras penetrar las sustancias ácidas.
4. Alteración de las raíces
5. Interferencia en la reproducción.
6. Aumento de la susceptibilidad de las plantas a la contaminación.
7. Alteración de la asociación simbiótica.
8. Incremento de la susceptibilidad a los patógenos.
9. Aumento de la concentración de metales disponibles.

Figura VI.4 Transformaciones químicas de contaminantes atmosféricos en el ambiente



Los efectos de las deposiciones ácidas deben evaluarse bajo su interacción con los procesos naturales de acidificación. La acidez no neutralizada por las copas de los árboles y demás vegetación, entra al suelo vía traslocación y escorrentía, fundamentalmente en forma de sal soluble.

La acidificación de los suelos constituye un factor que predispone al estrés (*Matzner & Ulrich, 1985*), puesto que reduce los nutrientes al variar su ciclo, provoca la movilización de elementos tóxicos como el aluminio al variar el pH del suelo y provoca variaciones en la composición de la estructura de la microflora y microfauna, y en su actividad biológica (*Vanhala et al., 1996*).

Otro de los efectos importantes que tienen los incendios sobre el suelo es el aumento en la concentración de hidrocarburos poliaromáticos (HPAs). Un incendio forestal produce altas cantidades de HPAs de alto peso molecular y mayor persistencia al ambiente. De igual manera que las moléculas de ácido nítrico sulfúrico y óxidos de azufre, estos compuesto orgánicos se adhieren a partículas suspendidas y al condensarse, ya sea vía deposición húmeda o seca alcanzan los suelos y se adhieren a su vez a coloides y sustancias húmicas (*Arias-Estévez et al., 2007*). Si estos compuestos no son metabolizados por la microbiota, a través de la asimilación de nutrientes llegan a estar biodisponibles para las plantas, y a su vez, para los productores primarios.

La presencia de HPAs en suelos cambia la composición de la microbiota del sitio, ya que se requerirán más degradadores de estos compuestos, desplazando incluso a especies encargadas del reciclamiento de materiales. De ahí que en parte la regeneración de un suelo calcinado tarde tanto tiempo, ya que se requiere en primera instancia de la degradación de las altas cantidades de HPAs pirogénicos que se generan.

El impacto que produce el fuego sobre una cuenca puede ser analizado considerando su efecto sobre los procesos que intervienen dentro del ciclo hidrológico (*DeBano et al., 1996*). Los efectos de los incendios forestales también se dejan sentir en la hidrósfera del SAR, también por procesos de acidificación y de alta concentración de HPAs en los lechos de las cuencas afectadas.

Si bien los HPAs por sus características hidrofóbicas no son solubles en agua y por tanto no pueden afectar por sí mismos la calidad del agua, sí se acumulan en los sedimentos a través de la escorrentía de materiales contaminados. Los sedimentos son por excelencia la trampa de HPAs, y a través de su adhesión a sustancias húmicas y coloidales e incluso algunas especies de fitoplancton pueden quedar disponibles a consumidores primarios dentro de las tramas tróficas acuáticas.

Entre los parámetros de calidad de agua más afectados por un incendio figuran las concentraciones de sedimentos aportados (Tiedemann 1978; DeBano *et al.*, 1996), y la variación en las concentraciones de nutrientes disueltos (nitrógeno y fósforo) (Tiedemann 1978; DeBano *et al.* 1996). Parte de los nutrientes del suelo pueden estar retenidos en las partículas orgánicas e inorgánicas. De los compuestos del nitrógeno, el mayor interés se centra en los nitratos ya que éstos poseen una alta solubilidad y baja retención en el suelo, mientras que el amonio se adsorbe a los coloides minerales y orgánicos del suelo (DeBano *et al.*, 1996). De los compuestos del fósforo, los que predominan son el ortofosfato y el fósforo orgánico y, generalmente, se encuentran fuertemente retenidos en los coloides del suelo (DeBano *et al.* 1996).

Con lo anterior se observa que un incendio implica varias alteraciones no sólo al ecosistema donde se lleva a cabo el proyecto, sino también a aquellos ecosistemas aledaños; así que conociendo la periodicidad de estos eventos durante la temporada de estiaje, quedará estrictamente prohibida la quema de vegetación durante todas las etapas de la construcción, aunque con mayor énfasis esta restricción deberá acatarse en las actividades de desmonte y despalme.

Medida de Mitigación 10

Programa de rescate y reubicación de Fauna.

Las condiciones ecológicas y topográficas del SAR dan lugar a que exista una diversidad importante de fauna y la presencia de una gran cantidad de oquedades tanto en árboles como en las montañas aledañas que potencialmente funcionan como madrigueras, a la vez que la masa forestal favorece la presencia de nidos. De lo anterior, es necesario que se lleve a cabo un rescate y reubicación de fauna que se encuentre dentro de la zona de obras a fin de no poner en riesgo la biodiversidad de la región.

Para evitar daños a la fauna que ocupe estos sitios, previos a las actividades de desmonte y despalme, se deberá realizar la identificación y marcado de madrigueras, nidos o cavidades activas que se encuentren entre la línea de ceros y en las zonas aledañas. Se prestará especial atención a los rastros (huellas, restos de alimentos) que se encuentren cerca de las guaridas para poder determinar el tipo de fauna de la zona. Esto aportará información sobre los desplazamientos de fauna (huellas, rastros) y esto a su vez nos ayudará a planear estratégicamente las áreas donde se colocarán las trampas para la captura de organismos.

En el caso en que se tengan árboles con nidos y que a causa de la construcción se tengan que derribar, se deberán realizar las acciones de rescate del nido según señalen en el estudio y plan de rescate anexo al presente documento. Estas acciones deberán considerar acciones como la captura de los progenitores, el corte de la rama con el nido y su reubicación en algún árbol de la misma especie y altura similar, en la misma zona, lejos de la obras y con la misma orientación, para que los adultos sean liberados junto con el nido. Para el caso de plantas con nidos bajos y nidos a nivel de suelo, se deben realizar acciones para remover y reubicarlo en otro árbol o arbusto de la misma especie y con características similares.

Los sitios de reubicación de fauna deberá establecerse mediante un consenso del grupo de especialistas para que se determinen los sitios más adecuados para tal reubicación, es recomendable que se establezcan procedimientos y mecanismos de captura, marcado, registro y liberación, considerando los mejores horarios para llevar a cabo la liberación de los animales en función de sus hábitos.

Cuando se trate del rescate de crías, particularmente de organismos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, se deberán poner en contacto con la autoridad correspondiente para que ellos indiquen el sitio y condiciones en que deberán ser depositadas las crías.

La reubicación de las mismas deberá contemplar que su desarrollo se realice bajo condiciones ambientales lo más parecidas posibles al sitio del cual se retiraron. Se deberá documentar y llevar un control, registro de supervivencia hasta que los organismos se conviertan en adultos y sean liberados en el terreno natural. Dentro de la capacitación que se le debe dar al personal con respecto al manejo de la fauna, deberá hacerse hincapié en qué hacer si se llegasen a encontrar especies peligrosas (reptiles, felinos). Debido a que la construcción de una carretera ocurre en un espacio abierto, el rescate de fauna, solamente disminuirá el número de organismos que puedan ser afectados por las obras en la superficie entre cerros, ya que la fauna seguirá presentándose en el área del proyecto de forma continua y muchos organismos se espera que salgan al momento de realizar el desmonte y despalme del terreno.

Acciones de rescate durante la realización de las obras de desmonte y despalme

Considerando que la construcción de una carretera se realiza en un espacio abierto, el rescate de la fauna solamente disminuirá el número de organismos que puedan ser afectados por las obras, ya que la fauna seguirá presentando en el área del proyecto de forma continua y muchos organismos se espera que salgan al momento de realizar el desmonte y despalme del terreno.

En ocasiones los individuos lejos de ser ahuyentados por el ruido y la presencia humana, son atraídos a ella pues representa una fuente fácil de alimentos a causa de los restos de alimentos, basura y agua que suelen dejar los trabajadores, de ahí que sea necesario realizar labores complementarias para el alejamiento de la fauna silvestre de la zonas de obras. A continuación, se describirán algunas de estas acciones:

- ✿ El supervisor ambiental deberá ponerse en contacto con las instituciones de educación superior de la región, a fin de que se pueda contar con al menos 2 pasantes de biología que estén especializados tanto en botánica como en zoología para las actividades de reubicación de flora y fauna, y que su labor pueda contar como servicio social que permita su titulación.

Para el caso específico de la fauna, se recomienda realizar recorridos de manera perpendicular al trazo, hacia ambos lados y hacia dentro de la vegetación sobre todo en zonas donde la cobertura vegetal sea densa, para ahuyentar a la fauna nativa. La brigada deberá tener 2 días de adelanto al frente de trabajo que esté realizando el desmonte.

Durante los recorridos, se deberá golpear la vegetación circundante con varas y se recomienda hacer ruido para ahuyentar a los animales que pudieran encontrarse en la zona; estos recorridos deben realizarse durante las primeras horas del día (5:00-8:00 A.M.) y al atardecer (18:00-19:00 h), para ahuyentar anfibios, aves y mamíferos (pequeños, medianos y grandes), ya que estos horarios son los de mayor actividad para este tipo de fauna, pues se dedican a la búsqueda de alimento; para reptiles (lagartijas, iguanas) se recomienda realizar recorridos de las 9:00 a las 16:00 horas (Uribe-Peña et. al., 1999; Aranda, 2000). La

razón por la que los recorridos deben hacerse con poca anticipación, es la de evitar que los animales regresen al trazo carretero antes de que los trabajos de desmonte se inicien.

En estos recorridos se ubicarán también los nidos cuyas ramas serán cortadas y amarradas a más de 250 m de distancia de la zona de obras, en un árbol con la misma cobertura del hospedero y a la misma altura. En la bitácora se anotará el lugar de ubicación y reubicación, se tomarán fotos, que serán pegadas en la bitácora.

- Se revisarán los hoyos en el suelo en busca de reptiles, para ello, se removerán con un bastón herpetológico. En caso de encontrar un reptil, se introducirá éste con el bastón en una bolsa de lona marcada con un letrero que diga "posible animal ponzoñoso". El reptil se liberará a unos tres kilómetros de distancia de la zona de obras en una formación vegetal similar. En la bitácora se anotará la especie, las coordenadas UTM donde se le encontró y las coordenadas donde se liberó. Se sacarán fotografías de ambos procesos.
- Se recomienda realizar un rescate de fauna cuyo hábitat es muy reducido y/o con capacidades de desplazamiento reducidas, como son casi todos los anfibios, muchos reptiles y mamíferos pequeños, principalmente de los ordenes Insectívora y Rodentia, que aunque es bien sabido que estos últimos se desplazan con rapidez, su hábitat la mayor parte de las veces no supera los 60 metros.
- Para la remoción de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos de este tipo se pueden emplear trampas Sherman de aluminio plegable, de las cuales hay tres modelos:

Trampa plegable modelo LFA, de aluminio de 0.020", con un peso de 0.8 lb, con medidas de 3" de alto X 3 ½" de alto y 9" de largo.

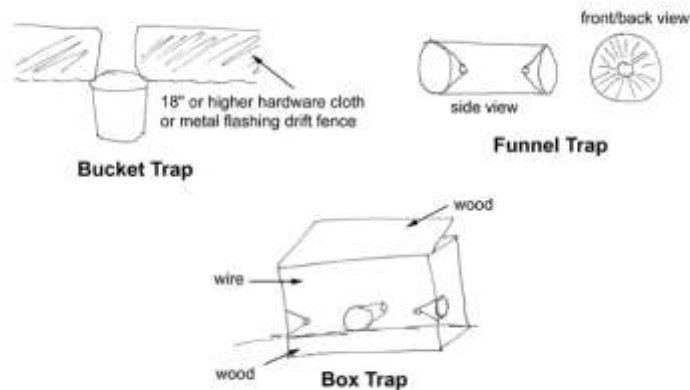
Trampa plegable modelo LFATD6, aluminio de 0.020", con un peso de 1 lb, el gancho que acciona la puerta es de acero galvanizado, sus medidas son: 3" X 3 ½" X 9".

Trampa plegable modelo XLK, aluminio de 0.025", peso de 1.8 lb, puerta y gancho que acciona la puerta de acero galvanizado, sus medidas son 3" X 3 ¾" X 12".



Trampa Sherman para mamíferos pequeños

Figura VI.5. Diversas trampas de barrera para anfibios, reptiles y pequeños mamíferos



Aunque estas trampas no son exclusivas para anfibios y reptiles, dichos organismos muchas veces quedan atrapados en ellas. Otras trampas útiles para reptiles y musarañas son las de barrera con trampas de piso, como se muestra en la Figura VI.5 (Bucket trap). Los animales así capturados, deberán ser retirados aproximadamente a 2500 metros de distancia del trazo del proyecto, dentro de la zona vegetal con mayor cobertura, con la finalidad de que haya suficiente espacio para que el equilibrio de las poblaciones silvestres se pueda restablecer.

Todas las trampas deberán revisarse cada tres horas para evitar la deshidratación de aquellos animales que sean capturados durante el día o que puedan sufrir la hipotermia y ahogamiento que sean capturados durante la noche. Las trampas de barrera y los transectos para la colocación de trampas Sherman se deberán disponer en forma paralela al trazo carretero, las trampas Sherman deben colocarse con una separación de 5 a 10 m entre una y otra.

Por otro lado, es importante considerar que la fauna se distribuye de acuerdo a sus necesidades y que los animales que podamos encontrar a lo largo del trazo del camino están habituados al sitio en donde se encuentran, por lo que es más probable que los sitios adyacentes se encuentren ya ocupados por otros individuos de las mismas especies, por lo que al remover la fauna desde el trazo carretero hacia zonas aledañas, aumentará la presión y competencia entre los organismos que viven en los sitios aledaños al proyecto y los recién desplazados. Para ello, hay que considerar que al momento de liberar un organismo que se ha desplazado de la zona del trayecto, tiene que existir al menor una separación mínima de 100 m entre el individuo desplazado y el que ya se encontraba ahí. Para determinar si un área está ya ocupada por algún organismo, hay que verificar en la zona la presencia de huellas y excretas. En una bitácora se anotará el lugar y especie de los individuos atrapados por las trampas y el lugar de su liberación.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en todo caso deberá permanecer un pasante de biología, armado con un bastón herpetológico, y 5 bolsas de lona para atrapar reptiles. En caso de que los trabajadores vean un animal que pueda ser amenazante, deben avisar de inmediato al pasante. Los reptiles serán retirados con el bastón herpetológico, colocados en una bolsa de lona y liberados al menos a una distancia de 1000 m del trazo.

Medida de Mitigación 11

Construcción de pasos para Fauna

La construcción de carreteras de cualquier tipo ocasiona 7 efectos generales:

1. Mortalidad ocasionada por la construcción de la carretera.
2. Mortalidad debida a la colisión de vehículos.
3. Modificaciones en la conducta animal.
4. Alteración del ambiente físico.
5. Alteración del ambiente químico.
6. Dispersión de especies exóticas.
7. Incremento en el uso de aéreas por humanos (Trombulak y Frissell, 1999)

Uno de los efectos más adversos que conlleva la construcción de una vía terrestre de comunicación es la afectación en la distribución y abundancia de fauna por diversos factores, entre los cuales se puede mencionar: fragmentación del ecosistema, pérdida de hábitat, restricciones al desplazamiento (efecto barrera), aumento en las tasas de depredación, empobrecimiento de la variabilidad genética, etc.

En virtud de que dentro del SAR la presencia de este proyecto fomentará la fragmentación del ecosistema y por tanto, la interrupción del libre tránsito de fauna silvestre en la región, se hace necesario aplicar medidas de mitigación tendientes a minimizar este impacto sobre la distribución y abundancia de especies.

Para seguir conservando la integridad ecosistémica de la región y permitir el libre tránsito de fauna de un lado a otro del la carretera, sin que la fauna sea afectada, proponemos junto con las acciones de reforestación, la construcción de diversos pasos para fauna.

Los pasos de fauna son estructuras de ingeniería civil cuyos objetivos principales son:

1. Permiten la conectividad de la masa forestal
2. Eliminan el efecto barrera
3. Disminuyen la mortalidad por atropello y/o colisión con vehículos, a la vez que aumentan las condiciones de seguridad de los usuarios

De manera general, existen 2 tipos de pasos de fauna, cuya nomenclatura está referenciada a la superficie de rodamiento:

- a) Pasos inferiores (la superficie de rodamiento pasa por debajo de la estructura)
- b) Pasos superiores (la superficie de rodamiento pasa por encima de la estructura)

Los pasos de fauna son una medida que contribuye a reducir y compensar los daños causados a la comunidad faunística, sin embargo, la implementación de este tipo de infraestructura a pesar de ser común en la Unión Europea, en Canadá y en Estados Unidos, en México es incipiente, ya que a la fecha no existen estudios de impacto ambiental que incluyan las especificaciones técnicas de los mismos y no existe físicamente una de estas estructuras para tal fin en las carreteras actuales.

Figura VI. 6 Diferentes tipos de pasos para fauna en diversas partes del mundo.



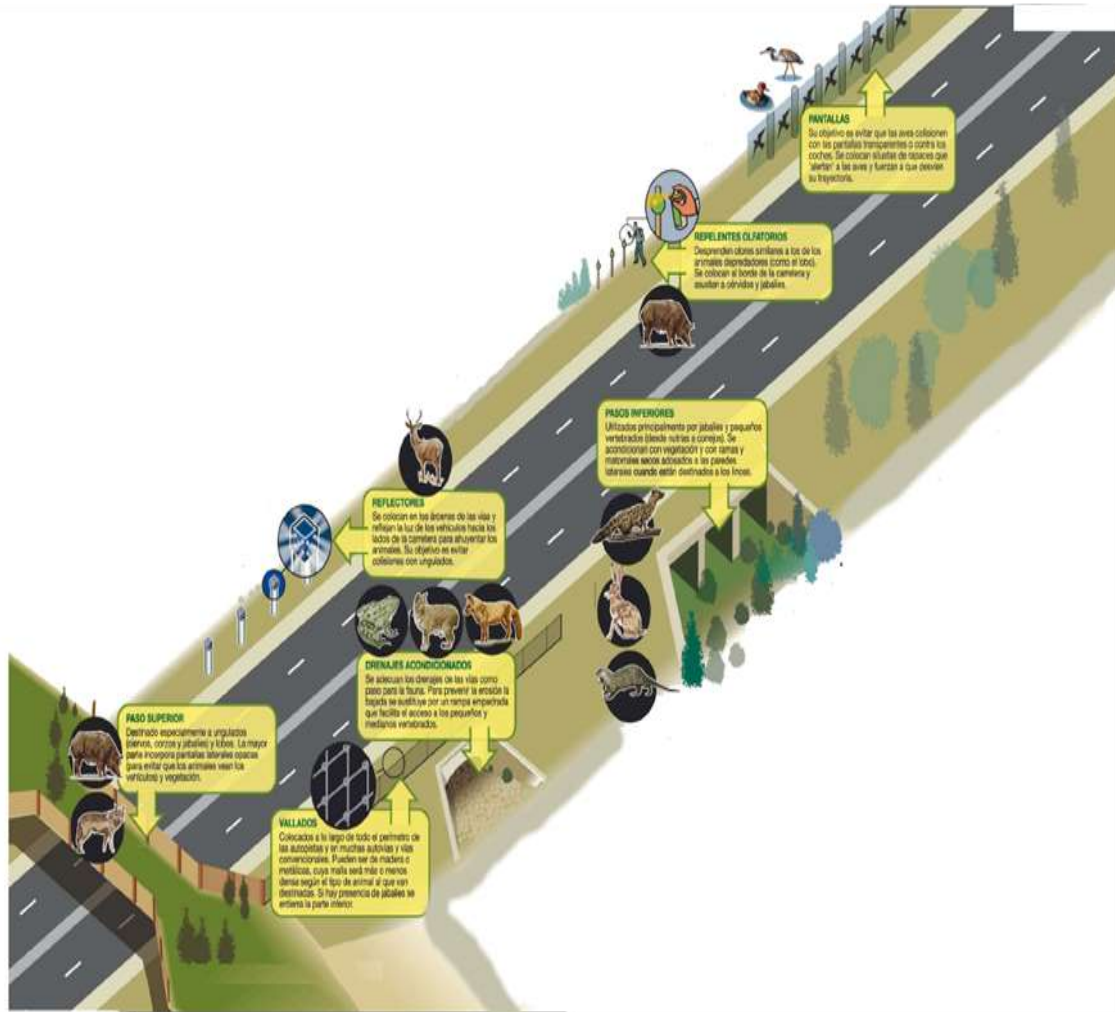
1. Paso inferior para fauna cubierto de vegetación en Europa
2. Paso inferior para fauna en Europa. En los accesos existe un bebedero.
3. Paso superior para anfibios y reptiles,
4. Paso superior para mamíferos pequeños y medianos,
5. Paso inferior sobre parapeto de puente en Norteamérica.
6. Escalera de cuerda para fauna arborícola

Aparte de las estructuras anteriormente mostradas, existen otras medidas de mitigación que se emplean para el alejamiento de la fauna de la superficie de rodamiento, cuyo análisis de costo-beneficio se muestra a continuación.

Tabla VI.4 Análisis De costo – beneficio de diversos implementos para fauna

TIPO DE ESTRUCTURA PARA LA PROTECCION DE FAUNA	COSTO	EFFECTIVIDAD
Luz y ruidos	Alto	Baja
Elementos reflectantes	Bajo	Baja
Sustancias repelentes	Muy alto	Alta
Límite velocidad	Bajo	Baja
Vallado metálico	Medio	Alta
Rampa escape	Bajo	Alta
Roturación	Alto	Baja
Unión de caminos	Bajo	Alta
Puente	Alto	Muy alta
Paso elevado para fauna	Muy alto	Alta
Falso túnel con paso superior de fauna	Muy alto	Muy alta
Paso subterráneo para fauna	Alto	Alta
Rampa de escape de canales de cuneta	Muy bajo	Muy alta

Figura VI.7 Diferentes tipos de aditamentos para prevenir daños a la fauna



La identificación de los puntos de la infraestructura que requieren la construcción de pasos de fauna se realizará en función del análisis de tres factores que, fundamentalmente, tratan de delimitar los tramos en los que los desplazamientos de fauna se solapan con los ejes viarios. Los factores a evaluar se indican a continuación.

- ☀ Identificación de los hábitats de interés para los grupos de fauna de atención especial, aspectos a analizar:

 - distribución de las especies.
 - distribución de sus hábitats en el paisaje y grado de fragmentación.
- ☀ Identificación de sectores del territorio de interés para la conectividad ecológica, y, en concreto, para los desplazamientos de fauna, aspectos a analizar:

 - Presencia de usos del suelo compatibles con los desplazamientos de fauna.

- Presencia de formas del relieve que canalizan desplazamientos de fauna, en particular, las vaguadas y las crestas.
 - Presencia de cursos fluviales que canalizan movimientos longitudinales de muchas especies de animales, tanto acuáticos y semiacuáticos, como terrestres.
 - Información sobre rutas de desplazamiento habitual de fauna a partir de prospecciones sobre el terreno y de aportaciones de expertos locales.
- ✿ Identificación de tramos conflictivos, en los que se produzca un alto índice de mortalidad de fauna o de accidentes causados por colisión de vehículos con grandes mamíferos. Este aspecto se evaluará a partir de datos de vías en funcionamiento que discurran paralelas o próximas a vías de nueva construcción, o a partir de datos de la propia vía cuando esta sea objeto de proyectos de mejora.

Se ubicarán pasos de fauna en todos los lugares en los que, a partir del análisis de los factores indicados en el punto anterior, se determine que sean necesarios para:

- Facilitar puntos de cruce seguros que eviten el acceso de fauna silvestre que comporte riesgo para la seguridad vial a las plataformas de circulación de vehículos.
- Evitar que queden aislados fragmentos de hábitat de las especies de referencia.
- Facilitar a los animales el acceso a los recursos básicos (zonas de alimentación, refugio, reproducción, etc.) para el mantenimiento de una determinada población.
- Facilitar estructuras de paso que permitan franquear la infraestructura viaria en rutas de desplazamiento habitual de fauna.

A partir de lo anterior se tiene que los pasos más apropiados para construirse en SAR son de tipo inferior, ya que consiguen una alta efectividad para el paso de fauna aunque presentan más dificultades para conectar hábitats, ya que permiten un crecimiento limitado de la vegetación arbórea

Acondicionamientos de los accesos

- Se realizarán plantaciones y se instalará el cerramiento perimetral de manera que guíen a la fauna hacia los accesos del paso
- Se evitará que carreteras transitadas discurran próximas y perpendiculares a las entradas del paso, ya que dificultarían su uso por parte de la fauna.
- Si la infraestructura viaria situada por encima del paso tiene una alta intensidad de tráfico, es recomendable instalar pantallas opacas en la parte superior de la estructura, para atenuar las perturbaciones generadas por el tráfico de vehículos.

Para el caso en particular los pasos para fauna escogidos serán destinados para el libre traslado de mamíferos y herpetofauna, acorde al Ministerio del Medio Ambiente de España (2006).

Paso inferior multifuncional para mamíferos

Especies de referencia

Ungulados, carnívoros, herbívoros, aunque pueden también ser empleados por reptiles y anfibios si hay suficiente humedad ambiental y se instala el cercado adecuado

Uso de la estructura

Mixto: Paso de fauna y camino, vía pecuaria

Características y prescripciones básicas

Las modificaciones destinadas a favorecer el paso de fauna consisten, básicamente, en mantener la base del paso con sustrato natural, o bien, conservar dos bandas laterales sin pavimentar por las cuales los animales podrán desplazarse sobre un sustrato similar al del entorno. También es indispensable el acondicionamiento de los accesos del paso.

Dimensiones deseadas:

- Altura mínima: 3,5 m
- En áreas con presencia de pecaríes, anchura mínima: 7 m y con Índice de Apertura ($a \times h / l$) > 0,75
- En áreas con presencia de venados, anchura mínima: 12 m y con Índice de Apertura ($a \times h / l$) > 1,5
- Anchura recomendada para optimizar su efectividad: 15 m
- Anchura mínima de franjas laterales con sustrato natural: 1 m.
- Los pasos deben tener la mínima longitud posible, por ello, siempre que sea posible, se construirán perpendiculares a la vía, y no excederán los 70 m de longitud.

Tipologías constructivas

- Estructuras de sección abierta: pórtico o bóveda.

Acondicionamientos

– Deberá asegurarse un buen drenaje de la estructura con el objeto de evitar la inundación del paso, incluso después de períodos de fuertes lluvias, ya que la presencia de una lámina de agua dificulta el paso de muchas especies. Si se prevén períodos de inundación temporal la base de la estructura se adecuará de manera que, en todo momento, se mantengan franjas laterales secas de cómo mínimo 1 m de anchura.

– La revegetación de las franjas laterales sólo es viable en los tramos más próximos a los accesos, ya que en el sector central las condiciones no son adecuadas para el crecimiento de la vegetación.

Acondicionamientos de los accesos

Se realizarán plantaciones y se instalará el cerco perimetral de manera que guíen a la fauna hacia los accesos del paso

Posibles variaciones a la propuesta base

Para facilitar refugios a los animales de pequeño tamaño y, así, facilitarles el uso del paso, se pueden instalar hileras de piedras, tocones de árboles, troncos o ramas secas en los márgenes laterales de la estructura.

Mantenimiento

Deberá asegurarse la correcta instalación y mantenimiento del cerramiento perimetral para detectar y corregir la aparición de desperfectos.

Figura VI. 8. Ejemplo de paso multifuncional



Paso para anfibios

Especies de referencia

Anfibios.

Otros grupos que pueden utilizarlo

Pequeños carnívoros, micromamíferos y algunos reptiles.

Características y prescripciones básicas

Los anfibios tienen requerimientos muy particulares, ya que no tienen capacidad para orientar sus desplazamientos buscando el acceso al paso de fauna. Por ello, la efectividad de las estructuras destinadas a este grupo depende, en gran medida, de la instalación de un cerco específico, que actúa como una estructura de guía destinada a interceptar sus desplazamientos y conducirlos hacia los pasos.

Los principales conflictos con anfibios se localizan en los puntos donde una infraestructura intercepta las rutas de migración periódica a sus zonas de reproducción (balsas, lagunas o cursos fluviales). Los pasos de anfibios deberán instalarse principalmente en los tramos que interceptan estas rutas en las que, año tras año, se producen estos movimientos. En caso contrario, los anfibios accederán a la calzada y se generará un tramo con una muy alta concentración de atropellos.

Los tramos problemáticos se permeabilizarán instalando un conjunto de pasos entre los cuales se instalará un cerramiento de guía hacia los pasos, específico para anfibios.

Dimensiones

– La anchura del paso aumentará con su longitud.

Longitud del paso (m)	<20	20–30	30–40	40–50
Sección rectangular (m)	1,00x0,75	1,50x1,00	1,75x1,25	2,00x1,50
Sección circular (m)	1,00	1,40	1,60	2,00

Distancia máxima entre los pasos:

60 m; puede ampliarse hasta 100 m si el vallado de guía se dispone ligeramente en forma de embudo para forzar el desplazamiento hacía el paso.

Altura mínima del vallado de guía: 0,4 m (0,6 m si hay rana ágil en la zona).

Tipologías constructivas

Aunque pueden adaptarse estructuras circulares, son preferibles los cajones ya que sus paredes verticales facilitan el avance de los anfibios.

Acondicionamientos y Adecuación del paso

Las estructuras no deberán presentar ningún tipo de desniveles ni en los accesos, ni en el interior del paso. Los pasos deben contar con un buen drenaje para evitar su inundación ya que los anfibios requieren humedad pero no estructuras con una lámina de agua recubriendo su superficie.

Cerramiento - estructura de guía

La estructura de guía estará constituida por una pequeña valla de 40 cm de altura, de hormigón, madera tratada u otro material opaco. No son aplicables los cerramientos de malla convencionales, ni aún los de luz más reducida, ya que algunas especies intentan trepar por ellos en lugar de avanzar siguiendo la valla en dirección hacia el paso.

La parte inferior de la malla se ajustará completamente al terreno sin dejar ningún hueco y se unirá a los accesos del paso evitando discontinuidades o la formación de bordes o salientes que pudieran obstaculizar el desplazamiento de los anfibios. Cualquier pequeño desajuste en la base del terreno o en el acceso del paso permitirá que los anfibios accedan a la calzada y el paso perderá completamente su efectividad. Son preferibles las

vallas completamente verticales. Las que presentan ángulos redondeados dificultan la siega y no presentan tantas facilidades para el avance de los animales.

El cerramiento de guía deberá instalarse preferiblemente en la base de los terraplenes sobre los que discurra la vía y lo más próximo posible a esta (aunque sin impedir las tareas de siega de la vegetación en los márgenes), de modo que la longitud del paso sea la menor posible.

Para no dificultar los movimientos de los animales, la superficie del terreno adyacente al vallado de guía por su parte exterior, debe estar bien perfilada y no presentar desniveles. También es preferible que esta zona esté desprovista de vegetación que pueda obstaculizar los desplazamientos de los animales. No obstante, la cobertura vegetal será útil en los alrededores para ofrecer refugio a los individuos en migración.

Los extremos del vallado se doblarán hacia el exterior de la vía para orientar a los animales de nuevo hacia el medio natural, en caso de que no se desplacen en el sentido de los pasos.

Instalación de barreras temporales y traslado manual de anfibios en período de migración

Debido a la periodicidad de la problemática asociada a los anfibios, en los lugares en los que se interceptan rutas migratorias se puede optar por instalar un sistema temporal de prevención de la mortalidad, ya que esta se produce en un período muy concreto. Estos sistemas constan de una valla de material liso y opaco, que impide el acceso de los animales a la vía y los dirige hacia cubos de recogida donde se pueden mantener durante cierto tiempo antes de ser recogidos y trasladados al otro lado de la infraestructura viaria. Estos sistemas requieren la colaboración de un elevado número de personas y, con frecuencia, sólo son posibles gracias a la participación de grupos de voluntarios.

Las vallas temporales que impedirán el avance de los anfibios hacia las calzadas de las vías y los dirigirán hacia los cubos de recogida deben ser completamente opacas, de material liso (plástico, lona) y de una altura mínima de 40 cm para evitar que los anfibios trepen o salten por encima de ella. Las estacas de sujeción deben colocarse en la parte interior, y no en el lado por el que se desplazan los animales.

Los cubos de recogida deben estar adosados a las vallas para favorecer la caída de los animales. Se utilizarán cubos de un mínimo de 30-40 cm de altura, enterrados, con el borde situado al nivel del suelo, y con una distancia entre ellos de unos 10 m. Se instalará uno en cada extremo de la estructura de guía para evitar que los anfibios accedan a la calzada al final del tramo vallado.

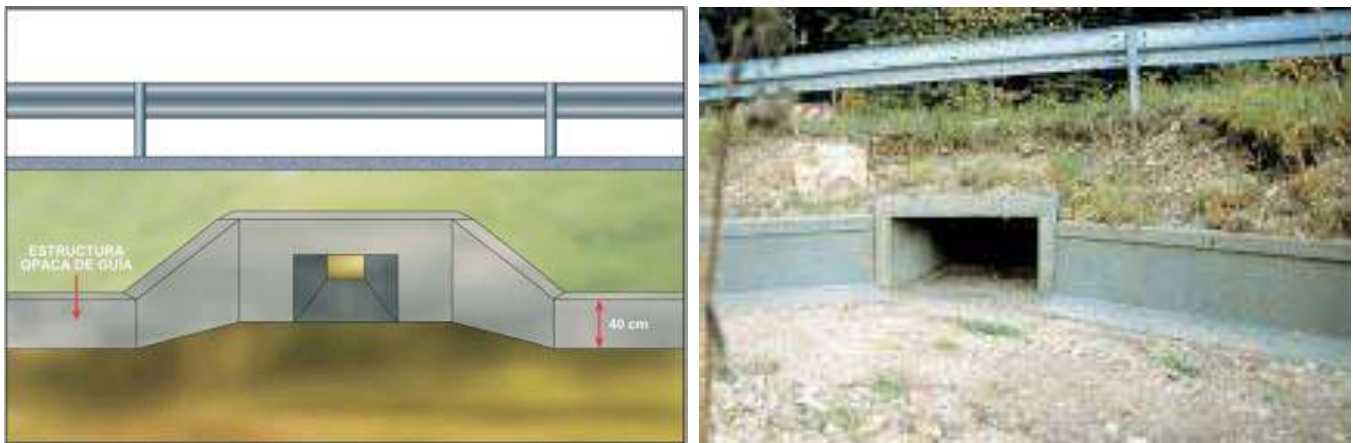
Se procederá al control y traslado de los anfibios al otro lado de la vía programando entre una y tres inspecciones cada 24 horas, aunque este período se adaptará en función de la intensidad del flujo migratorio. En los períodos de mayor actividad pueden ser necesarios controles incluso cada media hora.

Mantenimiento

En las estructuras permanentes deberá asegurarse la correcta instalación y mantenimiento del vallado de guía para detectar y corregir la aparición de desperfectos. Se programarán tareas de mantenimiento periódicas para retirar los residuos, acopios de material, u otros elementos que pudieran obstaculizar los pasos. Periódicamente se procederá a segar la vegetación en los 50 cm más próximos al vallado de guía por su parte exterior. Esta labor es particularmente necesaria antes de los períodos migratorios, que varían en función en las distintas especies y

condiciones y, por ello, se requerirá el asesoramiento de expertos para establecer los períodos de siega más adecuados en cada situación.

Figura VI.9 Ejemplo de pasos para anfibios



Medida de Mitigación 12

Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna.

Una de las etapas más sensibles en el ciclo de vida de las especies es la temporada reproductiva. En esta etapa es cuando deben existir menos disturbios en las zonas donde se llevan a cabo las actividades de reproducción, pues ello influirá directamente al reclutamiento en las poblaciones.

A pesar de que el proyecto se ejecutará en un lapso de tiempo relativamente corto y que la zona de influencia no presenta poblaciones de fauna exclusivas del sitio, (se recomienda que las actividades de preparación del sitio se ejecuten únicamente durante la temporada de otoño e invierno, con el fin de que exista tiempo suficiente para que los organismos de la zona se trasladen hacia sitios cercanos que les permitan comenzar el ciclo reproductivo de forma segura.

En cuanto al grupo de aves, se debe considerar que los trabajos de obra que se realicen en época migratoria, ya que, podrían tener efectos sobre la comunidad de ornitofauna, sin embargo al ser organismos que se desplazan largas distancias, se estima que el efecto será casi nulo en este grupo zoológico. Por esta razón se recomienda no realizar labores que alteren las condiciones naturales del hábitat tales como aclareo de la vegetación durante dichos meses, ni otro tipo de actividades que modifiquen las áreas forestales durante esta temporada, pues ello compromete el éxito reproductivo de las especies en la zona alterada.

Medida de Mitigación 13

Delimitación de los arboles a derribar en el DV.

Antes de iniciar con las obras de desmonte y recuperación de fauna, personal calificado deberá marcar con un martillo (para marcas forestales) cada árbol que se susceptible a talarse y que presente las siguientes características:

1. Tenga una altura mayor de 1.5 m
2. Un DAP mayor a 20 cm
3. Su ramificación inferior este arriba de los 40 cm

Mientras tanto el supervisor ambiental deberá contar el número de árboles marcados y anotará su ancho y altura, con la finalidad de tener mayor control sobre los árboles que serán derribados, así como la estimación adecuada del volumen forestal a remover.

Los arboles de mayor tamaño se entregarán a las autoridades municipales encargadas del ambiente, para que se destine la madera a los usos que se consideren pertinentes.

También es importante mencionar que el material que se genere a consecuencia del desmonte y despalme puede ser aprovechado dentro de la misma obra. El material forestal en buen estado puede se empleará como parte del material orgánico que se colocará en las zonas aledañas a la línea de cerros, taludes, pasos de fauna y bebederos, mientras que la madera puede ser aprovechada también (triturándola y reincorporándola al material de desmonte, o bien). A continuación se describirá una técnica adecuada para el derribo de árboles que se retirarán de la zona de obras.

Técnicas para el derribo.

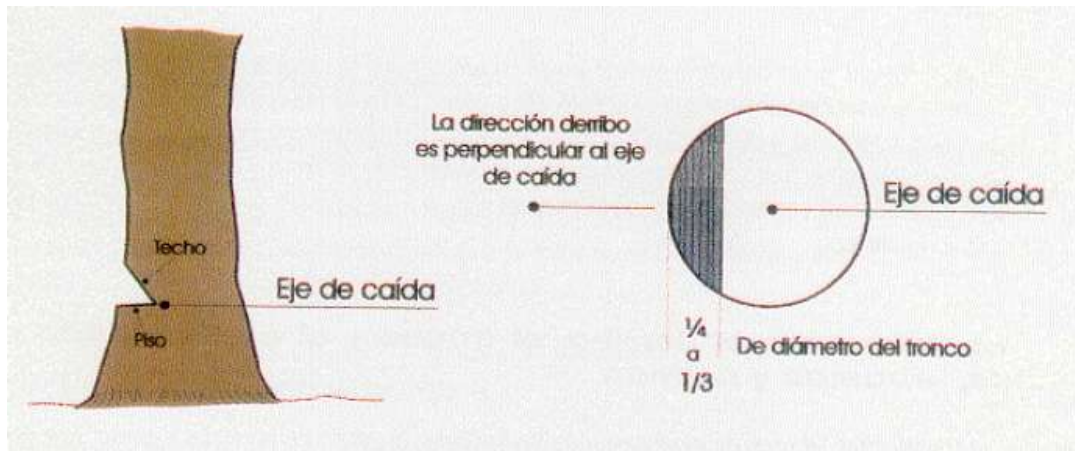
Se utilizará el derribo direccional de árboles el cual realiza en tres pasos a seguir:

- Realizar el corte llamado cuña o tabacote, que a su vez tiene un corte de piso y un corte de techo
- Realizar el corte de derribo
- Usar cuñas para asegurar la caída del árbol hacia la dirección deseada

Una vez que el derribador ha determinado la inclinación del árbol y la dirección de caída deseada, deberá eliminar posibles estorbos alrededor del árbol para que pueda trabajar con seguridad, asimismo, deberá determinar una o varias rutas de escape.

Cuña o tabacote: Es el primer corte en un derribo direccional y se realiza en la dirección de la caída deseada como se muestra en la siguiente figura

Figura VI.10 Cuña o tabacote con sus medidas

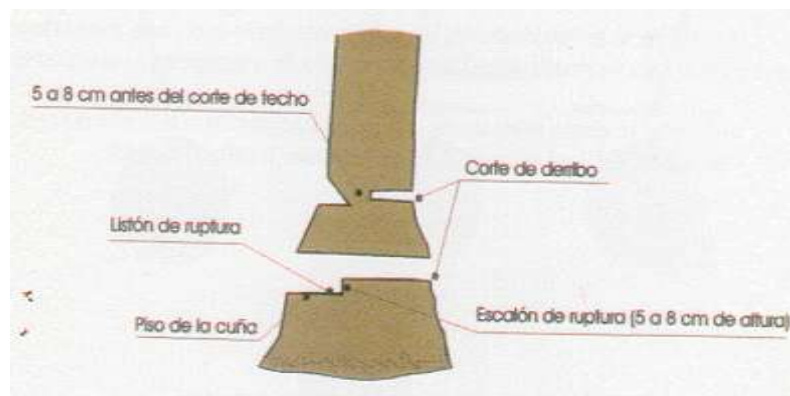


La cuña o tabacote tiene tres funciones: Dirigir la caída en la dirección deseada., controla la caída del árbol permitiendo que se deslice sobre el tocón en lugar de brincar y previene que el árbol se vaya hacia atrás (que no patee).

La cuña o tabacote tiene dos cortes: un corte de piso y un corte de techo, que deberán abarcar de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ del diámetro del árbol a derribar a la altura del corte y la abertura entre el corte de piso y el de techo deberá ser de aproximadamente $\frac{1}{5}$ del diámetro del árbol.

Corte de derribo: El corte de derribo se hace en el sentido opuesto a la cuña o tabacote, este corte deberá estar de 5.0 a 7.5 cm arriba del corte de piso y también deberá dejarse un espacio de 5.0 a 7.5 cm antes de llegar al corte de techo, de tal forma que al caer el árbol quede un pequeño listón de ruptura tanto en la base del árbol como en el tocón (Figura VI. 11). Si se tiene dificultad para dirigir la caída, entonces se usarán cuñas de derribo, teniendo la precaución de que antes de utilizarlas, se elimine la corteza de la zona donde se usará, especialmente si la corteza es gruesa, esto facilitará la operación.

Figura VI.11. Forma de realizar el corte de derribo



Cuando se realiza el corte de cuña o tabacote se romperá la tensión. Al efectuar el corte de derribo el árbol se asentará en el corte y pudiera quedar atrapada la motosierra, el derribador deberá ver la copa del árbol para sacar a tiempo la motosierra y evitar que quede atrapada.

Para evitar este problema deberán usarse cuñas. Por eso es conveniente que el derribador siempre determine la inclinación del árbol usando una plomada o usando el hacha como tal, aun si se está seguro de la inclinación del árbol

Tan pronto como el corte de derribo lo permita, una cuña se introducirá en el corte, golpeándolo suavemente hasta que el corte se haya terminado, de tal forma que la barra de la motosierra no quede atrapada. Si la inclinación del árbol no es muy pronunciada, la caída del árbol será en la dirección deseada. Si la inclinación es muy pronunciada se deberá usar otra cuña para controlar la caída.

El derribador determinará la caída natural del árbol usando una plomada. Si a pesar de las medidas adoptadas se tiene el peligro de que la caída del árbol no sea hacia la dirección deseada, entonces se usarán dos, tres o hasta cuatro cuñas, manejándolas alternativamente, hasta lograr el objetivo deseado. Las cuñas de plástico pueden usarse para levantar y las de magnesio para manejar la caída. En árboles con diámetros muy grandes puede usarse incluso un gato hidráulico para levantarlos y dirigir sus caídas.

Existen tres tipos de corte de cuña o tabacote el llamado convencional y el de Humboldt y también una combinación de los dos. En el caso particular del proyecto el tipo de cuña recomendado es el convencional debido a que los diámetros de la masa arbórea son menores a 100 cm.

Troceo

El troceo, es la actividad de dividir al árbol derribado en secciones llamadas trozas. Las trozas deberán tener medidas de acuerdo al uso final que se les dará.

El troceador deberá saber las medidas comerciales, los rangos y los refuerzos de acuerdo al mercado, o según las especificaciones dadas por el supervisor. El troceo consiste en dos pasos: la medición y el troceo.

Medición. Una vez que el árbol ha sido derribado, desramado y despuntado, se procederá a su medición de acuerdo a la longitud que tendrá la troza. Es importante determinar el diámetro mínimo para cada troza según será su uso final. Para la medición de la longitud se utilizará un flexómetro especial con aditamentos para facilitar la medición, para la medición del diámetro se utilizan un flexómetro normal o una forcípula.

Toconeo de árboles

Eliminación de tocones y raíces. La eliminación de tocones y raíces puede realizarse de manera manual o mecanizada. El tamaño y la forma de los tocones varían con las especies y la edad del árbol, además es influenciado por el tipo de suelo y la disponibilidad del agua. La remoción de los tocones no es posible realizarla completamente ya que se cortarán las raíces y parte de estas quedará en el suelo.

En la eliminación manual de los tocones se usarán picos, palas, barretas, cuerdas, cables y garruchas, con la finalidad de cortar las raíces y sacar el tocón para que pueda ser seccionado, astillado o transportado a otro lugar.

No es necesario remover todo el tocón, ya que con poca excavación se puede cortar, reduciendo su tamaño y posteriormente taparlo. Si es necesario extraer todo el tocón se puede ir excavando alrededor del tocón.

La eliminación mecanizada de los tocones y las raíces se hacen usando un pequeño tractor de orugas, como los llamados D4, que los puede sacar con la cuchilla o con el ripper.

Manejo de los desechos producto de la poda y derribo. Uso final del árbol

Los árboles derribados pueden ser utilizados para diferentes fines tales como:

1. Postes para cercas.
 2. Trocería para aserrío.
 3. Material para abono.
1. Postes para cercas. Los árboles que tienen diámetros de 10 a 15 cm, pueden utilizarse como postes, siempre y cuando tengan la longitud necesaria, por ejemplo 2.5 m. Los postes pueden utilizarse para cercas de casas o como protección para los árboles que quedan en pie, estos pueden tener menor longitud de 2.5 m.
 2. Trocería para aserrío. La madera obtenida del derribo de árboles puede comercializarse como trocería para aserrío, las medidas comerciales más comunes en el mercado nacional son 8 pies de longitud y diámetros de 20 cm en adelante, sin embargo, pueden especificarse otras medidas.
 3. Material para abono. Picando las ramas y los troncos, ya sea manualmente utilizando motosierra, hachas y machetes o usando una astilladora, el producto obtenido puede utilizarse como abono para los árboles que queden en pie o también como protección para el suelo para evitar la desecación del mismo.

El apilado del producto obtenido se hará evitando obstruir el tráfico tanto de vehículos como de peatones. Se apilará el producto obtenido de tal manera que facilite su carga, además el producto deberá ser desalojado a más tardar al siguiente día de su derribo.

El transporte de los árboles derribados puede realizarse con diferentes tipos de vehículos, dependiendo si se transporta el árbol entero o troceado.

En caso de llevar la madera a las autoridades de la localidad, éstas deberán firmar un oficio al recibirlos, declarando que todos los árboles que se recibieron tienen la marca del martillo y que el número de árboles concuerda con el registrado en la bitácora del supervisor ambiental; con esta medida, se contribuye a impulsar la educación ambiental en la zona y evitar mayor tala forestal de la establecida en el área del derecho de vía.

Medida de Mitigación 14

Programa de rescate de Flora.

Una vez que se haya delimitado el área de remoción de vegetación, deberán identificarse y marcarse los individuos arbóreos de especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 dentro de la zona, poniendo especial énfasis en cactáceas, orquídeas y palmas.

Posteriormente se procederá a la remoción y trasplante de individuos, esta actividad deberá realizarla personal debidamente calificado y bajo los procedimientos previamente establecidos con el fin de asegurar la sobrevivencia de los individuos trasplantados.

El éxito del programa de rescate y trasplante puede corroborarse con el porcentaje de sobrevivencia de los individuos trasplantados. En este contexto se observa necesario el diseño de un plan de manejo específico que deberá tomar las siguientes consideraciones:

- Contabilización del número total de individuos a remover.
- Diseño de un cronograma de actividades que sincronice las actividades de remoción con las actividades de trasplante.
- La distribución de los individuos trasplantados deberá ser planificada y estratégica, enfocada a la conservación, considerando su uso para fines educativos y de investigación científica.

Las palmas, a diferencia de los árboles leñosos y de grandes copas, desarrollan casi totalmente el grosor de su tallo antes de comenzar un aumento de altura importante. Durante esta "fase de establecimiento", la zona de iniciación de raíces, en la base del tallo, no se desarrolla todavía a pleno potencial.

Por consiguiente, las palmas no son muy tolerantes a las perturbaciones en los extremos de la raíz que acompaña a las excavaciones de un sitio de crecimiento, donde el desarrollo del tronco visible ha tenido lugar. Aún cuando las palmas no mueren por el trasplante prematuro, los retrocesos de crecimiento y posiblemente el menor desarrollo del tronco puede ser consecuencias de esta acción. Las palmas jóvenes (es decir, sin el desarrollo del tronco visible) sólo deben trasplantarse desde recipientes.

Las palmas se establecen más rápidamente si son trasplantadas durante la primavera y principio de verano cuando las temperaturas del suelo están en aumento. Muchas palmeras tropicales y sub-tropicales reducen las funciones de la raíz cuando la temperatura del suelo está por debajo de 18°C. Una ventaja adicional, es la lluvia abundante, lo cual reduce la necesidad de riegos suplementarios durante los meses críticos de establecimiento.

Se ha determinado que las palmas varían en su respuesta de regeneración de raíz cuando se las excava. El porcentaje de raíces cortadas que ramifican y continúan el crecimiento es directamente proporcional a la longitud del trozo restante.

Esto explica la necesidad de extraer un cepellón lo mayor posible al excavar estas especies, al menos desde la perspectiva de supervivencia de la raíz en el nuevo emplazamiento. Se recomienda para estas especies extraer, como mínimo, con 30 cm de raíces alrededor del tronco. Mientras que una cantidad mayor de raíces puede aumentar mucho el éxito del trasplante, el peso adicional y los costos involucrados en el transporte, no se justifican versus los costos de los cuidados posteriores al trasplante.

También deben tenerse presente que la longitud vertical de la pelota de raíces es a menudo mayor que el radio horizontal, en las palmas excavadas del campo o sitios del paisaje, de esta forma, los talones de las raíces orientadas verticalmente serán más largos que las recomendaciones mínimas. En general, para las palmas de un sólo tronco de menos de 4 m de altura, una pelota de raíces del ancho de una pala a partir del tronco, parece ser suficiente para ese tamaño y asegura la supervivencia de la planta.

Método práctico para el trasplante

Antes de extraer la palma del sitio donde se encuentra plantada debe ser podada. Esto es necesario ya que al cortar raíces para extraerla, la planta perderá hojas por deshidratación ya que el sistema radicular está reducido y deteriorado y no puede absorber el agua necesaria para mantener su follaje. En consecuencia, la poda de las hojas más viejas ayuda a la palma a sobrevivir hasta que regenera sus raíces. Lo aconsejable es podar la mayoría de hojas, dejando sólo las más jóvenes y el cogollo o ápice de la palma. Estas hojas deben ser atadas en conjunto para evitar roturas durante el manipuleo y para que le sirvan de protección al cogollo.

Dado que los suelos suelen tener poca profundidad, se aconseja que al hacer el pozo para el plantado, se realice en el fondo una perforación con un barreno de 50 a 75 mm de diámetro, hasta llegar a suelo arenoso. Una vez retirada la mecha, rellenar con piedra partida fina para que no se desmorone la perforación. Esta perforación rellena de piedra, actuará como desagüe del exceso de agua y evitará que las raíces de la planta se pudran y/o sean atacadas por hongos perjudiciales. En cuanto al tamaño del pozo de plantado, debe ser lo suficientemente grande y profundo como para acomodar el cepellón que contiene a la pelota de raíces de la palmera y tener algo de sitio adicional (150 mm de cada lado) para la tierra de relleno y apisonado.

La planta debe ser enterrada hasta exactamente el sitio donde se encontraba enterrada anteriormente. Si se la entierra muy superficialmente quedarán raíces destapadas con la consiguiente pérdida de sistema radicular. Si por el contrario se la entierra demasiado, se producirá una afectación en la zona de crecimiento de las raíces en la base del tronco, se producirán deficiencias nutritivas y la enfermedad de la putrefacción de las raíces y, muy frecuentemente, la pérdida de la palma.

Al rellenar el pozo de plantado no deben quedar bolsas de aire y un talud debe construirse alrededor del tronco (cazoleta) para evitar que se desparrame el agua de riego. Una vez terminado el trasplante, se debe regar abundantemente para lograr el íntimo contacto entre las raíces y la tierra y la uniforme distribución de esta última. Las plantas de gran tamaño deben ser apuntaladas para evitar el movimiento de las raíces y/o la caída de la planta por acción del viento. Pueden colocarse abrazaderas para el apoyo o atarse tacos cortos de maderas de 50 x 100 mm de espesor sobre el tronco de la palma, previo recubrirla con arpillera o papel asfáltico, y sobre estos tacos clavar la tirantería de soporte del ejemplar. Bajo ninguna circunstancia los puntales deben apoyarse directamente sobre el tronco de la palma ya que producirían daños permanentes en la corteza creando una vía de ingreso a hongos e insectos.

Para ejemplares de menor tamaño puede arriostrarse la planta con cables o alambre de acero, debidamente atados a estacas clavadas en la tierra a suficiente distancia del pie del tronco para asegurar la estabilidad de la palma. En todos los casos, el tronco de la palmera, donde se amarren los alambres, debe ser envuelto convenientemente con un material elástico y perdurable, para evitar dañar la corteza.

Este pozo debe ser rellenado con una mezcla de tierra negra, arena de río gruesa y hojarasca, en partes iguales. Esto asegurará la eficaz regeneración de la raíz, el intercambio gaseoso e hidratación de la planta. Cuando se plantan ejemplares en canchales debe dejarse como mínimo una superficie de tierra de 1m² alrededor del tronco para el intercambio gaseoso y penetración del agua de lluvia.

Medida de Mitigación 15

Instalación de un vivero

Se recomienda que previo a la realización de cualquier actividad relacionada con la construcción de este proyecto, la SCT realice un convenio con las autoridades municipales, estatales y los ejidatarios para la implantación de un pequeño vivero en el cual se permita la siembra y el crecimiento de plántulas que posteriormente serán trasplantadas a lo largo del DDV de este trazo.

Este vivero deberá estar en funcionamiento total antes de que la contratista inicie obras, con el fin de dar tiempo al crecimiento y desarrollo de las semillas elegidas para forestar y reforestar.

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de reforestación. Se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación. La producción en vivero tiene como función obtener plántulas de calidad superior, es decir tamaño adecuado, libre de plagas y enfermedades, para asegurar el éxito de la reforestación, para lo cual es necesario que la persona encargada de dirigir la actividad del vivero conozca y aplique ciertas etapas, como por ejemplo:

☀ Selección de la especie:

Debemos reproducir especies que provengan del mismo lugar y del mismo tipo de suelo. Entre los factores a tomar en cuenta para elegir la especie de planta a producir en el vivero son:

- Objetivo de la plantación
- Preferencias de los agricultores
- Experiencia con la especie
- Requerimientos de clima y suelo
- Ubicación de fuentes de semilla (Época de recolección y almacenamiento)
- Problemas de plagas y enfermedades con la especie.
- Semillas forestales:

Para que los comunales sean autosuficientes en semillas forestales, es preciso enseñar a los miembros cuando y como recolectar sus propias semillas. La selección y preparación de buenas semillas es la base para producir buenas plantas, ésta se logra básicamente realizando los pasos siguientes:

1. Escoger buenos árboles para semilla en o cerca de la comunidad, que sean sanos de buen crecimiento, rectos, de buena forma, que den buenos frutos.
2. No dañar los árboles al cortar semillas, use tijeras, cuchillos, sierras o machetes, solo corte ramitas no desgarrar.
3. Transporte los frutos, vainas o conos en costales o canastos, ponga etiqueta que diga especie, sitio de recolección, fecha, etc.
4. Secar las semillas sobre costales o canastos, pisos, periódicos, canastos, mantas, dándole vueltas varias veces al día.
5. Si se va a secar semillas de frutos carnosos déjelos que sobre maduren a la sombra, quitándoles la miel a las semillas, lavándolas varias veces en agua para no atraer insectos y luego secándolas.

Cuando sus semillas estén secas, seleccionarlas como si estuviera escogiendo frijol para cocer. Eliminando semillas picadas, partidas, cuaches, hinchadas, vanas y sin color.

Tratamientos pregerminativos.

Muchas veces las semillas pueden ser fácilmente tratadas utilizando el método de remojo en agua al tiempo o en agua caliente. En el primer caso se remojan las semillas en agua al tiempo por 1 a 3 días por ejemplo madrecazo, aripin, quebracho, guachipilin. Y 24 hrs el pino, ciprés. El otro caso consiste en remojar en agua caliente por dos minutos y después meter en agua fría o al tiempo, hasta que enfríen.

☀️ Tipos De viveros:

Tradicionalmente los viveros forestales de acuerdo a la permanencia y magnitud se clasifican en viveros permanentes y viveros temporales.

- Viveros permanentes: Llamados también Fijos, son aquellos que producen grandes cantidades de plantas todos los años. Requiere de infraestructura formal (bodegas, invernaderos, etc.) bastante sólida.
- Viveros temporales: Llamados también volantes, son viveros pequeños que se establecen en el mismo lugar a realizar la plantación, por una temporada. Que sería el tipo de vivero que se necesita para este proyecto.

Y en función de los tipos de producción de las plantas se clasifican en:

- ☀️ **Producción a raíz desnuda** (se realiza en suelos naturales, a cielo abierto y la planta se extrae del suelo durante la cosecha).
- ☀️ **Producción en contenedores** (las plantas se cultivan en sustrato artificial y en condiciones controladas). Las consideraciones de cada uno de estos sistemas de producción (Landis *et al.*, 1994), se mencionan en la Tabla VI..., El objetivo de nuestro vivero debe cumplirse de un modo natural y orgánico, aprovechando los recursos disponibles en cada región y con el menor costo posible.

Tabla VI.5. Consideraciones para los dos tipos de viveros principales

Consideraciones	Vivero de contenedores	Vivero a raíz desnuda
Latitud/altitud - Longitud de la estación de crecimiento	Mejor para áreas con estaciones de crecimiento cortas: alta elevación o elevada latitud	Mejor para áreas con largas estaciones de crecimiento: bajas latitudes o bajas elevaciones
Inversión inicial de capital	Los costos del terreno pueden ser significativos y la preparación puede ser costosa; los costos del equipo varían en función del grado de mecanización	Bajos costos de terreno, pero las estructuras y el equipamiento pueden ser caros; mínima preparación de la tierra
Menor área requerida debido a las altas densidades de cultivo; las bajas tasas de eliminación producen altas cosechas	Requerimiento de terrenos	Mayor demanda de terreno debido a las bajas densidades; grandes tasas de eliminación producen bajas cosechas.
Calidad del suelo	Si se hace uso de sustratos artificiales no es de importancia	Crítico – los factores químicos y físicos deben ser medidos
Cantidad de agua	Se requieren menores cantidades	Se requieren grandes cantidades

Calidad del agua	Es deseable una buena calidad de agua, sin embargo, el agua de menor calidad puede ser tratada químicamente	Es necesaria una buena calidad de agua
Mano de obra	Sólo se requiere de pocos trabajadores altamente capacitados, excepto durante la siembra, la cosecha y el empacado	Una gran cantidad de personal es requerida durante la época de cosecha y empacado
Instalaciones y equipamiento	Variable, desde áreas de cultivo abiertas hasta estructuras muy sofisticadas	Variable, desde trabajos manuales hasta operaciones de alta mecanización
Calidad del germoplasma	Son requeridos altos niveles de eficiencia, mejor para semillas de alto valor genético	Cosechas pobres por cantidad de semilla
Características del cultivo	Algunas especies crecen mejor en contenedores: aquellas de semilla pequeña, baja germinación, especies de lento crecimiento y aquellas con raíces principales dominantes	Algunas especies crecen mejor bajo este sistema, como las latifoliadas de madera dura, que demandan más espacio de crecimiento
Enfermedades	Pocas enfermedades con sustratos artificiales estériles y menor riesgo de daños abióticos en estructuras cubiertas	Son más comunes los daños abióticos ocasionados por patógenos del suelo
Hongos micorrízicos y otros microorganismos benéficos	Deben ser agregados al sustrato artificial	Se encuentran normalmente en el suelo
Almacenamiento de plantas	Mayor volumen de almacenamiento. El almacenaje bajo sombra para las plantas que serán embarcadas en los contenedores es posible; necesario contar con una cámara fría para almacenar la planta que sea extraída del contenedor	El almacenaje bajo sombra para las plantas que serán embarcadas en los contenedores es posible; necesario contar con una cámara fría para almacenar la planta que sea extraída del contenedor
Manejo de plantas	Las plantas son más tolerantes al daño físico o exposición	Las plantas son menos tolerantes al daño físico o a la exposición
Transporte al sitio de plantación	Las plantas en contenedor son voluminosas y pesadas, pero no requieren ser almacenadas en cuartos fríos por períodos cortos	Las plantas son más ligeras y pueden ser empacadas de manera compacta, pero requieren ser mantenidas a bajas temperaturas
Condiciones del sitio de plantación	Las plantas en contenedor resienten menos el estrés por el trasplante y son superiores para sitios difíciles	Estas plantas sufren más el estrés por trasplante, y son mejores en sitios de calidad buena o regular
Longitud de la época de plantación	Período de plantación amplio	Período de plantación corto
Duración de rotación del cultivo	De 3 a 18 meses	De 1 a 4 años

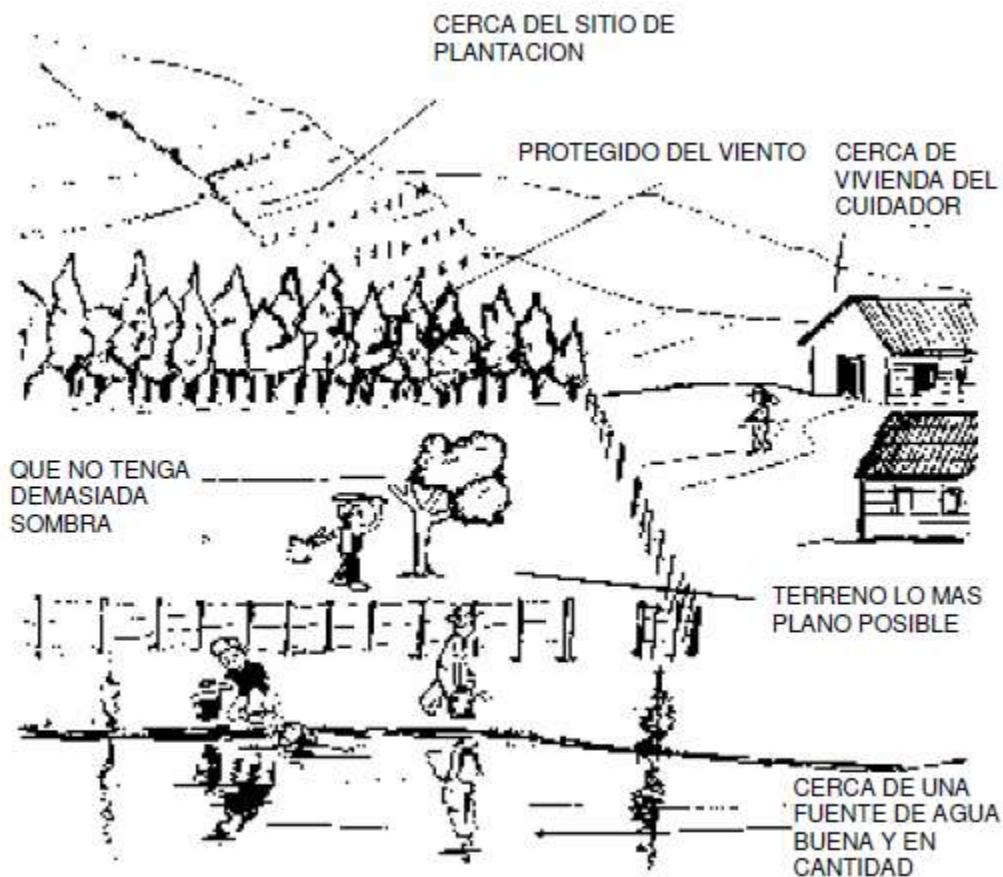
De la Tabla anterior, el vivero que ofrece mejores rendimientos es el de contenedores. Para la instalación de un vivero entre los factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

Selección del sitio: Es importante recordar que, previo a escoger el sitio para establecer el vivero, debe planificar todo lo relacionado a actividades forestales. Factores a considerar al momento de establecer un vivero:

- Localización y accesibilidad del terreno: Un vivero debe localizarse en un sitio que sea lo más representativo posible de las condiciones del clima y suelo del lugar donde deseamos reforestar. El lugar debe ser soleado y con buena orientación a la salida del sol, para así disminuir el efecto de la sombra en el crecimiento de las plantas. Los mejores sitios para la ubicación del vivero son los que cuentan con una ligera pendiente de no más de 5% a 10%; lo cual permitirá la salida fácil del exceso de las aguas de lluvia. El sitio seleccionado debe ser de acceso fácil, es decir que no se dificulte el transporte de todas las plantas al momento de trasladarlas al campo de cultivo.
- Tipo de suelo: Se deben evitar uso de suelos muy arcillosos por ser compactos y porque no permiten la penetración del agua.

- Agua: Este es uno de los factores más importantes. Debe buscar un lugar donde haya agua cerca o donde se pueda hacer llegar por medio de mangueras o canales.
- Sombra: La sombra de árboles grandes perjudica el crecimiento de las plantas. Si hay muchos árboles en el lugar donde se desea colocar el vivero es necesario podar o quitar algunos para que haya un poco de sombra, pero no demasiado.
- Cercado: Para evitar daños de animales sueltos y personas ajenas a la actividad de reforestación, es indispensable cercar bien el vivero. Además de cercar puede hacerse sembrando surcos vivos (brotones) o materiales locales disponibles como: caña de milpa, bambú, vara blanca, carrizo, chichicaste, sauco, etc.

Figura VI.12. Consideraciones para instalación del vivero



Fuente: El vivero Forestal: Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase, INTA, EEASE.

No hay que pasar de alto que este vivero aparte de ser fuente de las plántulas que se emplearán para reforestar la zona de los trabajos, también servirá como abastecedor de especies forestales de la zona para otro tipo de obras que se realicen dentro de la región, por lo que es necesario que este vivero sea administrado por la gente del municipio

Medida de Mitigación 16

Reutilización de materiales de desmonte, despalme y residuos pétreos para arroje de taludes y bancos de materiales

Algunos de los residuos generados por la obra son susceptibles a reutilizarse sobre todo para la restitución del recurso suelo. Los residuos orgánicos que incluyen el material de despalme y desmonte, puede volverse a usar para la fabricación de composta, o como banco de semillas, las cuales pueden ser utilizadas en la hidrosiembra.

Otro tipo de materiales que se generarán de la obra y que son susceptibles a reutilizar son los residuos pétreos, bien sea por la explotación de los bancos de préstamo o bien por la construcción de las bases del cuerpo carretero. También este material puede aprovecharse para el arroje de bancos de materiales y el arroje de taludes. Ambos procesos se explican a continuación.

a) Restauración de bancos de materiales

Previo acuerdo con los propietarios de los bancos de materiales, se procederá a realizar una restauración parcial en sitios agotados de aprovechamiento con los residuos pétreos y vegetales sobrantes.

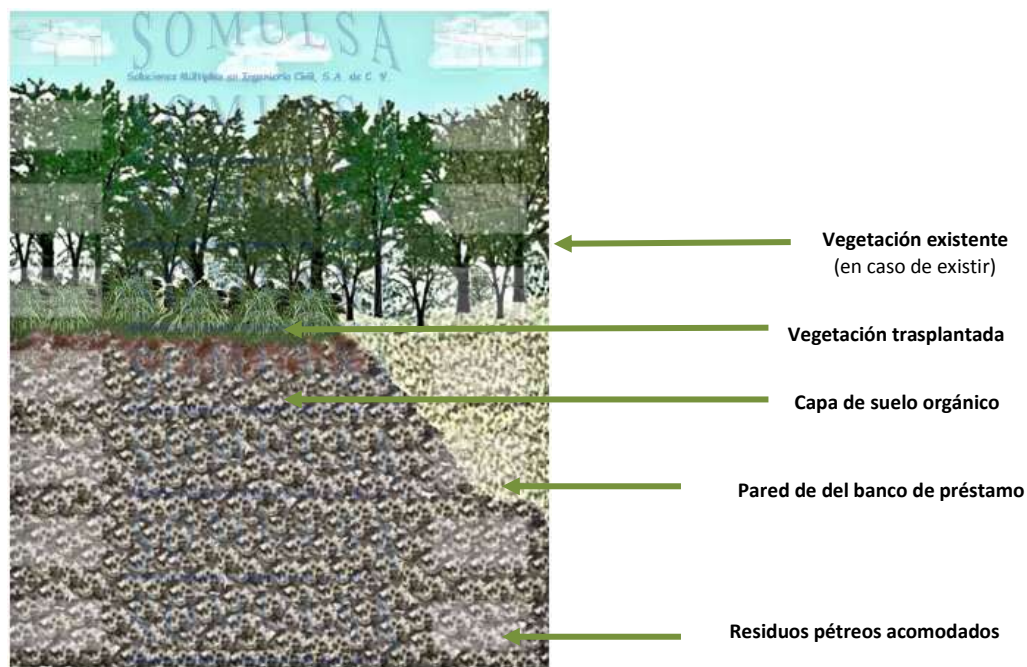
Para el diseño de la restauración del banco de material se deberán considerar los siguientes puntos:

- a).- Simular en lo posible la topografía final a la existente en la zona antes de la extracción de materiales, y utilizar los residuos pétreos para rellenar huecos y adaptarse a las sinuosidades del relieve
- b).- Intentar reproducir las formas características del paisaje natural del área, y evitar la introducción de elementos que denoten artificialidad (líneas rectas, ángulos muy marcados, regularidad de formas geométricas, simetrías, etc.).
- c).- Evitar la colocación de elementos de tamaño desproporcionado respecto a los que definen el paisaje de la zona, respetando la escala.
- d) Realizar un programa de reforestación, donde se empleará como sustrato el material vegetal no empleado en la elaboración de composta; los árboles a trasplantar serán característicos de la zona, prohibiéndose el empleo de especies exóticas.
- e).- Estudiar las características visuales del territorio con el fin de:
 - e1.- Ocultar o alejar los elementos impactantes, especialmente de los puntos principales de observación. La magnitud del impacto visual decrece al aumentar la distancia de observación y con la existencia de obstáculos visuales que disminuyan las "partes vistas" del objeto impactante.
 - e2.- Utilizar el cerramiento visual natural como elemento que sirva de soporte o apoyo "visual" de los elementos impactantes, de modo que éstos no supongan una discontinuidad en el terreno natural y que no sobrepasen la línea del horizonte.
 - E3.- No disminuir el tamaño de la cuenca visual preexistente, introduciendo elementos que por su tamaño o emplazamiento limiten perspectivas.

b) Restitución del Suelo.

- A.- En áreas de restauración se deberá restituir al suelo, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.
- B.- El piso del banco deberá estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.
- C.- Se deben tomar las medidas de ingeniería necesarias para no afectar la dinámica de los escurrimientos de aguas superficiales.
- D.- Los taludes se podrán fortalecer apropiadamente con sacos llenos de tierra u otro material adecuado, y reforestados inmediatamente para que no se deslaven antes de consolidarse.
- E.- Se deberá tener cuidado durante la restauración, de asegurar que el grado de compactación del suelo no sea mayor del que existía antes del inicio de la explotación del banco.
- F.- No se deberá aplicar ningún producto químico (herbicida) que impida o limite el crecimiento de la capa vegetal.

Figura VI.13 Ejemplo de arrope y reforestación del banco de préstamo



En caso de no poder llegar a un acuerdo con los propietarios de los bancos de materiales explotados, este mismo material pétreo y orgánico puede emplearse para la estabilización de taludes, previo a las labores de reforestación.

c) Arrope de taludes

Básicamente se realizará el procedimiento esquematizado en la Figura VI.13, aunque en este caso el material pétreo se acomodará en la zona de los taludes, de tal manera que no sean susceptibles a deslizarse por el

escurrimiento de agua; de ese punto se colocará el horizonte orgánico del suelo despalrado y finalmente se procederá a trasplantar los ejemplares arbóreos escogidos.

Medida de Mitigación 17

Programa de reforestación del sitio

Con el fin de compensar el volumen forestal perdido y reducir el impacto sobre la estructura de la comunidad (que tiene efecto directo en la biodiversidad de la zona) se propone diseñar un programa de reforestación en zonas viables para ello, dentro del SAR. Dentro de este contexto la reforestación deberá realizarse con especies nativas de la región donde se ubica el SAR, se sugiere que el programa de reforestación sea coordinado con instituciones públicas y ONG´s locales para lograr objetivos concretos, tales como:

- Conservación de hábitat para especies categorizadas en algún estado de riesgo dentro de la NOM- 059 - SEMARNAT-2001.
- Conservación de corredores biológicos.
- Extensión de zonas de distribución de especies específicas.
- Extensión de sitios de reproducción y anidación de especies, principalmente del grupo de las aves.

A continuación, se mencionará una técnica de trasplante convencional que se puede poner en práctica en esta zona.

Técnica de trasplante

Se deberá considerar su trasplante a otro sitio que permita en función a su especie y hábito de crecimiento, potencializar su desarrollo. Son considerados candidatos a trasplantes preferentemente árboles jóvenes que presenten un buen estado fitosanitario, buena conformación y vigorosos. Elegido el árbol deberá realizarse el banqueo el cual consiste en cavar y cortar raíces conformando un cepellón de dimensiones aceptables de acuerdo al tamaño y especie del ejemplar. La conformación del cepellón debe ser de tamaño adecuado a la altura y diámetro del tronco del ejemplar a trasplantar, por lo que las dimensiones del mismo deberán ser como medida estándar cuando menos nueve veces mayor al diámetro del tronco, y su altura será de al menos setenta centímetros o más según el caso. De igual manera deberá, envolverse con material biodegradable para evitar que se espongan las raíces, el desmoronamiento, y ser plantado lo más pronto posible.

Es necesario prever todas las acciones encaminadas a elevar el índice de supervivencia del o los ejemplares a ser trasplantados, por lo que se debe considerar la identificación del sitio potencial para el trasplante, su preparación, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades y demás consideraciones para garantizar su establecimiento

En principio y en orden para garantizar la supervivencia de la mayoría de los individuos a trasplantar se recomienda realizarla al comienzo de la primavera, en época de lluvias, y nunca bajo la luz directa del sol.

1. Poda

Los árboles a trasplantarse se someterán a una poda general de sus copas, en especial cuando las ramas están débiles y mal ubicadas. Mediante dicha poda se elimina un tercio del volumen inicial de las copas de los árboles, e inclusive la mitad.

Donde se hace el corte, se debe aplicar aceite mineral para la protección de las plantas contra plagas y posibles enfermedades. Los árboles cuyas hojas se caen completamente se deben podar en la mejor época, durante la caída de las hojas. Esa es la etapa en la cual la planta se encuentra en estado de adormecimiento, generalmente en el invierno.

Posterior a la poda, se deben abonar los árboles mediante el correspondiente abono foliar, con un dopaje de 30 cm³ por cada 10 litros de agua. El abono foliar se mezcla con adhesivo, que es un producto que no permite que el agua “lave” el abono de las hojas, en caso de lluvia, y que también se emplea en insecticidas y fungicidas, contra plagas y enfermedades. Ambos productos se pueden adquirir en comercios de elementos agropecuarios. Dopaje general: 20 cm. de adhesivo por cada 10 litros de agua.

2. *Abertura de Zanjas.*

Para preparar las raíces de los árboles se debe abrir una zanja alrededor del tronco, a unos 20 cm. de distancia de éste (para árboles de 1,2 a 1,4 m. de alto). Para árboles de otro tamaño, la regla general establece que el terrón a formarse debe ser 8 veces mayor que el diámetro del tronco a 1,30 m. de alto, es decir, si el diámetro del tronco a 1,30 m. De altura fuese de 10 cm. el terrón deberá tener 80 cm. de diámetro, y por lo tanto la zanja deberá hacerse a una distancia de 40 cm. del tallo del árbol.

Las medidas de la zanja: 20 cm de ancho por 10 cm. de profundidad.

Esta zanja podrá afectar al árbol, pues cortará una gran parte de sus raíces, conductos del alimento del vegetal. De este modo, si el árbol consigue mantener su porte, podría no soportar ese shock. Por esa razón, se debe podar la copa.

3. *Estacas.*

Al cavar, hay que tener cuidado que el árbol no pierda su firmeza, pudiéndose inclinar. Para impedirlo, se lo debe estacar, colocando estacas de apoyo que fijan la posición vertical del árbol.

4. *Irrigación.*

Luego de la abertura de zanjas, se las debe cubrir con agua. Posteriormente, se debe regar el árbol con constancia; los terrones y las raíces deben permanecer siempre húmedos.

5. *El trasplante hacia el lugar definitivo.*

El trasplante se puede efectuar a partir del surgimiento de las nuevas raíces que saldrán del terrón luego del corte a través de la abertura de la zanja. Se puede comprobar visualmente.

Tamaño de las zanjas definitivas: ancho 70cm; largo: 70 cm.; profundidad: 70 cm.

Al trasplantarse de un lugar a otro, los árboles deberán conservar las condiciones de sol y vientos del lugar donde se encontraban anteriormente. De tal modo, para colocar un árbol en la misma posición anterior, debe marcarse la dirección Norte en el tronco del mismo modo con la ayuda una brújula. Se puede utilizar tinta látex u otros medios, marcando las ramas. Para liberar el terrón de las raíces se debe realizar una nueva excavación, de forma tal que la raíz se desprenda del terrón por abajo, para eliminarlo hacia fuera.

Una vez suelto, se protege el terrón con un saco de estopa. Se realiza una abertura de aproximadamente 1,20 por 1,20 m. Con la parte enrollada debajo del terrón, hay que inclinarlo en dirección a la parte extendida y desenrollar la primera. Luego, se amarran firmemente las puntas del saco alrededor del tronco, con una cuerda fina. El paño debe estar bien apretado alrededor del terrón. Con las paredes del hoyo ya compactadas, se debe cortar ligeramente, es decir, se cava el fondo del hoyo un poco con una pala recta o azada para romper esa capa que está expuesta al tiempo.

Posteriormente, se coloca en el fondo del hoyo una cantidad de mezcla ya preparada, cantidad suficiente para que, cuando se ponga el terrón en el hoyo, la superficie del mismo quede a nivel del terreno, Con el terrón tendrá una altura de 40 cm., habrá que llenar el fondo del hoyo unos 30 cm., antes de colocarlo en su lugar. Para que no surjan problemas con el nivel del árbol, hay que regar bien el hoyo antes de presentar el terrón en él. De tal modo el nivel de la mezcla bajará, después de que drene el agua, se debe colocar más mezcla para que el terrón allí depositado, alcance el nivel del terreno.

Antes de colocar el terrón en el hoyo, se debe retirar el paño para que las raíces se puedan desenrollar bien sin dificultad. Es importante que, mediante el empleo de una brújula se deje al individuo en la misma posición en que se encontraba antes, guiándose por el lado Norte del tronco. Se debe llenar la mitad del espacio vacío de los lados del terrón, y regarlo bien para que se asiente la tierra. Luego, se completa hasta la superficie.

6. La protección del individuo luego del trasplante.

Una vez fijado el árbol y asentada la tierra, bien regada, se deberá agregar cáscara de arroz o alguna sustancia similar alrededor del árbol. El objeto de tal cuidado es disminuir la evaporación del agua del suelo, conservando la humedad.

En caso de que el lugar de trasplante (fuera de los límites del predio) se encuentre en una región de mucho viento, se debe escorar al individuo con tres estacas de madera, equidistantes una de otra, para que el árbol se afirme, y sus raíces se desarrollen correctamente. El individuo tiene que conservar su propia sustentación.

7. La irrigación posterior al trasplante.

Durante los primeros veinte días, se deben regar los individuos diariamente. En los veinte días siguientes, se deberá hacer en forma alternada. Cuarenta días después del trasplante, una vez por semana.

8. El empleo de abonos posterior al trasplante.

Se debe emplear abono foliar luego del trasplante, como se mencionó anteriormente, cuando se poda con la misma cantidad de abono y adhesivo.

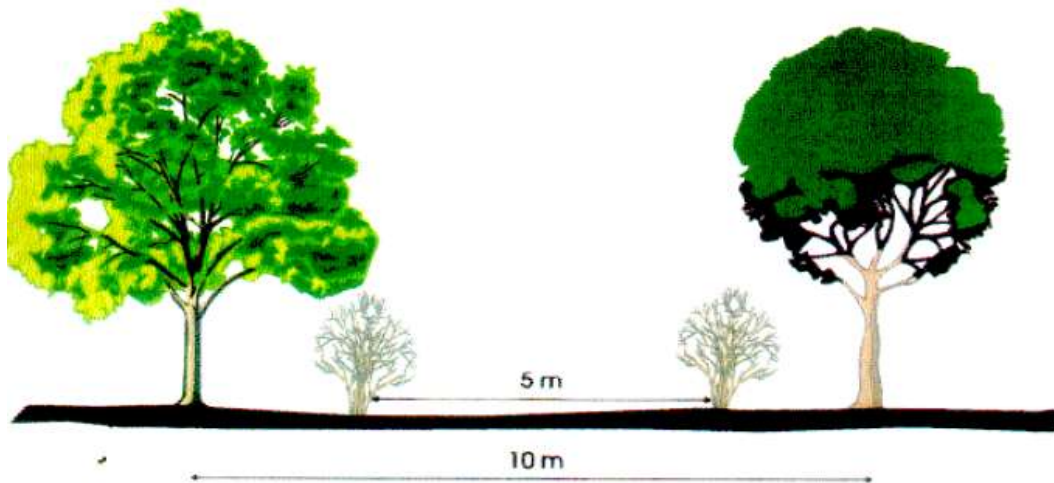
II.7. Espaciamiento entre ejemplares trasplantados

La distancia ideal entre los árboles es relativa, pero se debe pensar en su tamaño adulto en el futuro, ya que no existe una recomendación exclusiva por especie. Como referencia la distancia entre árboles mayores debe ser no menos que la altura máxima esperada y la distancia del árbol a una residencia debe ser al menos de la mitad de su

altura máxima. Los árboles de sombra no deben plantarse a menos de 10 m entre ellos y los arbustos a 5 m. En el caso de coníferas en alineación o cortinas se deben plantar de 3 a 5 m entre árboles y/o entre hileras.

El plantar árboles de sombra en una superficie menor de 1.5 m implicará mantener todos los árboles podados regularmente. El espaciamiento tiene un objetivo estético y otro biológico, para evitar la competencia por espacio, sombreado de ramas, filtrar o dejar pasar la luz al césped o estratos inferiores, traslape de raíces, y reducir la poda para abatir los costos de manejo. Es importante mantener los espaciamientos deseados en forma permanente, y si otros árboles se interponen inesperadamente se deben eliminar o reubicar para no romper el arreglo original del paisaje.

Figura VI.14. Los árboles de sombra no deben plantarse a menos de 10 m entre ellos y los arbustos a 5 m



Compensación física por la tala de arbolado.

Tabla VI.6 Compensación física por afectación (tala)

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD DE INDIVIDUOS SEMBRADOS	
		CONDICIÓN FITOSANITARIA ADVERSAS	CONSTRUCCIÓN DE OBRA
ESTRATO 1	Árbol o arbusto entre 30 centímetros y 2 metros de altura	1 a 1	1 a 3
ESTRATO 2	Árbol entre 2 y 8 metros de altura	1 a 1	1 a 3
ESTRATO 3	Árbol mayor a 8 metros de altura	1 a 1	1 a 3

Reforestación de la zona

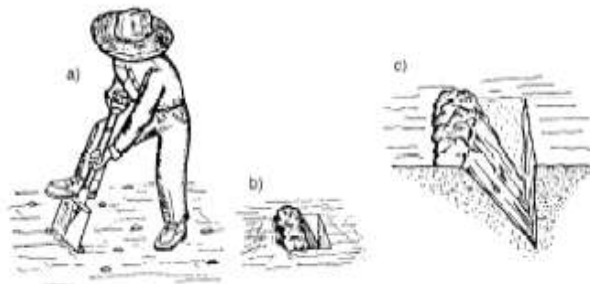
Dentro del programa de reforestación, una de las herramientas indispensables para entender el impacto que produce la construcción de la carretera, es la Educación Ambiental, que se debe de implementar en el siguiente año escolar de las comunidades tanto en escuelas primarias y secundarias, aunque sea de manera extracurricular,

para explicarles qué son las áreas naturales protegidas, sus propósitos y reglamentos, para mostrar la importancia de su existencia y de su manejo racional, con el fin de desarrollar la preocupación colectiva por su protección.

Para estimular esta preocupación y fomentar el uso racional del área, se explicará dentro de los cursos de una manera amena e informal el funcionamiento y fragilidad de sus elementos, así como la manera en que afecta a todos los niveles el rompimiento de sus procesos naturales. Además a través de la educación ambiental se difundirán las diversas alternativas de manejo racional de los recursos naturales acordes a las características del área y los requerimientos locales, así como muestras de tecnología adecuadas para el ecodesarrollo.

Así que el elemento más importante para el manejo integral de área se dará a través del curso de educación ambiental al sensibilizar al individuo participe durante la etapa de reforestación con individuos típicos de los Bosques, que se realizará durante los meses de junio a octubre que es la temporada de lluvias. Esta actividad se realizará dentro del DDV en los sitios que se requiera (camino, pasos para fauna, bebederos, etc.).

Para la forestación y reforestación del sitio, la excavación y la plantación o siembra se realizarán utilizando pala. Se abre en el suelo el espacio suficiente para introducir el juvenil con una pala recta, talacho o pala de hender. El hueco se hace con la pala recta enterrándola y haciendo palanca hacia abajo, con el talacho se entierra y palanquea hacia arriba, y en el caso de la pala de hender, ésta se introduce por completo en el suelo de un solo golpe, apoyándose en su pedal, imprimiéndole un movimiento de vaivén rápido, hasta que se deja un espacio suficiente para introducir el juvenil. El trasplante se hace en cuanto el hoyo esté listo, posteriormente se tapa y se apisona la tierra para conseguir un buen contacto de la raíz de la planta con el sustrato.



Excavación a pico de pala
a) Forma de hendir la pala
b) Vista superior de hoyo
c) Corte lateral del hoyo

En el talud apisonado del banco de tiro, se utilizará el sistema español que se emplea en terrenos con pendiente moderada y suelos compactos. Consiste en hacer una cepa de 40 cm de ancho y de 40 cm de profundidad. En torno a ella se construye un cajete de más o menos 1 m de diámetro con una profundidad de 10 a 15 cm en su parte más honda. La finalidad del cajete es captar el agua para la planta introducida.

Se debe cuidar que el centro de la cepa (donde se coloca la planta) no esté en la parte más honda del cajete, para evitar que el agua captada inunde la cepa, o al menos, que lo haga de forma temporal. Para ello, la planta debe quedar ubicada en la pared inclinada del cajete que da la pendiente abajo. Una vez introducida la planta, se colocan varias rocas medianas (aprox. 10 cm de diámetro) en torno a su base con el fin de evitar la evaporación del agua contenida en el suelo subyacente, impedir el brote de malezas, proteger a la planta del pisoteo de los animales y amortiguar las bajas de temperatura en invierno al retener el calor del sol.

Sistema Español-
a) vista superior
b) vista lateral



Una vez que estén los juveniles en su lugar, se regarán con una pipa en cuya terminación se pondrá un dosificador de regadera. Los juveniles se regarán cada tercer día durante un mes, o hasta que el cubresuelo esté completamente desarrollado. Se recomienda hacer el trasplante en mayo, justo antes del inicio de las lluvias para tener la mayor sobrevivencia de juveniles. De la misma forma, se propone que se realice la reforestación del banco de tiro.

En promedio, se requiere de una persona por cada 35 juveniles, se puede invitar a los estudiantes de primaria y secundaria de Urique o Choix para que participen en la reforestación.

Los indicadores que hay que tomar en cuenta para conocer el éxito de la reforestación son los siguientes:

- Una sobrevivencia mínima de elementos trasplantados del 70% al año de trasplante.
- Una altura media de 1 m a 18 meses del trasplante
- Una cobertura de grupo mayor a 3.5 a los dos años de trasplante
- Desarrollo de sotobosque y cobertura mayor a 4 a los tres primeros años del trasplante

De no cumplirse las condiciones anteriores, se deberá realizar una recolección del genoma en los predios circundantes, que se germinarán en vivero y se sembrarán después de un año de haber germinado, por lo que volverán a monitorearse los puntos anteriormente citados con los periodos de tiempo correspondientes.

Este banco de genoma será trasplantado en un invernadero de la región ya instalado, que de preferencia sea de propiedad pública, y al cual el acceso deberá ser proporcionado por las autoridades municipales. El biólogo encargado de la parte de botánica será la persona responsable de llevar a cabo el seguimiento del cuidado de las plántulas.

Medida de Mitigación 18

Colocación de malla orgánica.

La remoción de tierra para la construcción de este camino promueve la erosión del suelo, cabe señalar que uno de los tipos de suelo que se registra en el SAR es Leptosol el cual es más susceptible a ser erosionado (más esto no quiere decir que los otros tipos de suelo no lo sean, ya que sí lo son pero en menor medida al ser más profundos); de manera adicional, la mala disposición de materiales pétreos (ya sea por acción del agua y/o del aire) puede producir el arrastre por gravedad de sedimentos y materiales pétreos que dependiendo su tamaño y cantidad, pueden desde alterar la calidad del agua, hasta azolvar sitios someros de las cuencas fluviales cercanas

Para evitar que el arrastre de sedimentos y materiales pétreos llegue a alcanzar estas cuencas, se deberán realizar las siguientes acciones que se apoyan de obras de bioingeniería económicas. Para lo cual se recomienda la colocación de una malla orgánica, sobre todo en los taludes de la carretera y en aquellas zonas donde la pendiente es mayor a 45°.

Las mantas orgánicas son productos relacionados con los geotextiles, siendo tejidos agujados, permeables, formados por la unión de mallas y fibras generalmente biodegradables de origen vegetal. Se extienden y se fijan a la superficie del suelo, adaptándose y recubriéndolo con el fin de restaurar o conservar la calidad de los suelos controlando la erosión. Tienen diversas aplicaciones para el control de la erosión tanto laminar y en regueros, como eólica.

Descripción

Las mantas orgánicas consisten en un acolchado de paja, heno, fibra de coco o esparto, de mayor o menor densidad dependiendo de la zona en la que se va a instalar, cosido a una malla de yute o PP (polipropileno) fotodegradable, o no, que se presenta en rollos que se extienden sobre la superficie a tratar. Pueden ir acompañadas de una mezcla de semillas, en cuyo caso llevan en la parte posterior un papel especial que evita la pérdida de las semillas.

Para el control de la erosión en régimen de turbulencia o regueros se precisa la ayuda de elementos de fijación como fajinas de madera, sacos de tierra o, sobre todo, piedra de tamaño “cabeza de perro”, que eviten el avance del reguero hacia cárcavas más profundas.

Las mantas orgánicas, debido a su estructura tridimensional, ayudan a la estabilización de los terrenos al disminuir los impactos de las gotas de lluvia y reducir la escorrentía superficial, facilitando la infiltración del agua en el suelo. Las mantas de paja se utilizan en superficies con problemas de erosión ligeros; las de coco o esparto, en pendientes muy acentuadas y con grandes riesgos de erosión; y las de mezcla de coco y paja, en terrenos con riesgo medio de erosión.

El modelo de erosión hídrica sobre el suelo revestido o cubierto por una manta orgánica, sería el siguiente:

- Retención de las partículas de suelo entre las fibras de la manta por la acción de la división o disgregación de la salpicadura sobre el tejido.
- Disgregación de las partículas terrosas por la acción del impacto de la gota de lluvia.
- Disgregación de las partículas terrosas por la acción del flujo superficial o escorrentía.
- Retención de las partículas entre las fibras de la manta por la acción de disgregación de la escorrentía sobre el tejido.

Ventajas

- Son fáciles de instalar y de coste asequible.
- Aumentan la infiltración de agua en el suelo.
- Controlan la evapotranspiración, manteniendo la temperatura y la humedad del suelo y reteniendo las semillas en sus huecos, con lo que favorecen su germinación.
- Generan sinergias de formación sobre el problema de la erosión e iniciativas de desarrollo sostenible en áreas con problemas de erosión o desertificación.

Figura VI.15 Malla orgánica, materiales necesarios para su colocación.



Fuente: técnicas de bioingeniería para la recuperación ecológica de riberas y zonas húmedas.

Esta técnica se puede complementar con la técnica de hidrosiembra, la cual se describe a continuación.

Medida de Mitigación 19

Hidosiembra

Las hidrosiembras son prácticas de conservación de suelos frente a la erosión, así como medidas de estabilización de laderas. Se pueden incluir dentro de las técnicas para restauración del paisaje, creación de suelo y revegetación. La hidrosiembra es una técnica de siembra que surge en 1953 en Estados Unidos. Consisten en la proyección sobre el suelo de una mezcla homogénea de semillas, mulches, estabilizadores de suelos, fertilizantes u otros elementos.

Objetivos

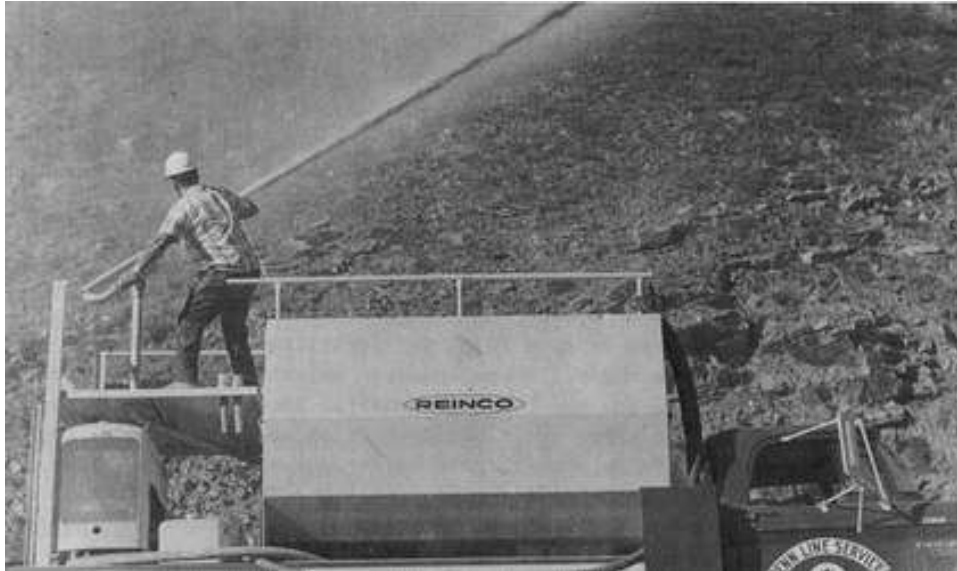
Los principales objetivos son el control y prevención de la erosión y la restauración del paisaje. Las hidrosiembras estabilizan el terreno, sobretodo en superficies de elevada pendiente o terrenos pobres con muy bajas concentraciones de materia orgánica y elementos nutritivos, poco consolidados o inaccesibles a la maquinaria de siembra habitual.

Descripción

La hidrosiembra es un método sencillo y económico para estabilizar el suelo y favorecer la revegetación, previniendo la erosión del suelo, ya que ayuda al establecimiento de la cubierta vegetal. Las hidrosiembras consisten en la proyección sobre el suelo de una mezcla homogénea de semillas, mulches, estabilizadores de

suelos, fertilizantes u otros elementos, mediante una máquina sembradora. La aplicación se realiza desde una cuba móvil con bomba de presión y boquillas de distribución. Figura VI.16

Figura VI.16 Realización de la Hidrosiembra.



Fuente: Recubrimiento De Laderas con Vegetación mediante la Protección de su Superficie con materiales vivos (depósitos de documentos de la FAO)

En la máquina hidros sembradora se mezclan con agua, una serie de componentes clave: semillas, fertilizantes, estabilizantes, correctores del pH, mulches y aditivos especiales. Después de unos minutos de agitación y mezcla constante en el tanque, la mezcla se proyecta a presión a los taludes o superficies.

Si las condiciones climáticas no son extremas, al cabo de los pocos días empieza a establecerse una cubierta vegetal. El terreno debe estar húmedo o sino, la hidrosiembra debe realizarse en épocas adecuadas: otoño (preferentemente) o primavera. En taludes de fuerte pendiente se utilizan soportes de hidrosiembra para revestir el talud y sujetar la mezcla y el suelo (mallas, redes de coco, etc.).

Procedimiento.

1. En primer lugar, se mezclan en un tanque las semillas con agua, fertilizante, materiales que mejoran las características físicas y químicas del suelo, y adhesivos. A continuación, mediante una bomba acoplada, se rocía la emulsión, por la superficie a recubrir de vegetación.
2. La mezcla debe mantenerse homogénea durante toda la operación de rociado. Normalmente se rocía en una sola aplicación una capa de 0,5 a 2 mm de espesor.
3. Si la superficie a sembrar corresponde a suelos pedregosos o pobres, es necesario aplicar una mayor cantidad de material fertilizador del suelo. En este caso, hay que aplicar la mezcla por etapas; hay que dejar que se afirme cada capa rociada antes de la aplicación siguiente. Se han desarrollado en diferentes países diversos tipos de sembradoras hidráulicas. Su empleo debe adaptarse a las condiciones del sitio.

La siembra hidráulica de grandes superficies puede realizarse incluso con helicópteros o aviones especialmente equipados. Entre todos los métodos de siembra, la siembra hidráulica es la más eficaz para sembrar plantas leñosas; representa el método más económico para el establecimiento de vegetación arbustiva o arbórea en laderas desnudas.

Materiales

Se necesitan de uno a 30 litros de emulsión de semilla (semilla, fertilizante, material mejorador del suelo, adhesivos, y agua) por metro cuadrado de superficie a recubrir.

Época

La siembra hidráulica es posible durante toda la estación vegetativa. En zonas de lluvia moderada, la mejor época es el comienzo de la temporada, normalmente la primavera; en regiones secas, suele recomendarse la siembra de otoño. La siembra hidráulica sin cubierta de paja sólo se recomienda en temporadas húmedas y en zonas húmedas y sombreadas. La siembra hidráulica con cubierta de paja amplía el período en que puede realizarse el recubrimiento con vegetación, no debiendo intentarse en períodos con fuertes lluvias, vientos violentos o heladas.

Componentes

Los componentes clave de las hidrosiembras son: semillas, fertilizantes, estabilizantes, mulches, correctores del pH y aditivos especiales. Los más habituales son los siguientes:

- Mulches de fibra corta
 - Fibra de madera virgen: 100% fibra de madera virgen, exenta de sustancias perjudiciales, pH neutro.
 - Turba tamizada (para mezclar con fibra de madera)
 - Paja (balas de paja finamente picada)
 - Coco (mantiene la humedad y protege)

Los mulches tienen las siguientes funciones: amortiguan la erosión por efecto de la lluvia y reducen la escorrentía superficial; reducen la velocidad de evaporación; aumentan el contenido de humedad del suelo; protegen a las semillas; aportan materia orgánica al suelo; moderan la temperatura; y conservan la estructura del suelo.

- Estabilizantes orgánicos. Se producen a partir de sustancias naturales (harina de semillas). Actúan como un pegamento natural que fija el mulch, las semillas, etc. y a la vez estabiliza el suelo.
- Estabilizantes sintéticos. Basados en polímeros líquidos que se combinan con otras sustancias auxiliares, como agentes de humidificación y secadores (toma acelerada de oxígeno). Una vez que las semillas han enraizado se descomponen por oxidación con el oxígeno de la atmósfera, el calor y la radiación UV y se convierte en C, CO₂, H₂O y sustancias no dañinas para el medio ambiente.
- Acumuladores de agua. Pueden usarse distintas sustancias acumuladoras de agua: polímeros, silicatos, etc. Los hidroretentores son sustancias que por su porosidad pueden conseguir aumentar la capacidad de retención de agua del suelo.
- Mejorantes de suelos (alginatos). Se trata de poliurónidos, polisacáridos con una fuerte capacidad de intercambio iónico, que se combinan con las partículas del suelo y crean complejos arcillo-húmicos muy estables. Son productos elaborados a partir de algas marinas, a veces con arcilla. La gran capacidad de los poliurónidos para retener el agua y fijar nutrientes permite la germinación, un rápido crecimiento y un buen desarrollo radicular.

- Soportes de hidrosiembra. Antes o después de hidrosembrar, según el soporte a emplear y las condiciones de cultivo, se reviste la superficie del talud con mantas o mallas orgánicas, o con estructuras bi o tridimensionales, que gracias a sus orificios o “celdas” actúan como pequeños diques, en los que se depositan los materiales proyectados impidiendo el arrastre de las lluvias.

VENTAJAS

Las ventajas que presentan son:

- La vegetación se establece más rápido que con las siembras manuales.
- Se ahorran costes de mano de obra (en un día una o dos personas pueden hidrosembrar dos hectáreas con un equipo de 6.000 litros de capacidad).
- La precisión con que se proyectan los ingredientes de la hidrosiembra es elevada.
- La vegetación se establece un 20 ó 25% más rápido que con cualquier otra alternativa mecánica o siembra manual.

Gracias a la técnica de este método, las semillas y los abonos se distribuyen uniformemente, y los mulches aseguran unas condiciones favorables para una rápida germinación. Con este método se pueden alcanzar grandes alturas en taludes difícilmente accesibles. Una de las características más importantes de la hidrosiembra es la presión con la que se pueden proyectar las proporciones de semillas, abonos, estabilizantes, coadyuvantes del terreno, retenedores de humedad, mulches, etc. Todos los elementos proyectados ayudan a conservar la humedad, absorbiendo incluso la humedad debida al rocío. Protegen también a la semilla de los rayos directos del sol y de las temperaturas extremas.

Limitaciones

- i. El cubrimiento de la superficie del talud es parcial (60-70%, máximo).
- ii. El éxito requiere acertar en las dosis de semillas y de los otros componentes.
- iii. El éxito depende de las condiciones climáticas (lluvias fuertes que lavan el suelo, periodos de sequía).

Aplicaciones

En general, se aplican en zonas con riesgo potencial de erosión elevado y donde las técnicas convencionales no se pueden aplicar.

- Restauración de zonas degradadas, canteras, vertederos, carreteras.

Figura VI.17. Ladera rocosa e inclinada, recubierta de vegetación mediante siembra hidráulica, después de tres años.



Fuente: Recubrimiento De Laderas con Vegetación mediante la Protección de Su Superficie con materiales vivos (depósitos de documentos de la FAO)

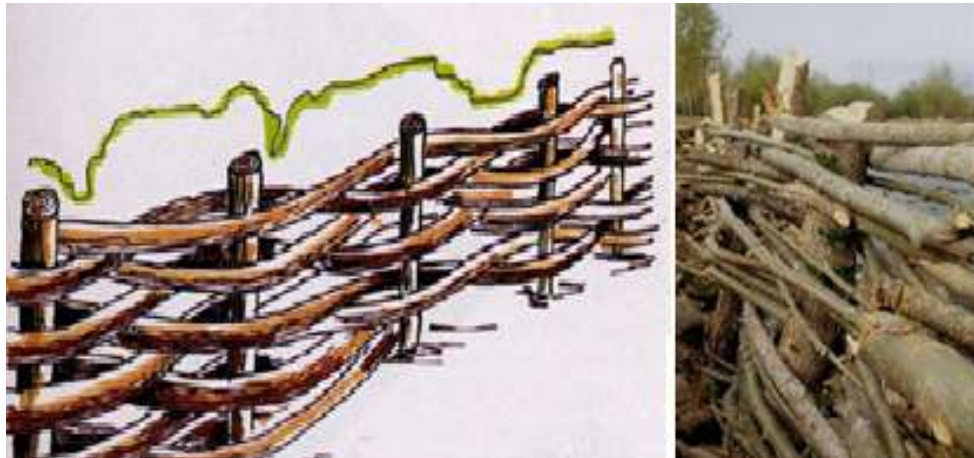
Medida de Mitigación 20

Colocación de empalizadas trenzadas cercanas a las distintas vertientes de las cuencas fluviales cercanas.

La finalidad de colocar estas empalizadas cerca de los ríos de la zona es evitar que si existe un derrumbe de suelo o la caída de una roca, esto provoque una alteración en los ecosistemas acuáticos cercanos.

Los métodos de estabilización de suelos deben emplearse cuando existe la amenaza de que se desarrollen en el terreno fuerzas mecánicas peligrosas de tracción o compresión. En tales casos, se necesita inmediatamente una estabilización a fondo del suelo. El efecto de los métodos que se describe a continuación depende de la profundidad de excavación del material, y de la distancia entre las diversas construcciones. La eficacia comienza con el desarrollo de las raíces, seguido por el aumento del crecimiento de las plantas, y se intensifica después proporcionalmente con el desarrollo de raíces y brotes.

Figura VI. 18 Empalizadas trenzadas



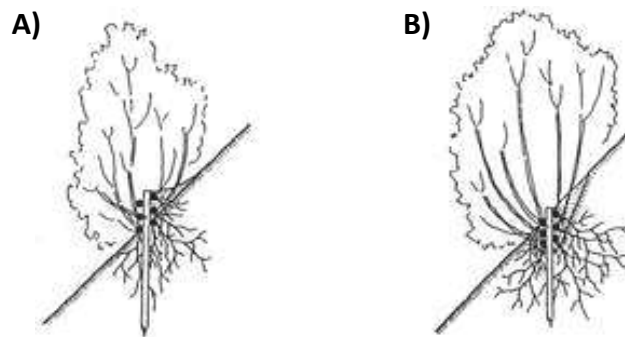
Fuente: técnicas de bioingeniería para la recuperación ecológica de riberas y zonas húmedas.

Procedimiento

Se clavan en el terreno estacas de madera de 3 a 10 cm de diámetro y de 100 cm de longitud, o estacas de acero de longitud similar, a una distancia aproximada de 100 cm. Entre ellas se colocan otras estacas más cortas o estaquillas, clavadas en el terreno a intervalos de unos 30 cm aproximadamente.

A continuación las estacas se entrelazan y enrollan con ramas vivas, largas y flexibles, de una especie conocida por su fácil enraizamiento a partir de trozos de rama (por ej. *Salix*). Cada rama viva debe apretarse hacia abajo después de haberla entrelazado con las estacas. Normalmente deben colocarse, una sobre otra, de tres a siete pares de ramas. En vez de ramas, pueden emplearse también alfombras prefabricadas de ramas entrelazadas para sujetarlas a las estacas. Las estacas no deben sobresalir más de 5 cm del dispositivo de ramas (alfombras), y por lo menos dos tercios de su longitud total deben estar dentro del suelo (Figura VI.19)

Figura IV.19. Construcción de empalizadas trenzadas. a) Sobresaliendo del terreno, b) enrasadas.



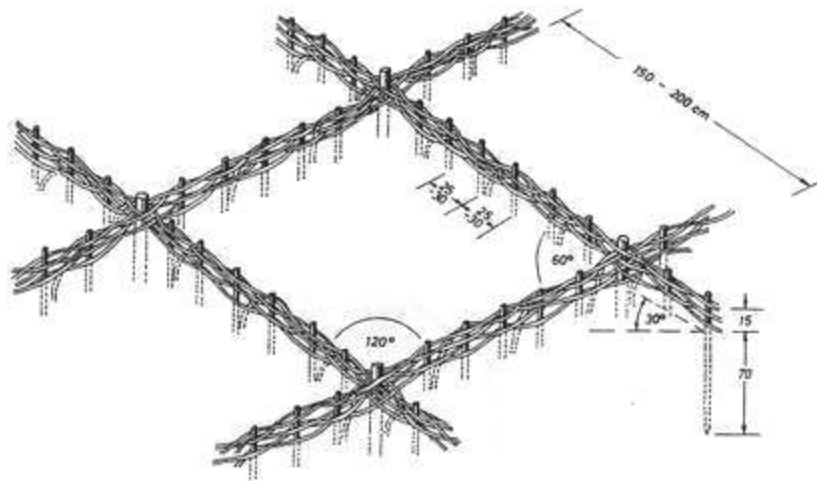
Fuente: Recubrimiento De Laderas con Vegetación mediante la Protección de Su Superficie con materiales vivos (depósitos de documentos de la FAO)

La rama del fondo y las partes cortadas de todas las otras ramas deben estar en el suelo de tal modo que puedan enraizar. Las cercas completamente enterradas son mejores que las que sobresalen de la superficie, ya que en este último caso las ramas que están por encima del suelo tienden a secarse, lo que se traduce en una disminución de la estabilidad de la empalizada.

Colocación de empalizadas trenzadas

Las empalizadas trenzadas deben colocarse en hileras horizontales consecutivas o diagonalmente (Figura VI.20). La disposición en diagonal sólo es eficaz para retener material suelto; en otro caso es un gasto innecesario.

Figura VI.20 Colocación en diagonal de empalizadas trenzadas.



Fuente: Recubrimiento De Laderas con Vegetación mediante la Protección de Su Superficie con materiales vivos (depósitos de documentos de la FAO)

Material

Deben elegirse ramas flexibles, de 120 cm de longitud como mínimo, con pocas ramas laterales. Deben emplearse plantas que enraícen fácilmente a partir de estacillas o empalizadas trenzadas prefabricadas. Los sauces arbustivos son especialmente adecuados. Las estacas de madera o de acero deben tener 100 cm de longitud; si se emplean estacas vivas o una combinación de estacas vivas y muertas, deben tener por lo menos 100 cm de longitud.

Época

Durante la estación de reposo (Recubrimiento De Laderas con Vegetación mediante la Protección de Su Superficie con materiales vivos (depósitos de documentos de la FAO)).

Medida de Mitigación 21

Humedecer área de trabajo.

Debido a que la generación de polvos es un impacto importante que se presenta en varias de las actividades que desarrolla la obra, para minimizar su efecto en el ambiente, se recomienda el riego de la superficie de trabajo con agua cruda durante todas las actividades que provoquen la generación de polvos, cuyo impacto se manifiesta en 2 vertientes: una, en la salud de los trabajadores y la segunda en la calidad del aire. Dicho riego se realizará con aspersores a presión colocados en tambos de 50 L de capacidad; la razón por la cual se utilizará el uso del aspersor es que de esta manera se garantiza el racionamiento del agua empleada para este fin. El agua cruda que se emplee para esta actividad por ningún motivo deberá extraerse del Río Fuerte, ni de ninguna de sus vertientes, a menos de que exista la autorización expresa de la CNA para la explotación del recurso en este cuerpo de agua. En todo caso, el agua cruda se extraerá únicamente de los sitios autorizados, nunca de cuerpos cercanos.

Medida de Mitigación 22

Explotación de bancos de materiales autorizados

La extracción del material que se usará para la construcción del proyecto, deberá ser extraído de los bancos de materiales autorizados, debido a que con ello, se evitará que se extiendan los impactos relacionados con uso indebido de suelo, y la tala innecesaria como son la fragmentación del ecosistema y la erosión.

Se hará uso únicamente de los bancos mencionados en el Capítulo II de este documento, escogiéndose conforme a las facilidades de operación y logística y tipo de material a extraer; en caso de que no sea posible hacer uso de dichos bancos, la selección de bancos se dejará a consideración del Ingeniero responsable de obra. Sin embargo, la explotación de bancos de préstamo diferentes a los mencionados, requerirá la autorización correspondiente al uso (Secretaría de Economía) y en materia de impacto ambiental (SEMARNAT). La relación de bancos autorizados para explotación, se muestra en el Capítulo II del presente documento.

Medida de Mitigación 23

Realizar mantenimiento regular de la maquinaria y el equipo.

Cada una de las etapas en que se desarrolla el proyecto incluye muchas actividades en las que es necesario el empleo de diversa maquinaria y equipo, que pueden causar contaminación la salud de los trabajadores y del medio ambiente. En este sentido, el factor ambiental más perjudicado por este estresor es la atmósfera, al existir emisiones gaseosas, de polvos y la generación de ruido por empleo de estas herramientas.

Para mitigar los impactos generados por la maquinaria y el equipo, se recomienda realizar una verificación regular de las emisiones gaseosas con referencia a las normas NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-050-SEMARNAT-1993.

La revisión de la maquinaria y equipo deberá ser verificada por el supervisor ambiental el cual cotejará los documentos de afinación de dicho equipo y maquinaria expedidos por un establecimiento autorizado, cuya emisión no será mayor a un mes de inicio de las obras. El supervisor a su vez será el encargado de llevar una bitácora en la que se registre cualquier incidencia relacionada al funcionamiento de la herramienta para que entre él y el superintendente de obra, se tome la línea de acción adecuada.

A la par de esto, el supervisor ambiental deberá vigilar que la maquinaria y el equipo utilizado operen en condiciones óptimas; que no presente golpes, hendiduras, fugas y/o derrames, ya que estas anomalías en el estado físico de las herramientas aumentan el riesgo de la aparición de un siniestro. En la Tabla VI.7, se muestran los niveles límites de emisiones permitidos para la maquinaria, de acuerdo a la legislación vigente.

Tabla VI.7. Límite máximo permisible de emisiones de la maquinaria

Tipo de vehículo	HC (ppm)	CO % Vol.	NOx (ppm)	Opacidad
Con motor a gasolina	100	1.0	1200	***
Con motor a diesel	***	***	***	1.27 m ⁻¹
Con motor a gasolina para carga de materiales	200	2.0	1500	***
Con motor a gas natural o gas L.P.	200	1.0	1000	***

Fuente: Límites descritos en la NOM-045-SEMARNAT -1996 y NOM-050-SEMARNAT -1993

Medida de Mitigación 24

Mitigación de daños causados por ruido y vibración.

Con respecto a la contaminación auditiva, la única medida de mitigación aplicable al ambiente es el monitoreo y control de los límites máximos permisibles de emisión sonora señalados en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Con el propósito de reducir la contaminación auditiva y evitar daños a la población que se encuentre cerca de la zona de obra, producto de la ejecución de la misma, se implementarán las siguientes medidas:

- ✿ Establecer un horario de trabajo que no trasgreda las horas de descanso de los residentes, esto significa que las actividades de maquinaria pesada se restringirán estrictamente a horarios diurnos.
- ✿ La maquinaria y vehículos a utilizarse durante la fase de construcción deberán estar en óptimas condiciones en especial su sistema de combustión y tubo de escape, de ser posible se instalarán silenciadores.
- ✿ Los trabajadores que se involucren directamente en la operación de maquinaria y equipo, deberán hacer uso en todo momento de audífonos y no deberán estar expuestos a estas emisiones por tiempos superiores a una hora de forma continua

Tabla VI.8. Límites máximos permisibles de ruido para fuentes fijas y fuentes móviles

NOM	Fuente emisora	Límite máximo permisible	Horario
NOM-081-SEMARNAT- 1994	Fuentes fijas en general	68 dB(A)	de 6 a 22 hrs
	Fuentes fijas cercanas a los poblados	55 dB(A)	***
	Operaciones de carga y descarga	90 dB(A)	de 7 a 22 hrs
NOM-080- SEMARNAT –1994	Fuentes móviles hasta 3,000 kg	79 dB(A)	***
	Más de 3,000 hasta 10,000 kg	81 dB(A)	***
	Más de 10,000 Kg	84 Db(A)	***

Fuente: Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Generada por Ruido. NOM-081-SEMARNAT- 1994. Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.

Medida de Mitigación 25

Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos

Las actividades de excavación y elaboración de mezclas tanto de cemento como de asfalto a utilizar para la obra generan residuos pétreos, geológicos y de escombros, que suelen dejarse en el sitio de actividad, provocando un impacto negativo importante en la armonía del paisaje, además de promover la erosión paulatina del suelo, la proliferación de fauna nociva, y la contaminación de cuerpos de agua por el arrastre de los mismos hacia cuencas receptoras cercanas.

La generación de este impacto ambiental se evita al acamellonar estos residuos conforme se van generando a los lados de los sitios donde se extraen, se acomodan y se les da reutilización y/o disposición final adecuada. Mientras son removidos del sitio, estos residuos deberán taparse con lona. En caso de que por sus características estos desechos no puedan ser susceptibles al reemplazo, deberán retirarse del sitio de depositación parcial al menos dos veces por semana (los periodos de recolección variarán conforme la cantidad de residuos colectados). Se deberá llevar un registro obligatorio en el cual se mencione:

1. Fecha
2. Nombre de la obra, tramo
3. Ubicación UTM
4. Responsable de supervisión ambiental
5. Tipo de residuos generados
6. Volumen generado
7. Sitio de depósito final
8. Observaciones

Medida de Mitigación 26

Uso de planta de asfalto con tecnología anticontaminante

En la medida de lo posible, se evitará la colocación de una planta de asfalto en el sitio para elaborar la emulsión de la carpeta asfáltica; sin embargo, dada la lejanía de las zonas urbanas más cercanas a la obra, la opción de menor costo será colocar una planta en los terrenos pertenecientes a los bancos de préstamo a utilizar (previo acuerdo con los propietarios), para evitar la contaminación por derrame en la zona de obras, además de que deberá supervisarse que cumpla los criterios de operación de la NOM-085-SEMARNAT-1994, para disminuir los efectos producidos en la calidad del aire debido a su funcionamiento.

Para evitar la mayor cantidad de daños ambientales, la planta deberá contar con equipo automatizado para la composición, temperatura y calidad de la mezcla, a la vez que posea un sistema de seguridad formado por alarmas ópticas, sonoras y de voz o de apagado cuando se presenten anomalías en el funcionamiento debido a la operación y/o por la presencia de fugas; adicionalmente deberá contar con un sistema de filtro de emisión de gases y a prueba de corrosión.

Por ningún motivo deberá colocarse la planta de asfalto dentro de del DDV de este camino para evitar el derrame de mezcla sobre suelos o las márgenes de los ríos y la presa, así como sobre los terrenos que drenen hacia estos cuerpos de agua que pudiesen ser arrastrados por efecto del aumento de la precipitación fluvial en época de lluvias.

Medida de Mitigación 27

Plan de manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos

El manejo inadecuado de combustibles y solventes puede ocasionar problemas de contaminación de suelo y agua, así como riesgos de accidentes e incendios.

En el frente de trabajo e instalaciones provisionales que se encuentren alejados de estaciones de servicio, deberán utilizarse vehículos proveedores de combustibles (orquesta), que deberán cumplir con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidos por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de gasolina y atención a contingencias.

En caso de abastecimiento de combustibles en el sitio, previo a esta actividad, se deberá colocar una geomembrana bajo el vehículo por abastecer, para proteger el suelo de cualquier derrame accidental. En caso de que se presente este derrame se deberá recoger el combustible inmediatamente con estopas y estas deberán almacenarse como residuos peligrosos, dándoles el manejo correspondiente; colectando el combustible de esta forma la geomembrana será reutilizable para el mismo fin.

Si bien se espera que el tipo de cantidad de este tipo de residuos sea pequeña, se tiene que proponer un plan de manejo que contemple los siguientes aspectos:

- *Separación*
- *Almacenamiento*
- *Tratamiento y Disposición final*

Para efectos de residuos peligrosos relacionados a las obras de construcción, se consideran los siguientes conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente; *características CRETIB*:

- **Corrosivo:** Restos de varillas empleadas para la construcción del cuerpo carretero (pasos inferiores, obras de drenaje, pasos para fauna)
- **Reactivo:** Solventes cuya incompatibilidad química confiera esta propiedad
- **Explosivo:** Solventes cuya incompatibilidad química confiera esta propiedad
- **Tóxico:** Residuos de la mezcla asfáltica, pinturas
- **Inflamable:** Combustibles, aceite gastado, pinturas, estopas impregnadas de aceite, recipiente de y con aceites de pinturas
- **Biológico infeccioso:** Heces fecales, líquidos corporales

Debido a la peligrosidad que representan estos materiales tanto al ambiente como a la salud humana, deberán ajustarse al manejo adecuado conforme a la normatividad correspondiente. Cada una de las actividades que sean generadoras de este tipo de residuos deberá de llevar una bitácora en la cual se irá registrando la fecha, cantidad de residuo generado, características de peligrosidad (CRETIB). Dicha bitácora deberá ir firmada por la persona que realice los registros y observaciones; el supervisor ambiental dará el visto bueno del registro de la bitácora en cada ocasión que así lo amerite. La separación por incompatibilidad de los mismos se debe realizar conforme a la NOM-053-SEMARNAT-1993 con el fin de evitar alguna contingencia.

Se recomienda la construcción de dos pequeños almacenes provisionales de residuos peligrosos de 25 m², dentro del derecho de vía a la altura del los Km. 0+910 y Km. 122+426, los cuales contendrán las especificaciones mínimas requeridas en el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA.

El almacén temporal para residuos peligrosos deberá poseer como mínimo las siguientes características.

- Estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- Las paredes deben estar construidas con materiales inflamables;
- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; y
- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.
- No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;

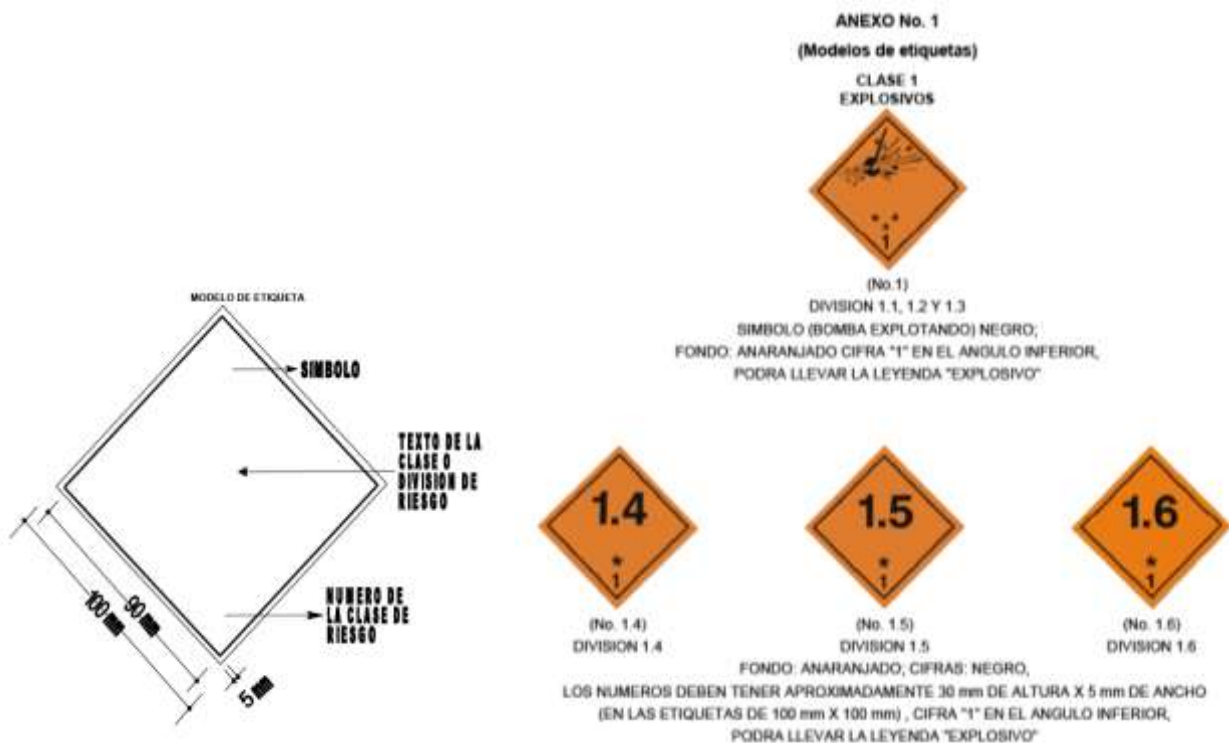
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

Los recipientes donde se depositarán los residuos peligrosos deberán estar etiquetados de manera acorde al tipo de desecho que contengan, para evitar con ello alguna incompatibilidad fisicoquímica entre 2 o más sustancias y/o materiales que pudiesen ocasionar una contingencia, a la vez que permite la rápida identidad del contenido del recipiente para las labores posteriores de transporte y confinamiento final.

Figura VI.21 Contenedores de solventes (residuos peligrosos) identificación inadecuada



Figura VI.22 Etiquetas adecuadas para envases contenedores de residuos peligrosos (NOM-003-SCT/2008).



CLASE 2
GASES COMPRESIDOS, REFRIGERADORES, LICUADOS O DISUELTOS A PRESION



(No. 2.1)
DIVISION 2.1 GASES INFLAMABLES
SIMBOLO (FLAMA) NEGRO O BLANCO;
FONDO: ROJO, CIFRA "2" EN EL ANGULO INFERIOR,
PODRA LLEVAR LA LEYENDA "GAS INFLAMABLE"

(No. 2.2)
DIVISION 2.2 GASES NO INFLAMABLES, NO TOXICOS
SIMBOLO (BOMBON) NEGRO O BLANCO;
FONDO: VERDE, CIFRA "2" EN EL ANGULO INFERIOR,
PODRA LLEVAR LA LEYENDA "GAS NO INFLAMABLE"

CLASE 3
LIQUIDOS INFLAMABLES



(No. 2.3)
DIVISION 2.3 GASES TOXICOS
SIMBOLO (CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS) NEGRO;
FONDO: BLANCO, CIFRA "2" EN EL ANGULO INFERIOR,
PODRA LLEVAR LA LEYENDA "GAS TOXICO" (VENENOSO)



CLASE 4
SOLIDOS INFLAMABLES



(No. 4.1)
DIVISION 4.1 SOLIDOS INFLAMABLES
SIMBOLO (FLAMA) NEGRO; FONDO: BLANCO CON SIETE
FRANJAS ROJAS VERTICALES, CIFRA "4" EN EL ANGULO
INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "SOLIDO
INFLAMABLE"



(No. 4.2)
DIVISION 4.2
SUBSTANCIAS QUE PRESENTAN
RIESGO DE COMBUSTION ESPONTANEA,
SIMBOLO (FLAMA) NEGRO; FONDO: BLANCO EN LA
MITAD SUPERIOR Y ROJO EN LA MITAD INFERIOR,
CIFRA "4" EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR
LA LEYENDA "COMBUSTION ESPONTANEA"



(No. 4.3)
DIVISION 4.3 SUBSTANCIAS QUE, EN CONTACTO
CON EL AGUA, DESPRENDEN GASES INFLAMABLES,
SIMBOLO (FLAMA) NEGRO O BLANCO; FONDO: AZUL,
CIFRA "4" EN EL ANGULO INFERIOR,
PODRA LLEVAR LA LEYENDA
"REACCIONA CON AGUA"



(No. 5.1)

DIVISION 5.1 SUBSTANCIAS OXIDANTES, SIMBOLO (FLAMA SOBRE UN CIRCULO) NEGRO; FONDO: AMARILLO, CIFRA "5.1" EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "OXIDANTE"



(No. 5.2)

DIVISION 5.2 PEROXIDOS ORGANICOS, SIMBOLO (FLAMA) NEGRO O BLANCO; FONDO: MITAD SUPERIOR ROJA Y MITAD INFERIOR AMARILLA, CIFRA "5.2" EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "PEROXIDO ORGANICO"

Debe decir:

**CLASE 5
OXIDANTES Y PEROXIDOS ORGANICOS**



(No. 5.1)

DIVISION 5.1 SUBSTANCIAS OXIDANTES, SIMBOLO (FLAMA SOBRE UN CIRCULO) NEGRO; FONDO: AMARILLO, CIFRA "5.1" EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "OXIDANTE"



(No. 5.2)

DIVISION 5.2 PEROXIDOS ORGANICOS, SIMBOLO (FLAMA) NEGRO O BLANCO; FONDO: MITAD SUPERIOR ROJA Y MITAD INFERIOR AMARILLA, CIFRA "5.2" EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "PEROXIDO ORGANICO"

**CLASE 6
TOXICOS AGUDOS (Venenos) Y AGENTES INFECCIOSOS**



(No. 6.1)

DIVISION 6.1 SUBSTANCIAS TOXICAS O VENENOSAS, SIMBOLO (CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS) NEGRO; FONDO: BLANCO, CIFRA "6" EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "TOXICO" (VENENOSO)



(No. 6.2)

DIVISION 6.2 SUBSTANCIAS INFECCIOSAS, LA MITAD INFERIOR DE LA ETIQUETA PODRA LLEVAR LAS LEYENDAS "SUBSTANCIA INFECCIOSA" Y "EN CASO DE DAÑO, DERRAME O FUGA, AVISESE INMEDIATAMENTE A LAS AUTORIDADES SANITARIAS", SIMBOLO (TRES MEDIAS LUNAS SOBRE UN CIRCULO) Y LEYENDAS EN NEGRO, FONDO: BLANCO, CIFRA "6" EN EL ANGULO INFERIOR

**CLASE 8
CORROSIVOS**



(No. 8)

SIMBOLO (LIQUIDOS GOTEANDO DE DOS TUBOS DE ENSAYO, SOBRE UNA MANO Y UN METAL) NEGRO; FONDO: BLANCO EN LA MITAD SUPERIOR Y NEGRO CON BORDE BLANCO EN LA MITAD INFERIOR, CIFRA "8" EN BLANCO, EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "CORROSIVO"

**CLASE 9
VARIOS**



(No. 9)

SIMBOLO (7 FRANJAS VERTICALES EN LA MITAD SUPERIOR) NEGRAS; FONDO: BLANCO, CIFRA "9" SUBRAYADA, EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "VARIOS"

Medida de Mitigación 28

Uso de baños portátiles para el personal.

Para evitar que se genere el fecalismo al aire libre y con ello la aparición de riesgos a la salud humana, se colocarán sanitarios portátiles que no requieran en uso de agua. El funcionamiento de este tipo de sanitarios se describe a continuación:

Se deshidrata el contenido que cae en la cámara de tratamiento; esto se logra con calor, ventilación y el agregado de material secante. Hay que reducir la humedad del contenido a menos de 25% tan pronto como sea posible, ya que con este nivel se acelera la eliminación de patógenos, no hay malos olores ni producción de moscas. Se recomienda el uso de una taza de sanitario diseñada especialmente, que desvíe la orina y la almacene en un recipiente aparte, para facilitar la deshidratación de las heces. La orina contiene la mayor parte de nutrientes y generalmente está libre de patógenos, por lo que puede utilizarse directamente como fertilizante, es decir, sin más procesamiento.

Figura VI.23 Ejemplo de Sanitarios portátiles que se deberán usar en la obra



El mantenimiento de estos sanitarios lo deberá realizar la empresa arrendadora, los productos resultantes pueden emplearse como fertilizante para las actividades de reforestación de la zona. Deberán existir al menos dos sanitarios por cada frente de trabajo, con un estimado de 20 personas c/u.

Medida de Mitigación 29

Almacenamiento de aguas grises.

La utilización de agua durante la obra es inevitable, por ejemplo el personal empleará agua cruda para enjuagarse las manos o la cara (aguas grises) las cuales deberán almacenarse en tambos de 50 L de capacidad y tendrán que trasladarse constantemente hacia la zona donde sea posible verterlas en el drenaje municipal. Queda prohibido verter esta agua sobre el suelo de la zona de obras a fin de no afectar la calidad del suelo con la presencia de grasas y aceites que provengan de las manos de los trabajadores. También queda terminantemente prohibido verter estas aguas sobre las cuenca de los ríos y la presa Huites.

Medida de Mitigación 30

Disposición adecuada y reutilización de residuos sólidos y vegetales.

Es natural que a causa de las actividades de construcción se generen residuos de obra y urbanos. Como revisamos en el capítulo anterior, el mal manejo y disposición de los mismos representan un impacto significativo, por lo que la medida de mitigación que se propone para la minimización de este impacto (hasta el punto de que su correcta aplicación puede incluso evitar su manifestación), es el correcto manejo de todo tipo de residuos no peligrosos.

Con respecto a los residuos domésticos, para facilitar su manejo durante toda la duración de la obra, deberán colocarse tambos de plástico de 200 L de capacidad para basura con tapa y bolsa, los cuales deberán situados en cada frente de trabajo. Cada tambor será de distinto color (negro / verde) los cuales serán para separar los residuos domésticos por características (orgánicos e inorgánicos). Se recomienda que los residuos orgánicos, sean empleados como material para elaborar compostas que permitan fertilizar el suelo durante las labores de reforestación.

Los residuos inorgánicos por su parte, serán recolectados por el servicio de limpieza del municipio (previo acuerdo entre autoridades y contratista) por lo menos dos veces por semana para evitar su acumulación, e impedir la presencia potencial de fauna nociva.

Figura VI.24. Ejemplo de contenedores y carteles para la separación de los residuos sólidos



Es muy importante mencionar que los materiales y envases o estopas que contengan aceite o algún solvente se consideran como residuos peligrosos, por lo que éstos merecen un tratamiento especial, que se explicará en la medida de mitigación que se relaciona con el manejo de residuos peligrosos.

-Realización de composta

Materiales

Como primer paso, debemos conocer cuáles son las sustancias adecuadas para la realización de la composta.

La **hierba cortada** debe agregarse solamente al final de la fase de desecación y en una capa fina, o mezclada con otros materiales como hojas caídas, tierra, restos de podas, etc., ya que su descomposición genera altas temperaturas que podrían conllevar la autoinflamación.

Las **hojas** representan uno de los materiales básicos para la realización de composta. Existen algunas especies más resistentes a la descomposición, que liberan ácido durante el proceso, por lo que puede ser útil agregar cal o minerales de arcilla.

El **material de poda de árboles** y pastos desmenuzados con una biotrituradora, nos permitirá dotar a la mezcla de una mejor aireación, así como nutrirla de cal, por lo que este tipo de material es de gran valor para el composta. El **estiércol de animales** esta también indicado, siempre y cuando sea previamente mezclado con otros materiales. Los **desperdicios de alimentos** tales como restos de verdura, café, infusiones pueden ser usados siempre que sean anteriormente mezclados para no atraer ratas y ratones.

El **cartón** es también susceptible de formar parte de nuestro montón de material para composta, siendo este más adecuado cuanto más grueso. Deberíamos así mismo, romperlo en trozos y humedecerlos antes de agregarlos. Lo mismo sucede con el **papel**, siempre que este no esté impreso con colores, en cuyo caso debería ser entregado para ser reciclado. No son adecuados para hacer compost el cristal, metales, materiales sintéticos, envases de cartón revestidos, restos de aceite, pinturas y escombros.

Condiciones

Debemos fomentar la actividad de los microorganismos que actúan en la maduración del composta, para lo cual debemos buscar la existencia de un equilibrio entre humedad y aireación en nuestro montón. Si no existe suficiente agua, los microorganismos se aletargarán y el proceso se alargará. Si por el contrario, la mezcla está demasiado mojada (por ejemplo al haber estado expuesta a varios días de lluvia), pelagra su correcta aireación y se enfría, lo que podría desembocar en un proceso de putrefacción. Para evitarlo, durante las fuertes lluvias, deberíamos cubrir el montón protegiéndolo del agua. En el caso de escasez de lluvias, deberemos ocuparnos de que el montón permanezca húmedo. Para facilitar una buena aireación, usaremos un depósito con paredes que permitan su ventilación y de fondo con orificios que permita la salida de excesos de agua. Este no debería tener más de dos metros de ancho y uno y medio de alto.

La mezcla

Cuanto mayor sea la variedad de desperdicios, mayor valor tendrá finalmente el composta, aunque si la realizamos capa por capa, o mezclando únicamente los materiales de los que disponemos en el momento, también obtendremos composta. Simplemente, debemos tener la precaución de no añadir solamente grandes cantidades de hojas secas o de hierba, ya que esto impedirá la correcta aireación de la mezcla. Si no disponemos de diversidad de desperdicios, podremos obtener una estructura correcta del montón agregando tierra gruesa.

Si disponemos de composta ya hecha, esparcir un poco entre las nuevas capas de desperdicios servirá para acelerar la puesta en marcha del proceso. Para lograr una acidez neutral de la mezcla, si los residuos que hemos usado van a generar ácidos, podemos añadir cal espolvoreándola sobre cada 20 cm. de desperdicios. Para incrementar la proporción de nutrimentos que van a consumir los microorganismos y así acelerar el proceso, podemos añadir nitratos en forma de estiércol, guano, huesos o fertilizantes comerciales preparados.

El procedimiento

Ubicaremos la mezcla en un lugar sombreado y protegido del viento. Si ello resulta un problema, utilizaremos un depósito con tapa. La base debe permitir la penetración de agua y el acceso a gusanos y otros animales. En primer lugar, colocaremos el material grueso hasta una altura de 20 cm. (restos de poda, setos, ramas, tallos, arbustos, flores, etc.), a continuación colocaremos los desperdicios de jardín (hojas y hierba), colocando pequeñas cantidades de compost entre cada capa.

Entre cada capa de unos 20 cm. esparciremos los aditivos que sean necesarios y mojaremos los residuos, repitiendo la operación hasta terminar nuestro montón. Si utilizamos un depósito, este puede ser de madera, piedra, tela metálica, debiendo tener orificios y aberturas por toda su superficie. El proceso está terminado en el semestre de verano en 4-6 meses y en el semestre de invierno en 6-9 meses, debiendo ser trasladado durante los meses menos fríos en una ocasión

El material residual vegetal deberá ser troceado, picado y se empleará para la restauración de suelos. En este caso, dadas las características de la madera y los largos periodos de insolación, no se recomienda dejar el material en el sitio, para evitar tanto la generación de un incendio forestal como fomentar la aparición de fauna nociva. El material triturado podrá ser incorporado al material del despalme para su uso posterior en la reforestación de taludes, y de la zona aledaña entre a la línea de ceros.

Deberán hacerse recolecciones periódicas de los residuos no susceptibles a reciclamiento. En el caso de los residuos municipales, se realizará un convenio entre la SCT, la contratista y el gobierno del Municipal de los municipios involucrados en la realización de este proyecto para el traslado de residuos domésticos (una o dos veces por semana laboral) hacia el tiradero municipal. Para el caso del desecho de las obras, éste será transportado por la constructora para su disposición final en los bancos de materiales cercanos previa autorización.

Figura VI.25. Recipientes para elaboración de composta



Tabla VI. 10. Medidas de mitigación a aplicar en cada etapa del proyecto.
Etapas de Preliminares

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación	
Compra de terrenos / liberación del derecho de vía	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un programa de rescate y trasplante de individuos arbóreos afectados. • Programa de reforestación de especies nativas • Desmontar sólo las áreas necesarias • Implementación de un vivero 	
		Cambio en la estructura de la comunidad		
		Reducción de la biodiversidad		
	Fauna	Reducción/ Pérdida de distribución de especies		
		Reducción de la abundancia		
		Pérdida del hábitat		
Antropogénico	Aceptación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Impartición de platicas o cursos en materia ambiental • Acciones de rescate y reubicación de fauna 		
Contratación y preparación del personal	Vegetación	Volumen forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Pagos justos a los propietarios de las tierras 	
		Cambio en la estructura de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> • Señalización de individuos a remover • Desmontar sólo las áreas necesarias • Implementación de un vivero 	
		Reducción/ Pérdida de distribución de especies		
	Fauna	Reducción en la abundancia		
		Reducción/Pérdida en la distribución		<ul style="list-style-type: none"> • Impartición de platicas o cursos en materia ambiental • Acciones de rescate y reubicación de fauna
		Pérdida del hábitat		<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar sólo las áreas necesarias

Etapa de Preparación del Sitio

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
Desmonte y despalme	Aire	Emisión humos y polvos	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la quema de la vegetación. • Acatar las normas oficiales mexicanas en materia de control de emisiones para unidades que utilizan diesel y gasolina como combustible. • Mantener húmeda la zona donde se realicen estas actividades.
		Emisión de gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones contaminantes a la atmosfera. • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria. • Evitar la quema de la vegetación.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Correcto manejo y disposición de los residuos
		Reducción de capacidad de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de mallas orgánicas, utilización de los residuos vegetales para arropar los taludes.
	Suelo	Contaminación por derrame de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de geomembranas en patios de maquinarias • Si ocurre, evitar la expansión del derrame, remover el área contraminada, dar tratamiento adecuado y disponer correctamente. • Supervisión constante de la zona de obras.
		Pérdida de microbiota del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar el uso de herbicidas o agroquímicos para quitar vegetación.
		Pérdida de suelo orgánico	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización de tierra orgánica en sitios sujetos a reforestación
		Erosión	<ul style="list-style-type: none"> • Inducir vegetación en las áreas aledañas a los desmontes y despalmes para detener la erosión. • Reutilización de la capa orgánica sobre el derecho de vía, una vez terminada construcción de este proyecto. • Programar las obras en época de estiaje para evitar la erosión hídrica
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un programa de rescate y trasplante de individuos arbóreos afectados. • Programa de reforestación de especies nativas • Desmontar sólo las áreas necesarias • Implementación de un vivero
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Impartición de platicas o cursos en materia ambiental
		Reducción / Perdida en la distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna
		Pérdida del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión ambiental constante en la zona de obras

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> No derribar vegetación que no sea indispensable retirar Prohibición de anuncios espectaculares Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra
Empleo de maquinaria y equipo	Aire	Emisión de humos y polvos	<ul style="list-style-type: none"> Evitar las fogatas o quema de llantas. Cumplir con las NOM's en materia de control de emisiones para unidades que utilizan diesel y gasolina como combustible. Mantener húmeda el área en donde se realicen estas actividades.
		Contaminación del aire provocado por los motores de vehículos y maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> Que los motores de Diesel o gasolina cumplan con las normas correspondientes en materia de emisiones. Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de ruido. No exceder las jornadas laborales establecidas. No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Suelo	Compactación	<ul style="list-style-type: none"> No existe medida de mitigación
	Vegetación	Cambio en la estructura de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> Trabajar únicamente en zonas desmontadas Supervisión ambiental constante
		Reducción de la biodiversidad	
		Reducción / Pérdida de distribución de especies	
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión ambiental constante en búsqueda de ejemplares para su rescate y reubicación
		Reducción / Perdida en la distribución	
		Pérdida del hábitat	
Antropogénico	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de un Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil Vigilancia constante por parte de la Supervisión Ambiental 	
Explotación de bancos de materiales	Aire	Emisión de humos y polvos	<ul style="list-style-type: none"> Evitar las fogatas o quema de llantas. Cumplir con las NOM's en materia de control de emisiones para unidades que utilizan diesel y gasolina como combustible. Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Contaminación del aire provocado por los motores de vehículos y maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> Que los motores a Diesel o gasolina cumplan con las normas correspondientes en materia de emisiones. Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de ruido. No exceder las jornadas laborales ahí establecidas. No hacer trabajos en horarios nocturnos.
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> Correcto manejo y disposición de los residuos Ubicar los bancos lejos de cuerpos de agua cercanos.

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Geología y Geomorfología	Cambios en la formación original	<ul style="list-style-type: none"> No existe medida de mitigación
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> Trabajar únicamente en zonas desmontadas Supervisión ambiental constante
		Cambio en la estructura de la comunidad	
		Estatus de Protección	
		Reducción / Pérdida de distribución de especies	
	Fauna	Pérdida del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión ambiental constante en búsqueda de ejemplares para su rescate y reubicación
		Disminución de la abundancia y distribución	
Antropogénico	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo la probabilidad de accidentes 	
Excavación en caja y nivelación del terreno	Aire	Emisión Polvos	<ul style="list-style-type: none"> Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de ruido. No exceder las jornadas laborales establecidas No hacer trabajos en horarios nocturnos.
	Suelo	Pérdida de suelo orgánico	<ul style="list-style-type: none"> Reutilización del material para posteriores actividades como arropo de taludes, reforestación, etc.
		Compactación	<ul style="list-style-type: none"> No existe medida de mitigación
	Geología y Geomorfología	Cambios en la formación original	<ul style="list-style-type: none"> No existe medida de mitigación
	Fauna	Pérdida del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de rescate y reubicación de fauna Constante supervisión ambiental
	Antropogénico	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo la probabilidad de ocurrencia de accidentes
Acarreo de materiales	Aire	Emisión de polvos	<ul style="list-style-type: none"> Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de ruido. No exceder las jornadas laborales establecidas. No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> Realizar estas actividades sólo en áreas totalmente desmontadas
		Reducción / Pérdida de distribución de especies	
	Fauna	Reducción / Perdida en la distribución	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de rescate y reubicación de fauna Constante supervisión ambiental

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Antropogenico	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos.
Cortes y Terraplenes	Aire	Emisión de polvos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Modificación al patrón de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar obras de drenaje en sitios donde se requiera
		Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Correcto manejo y disposición de los residuos. • Colocación de geomembranas que cubran cenotes • Supervisión constante
	Suelo	Pérdida de suelo orgánico	<ul style="list-style-type: none"> • No utilizar fertilizantes químicos
	Geología y Geomorfología	Cambios en la formación original	<ul style="list-style-type: none"> • No existe medida de mitigación
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores en zonas desmontadas
		Reducción / Pérdida de distribución de especies	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión constante
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna
		Reducción / Pérdida en la distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión constante
Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> • No derribar vegetación que no sea indispensable retirar • Prohibición de anuncios espectaculares • Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra 	
Antropogénico	Riesgos a la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos. 	
Obras de drenaje	Aire	Emisión gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Modificación patrón de drenaje	----- -----
	Suelo	Reducción en la capacidad de infiltración de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar obras de drenaje en sitios adecuados para reencauzar escurrimientos.
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar obras sólo en sitios desmontados

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
			<ul style="list-style-type: none"> Supervisión constante
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de rescate y reubicación de fauna
		Reducción / Perdida en la distribución	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión constante
	Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> No derribar vegetación que no sea indispensable retirar Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra
	Antropogénico	Riesgos a la salud	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos.
Compactación	Aire	Emisión de gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de emisiones Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de ruido. No exceder las jornadas laborales establecidas. No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Suelo	Reducción de la capacidad de infiltración de agua	<ul style="list-style-type: none"> No existe medida de mitigación
		Compactación	<ul style="list-style-type: none"> No existe medida de mitigación
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> Realizar obras sólo en sitios desmontados Supervisión constante
Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de rescate y reubicación de fauna 	
	Reducción / Perdida en la distribución	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión constante 	
Construcción de pasos para fauna	Fauna	Reducción en la abundancia	----
		Reducción / Perdida en la distribución	----
Tendido de bases	Aire	Emisión de polvos	<ul style="list-style-type: none"> Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Emisión de gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de emisiones Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> Colocación de barreras que detengan materiales y sedimentos
	Suelo	Reducción de la capacidad de infiltración de agua	<ul style="list-style-type: none"> No existen medidas de mitigación
		Vegetación	Volumen forestal perdido
		Reducción / Pérdida de distribución de especies	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión constante
	Antropogénico	Riesgo salud	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos.
	Aire	Emisión de polvos	<ul style="list-style-type: none"> Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
		Emisión de gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de barreras que detengan materiales y sedimentos • Correcto manejo y disposición de los residuos
		Estancamiento por reducción de la capacidad de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de obras de drenaje en los sitios adecuados
	Suelo	Contaminación por derrame de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de geomembranas en patios de maquinaria • Evitar la expansión del derrame • disposición como residuo peligroso.
		Reducción de su capacidad de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> • No existen medidas de mitigación
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores sólo en áreas desmontadas
	Antropogénico	Riesgos a la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos.
Manejo y disposición de los residuos	Agua	Modificación al patrón de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar adecuadamente los residuos en los contenedores correspondientes
		Estancamiento por reducción de la capacidad de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar adecuadamente los residuos en los contenedores correspondientes
	Suelo	Contaminación por derrame de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación ambiental del personal • Evitar la expansión del derrame para su posterior tratamiento y disposición como residuo peligroso.
		Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar adecuadamente los residuos en los contenedores correspondientes
		Cambio en la estructura de la comunidad	
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar adecuadamente los residuos en los contenedores correspondientes
		Reducción / Perdida en la distribución	
		Pérdida del hábitat	
	Antropogénico	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos.
			<ul style="list-style-type: none"> • Programa de reforestación de especies nativas
Construcción	Vegetación	Cambios en la estructura de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de reforestación de especies nativas

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Fauna	Reducción en la abundancia Pérdida del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> • Rescate y reubicación de ejemplares • Supervisión constante
	Antropogénico	Riesgos la Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos. • Depositar residuos en los contenedores correspondientes

Operación y Mantenimiento

ACTIVIDAD	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Carretera en operación	Aire	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos.
	Suelo	Contaminación por derrame de combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la expansión del derrame para su posterior tratamiento y disposición como residuo peligroso.
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Bardeado de carretera • Supervisión del las labores de reforestación
		Cambio en la estructura de la comunidad	
		Reducción de la biodiversidad	
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Bardeado de carretera • Colocar señalamientos adecuados para la zona de pasos de fauna • Mantenimiento constante de bebederos
Reducción / Perdida en la distribución			
Pérdida del hábitat			
Antropogénico	Demografía	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar señalamientos para evitar accidentes 	
Señalización	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores en zonas desmontadas
	Fauna	Estatus de Protección	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar señalamientos adecuados para la zona de pasos de fauna
		Perdida del hábitat	
nsi to Ve hic ula	Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> • No derribar vegetación que no sea indispensable retirar • Prohibición de anuncios espectaculares • Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra
	Aire	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido.
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Bardeado de carretera

		Cambio en la estructura de la comunidad	
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Bardeado de carretera • Pasos para fauna • Rescate y reubicación de ejemplares
		Perdida del hábitat	
	Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> • Prohibición de anuncios espectaculares • Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra
Antropogénico	Demografía	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar señalamientos para evitar accidentes 	
Mantenimiento	Aire	Emisiones de gases	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • El supervisor ambiental deberá asegurarse de que no se contaminen los cenotes ni otros cuerpos de agua aledaños. • Correcto manejo y disposición de los residuos
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores en áreas desmontadas • No cortar y/o dañar ejemplares aledaños a la zona de obras
		Reducción de la biodiversidad	
Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna • Supervisión constante 	

VI.4 Programa y Cantidades de Trabajo de las Medidas de Mitigación o Compensación

A continuación, en la Tabla VI.11 se describen las cantidades de trabajo que se requieren para poder realizar las medidas de mitigación propuestas en este capítulo.

Tabla VI.11. Cantidades de trabajo para las medidas de mitigación.

Medida de mitigación	Cantidad	Observaciones
1. Contratación de un supervisor ambiental	2	Uno será el responsable de la vigilancia de la aplicación y cumplimiento de las medidas de mitigación, mientras que el otro, apoyará en labores de vigilancia y cumplimiento.
2. Establecer labores permitidas en las actividades del proyecto.	No aplica	No aplica
3. Establecer límites de horarios de trabajo	No aplica	No aplica
4. Implementar programa de seguridad	No aplica	No aplica
5. Señalización de zona de obras	No aplica	No aplica
6. Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	No aplica	No aplica
7. Transporte adecuado de transporte geológico	No aplica	No aplica
8. Evitar uso del agua de los cuerpos de agua cercanos	No aplica	No aplica
9. Prohibir quema de vegetación	2	Biólogos con especialidad en zoología de servicio social
10. Programa de rescate de reubicación de fauna	2	Biólogos con especialidad en zoología de servicio social
11. Pasos para fauna	No aplica	No aplica
12. Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	2	Biólogos con especialidad en zoología de servicio social
13. Delimitación de los arboles a derribar en DV	No aplica	No aplica
14. Programa de rescate de Flora	2	Botánicos de servicio social
15. Instalación de un vivero	4	Biólogos con especialidad en Botánica y Edafología de servicio social
16. Reutilización de materiales de desmonte y despalme para arroyo de taludes	No aplica	No aplica
17. Programa de reforestación de DV	No aplica	No aplica
18. Colocación de malla orgánica	No aplica	No aplica
19. Hidrosiembra en taludes y pendientes	No aplica	No aplica
20. Colocación de empalizadas cercanas a las distintas vertientes de las cuencas hidrográficas cercanas	No aplica	No aplica
21. Humedecer áreas de trabajo	No aplica	No aplica
22. Explotación de bancos de materiales autorizados	No aplica	No aplica
23. Realizar mantenimiento regular de maquinaria y	No aplica	No aplica

Medida de mitigación	Cantidad	Observaciones
equipo		
24. Mitigar ruido y vibración	No aplica	No aplica
25. Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	No aplica	No aplica
26. Planta de asfalto con tecnología anticontaminante	No aplica	No aplica
27. Plan de manejo de disposición adecuada de residuos peligrosos	1	No aplica
28. Uso de baños portátiles	No aplica	No aplica
29. Almacenamiento de aguas grises	2	No aplica
30. Disposición adecuada de residuos sólidos y vegetales	No aplica	No aplica

Se prevé que todas las actividades de las etapas de preparación del sitio y de construcción duren aproximadamente doce meses, por lo que a continuación se presenta un programa sobre el cual se esquematiza la temporalidad de las medidas de mitigación propuestas durante este estudio

Tabla VI.12. Calendario de aplicación de medidas de mitigación (cuatrimestral)

Medida de mitigación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N*
31. Contratación de un supervisor ambiental	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
32. Establecer labores permitidas en las actividades del proyecto.	✓									
33. Establecer límites de horarios de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
34. Implementar programa de seguridad	✓									
35. Señalización de zona de obras	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
36. Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
37. Transporte adecuado de transporte geológico y residual	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
38. Evitar uso del agua de los cuerpos de agua cercanos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
39. Prohibir quema de vegetación	✓	✓								✓
40. Programa de rescate de reubicación de fauna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
41. Pasos para fauna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
42. Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	✓	✓	✓	✓	✓					
43. Delimitación de los arboles a derribar en DV	✓	✓								
44. Programa de rescate de Flora	✓	✓	✓							
45. Instalación de un vivero		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
46. Reutilización de materiales de desmonte y despalme para arroje de taludes	✓	✓	✓	✓	✓					
47. Programa de reforestación de DV						✓	✓	✓	✓	✓
48. Colocación de malla orgánica					✓	✓	✓	✓	✓	
49. Hidrosiembra					✓	✓	✓	✓	✓	
50. Colocación de empalizadas cercanas a las distintas vertientes del Río Fuerte						✓	✓	✓	✓	
51. Humedecer áreas de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
52. Explotación de bancos de materiales autorizados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
53. Realizar mantenimiento regular de maquinaria y equipo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
54. Mitigar ruido y vibración	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
55. Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
56. Planta de asfalto con tecnología anticontaminante	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
57. Plan de manejo de disposición adecuada de residuos peligrosos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
58. Uso de baños portátiles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
59. Almacenamiento de aguas grises	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
60. Disposición adecuada de residuos sólidos y vegetales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Carretera Choix-Bahuichivo, En los estados de Sinaloa y Chihuahua										
Preparación del Sitio										
Construcción del sitio										
Operación y mantenimiento										

N = Tiempo Indefinido

Finalmente, se muestran los indicadores de cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto en comento.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

VII.1 Evaluación gráfica de la tendencia del SAR y del área que comprende el proyecto.

La construcción de un proyecto carretero siempre involucra cambios en los ecosistemas implicados en la realización de este tipo de infraestructura, pues la realización de este tipo de proyecto interactúa de manera directa con varios componentes del ecosistema como los son el Suelo, Vegetación, Fauna e indirectamente sobre el Agua, el Aire y otros componentes del ecosistema modificando las condiciones actuales, de manera inmediata y a largo plazo en el sitio tanto dentro del SAR como en la zona de influencia del mismo. Estos cambios están asociados al tipo, e intensidad del impacto que se realicen y en gran medida a las medidas de mitigación implementadas, para disminuir la magnitud de los mismos.

Con la finalidad de tener una perspectiva amplia de las modificaciones ambientales a futuro, en este capítulo se analizan las tendencias de los procesos ambientales en el SAR sin la realización de este proyecto para posteriormente compararlo con el escenario tendencial una vez implementado el proyecto.

Para realizar esta estimación se consideraron como criterios a corto plazo de 1-5 años; mediano plazo de 6-10 años y largo plazo de 11-15 años. Posteriormente se correlacionaron estos escenarios con los impactos ambientales actuales para determinar la calidad ambiental del sitio, la cual será representada por valores que van de 1 a 5, donde cinco es un sitio en perfecto estado de conservación y uno es el efecto negativo máximo en el ambiente (sitio muy mal conservado).

Para poder evaluar las tendencias los pronósticos ambientales del SAR, se analizó la tendencia de cambio en las proyecciones a futuro de modificación en 3 escenarios

1. Modificaciones sin el proyecto
2. Modificaciones con el proyecto sin la aplicación de la medidas de mitigación
3. Modificaciones con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.

De lo anterior, se obtuvo una escala para evaluar las tendencias analizadas, que arrojó los siguientes valores para su interpretación:

Se evaluó con “5” cuando se trata del mayor apego a las **condiciones originales**,
 “4” si se encuentra **escasamente modificada**,
 “3” **moderadamente modificada**,
 “2” **altamente modificada** y
 “1” si el componente ha sido **totalmente degradado**.

en seguida se muestran los análisis de las tendencias ambientales.

VII.1.1 Escenario ambiental tendencial SIN considerar el Proyecto

Tabla VII.1. Escenario de las tendencias ambientales esperadas por factor ambiental, SIN proyecto

Componente	Factor ambiental/social/antrópico	Corto plazo (1-5) años	Mediano plazo (6-10) años	Largo Plazo (11-15) años
AIRE	Emisión de Polvos	5	4	4
	Emisión de Gases de combustión	5	4	4
	Ruido	5	4	4
AGUA	Contaminación	5	4	3
	Nivel de agua subterránea	5	4	4
	Modificación de escurrimientos	5	5	5
	Cambio de uso	5	4	4
SUELO	Erosión	5	4	4
	Compactación	5	4	4
	Cambio de uso	4	4	3
	Contaminación	4	4	4
VEGETACIÓN	Perdida de la biodiversidad	5	4	4
	Cambio en la estructura de las comunidades	5	4	4
	Alteración del hábitat	5	4	4
	Volumen forestal perdido	5	4	4
FAUNA	Perdida de la biodiversidad	5	4	4
	Disminución de la población	5	4	4
	Reducción del hábitat	5	4	4
INTRUSIÓN ANTRÓPICA	Expansión de la zona urbana (Desmonte, basura, cambio de uso de suelo)	5	4	4

Aire

La calidad del aire en una zona determinada (además de elementos climáticos y geográficos) está relacionada directamente con el volumen y características de los contaminantes emitidos a nivel local y regionalmente a la atmósfera

La calidad del aire dentro en el SAR, sin la realización de este proyecto carretero tiende a no tener cambios muy notables tanto a corto plazo como a mediano pues hay que recordar que la región donde se ubica el SAR es rural por lo tanto la contaminación atmosférica originada por fuentes antropogénicas es mínima. La fuente de alteración de calidad del aire dentro del SAR estará dada principalmente por incendios forestales, lo cuales son producidos básicamente por el uso del fuego en actividades agropecuarias para satisfacer la necesidades alimenticias propias o bien por la quema de materia orgánica seca en la temporada de estiaje.

Los contaminantes atmosféricos que produce el tren se consideran ínfimos, ya que circula de dos a tres veces por día y en tiempos muy espaciados, por lo que se permite la dispersión de esas emisiones. De igual manera, la baja densidad poblacional del SAR hace que las emisiones producidas por los vehículos sean rápidamente disipadas; los factores que coadyuvan a este fenómeno es la acción de los vientos y la gran biomasa vegetal que se encuentra dentro del SAR, que puede absorber las cantidades de CO₂ producido.

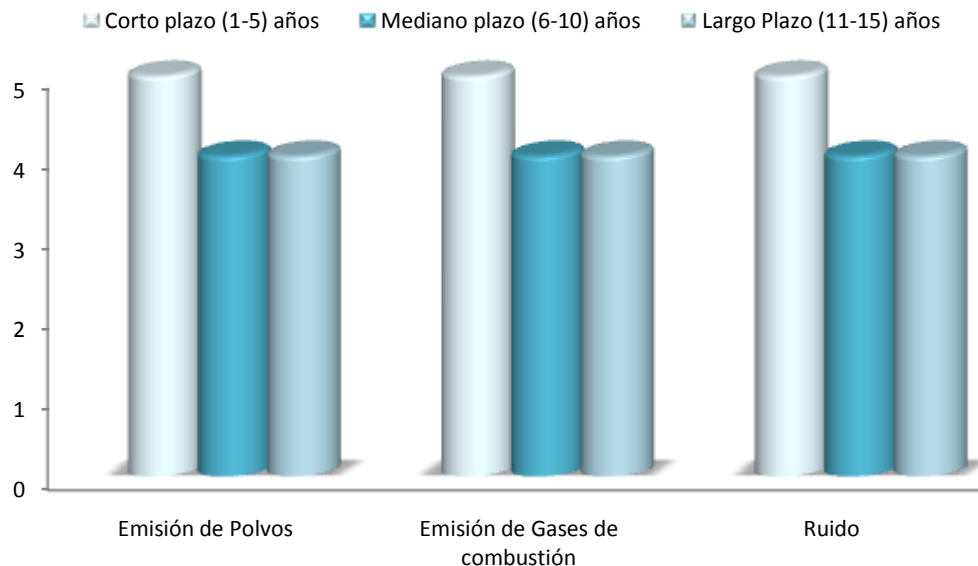
La emisión de partículas se da principalmente por efecto de la extracción minera y el tránsito vehicular sobre las terracerías de la región; para el primer caso, la afectación es puntual y los vientos ayudan a dispersar este contaminante; mientras que para el segundo caso, el asentamiento de ese contaminante se da de manera rápida debido al poco flujo vehicular.

Sin embargo, a mediano y largo plazo, se espera un ligero incremento en la concentración de polvos en el aire por efecto del aumento de la actividad minera al aprovechar los yacimientos y vetas localizados dentro del SAR, aunque de nueva cuenta la dispersión de contaminantes se verá favorecida por la acción de los vientos; además de que por tratarse de fuentes fijas, los contaminantes atmosféricos tendrán un radio de acción muy limitado.

Se espera un ligero incremento a mediano y largo plazo de la generación de incendios forestales dentro del SAR, pero dicha situación estará dada por el aumento de la intensidad de la radiación solar que incida sobre vegetación seca durante la temporada de estiaje.

Por otra parte, no se espera el crecimiento sustancial de los habitantes dentro de las poblaciones del SAR, por lo que la apertura de tierras agrícolas se mantendrá en los niveles aproximados a los generados en la actualidad, por lo que la práctica agrícola de “quema-roza-tumba” se mantendrá semiestable. Las proyecciones de poco crecimiento poblacional están primordialmente relacionadas a las condiciones topográficas, ya que no favorecen la urbanización de la región.

Figura VII.1. Tendencias ambientales del aire en el SAR sin proyecto



Agua

El SAR cuenta con numerosas fuentes de agua, siendo las principales por su volumen, los ríos Septentrión, Urique, Choix, Cerocahui y la presa Huites; además de ubicarse numerosos arroyos y escurrimientos que forman cascadas intermitentes; de igual manera, se cuenta con el acuífero del Río Fuerte, el cual acorde a los últimos estudios realizados presenta alta disponibilidad de agua.

En la actualidad el bajo nivel de cambio de uso de suelo en la región no ha sido suficiente para alterar los niveles de recarga del manto freático; el cambio de uso de suelo generado es de bajo nivel y está focalizado en las zonas urbanas del SAR o bien en los sitios de explotación minera; el aprovechamiento silvícola también se realiza a moderada escala, por lo que la cobertura vegetal mantiene de manera general las tasas de infiltración de agua hacia los mantos freáticos.

Sin la inclusión del proyecto dentro del SAR, el factor hidrológico que se espera sea más afectado por las actividades antrópicas es el referente a la calidad del agua. En la actualidad dentro del SAR una de las actividades productivas más redituables es la explotación minera, que va desde la extracción de materiales para la construcción hasta la extracción de metales preciosos y de alto interés comercial. De estos, los de mayor importancia son el oro, la plata y el cobre, los cuales están asociados con metales tóxicos como Arsénico y Plomo, y que durante su proceso de purificación requieren el uso de sales de Cianuro y Mercurio. Como se observa, la minería de estos metales preciosos conlleva la extracción y el uso de otros metales y compuestos conocidos por su alto potencial toxicológicos.

Los jales mineros de no tener un manejo eficiente, se convierten en un contaminante muy peligroso, ya que al contacto con la lluvia (pH de 5.8) tienen a lixiviarse y por arrastre fluvial estos metales pueden alcanzar cuerpos de agua cercanos. Los metales a diferencia de los compuestos orgánicos (HPAs, plaguicidas) quedan biodisponibles debido a su solubilidad en el agua, por lo que pueden ser ingeridos tanto en el alimento como en el agua que bebe.

Muchos de los arroyos o pozos de la región los emplea la gente como fuente de agua potable; por lo que un mal manejo de los jales mineros tiende a potencialmente envenenar las fuentes de abastecimiento de agua potable. Mismo riesgo ambiental corre la fauna de la región, debido a que la ingestión de agua contaminada con metales causa diversos efectos deletéreos en los individuos afectados.

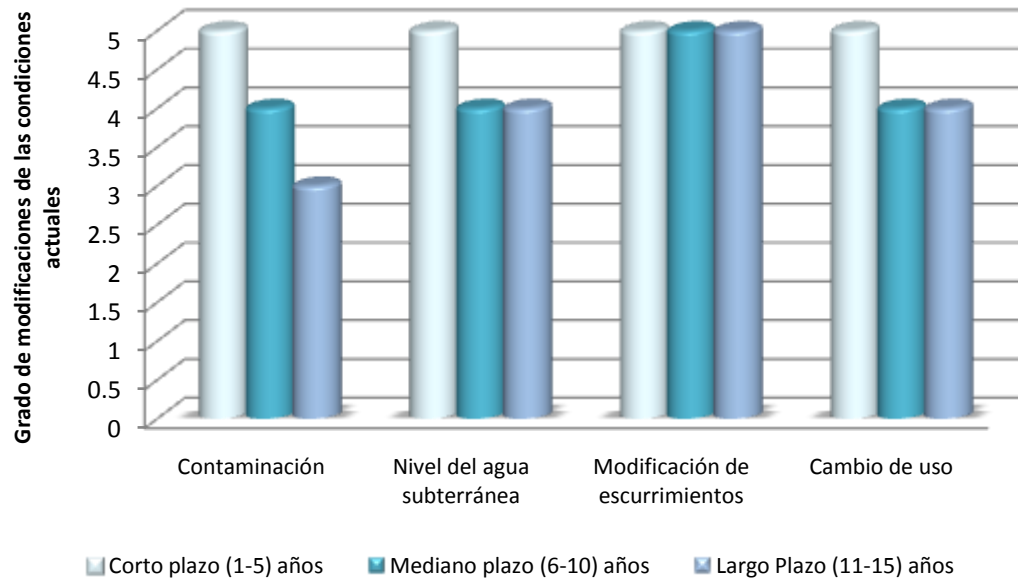
Otra de las actividades productivas del SAR es la explotación silvícola; los productores de madera de la región practican hasta cierto punto la extracción sustentable, en la cual mientras extraen ejemplares, siembran semillas o plántulas, aunque para garantizar el rápido crecimiento de los individuos plantados, se emplean fertilizantes. Los principales contaminantes derivados de los fertilizantes son los fosfatos y los nitratos, los cuales de acuerdo a la CNA son superiores a lo establecido por la CE-CCA-001/89 para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y controlar la eutrofización acelerada de ríos y arroyos y para el caso de los fosfatos también son componentes de los plaguicidas, los cuales en su mayoría son organoclorados y organofosforados.

Nitratos y fosfato provenientes de fertilizantes solubles son causa de eutrofización de ríos y lagos, un proceso de enriquecimiento del agua con nutrimentos provenientes de fertilizantes minerales u orgánicos, que produce un crecimiento explosivo de algas y un posterior desoxigenación del agua cuando las algas perecen, efecto que provoca que los organismos acuáticos—como los peces— mueran (Vázquez *et al*, 2009).

Los patrones de escurrimiento de agua en el SAR sin este proyecto no serán modificados a corto, mediano y largo plazo, pues hay que recordar que los cuerpos de agua continentales se forman por la interacción de la orografía y la entrada del agua proveniente de la lluvia o del derretimiento de la nieve o el hielo de los glaciares, así sus características ecológicas varían dependiendo de las condiciones particulares de sus cuencas, así como del clima, suelo, tipo de vegetación y biodiversidad en virtud de que no se esperan cambios importantes en la orografía del SAR

Respecto al cambio de uso de suelo, sin la realización de este proyecto se realizará a bajo nivel. La realización del cambio de uso de suelo generalmente ocurre con el crecimiento de la población y como se mencionó anteriormente en la región se tiene previsto un decremento poblacional. Los cambios de uso de suelo también suelen suceder cuando las actividades que se llevan a cabo actualmente a largo plazo ya no producen rendimiento, (por ejemplo, agotamiento de tierras para uso agrícola), más para el SAR no se tiene previsto que esto suceda, debido a que la apertura de tierras agrícolas se dará de manera paulatina conforme vaya aumentando la población.

Figura VII.2. Tendencias ambientales del agua en el SAR sin proyecto



Suelo

Los factores formadores del suelo son el clima, material parental, organismos, tiempo y la topografía. La topografía agreste y el material parental ígneo han generado dentro del SAR suelos poco desarrollados y por lo tanto más susceptibles a la erosión, por lo tanto aún sin la realización de este proyecto carretero la degradación del suelo por procesos erosivos dentro del SAR sucederá ya sea por vía hídrica o eólica.

La susceptibilidad a la erosión hídrica en México es elevada debido a que cerca de la mitad del territorio (42.2%) tiene pendientes mayores a tres grados (INE, 2003), características que se presentan en el SAR, lo cual lentamente producirá la pérdida de suelo superficial, lo cual implica la remoción de los nutrientes, de materia orgánica, asimismo, disminuye la profundidad del suelo lo cual se traduce en que las plantas tengan un sistema radical somero, igualmente disminuye la tasa de infiltración y retención de agua.

La acidificación de los suelos es un fenómeno que también se presentará dentro del SAR aún cuando no se realice la carretera. Los suelos de los bosques templados tienen una naturaleza acidificante, y si a eso aunamos la acción de la lluvia (con un pH en promedio 5.6), se presenta la meteorización química del suelo, que consiste en una pérdida de cationes alcalino y alcalinotérreos (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) e incremento concomitante de cationes metálicos (Al^{+3} , Fe^{+3} , Mn^{+4}) que puede sufrir hidrólisis ácida (Zapata, 2002). La agricultura también contribuye para que el suelo sea ácido debido al uso de fertilizantes que al contener cationes de S, N tiene efecto residual ácido lo cual a largo plazo produce la disminución de la fertilidad del suelo.

Respecto a la compactación del suelo es un proceso que degrada al suelo y está muy relacionado con las actividades agropecuarias pues frecuentemente está asociada al pisoteo del ganado o por el paso frecuente de

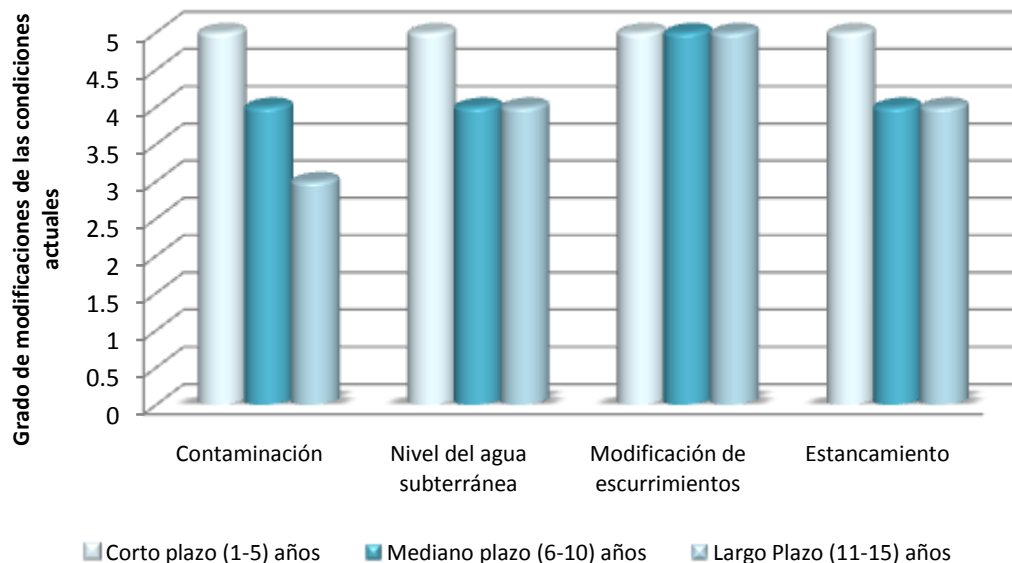
maquinaria pesada que destruye la estructura del suelo provocado por la ruptura de los agregados del suelo, cuya manifestación más conspicua es la pérdida o disminución de su capacidad para absorber y almacenar agua (SEMARNAT, 2008); esto también afecta la distribución del sistema radical de las plantas, ya que al presentarse un suelo compactado es más difícil penetrarlo y por lo tanto, explorarlo, lo que redundara en el establecimiento y desarrollo de las especies vegetales. Los procesos de compactación comienza a manifestarse en las inmediaciones de las tierras agropecuarias ubicadas en Choix, por lo que este proceso de degradación del suelo ocurrirá incluso sin la existencia de este proyecto.

Respecto a la contaminación, seguirá sucintándose en los suelos de uso agrícola pues éste produce contaminación por agroquímicos. Otra forma de contaminación de los suelos se produce por la depositación de residuos sólidos inorgánicos (plásticos, aluminio, vidrios), algunos de los cuales son de muy lenta degradación y con su presencia obstruyen el paso de agua y luz, elementos necesarios para el crecimiento de las plantas.

Los suelos incendiados contienen grandes concentraciones de HPAs pirogénicos generadas durante la quema de vegetación (Kim *et al.*, 2003); éstos al depositarse en la capa superficial del suelo, forman una capa hidrofóbica, por lo cual se impide la absorción de agua, lo que a su vez fomenta la escorrentía y la erosión; las tasas de degradación de HPAs depende de la comunidad bacteriana presente, por lo que es de esperar que los efectos adversos producidos por este contaminante sobre el suelo sean de alta persistencia ambiental.

La contaminación (sin importar la fuente) que se presente en el suelo ocasionará de manera general detrimento en las propiedades fisicoquímicas, mineralógicas y biológicas; el agotamiento del suelo también se producirá ante la apertura de tierras agrícolas, y este fenómeno se espera que sea recurrente dentro del SAR aún sin el proyecto.

Figura VII.3. Tendencias ambientales del suelo en el SAR sin proyecto



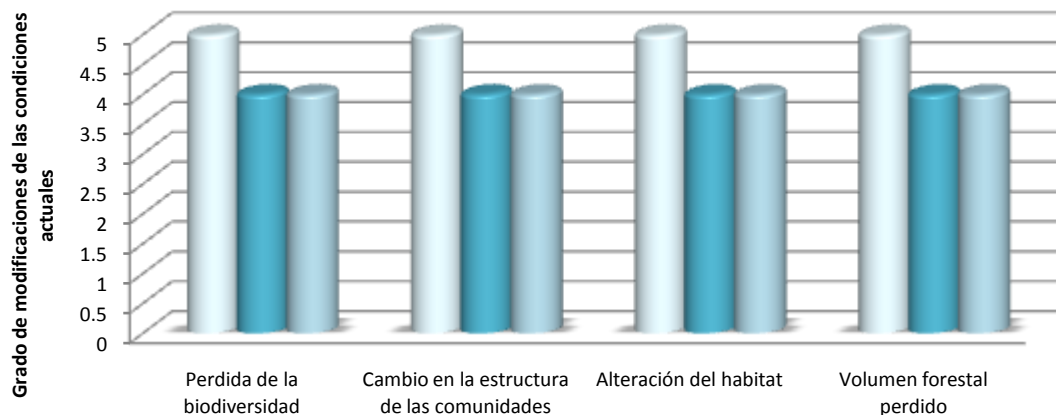
Vegetación

La vegetación que se presenta en la parte norte del SAR es el Bosque de Coníferas con Bosque de Encino, mientras que hacia el sur la zonación de la vegetación está marcada por el Bosque Tropical caducifolio. En ambos ecosistemas se ha generado el cambio de uso de suelo principalmente por la apertura de tierras agrícolas, el cual es más acusado en la zona de Choix, en virtud de que la topografía y la edafología favorecen esta actividad, a la par de que esta región del estado de Sinaloa desea expandir sus fronteras agrícolas para entrar al mercado estatal, el cual es uno de los principales a nivel nacional. De lo anterior, se espera que se siga presentando en cambio de uso de suelo aún con la ausencia de la infraestructura carretera.

Los registros de cambio de uso del suelo dentro del SAR señalan que el cambio que se ha generado en los últimos 40 años, ya que en década de los 70's, pues entonces los Bosques tropicales primarios ocupaban 34% de su probable extensión original mientras que los bosques primarios se conservaba 62%, 89% de los matorrales y 45% de los pastizales. Ya en el año 2002 las selvas primarias alcanzaron tan sólo el 21% de su probable extensión original, los bosques primarios 47%, los matorrales primarios 83% y los pastizales el 39% (SEMARNAT, 2008), con esto se observa que los suelos de los bosques son los que principalmente han sufrido el cambio de uso de suelo. Más que deberse a la apertura de tierras agrícolas, este cambio de uso se relaciona a la explotación silvícola, ya que los bosques de la Sierra Madre Occidental están considerados como la primera reserva forestal del país, encima de los ubicados en la Península de Yucatán.

Hay que señalar que mientras exista población humana y esta crezca, habrá una mayor demanda en la cantidad de recursos básicos como alimentos, agua y materias primas, lo que presiona fuertemente su disponibilidad en la naturaleza y favorece el deterioro de los ecosistemas de donde se extraen al cambiar sus propiedades fundamentales (SEMARNAT, 2008). La pérdida de los servicios ambientales que prestan los bosques y selvas, son la primera señal de preocupación con respecto a la conservación de la biodiversidad, ya que el cambio de la composición vegetal conlleva a la fragmentación y/o pérdida de hábitats disponible, con el consiguiente detrimento en la distribución y diversidad de fauna asociada.

Figura VII.4. Tendencias ambientales de la vegetación en el SAR sin proyecto



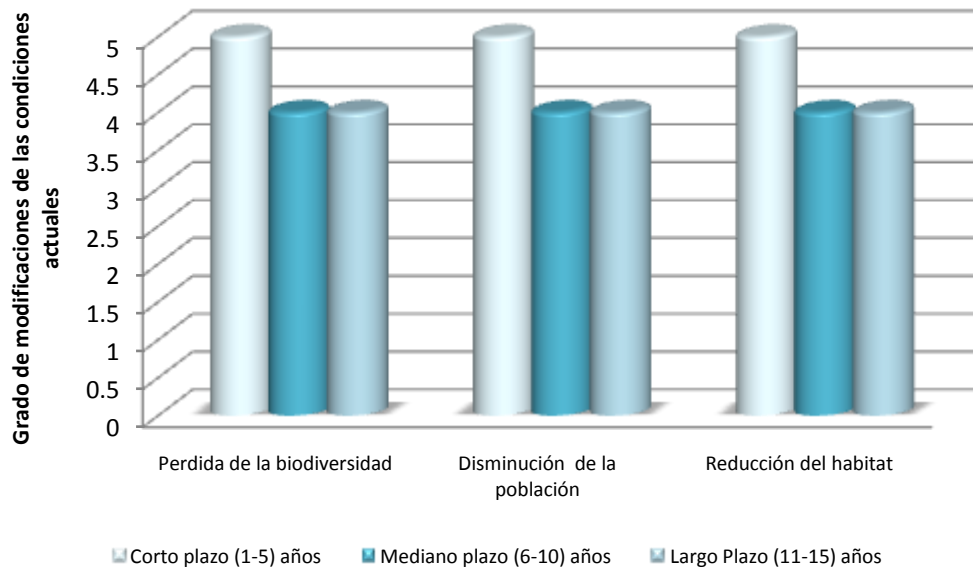
Fauna

Ya que la fauna está albergada en la vegetación al propiciar las condiciones para su establecimiento y desarrollo pues interviene en los patrones de distribución, por las condiciones microclimáticas generadas por la cobertura vegetal, así como por la disponibilidad de alimento que brinda entre otros factores; es de esperarse que existan modificaciones en la distribución y abundancia de fauna al alterar la composición actual de la cobertura vegetal.

De acuerdo con proyecciones de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) para el año 2050 algunos biomas habrán perdido una proporción muy significativa de su superficie potencial, destacando los bosques de coníferas tropicales y subtropicales (cuya pérdida podría alcanzar en esa fecha el 80% de su superficie potencial), los bosques secos tropicales y subtropicales (alrededor del 75%) y las sabanas, matorrales y pastizales tropicales y subtropicales (80%), entre otros. Por su parte, los pastizales y matorrales de montaña, así como los bosques húmedos tropicales y subtropicales podrían perder entre 1990 y el 2050, según las proyecciones, casi la misma superficie que habrían perdido hasta 1950, lo que los reduciría a cerca del 50% de su área potencial. Los cambios de uso de suelo que se presentan en la actualidad dentro del SAR responden a la creciente industria minera y forestal ya que la zona hay abundancia de estos recursos; sin embargo, la continuidad de la masa forestal aún se mantiene, por lo que aún se registra el libre traslado de fauna a lo largo y ancho del SAR.

A pesar de las condiciones actuales de conectividad ecosistémica, el descubrimiento de nuevos yacimientos mineros y el incremento en la explotación forestal irán fragmentado de manera paulatina la extensión de la vegetación dentro del SAR, ocasionando replegamiento de la fauna hacia zonas mejor conservadas y/o comenzando a aislar poblaciones al irse incrementando la cantidad de parches que aparezcan en los ecosistemas de interés.

Figura VII.5. Tendencias ambientales de la Fauna en el SAR sin proyecto



Intrusión antrópica

En este apartado, la intrusión antrópica se considera como el avance de las actividades antropogénicas dentro del SAR a través de todas sus manifestaciones.

A pesar de que las proyecciones poblacionales para el año 2025 apuntan a un incremento muy lento de la población dentro del SAR, las proyecciones económicas señalan abundancia de recursos forestales y minerales susceptibles a explotar; lo que derivará en el aprovechamiento de esas materias primas en detrimento del medio ambiente. El bienestar de la población depende en gran medida de los servicios ambientales que sólo los ecosistemas en buenas condiciones pueden proveer adecuadamente: alimentos, energía, recursos genéticos, control de inundaciones, formación de suelos, regulación de enfermedades, regulación climática y transformación de sus desechos (SEMARNAT, 2008).

Se espera a mediano y largo plazo mayor evidencia de intrusión antrópica dentro del SAR aún sin la inclusión del proyecto, aunque los niveles de deterioro proyectados no se generalizarán, sino que más bien se focalizarán en las cercanías de los poblados. Los agentes de presión ambiental radicarán en de las características socioeconómicas de la población ahí asentada.

Hay que recordar que las poblaciones del SAR son eminentemente rurales; por lo tanto esta condición de aislamiento dificulta las oportunidades de desarrollo económico y el abastecimiento de los servicios básicos de educación, salud, agua potable, saneamiento, energía eléctrica y telefonía, lo cual se ve reflejado en el crecimiento de la población pues de acuerdo con la CONAPO con datos de 2005 la población del municipio de Urique, Chihuahua tan solo tendrá 4 725 mas habitantes en 2030 respecto a los habitantes que tenía en 2005, mientras que, el municipio de Choix, Sinaloa tan solo tendrá 1264 habitantes más, con lo cual se observa que el crecimiento es mínimo por lo tanto la disminución de la calidad ambiental también será mínimo.

Proyecciones generales del SAR sin la inclusión del proyecto

Los componentes ambientales más afectados aún sin la realización de este proyecto en el SAR, son la vegetación y el suelo. La presión ambiental se generará de las actividades económicas principales que se llevan a cabo en la actualidad (agricultura, minería, silvicultura) que degradan al suelo de diversas maneras. Esto incluye la pérdida de la fertilidad, la salinización, la contaminación por agroquímicos, metales pesados, la erosión debida a la eliminación de la cubierta vegetal por el sobrepastoreo o el movimiento constante del suelo. Todos estos tipos de degradación causan que la capacidad productiva del suelo disminuya, reduciéndose, por consecuencia, la diversidad vegetal y animal de la región.

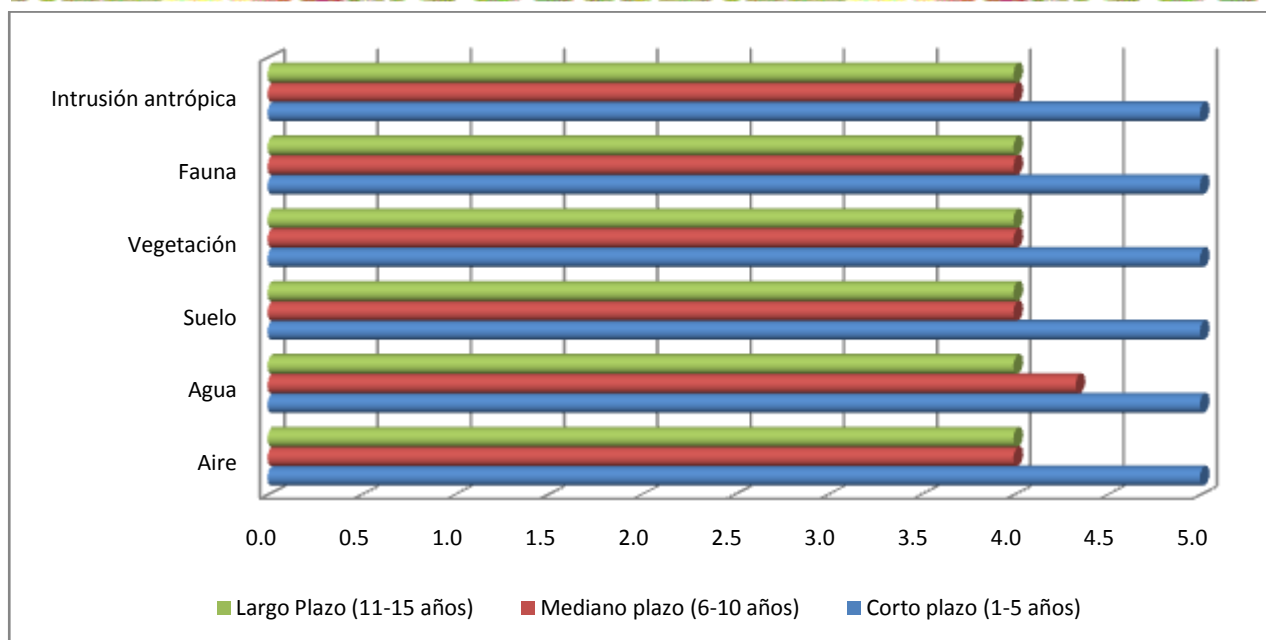
La degradación del suelo se produce también debido a la compactación por maquinaria agrícola y a la reducción del contenido de materia orgánica, lo cual afecta a la estructura y a la composición del suelo. El uso de plaguicidas altera indirectamente la estructura del suelo a través de su impacto en la edafofauna y por arrastre hídrico pueden causar efectos deletéreos también a la flora y fauna acuática. Los plaguicidas, herbicidas y fungicidas tienen un efecto directo en la biodiversidad, tanto de vertebrados como de invertebrados.

Asimismo la vegetación mostrará afectaciones y ya que esta intrínsecamente relacionada con la fauna, este componente ecosistémico también sufrirá afectaciones lo que será generado por el desmonte que se realice con la finalidad de obtener más tierras para uso urbano y usos asociados (agrícola, minero). El cambio de uso de suelo es un fenómeno generalizado en el país, lo que ha producido la fragmentación de grandes extensiones de masas forestales; si bien este fenómeno no se ha generalizado dentro del SAR, se prevé la aparición paulatina de parches de vegetación sobre todo en las inmediaciones de las poblaciones existentes.

La fragmentación de la vegetación afecta a los componentes del ecosistema negativamente ya que se alteran los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas y están íntimamente conectados: por ejemplo, la producción de biomasa se relaciona directamente con la fotosíntesis, o los ciclos de nutrimentos con el ciclo del agua. Por ello, la modificación en un servicio repercute en el resto del sistema biológico. Incluso, algunos de ellos pueden caer en dos categorías, por ejemplo, la regulación de la erosión se puede clasificar dentro de los servicios de soporte o de regulación, dependiendo de la escala de tiempo y de su impacto en la población humana. Otro caso es el agua, que puede ser un servicio de provisión o de soporte debido a que es indispensable para la existencia de la vida.

Si bien la intervención humana ha potenciado los beneficios de los servicios ambientales e incrementado la calidad de vida de muchas personas, cada vez es más evidente que también ha debilitado la capacidad de los ecosistemas para producir estos servicios, efecto que se evidenciará en el SAR aún sin que el proyecto se incluya.

VII.6 Tendencias ambientales en el SAR sin proyecto



VII.2 Análisis del escenario ambiental tendencial considerando el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación.

Al conocer la situación actual del Sistema Ambiental Regional, se conoce la dinámica que se presenta en los ecosistemas de la zona. Al introducir infraestructura carretera el impacto primario de la vía será la fragmentación de los ecosistemas modificando la dinámica que se presenta actualmente; al estar cada uno de los componentes interrelacionados, las variaciones que se presenten en uno de ellos se reflejarán en el comportamiento de los demás, generando impactos en varias frentes tanto de manera directa como indirecta; la magnitud, intensidad y duración de los impactos son los parámetros que generalmente se consideran como los más importantes al momento tanto de proponer una medida de mitigación.

Considerando la presencia del proyecto dentro del SAR, se calcularon diversos efectos negativos en el entorno natural, cuyos resultados se muestran en el capítulo V. A continuación, se realizará la descripción de cada componente ambiental evaluando el escenario tendencial que contemple la construcción del proyecto, pero sin que exista la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en este documento.

Tabla VII.2. Escenario de las tendencias ambientales esperadas por factor ambiental, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.

Componente	Factor ambiental/social/antrópico	Corto plazo (1-5) años	Mediano plazo (6-10) años	Largo Plazo (11-15) años
AIRE	Emisión de Polvos	4	3	2
	Emisión de Gases de combustión	4	3	3
	Ruido	4	3	3

AGUA	Contaminación	3	3	2
	Nivel de agua subterránea	4	4	3
	Modificación de escurrimientos	4	4	4
	Cambio de uso	3	3	2
SUELO	Erosión	3	3	3
	Compactación	2	2	2
	Pérdida de suelo orgánico	3	3	3
	Cambio de uso	3	4	4
VEGETACIÓN	Pérdida de Biodiversidad	4	3	2
	Cambio en la estructura de la comunidad	4	3	2
	Alteración de hábitat	4	3	2
FAUNA	Pérdida de Biodiversidad	3	3	2
	Disminución de la población	3	3	2
	Reducción de hábitat	3	3	2
INTRUSIÓN ANTRÓPICA	Expansión de la zona urbana (Desmonte, basura, cambio de uso de suelo)	4	3	2

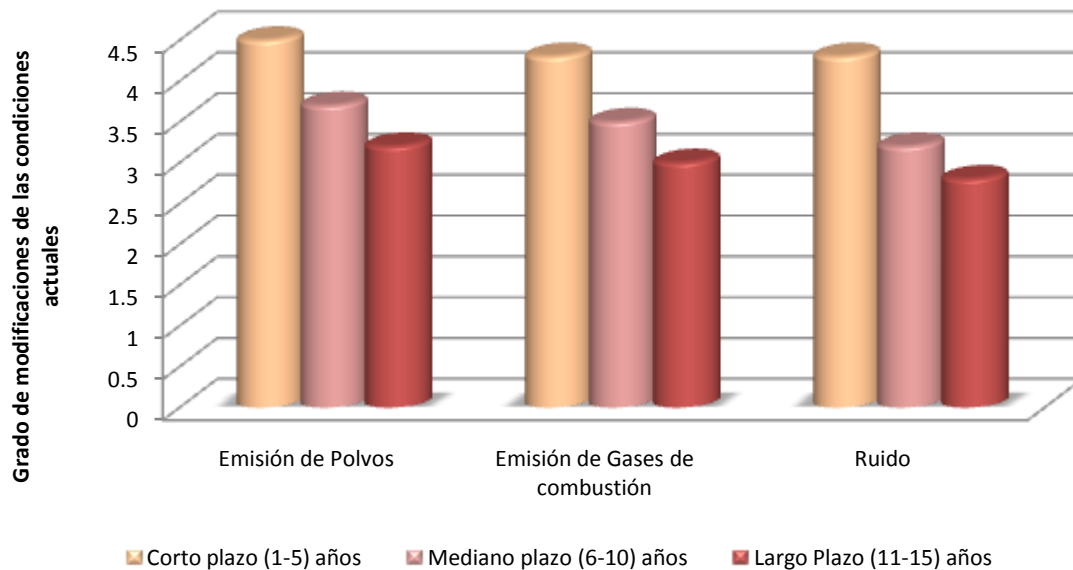
Aire

La calidad del aire en una zona determinada, además de ser afectada por elementos climáticos y geográficos, está relacionada directamente con el volumen y características de los contaminantes emitidos local y regionalmente a la atmósfera (SEMARNAT, 2008). Actualmente en el SAR la calidad del aire es buena pues este se ubica entre las zonas del país que emiten entre 0.004-0.50 (toneladas/habitantes) de contaminantes, donde los principales contaminantes que se produce son los compuestos orgánicos volátiles generados principalmente por incendios forestales. Las condiciones de calidad del aire se verán afectada por la realización de la obra principalmente durante la etapa de ejecución de las obras pues el acarreo de materiales, el movimiento de tierra por efecto de excavaciones y rellenos, la explotación de bancos de préstamo, el uso de maquinaria y equipo que funcionen con combustible y la instalación de una planta portátil de asfalto son actividades que emiten diversos tipos y concentraciones de contaminantes a la atmósfera.

Al terminarse las obras, en apariencia mejorará la calidad del aire pues disminuirá la emisión de polvos; sin embargo el incremento del tránsito vehicular en la región incrementará la emisión de contaminantes generados por vehículos (principalmente monóxido de carbono) el cual al presentarse en altas concentraciones en la atmósfera puede producir problemas de salud. No obstante lo anterior, al no tener proyectada la instalación de industrias o el aumento considerable de la densidad poblacional de los sitios urbanizados del SAR, las principales emisiones a la atmósfera que se espera se generen dentro del SAR serán móviles (autos), por lo que se mantendrá este impacto de manera más o menos constante al transcurrir el tiempo.

Referente al ruido, este mostrará un impacto moderado durante la etapa de realización de las obras; se seguirá generando una vez terminada la construcción, pero en esta ocasión provendrá de la circulación de los vehículos

Figura VII.7. Tendencias ambientales del aire en el SAR, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Agua

Mediante la construcción de este proyecto la hidrología del SAR se verá afectada principalmente por la deforestación que será provocada por la remoción de la cobertura vegetal.

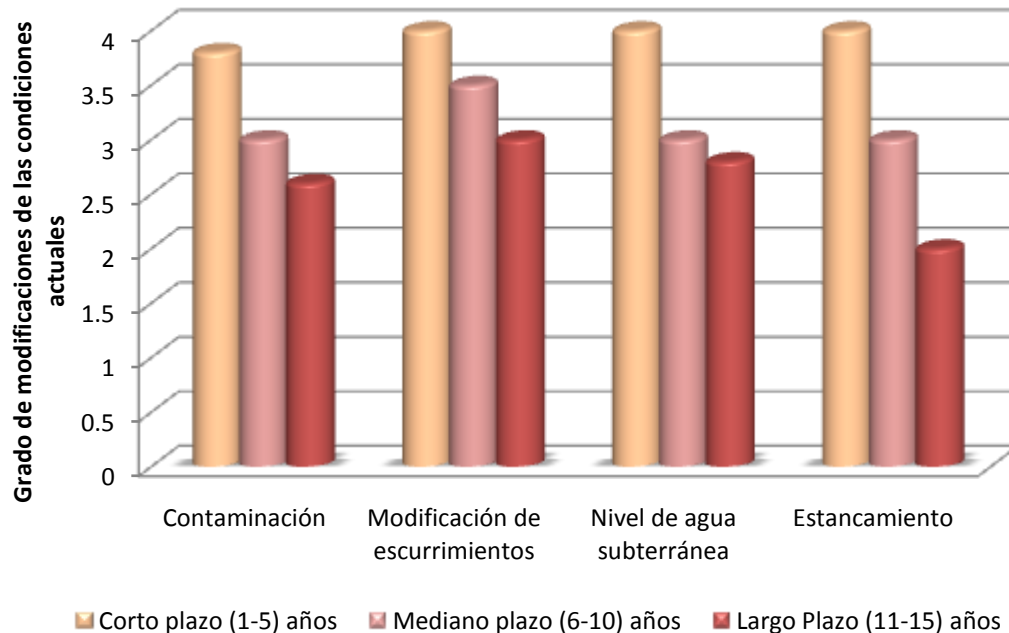
La remoción de la vegetación promoverá un cambio en los patrones de escurrimiento, en las tasas de infiltración de agua hacia los acuíferos de la región. El lavado del mantillo fértil del suelo por efecto de la lluvia lixiviando principalmente nutrimentos como el Nitrógeno, fósforo entre otros, que de alcanzar los cuerpos de agua cercanos se favorece la eutrofización de los sistemas acuáticos, afectando a las poblaciones acuáticas por la degradación de su hábitat. Esta afectación (dependiendo de la concentración y el flujo del agua) potencialmente puede alterar las aguas que se encuentran cuenca abajo, mediante los escurrimientos superficiales cargados de nutrimentos que se generan en las partes altas de las cuencas que alcanzan y contaminan, por medio de los afluentes de menor caudal, los grandes ríos o lagos cuenca abajo. El lavado del suelo también puede ocasionar contaminación del agua a través de la sedimentación intensa. Las partes someras de ríos y lagos pueden llegar a azolverse paulatinamente, creando extensiones en donde el flujo de las aguas es lento y/o se estanca. Tal cambio en el régimen de escurrimiento de las aguas, que pasa de un escurrimiento rápido (ambiente lótico) a uno lento (ambiente lentic), modifica la fauna ya que hay especies adaptadas a cada uno de esos tipos de ambiente que no sobreviven en otro (Sánchez, 2000)

El empleo de combustibles es un factor de gran peligro para los ecosistemas acuáticos de la región, ya que el vertimiento de los mismos (dependiendo de la cantidad y la naturaleza) pueden manifestarse de manera inmediata (capa iridiscente en la superficie del agua, apelmazamiento de chapopote en las riberas de las cuencas) como de manera mediata o a largo plazo, a través de efectos colaterales en la biota (mutagénesis, teratogénesis, afectaciones en las tasa de fertilidad, etc.), que con su paso a través de diversas generaciones puedan poner en peligro la viabilidad de las poblaciones o incluso del mismo ecosistema.

Esta carretera al atravesar zonas de difícil acceso actualmente, pondrá al alcance zonas boscosas poco perturbadas, las cuales potencialmente pueden cambiar se vocación hacia agrícola. Estas pueden aportar a los cuerpos de agua

cercanos agroquímicos que producen daño en los ecosistemas acuáticos que van desde eutroficación hasta muerte del individuo por ingestión de sustancias tóxicas (pesticidas).

Figura VII.8. Tendencias ambientales del agua en el SAR, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Suelo

Sin medidas de mitigación, la construcción de este camino producirá contaminación en el suelo por derrames de combustibles, mezcla asfáltica y/o solventes, la cual será más notable a corto plazo; sin embargo, los efectos de impermeabilización del suelo serán evidentes de manera permanente en aquellos sitios en los cuales caiga mezcla asfáltica; ya que contiene hidrocarburos poliaromáticos de muy difícil degradación.

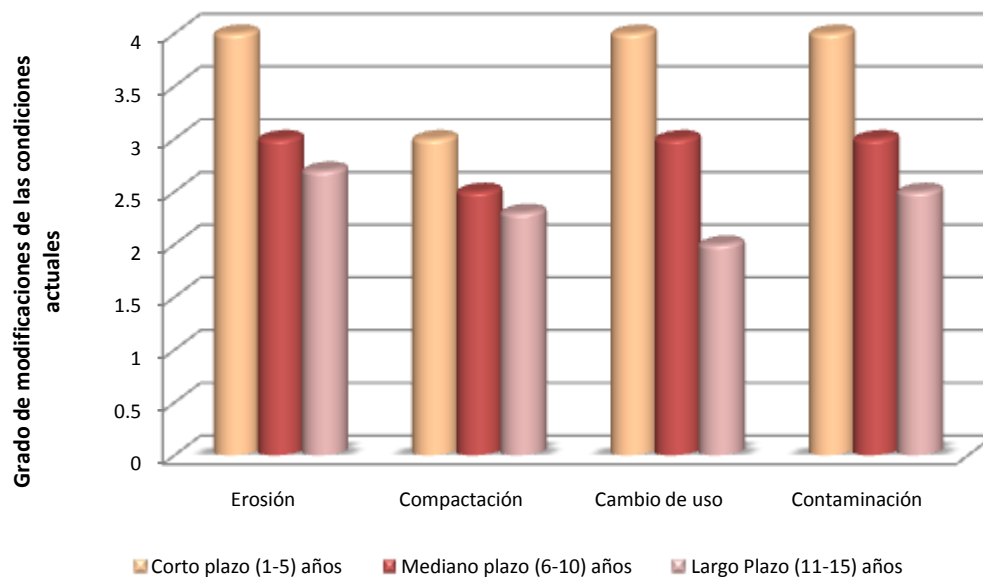
La presencia de Hidrocarburos en suelos interfiere de manera adicional con los ciclos biogeoquímicos a través de la modificación de las comunidades de microbiota nativa del suelo; ya que para poder ser degradado el hidrocarburo, se requerirá de otras especies bacterianas diferentes a las bacterias recicladoras de nutrientes. La presencia de basura en el suelo promoverá la presencia de fauna nociva de tipo doméstico, trayendo aparte de efectos en la salud humana, afectando la calidad paisajística de la zona.

El acceso que proveerá esta vía a sitios actualmente forestales modificará los usos de suelo, favoreciendo la presencia de procesos erosivos y el agotamiento de nutrientes. Los suelos dentro del SAR son particularmente muy

ligeros (dada el tipo de material parental y la topografía), por lo que es relativamente fácil que durante un evento de precipitación pluvial fuerte, el deshielo de las masas forestales y la presencia de un frente frío, el mantillo del suelo tienda a lavarse.

Rara vez es un sólo factor el que desencadena la degradación del suelo y la pérdida de la cubierta vegetal, aunque en prácticamente todos los casos el factor dominante son las actividades humanas a través del cambio de uso del suelo, que sustituye la vegetación natural por terrenos para las actividades agrícolas y ganaderas principalmente.

Figura VII.9. Tendencias ambientales del suelo en el SAR, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Vegetación

Los proyectos de ingeniería afectan el medio biótico principalmente por la tala de la vegetación natural; aunque la remoción de la vegetación sea limitada para la realización de este tipo de proyectos, esto contribuye a crear islas de vegetación demasiado pequeñas para asegurar la viabilidad ecológica de poblaciones faunísticas y florísticas.

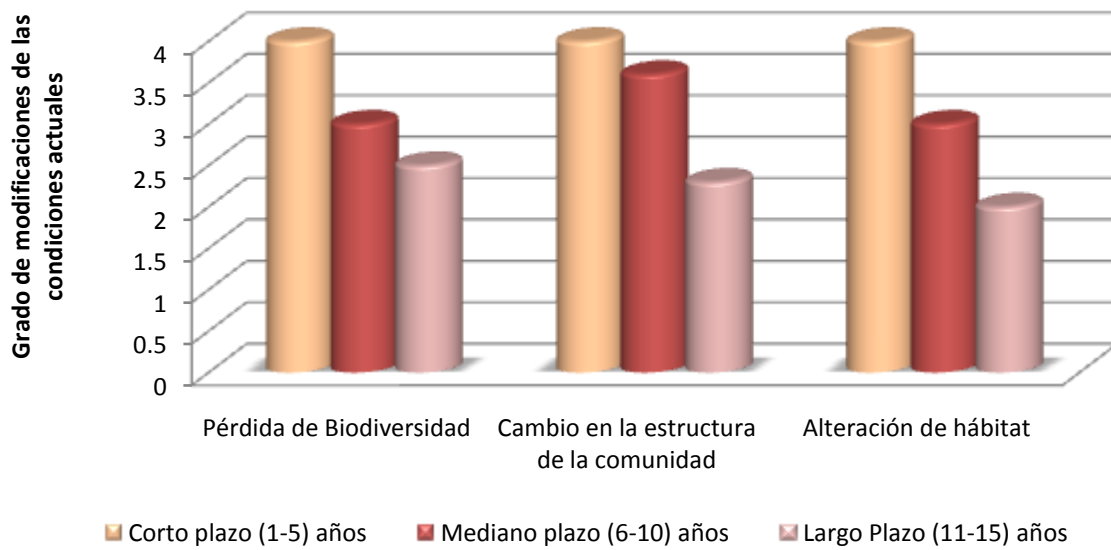
La construcción de una carretera en medio a una comunidad forestal, no sólo reduce el área de ese ambiente a corto plazo, sino que a largo plazo, produce el efecto de borde (Sánchez, 2000), el cual consiste en cambios microclimáticos y en las condiciones físicas del suelo que influyen en la estructura y composición de la vegetación (Turton y Freiburger, 1997). Las especies del interior de un bosque o selva están adaptadas a las condiciones ambientales de sombra, temperatura y humedad determinadas, por lo que muchas no sobreviven en los bordes, más expuestas a la insolación, los vientos, una mayor variación de temperaturas y humedad más baja (Sánchez, 2000). La creación de parches de vegetación en los ecosistemas del SAR modifican la distribución y abundancia de las especies vegetales, dando lugar a la proliferación de vegetación secundaria a lo largo del margen de esos

parques por especies vegetales generalistas, todo ello causado por las alteraciones en las condiciones físicas cerca del borde. Asimismo se causan cambios en las interacciones de las especies en o cerca del borde, debido a que en su conjunto se crea una alteración de los procesos ecológicos, como los son los ciclos de nutrientes y en los flujos de energía (Turton y Freiburger, 1997). Además se sabe que en la interface entre un bosque y el campo abierto circundante ocurren procesos interactivos que llevan a la degradación progresiva del ambiente forestal (Sánchez, 2000).

Por otra parte, después de la destrucción del hábitat, por proyectos carreteros u otros, el impacto de las especies invasoras se considera como la segunda causa más importante de la pérdida de biodiversidad a nivel global (Vitousek, 1996; Leung *et al.*, 2002). Las especies invasoras afectan a las especies nativas de flora y fauna a través de competencia, depredación, transmisión de enfermedades, modificación del hábitat y alteración de la estructura trófica. Además, en circunstancias especiales, las especies invasoras pueden entrecruzarse con las especies nativas, alterando el acervo genético de estas últimas (Conabio, 2006). Las especies invasoras se introducen en los ecosistemas no nativos por diversas vías: 1) aquellas relacionadas con el sector transporte, 2) las relacionadas con el comercio, 3) otras actividades humanas como la deforestación, apertura de carreteras, minería, cambio de uso del suelo, control biológico y la unión de cuerpos de agua previamente aislados; y 4) por los fenómenos naturales como los huracanes y las inundaciones.

Respecto a la relación que existe entre la densidad de caminos y la cubierta de vegetación natural, en el país puede observarse que, en general, los estados con mayor densidad de caminos son aquellos con la menor proporción de su superficie cubierta con vegetación natural. Estados como Tlaxcala, que tiene la mayor densidad de carreteras en el país (cerca de 0.65 km/km²) posee la menor cobertura natural del país (18.2% de su superficie); en el otro extremo, Chihuahua (con la menor densidad de carreteras del país, 53 m/ km²) conserva el 89.3% de su vegetación natural. Es importante mencionar que aunque la apertura de caminos no es el único factor actuando a favor de la desaparición de los ecosistemas naturales terrestres -y con ello, de su biodiversidad-, sí tiene un efecto negativo sobre ellos al propiciar la colonización y el desarrollo de nuevos centros de población o explotación de recursos naturales (SEMARNAT,2008).

Figura VII.10 Tendencias ambientales de la vegetación en el SAR, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Fauna

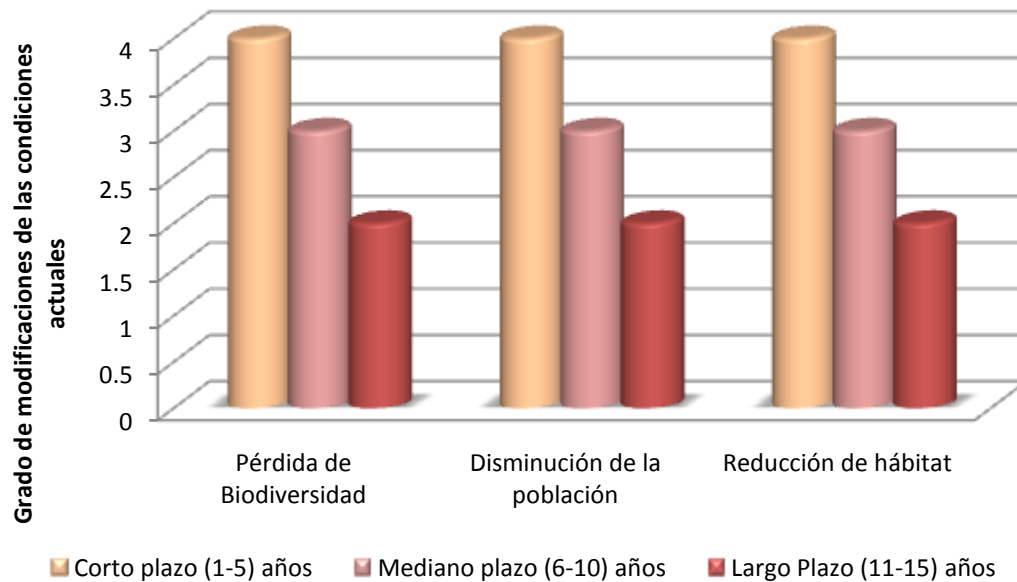
Entre los componentes del ecosistema que tienen una interacción directa se encuentra la vegetación y la fauna, esto principalmente porque la primera conforma el hábitat de la segunda ya sea como fuente de alimento, por lo tanto la fragmentación de la vegetación afecta directamente a la fauna pues se destruye su hábitat.

Las carreteras de cualquier tipo ocasionan siete efectos generales:

1. Mortalidad ocasionada por la construcción de la carretera
2. Mortalidad debida a la colisión con vehículos
3. Modificaciones en la conducta animal
4. Alteración del ambiente físico
5. Alteración del ambiente químico
6. Dispersión de especies exóticas
7. Incremento en el uso de áreas por humanos.

La construcción de carreteras elimina organismos sésiles y organismos de lento movimiento, lesiona a organismos adyacentes a la carretera lo que a largo plazo, produce la disminución de la biodiversidad. Las colisiones con vehículos afectan la demografía de muchas especies, tanto de invertebrados como de vertebrados (Troumbulak y Frissell, 2000). Muchas veces, las especies de mayor tamaño, pertenecientes a grupos como mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, huyen cuando hay alguna alteración drástica en sus hábitats, buscando abrigo en las inmediaciones. Dependiendo de la población ya existente en estas nuevas áreas, los recién llegados podrán, o no, encontrar espacio, ya pues que la población preexistente en la nueva área podrá estar ya en equilibrio, o sea: el número de individuos está de acuerdo a los recursos ofrecidos por el ambiente. Si éste fuera el caso, el desplazamiento de la fauna acabará redundando en la muerte de un cierto número de ejemplares, o de todos aquellos que huyeron del área afectada (Sánchez, 2000), lo que a la larga producirá la disminución de las poblaciones faunísticas.

Figura VII.11. Tendencias ambientales de la fauna en el SAR CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



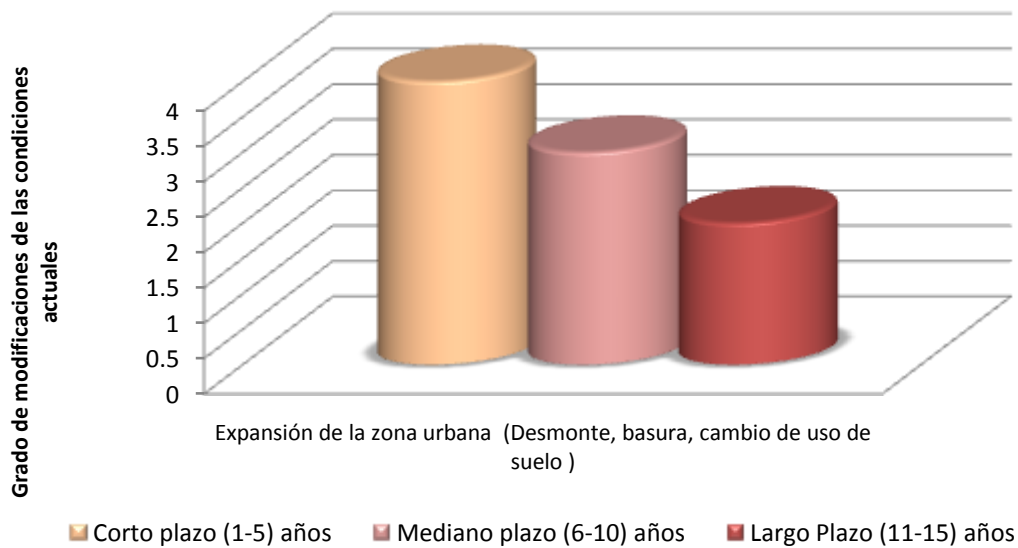
Intrusión antrópica

Hay que recordar que la construcción de esta carretera es parte del Corredor Multimodal Sinaloa-Chihuahua-Texas que busca mejorar la competitividad del estado de Chihuahua y se busca conectar comercialmente a Sinaloa con Chihuahua, Texas y el mercado asiático, por ello ya empezó una fuerte promoción entre inversionistas de Canadá, Estados Unidos, España y México, lo cual incrementará el desarrollo económico de la región.

Las posibilidades de inversión tanto nacional como extranjera también se incrementarán en virtud del potencial minero y forestal de la zona a la cual la construcción de esta carretera podrá dar acceso; todo ello conlleva el cambio de uso de suelo en zonas actualmente poco afectadas, lo que alterará las condiciones primarias de los ecosistemas.

La introducción u ampliación de infraestructura carretera da la posibilidad de desarrollo económico, pues los terrenos adyacentes a estas dan la posibilidad al desarrollo del comercio, ampliando el área que será utilizada por los humanos, incrementando las actividades humanas afectan al ambiente biológico de diferentes maneras (Sánchez, 2000); no únicamente se dará un incremento de los comercios a lo largo de la carretera, sino que también se dará el surgimiento de nuevos asentamientos humanos en respuesta a la creación de nuevas zonas mineras y de aprovechamiento forestal.

Figura VII.12. Tendencias de la intrusión antrópica en el SAR CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Prácticamente cada rincón de la Tierra ha sido transformado por las actividades humanas. A lo largo de los últimos 100 años, los seres humanos han cambiado los ecosistemas más rápidos e intensamente que en cualquier otro periodo de la historia, todo ello para satisfacer sus crecientes demandas de espacio, alimento, agua dulce y energía, entre otras necesidades. Principalmente mediante el cambio de uso del suelo (impulsado principalmente por la expansión de la frontera agropecuaria y urbana), el crecimiento demográfico, la construcción de infraestructura (p. e. por la construcción de carreteras, redes eléctricas y represas) (Semarnat, 2008).

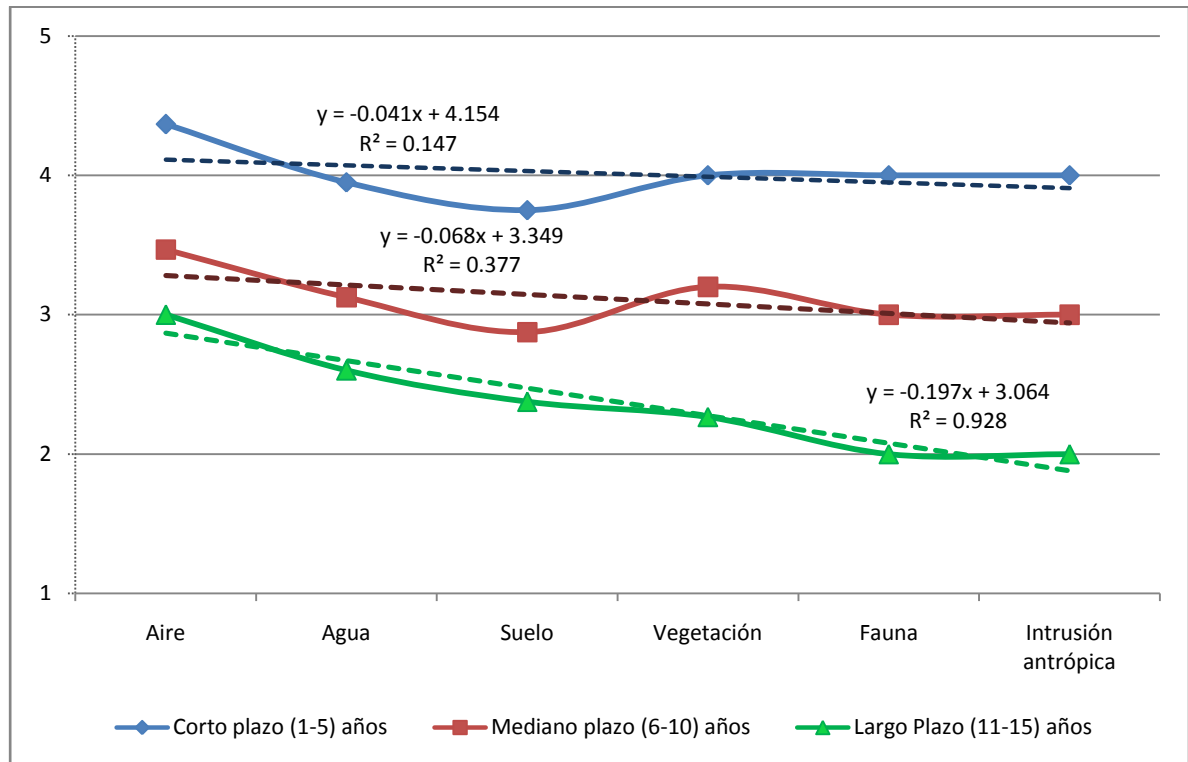
El cambio del uso de suelo tiene un efecto muy importante en la biodiversidad, la construcción de infraestructura, también puede afectar gravemente la vida silvestre. El crecimiento de la infraestructura produce, entre sus efectos más significativos, la pérdida y modificación de los ecosistemas, la fragmentación de las áreas remanentes de vegetación natural y, en el caso de caminos y carreteras, la muerte de los animales (Semarnat, 2008).

Como se puede observar en los gráficos anteriores, la introducción de la carretera dentro del SAR, acelerará los procesos de deterioro ecosistémico, ya que de inicio la apertura de esta carretera significará el inicio de la fragmentación de los ecosistemas de bosques de coníferas y de selva baja caducifolia los cuales en la actualidad no han sufrido a la fecha una presión antropogénica de tal magnitud e importancia. El retiro de vegetación inicial para la realización de la obra seguirá al cambio de uso de suelo para otros usos asociados a la existencia de la carretera; esto conlleva a la formación de parches y al aumento de las condiciones de borde. Con ello, las poblaciones de fauna resultarán afectadas a través del desplazamiento y/o el aislamiento físico y posteriormente al aislamiento reproductivo.

No sólo los factores bióticos de los ecosistemas afectados del SAR resultarán con efectos negativos por la ejecución de la obra; en la gráfica VII.12 se observa el detrimento paulatino de todos los factores analizados, agravándose la situación en mediano y largo plazo, donde los impactos evaluados adquieren una significancia relevante; a corto plazo, los efectos serán más acusados en el parámetro del suelo, mientras que conforme transcurre el tiempo, los factores ambientales más afectados estarán en la parte de vegetación, fauna y la intrusión antrópica.

Figura VII.13. Tendencias ambientales generales del SAR con el proyecto

Sin aplicación de las medidas de mitigación



VII. 3 Análisis del escenario ambiental tendencial considerando el proyecto con medidas de mitigación.

La construcción de este proyecto producirá efectos tanto en los componentes abióticos como bióticos de los ecosistemas que se encuentran en el SAR mediante las distintas actividades que se llevan a cabo para el establecimiento y desarrollo del mismo, hay que mencionar que hay acciones en que los impactos no son reversibles, sin embargo, al aplicar las medidas de mitigación que se mencionan en el capítulo VI se busca atenuar las consecuencias de este tipo de actividades, reduciendo su manifestación únicamente al área de influencia directa del proyecto, por lo que se estima que las condiciones actuales básicas ambientales del SAR se preserven.

Por lo que a continuación, se describirá brevemente la tendencia que se espera en los factores ambientales del SAR que están directamente involucrados con la realización de este proyecto, al aplicar las medidas de mitigación que se proponen.

Tabla VII.3. Escenario de las tendencias ambientales esperadas por factor ambiental, CON proyecto y CON medidas de mitigación.

Componente	Factor ambiental/social/antrópico	Corto plazo (1-5) años	Mediano plazo (6-10) años	Largo Plazo (11-15) años
AIRE	Emisión de Polvos	4.8	4.5	4.5
	Emisión de Gases de combustión	4.8	4.5	4.5
	Ruido	4.8	4.5	4.0
AGUA	Contaminación	4.8	4.2	4.0
	Modificación de escurrimientos	4.8	4.8	4.8
	Reducción de infiltración	4.7	4.5	4.5
SUELO	Estancamiento	4.7	4.3	4.3
	Erosión	4.8	4.5	4.5
	Compactación	4.8	4.6	4.6
	Contaminación	4.0	3.8	3.5
VEGETACIÓN	Cambio de uso	4.0	3.5	3.5
	Pérdida de Biodiversidad	4.6	4.3	4.0
	Cambio en la estructura de la comunidad	4.5	4.2	4.0
FAUNA	Alteración de hábitat	4.8	4.3	4.0
	Pérdida de Biodiversidad	4.8	4.3	4.0
	Disminución de la población	4.5	4.3	4.0
INTRUSIÓN ANTRÓPICA	Reducción de hábitat	4.5	4.3	4.0
	Expansión de la zona urbana (Desmonte, basura, cambio de uso de suelo)	4.5	4.0	3.7

Aire

Con la implementación de las medidas de mitigación relacionadas con este factor ambiental se espera que la calidad del aire durante la fase de construcción se mantenga invariable de acuerdo a las condiciones que se presentan actualmente, pues al supervisar las emisiones de contaminantes generados por la maquinaria, equipo y vehículos necesarios se buscará que no se produzca un incremento de la concentración en la atmosfera de estos gases.

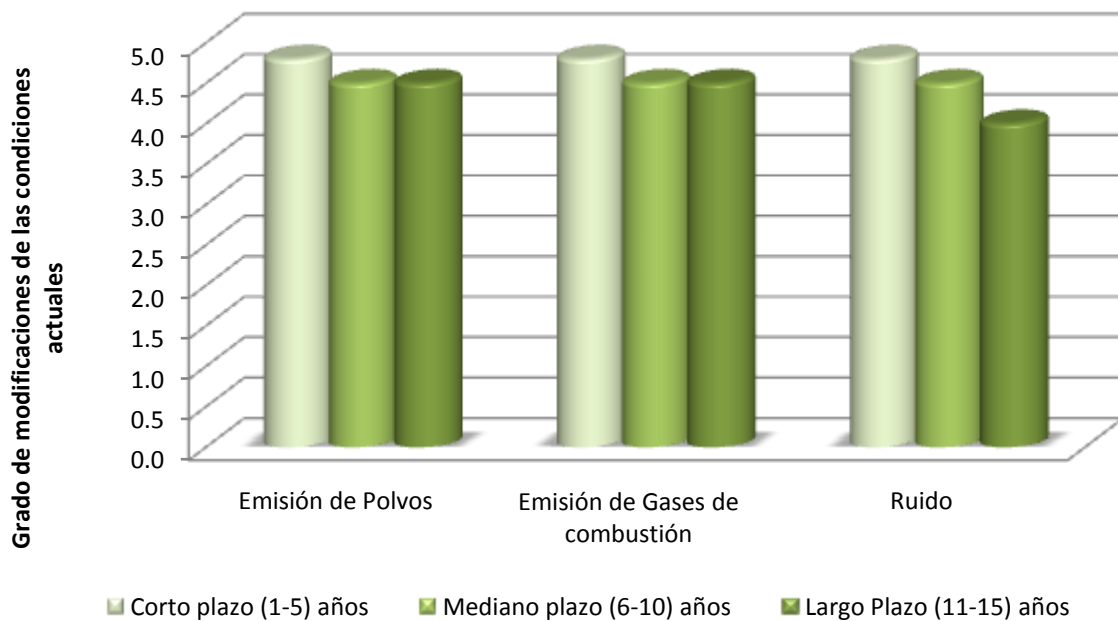
Con el empleo de señalamiento adecuado a lo largo de la carretera para agilizar el tránsito por la misma se facilitará la rápida dispersión de los contaminantes generados por los vehículos que circulen, con lo cual se busca que a mediano como largo plazo las condiciones del aire tengan una variación mínima.

La normatividad en materia de aire busca mitigar el impacto producido en la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes, más es responsabilidad del supervisor ambiental que estas medidas se llevan a cabo durante todas las fases del proyecto, asimismo es de vital importancia que se de mantenimiento a la maquinaria que se utilice para que esta no rebase los límites máximos permisibles de emisiones atmosféricas por un mal funcionamiento. A mediano y corto plazo, ante el incremento del tránsito vehicular las emisiones atmosféricas también aumentarán levemente.

A corto plazo la mayoría de las actividades relacionadas con este factor ambiental son mitigables, sin embargo a largo plazo se prevé que la emisión de polvos no tenga un incremento notable, mientras que, la emisión de gases

contaminantes y la generación de ruido tendrá un incremento moderado mas esto dependerá de que tan usada sea esta vía de transporte.

Figura VII.14. Tendencias ambientales del aire en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.



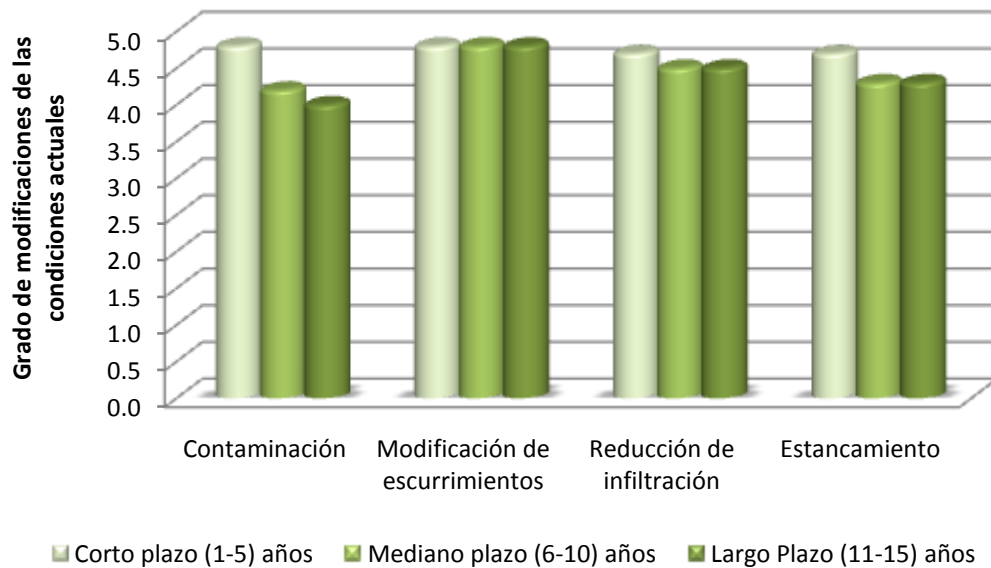
Agua

Con la medidas de mitigación implementadas en la realización de este proyecto respecto al factor ambiental agua se reducirá la contaminación de manera notable en los cuerpos acuáticos a corto y mediano plazo, sin embargo a largo plazo quizás la calidad del agua comience a deteriorarse, pero no derivado de la construcción de esta vía, sino más bien en respuesta al crecimiento sustancial de la población y a los cambios de uso de suelo asociados.

Respecto a los escurrimientos superficiales se espera que a corto plazo no exista modificación de los mismos pues como ya se mencionó anteriormente estos dependen de factores como la orografía, y la entrada del agua proveniente de la lluvia o del derretimiento de la nieve o el hielo de los glaciares, el clima y la cobertura vegetal del sitio. La colocación adecuada de las obras de drenaje correspondientes y el mantenimiento de la cobertura vegetal alrededor de éstas. Dichas obras de alivio, ayudarán paralelamente a evitar los estancamientos de agua al mantener los flujos de los escurrimientos en su mismo curso o en un curso muy aproximado.

Figura VII.15. Tendencias ambientales del agua en el SAR con el proyecto

y la aplicación de las medidas de mitigación.



Suelo

Uno de los efectos más evidentes en el suelo por la realización de este proyecto, es que se producirá un incremento en la erosión que esencialmente es producida por la remoción de la vegetación, cuya existencia disminuye la erosión hídrica, mejora la estructura del suelo entre otros beneficios, Sin embargo, a corto plazo, se espera que las tasas de erosión no presenten incrementos notables debido al programa de reforestación y a las otras medidas de mitigación que se implementarán tendientes a proteger los suelos de su arrastre.

Respecto a la acidez a corto plazo se espera que no existan cambios notables, aunque es de esperarse un aumento ligero a largo plazo en respuesta al aumento del tránsito vehicular y con ello, el incremento en las emisiones atmosféricas; aunque la presencia de vegetación derivada del programa de reforestación relacionada con la obra será suficiente para estabilizar el suelo ya que evitará las escorrentías y con esto la lixiviación de los cationes básicos como el Calcio y Magnesio, micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

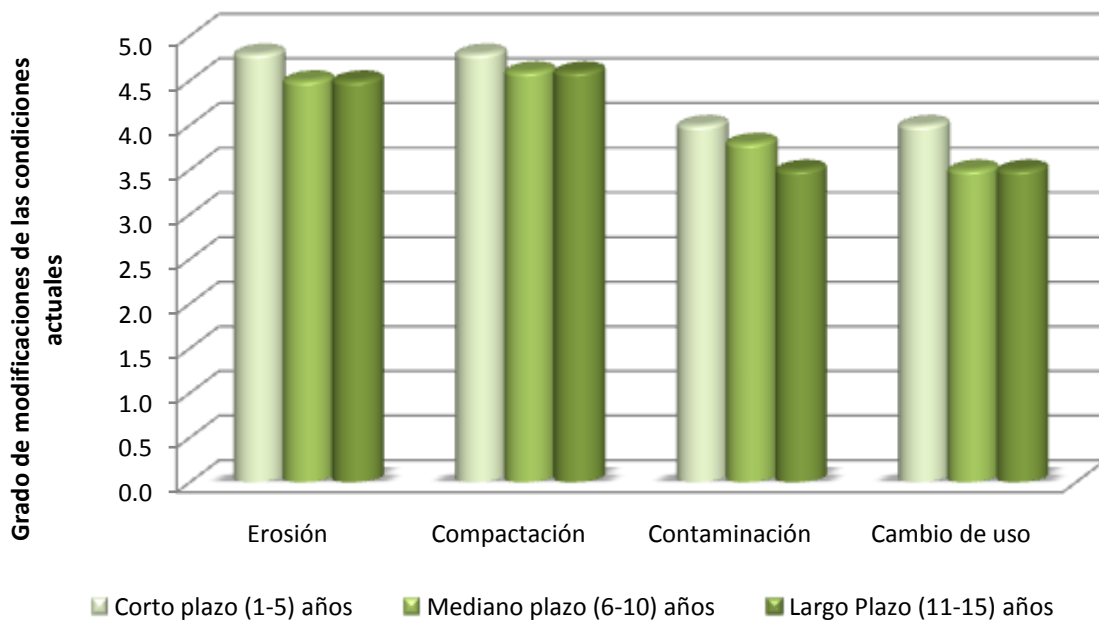
Asimismo uno de los impactos más notables en el suelo es el incremento de la densidad del suelo que se da principalmente por la compactación del mismo, que es un tipo de degradación física del suelo el cual tiene un alto impacto debido a que es prácticamente irreversible y conlleva a la pérdida de la función productiva de los terrenos (Semarnat, 2008) y se espera que la mayor compactación se dé en la fase de construcción de la obra, manteniéndose así a largo plazo, aunque únicamente se mantendrá en la superficie entre cerros que es donde se realizarán los movimientos de maquinaria pesada y equipo asociados a la obra.

Existen distintas obras que involucren el uso de combustibles o cualquier otro solvente o sustancia que puede producir contaminación en el suelo mediante un derrame, por lo cual se utilizarán geomembranas en los patios de la maquinaria utilizada, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo. Y cuando se tenga que hacer reparaciones mayores se buscarán las condiciones que no permitan que se filtre al suelo ninguna sustancia que lo

contamine. A largo plazo, la contaminación que presente el suelo dependerá de los usuarios de esta carretera, mas se espera que no exista contaminación tal que sea capaz de producir cambios moderados en el suelo por este factor.

El cambio de uso de suelo traerá consecuencias negativas sobre el suelo pero únicamente en la superficie destinada a la colocación de la carpeta de rodamiento y el pateo de terraplenes. El respetar los límites de derribo de árboles evitará que una mayor cantidad de suelo quede desprovista de protección y con ello se mantendrán a los niveles aproximadamente actuales las tasas de erosión.

Figura VII.16. Tendencias ambientales del suelo en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.



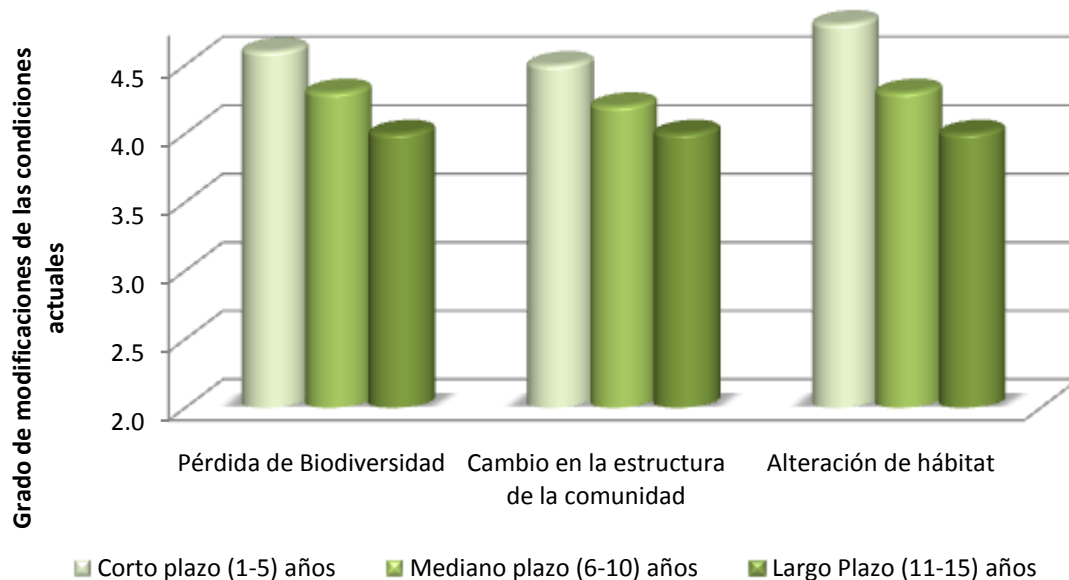
Vegetación

Para efectuar esta obra es inevitable realizar la remoción de la vegetación, lo cual como se mencionó anteriormente produce el efecto borde lo que puede llevar lentamente a la vegetación remanente a la degradación, Sin embargo, se espera minimizar el efecto borde con el programa de reforestación que se propone como medida de mitigación, plantando especies nativas de rápido crecimiento alrededor de los fragmentos, de modo de disminuir la influencia del área deforestada sobre los fragmentos (Bustamante y Grez, 1995).

La reforestación en la zona aledaña a la superficie entre cerros una vez terminada la colocación de la carpeta asfáltica ayudará a que la conectividad ecosistémica se mantenga, evitando la formación de parches y con ello, conservando la biodiversidad vegetal, y la estructura de la comunidad. Aunque esta obra producirá deterioro ambiental, no se prevé que esto produzca extinción de especies, pues a través del programa de recuperación de

flora se rescatarán aquellas especies vegetales que se encuentren en la NOM-059-ECOL-2001, como Guayacán, Palo Fierro etc. que se ubiquen exactamente en el sitio por donde pasará la vía.

Figura VII.17. Tendencias ambientales de la vegetación en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.



Fauna

Al producir alteración en la cobertura vegetal se impactará a la fauna no sólo porque verá modificado su hábitat, sino porque de la interrelación flora – fauna se da el equilibrio ecosistémico. Al respetar los límites de remoción de vegetación y el efectuar el rescate de ejemplares de fauna en la zona de construcción de la carretera, la disminución de las poblaciones faunísticas dentro del SAR no será significativa, ya que se mantendrá en gran parte la integridad de su hábitat.

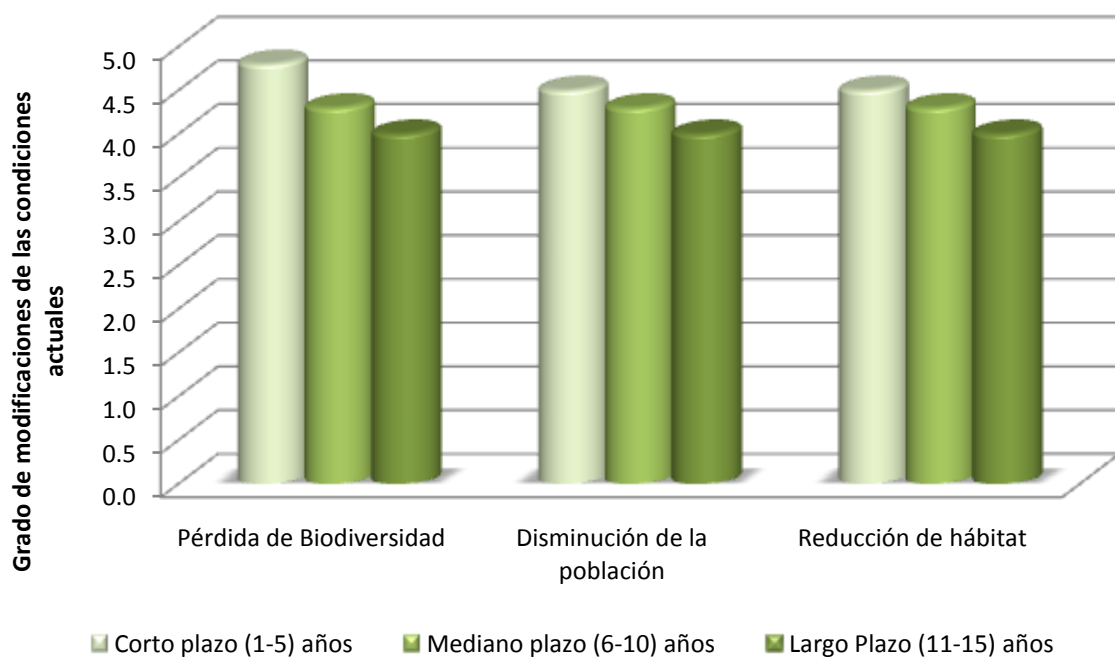
La colocación de pasos para fauna también coadyuvará a que la fauna pueda trasladarse libremente de un lado a otro de la carretera sin correr el riesgo de ser atropellada; este libre traslado mantendrá las oportunidades de apareamiento de fauna, con lo que se mantendrá a niveles más o menos aproximados a los actuales la variabilidad génica, y con ello la viabilidad de las poblaciones al reducir de manera importante el efecto barrera que representa una carretera para la fauna.

Una vez terminada la obra, es de esperarse que conforme vaya creciendo la vegetación trasplantada, paulatinamente se vaya acercando la fauna a las inmediaciones de la carretera; la fauna que lo hará será la que esté más habituada a la presencia humana. A corto plazo, se estima la recuperación del comportamiento normal de la fauna, ante factores tales como por ejemplo el ahuyentamiento causado por el ruido. Se espera que las especies animales que circunden por zonas aledañas a la carretera puedan acostumbrarse al ruido emitido una vez que la carretera se encuentre en operación, de manera que tal que llegará un punto en que esto ya no se considere un

impacto ya que las especies habrán cambiado sus hábitos y comportamientos adecuándose a las nuevas condiciones en la zona. Por tanto, en el mediano y largo plazo se espera que no existan estragos significativos en los parámetros evaluados en la fauna, ya que si en el corto plazo se pronostica la estabilización del sistema, los cambios a mediano y a largo plazo deberán ser insignificantes.

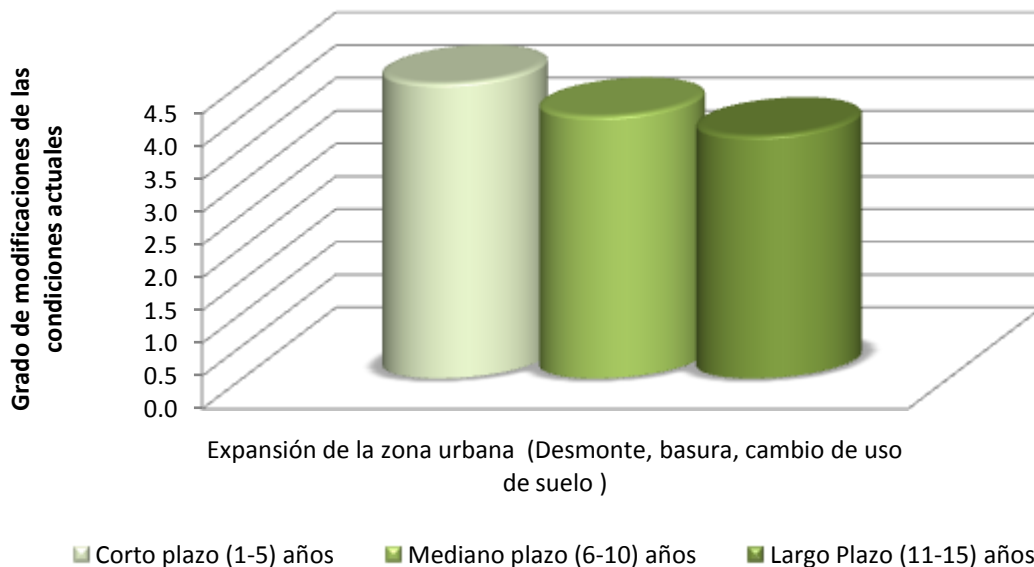
Más hay que recordar que el éxito de un programa de reducción de los impactos sobre los ecosistemas también depende del involucramiento activo de los trabajadores y de la comunidad. Muchas actitudes de esos grupos contribuyen a alcanzar el objetivo de minimizar impactos, o bien dificultarlos (Sánchez, 2000,).

Figura VII.18. Tendencias ambientales de la fauna en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.



Intrusión antrópica

Figura VII.19. Tendencias ambientales de la fauna en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.

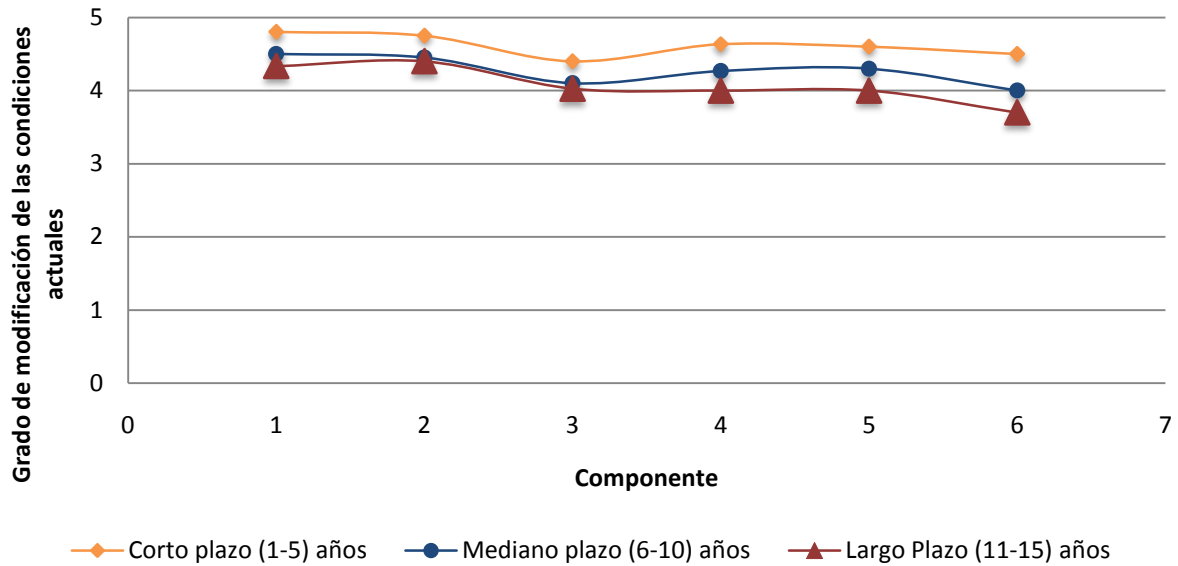


En la grafica anterior, se muestra que la intrusión antrópica en el SAR, incrementa a lo largo del tiempo aún con las medidas de mitigación pues hay que recordar que el establecimiento de este tipo de infraestructura promueve el crecimiento de la población lo que requiere que se abran áreas para el establecimiento y desarrollo de poblados, ciudades y de infraestructura que necesiten estos.

Asimismo es importante señalar que este proyecto es parte del corredor Multimodal Sinaloa- Chihuahua-Texas, con lo cual la intrusión antrópica se incrementará en todos aquellos ecosistemas que estén relacionados con el establecimiento de infraestructura como parte de este corredor.

De manera general, al analizar las tendencias ambientales en el SAR con el establecimiento de la carretera y con la aplicación de medidas de mitigación (Figura VII. 20) que se citan en este documento, a corto plazo evidentemente se afectará a los componentes ambientales señalados por efecto de la construcción de la obra en comento (las cuales serán más evidentes dentro del área de influencia directa del proyecto); sin embargo, al transcurrir el tiempo, los impactos producidos a los componentes bióticos del ecosistema (flora y fauna) disminuirán de manera paulatina, pues si se aplican de manera correcta todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración enumeradas en el Capítulo V de esta MIA-R se espera como resultado la restauración del ecosistema.

**Figura VII.18 Tendencias ambientales globales en el SAR con el proyecto
Y la aplicación de las medidas de mitigación**



VII. 5 Conclusiones

Este proyecto impulsará el desarrollo económico local regional e internacional pues es parte de la infraestructura que se tiene planeada en el Corredor Multimodal Sinaloa-Chihuahua-Texas; sin embargo, su construcción también tendrá beneficios sociales en las comunidades por donde esta vía pase ya que será posible abastecerlas de servicios básicos de infraestructura y permitirá el traslado de mercancías y personas, favoreciéndose la diversificación de mercados y con ello, elevando la calidad de vida de la población. También es una ruta de acceso necesaria para la naciente actividad turística que se promueve dentro de la región, ya que la única vía de acceso vial se consigue desde la Ciudad de Chihuahua, quedando desprovista la parte de Sinaloa de ingreso a la región.














Una vía de comunicación terrestre invariablemente representa un fragmentador importante de los ecosistemas involucrados, trayendo consigo perturbaciones a nivel de comunidades vegetales (pérdida de diversidad) y de la fauna asociada (ahuyentamiento, atropellamiento, aislamiento).

En la actualidad, las modificaciones realizadas por actividades antropogénicas a los ecosistemas del SAR se consideran de bajo nivel y los efectos más acusados del cambio de uso de suelo se muestran en las cercanías de las poblaciones, ejidos donde se lleva a cabo la explotación forestal y en los predios donde se realiza la extracción minera. A partir de la realización de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, se elaboran las siguientes conclusiones del camino Choix – Bahuichivo:
















- ▶ El proyecto “*carretera Choix-Bahuichivo, en los estados de Sinaloa y Chihuahua, México* es compatible con las políticas federales y estatales, así como con lo establecido en los instrumentos jurídicos aplicables, leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas.
- ▶ El trazo carretero no pasa ninguna Área Natural Protegida.
- ▶ Respecto a los componentes bióticos el proyecto involucra la remoción de la vegetación en la superficie entre cerros, por lo tanto, se implementará un programa de reforestación como medida de mitigación para minimizar este impacto, el cual se considera de los más significativos de la obra.
- ▶ Con la remoción de la vegetación se impactará a la fauna, por lo cual, se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna.
- ▶ El proyecto a corto plazo será una fuente de empleos, produciendo beneficios directos en las comunidades cercanas al proyecto.
- ▶ Conforme a la matriz de impactos ambientales, los impactos ambientales más importantes se generarán sobre la Vegetación, la Calidad del Aire, el Suelo y en menor medida el Agua, registrándose los impactos más altos de manera inmediata en la **vegetación** (volumen forestal perdido) y el **suelo** (sellamiento, compactación y pérdida de suelo orgánico) manifestándose de manera puntual en el sitio de influencia directa del proyecto.
- ▶ Si bien las condiciones ambientales en el SAR a corto plazo se verán alteradas por la ejecución de esta obra, el límite de la afectación directa se estima en un radio promedio de 350 m del centro del camino.
- ▶ La poca intervención humana dentro del SAR (auspiciada por lo agreste de la región) ha permitido que a la actualidad se conserven grandes extensiones de masas forestales a lo largo del SAR, por lo que no se evidencian señales de fragmentación de ecosistemas e interrupción de rutas de fauna asociada.
- ▶ Se justifica la realización de este proyecto, pues en la región hace falta este tipo de infraestructura, que fomentará el desarrollo económico local y de la región, teniendo alcances nacionales, pues con esto se busca enlazar el mercado asiático con el nacional mediante el Corredor Multimodal Sinaloa-Chihuahua- Texas.
- ▶ A la par del beneficio obtenido en el comercio internacional, este camino favorecerá el aumento de la calidad de vida de las poblaciones de la región (Sierra Tarahumara), cuyo aislamiento geográfico ha fomentado el rezago socioeconómico que persiste hasta la actualidad

Con lo anteriormente expuesto, se puede determinar que el proyecto denominado “*Carretera Choix-Bahuichivo en los estados de Sinaloa y Chihuahua, México*” es **factible** desde los puntos de vista ambiental, social y económico. Ambientalmente es posible llevarlo a cabo en forma sustentable si se cumplen en tiempo y forma las medidas de mitigación y compensación emitidas para este proyecto en particular.

BIBLIOGRAFIA
















-  Análisis de Competitividad. Chihuahua. 2010. Instituto Mexicano para la Competitividad A. C.
-  Análisis de Competitividad. Sinaloa. 2010. Instituto Mexicano para la Competitividad A. C.
-  B BAKER, MB Jr. 1990. Hydrologic and Water Quality. Effects of Fire. Pp. 31-42. Temporetti F. P. 2006. Efecto a largo plazo de los incendios forestales en la calidad del agua de dos arroyos en la sub-región Andino-Patagónica, Argentina. **Ecología Austral** 16:157-166.
-  Bonneau M.1971. Una nueva área cretácica fosilífera en el estado de Sinaloa. En: Dávila C. L., Hernández S.J., Valencia C. J. R., Vallarino G. R. J. 1985. Geología y Geotecnia del Proyecto Hidroeléctrico Huites, mpio. de Choix, Sinaloa. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.
-  Borie, F., Rubio, R., 1999. Effects of arbuscular mycorrhize and liming on growth and mineral acquisition of alumenium-tolerant and aluminum-sensitive barley cultivars. En: Fuentes, M., Mora, M. de la L., Bolan N.S. y Naidu.2008. Development in Soil Science, Elsevier B.V.
-  Bullock, S. H., J. A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. En: Vázquez L., Moya H., Coro A. M. 2009. Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad** 80: 535- 549.
-  Bustamante R., Grez A. A.1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. **Ambiente y Desarrollo. XI:** 58-63.
-  Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Conabio. En: Sánchez E. O., Vega E., Peters E., Monroy-Vilchis (editores) 2003. Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México INE-SEMARNAT.
-  CONABIO. 2006. Capital Natural y Bienestar Social. México. En: Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2008. México. 2010.
-  CONAGUA. Plan director para la Modernización Integral del Riego del Distrito de Riego 075 “Río Fuerte” Sinaloa.
-  CONAGUA, 2009. Actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea y modificación para su mejor precisión, la descripción geográfica del acuífero. 50 pp.
-  CONAGUA .2009. Atlas del agua en México. Disponible en: www.conagua.gob.mx
-  CONANP, 2010. Programa de acción para la conservación de especies. Cotorras Serranas (*Rhynchopsitta spp*) 41 pp.

- CONANP, 2010. Programa de acción para la conservación de especies. Oso Negro Americano (*Ursus americanus*). Borrador. 58 pp.
- Dávila C. L., Hernández S.J., Valencia C. J. R., Vallarino G. R. J. 1985. Geología y Geotecnia del Proyecto Hidroeléctrico Huites, mpio. de Choix, Sinaloa. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Disponible en: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx>
- Debano, L.F., Folliott P. F. & MB Baker JR. 1996. Fire Severity Effects on Water Resources. Pp. 77-84 En: Temporetti F. P. 2006. Efecto a largo plazo de los incendios forestales en la calidad del agua de dos arroyos en la sub-región Andino-Patagónica, Argentina. *Ecología Austral* **16**:157-166.
- Dunn MC. 1974. Landscape evaluation techniques: an appraisal and review of the literatura En: Muñoz-Pedrerros A. 2004. La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. Revista *Chilena de Historia Natural*. **77**: 139-156.
- Enkerlin E.C., M.A. Cruz Nieto, C.M. Macías, J. Quesada y N.F.F. Snyder. 1997. Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *R terrisi*) en el norte de México. Informe Final, Proyecto B116 presentado a CONABIO. ITESM. Monterrey, Nuevo León. 61 pp.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (s/f). El vivero Forestal: Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero.
- Escalante T., Espinosa D., Morrone J. J. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* **87**:47-65.
- Flores Villela, O. y P. Gerez 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO y UNAM. En: Sánchez E. O., Vega E., Peters E., Monroy-Vilchis (editores) 2003. Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México INE-SEMARNAT.
- Flores-Villela, O. 1993. Riqueza de los Anfibios y Reptiles. *Ciencias. Número Especial*: 33-42.
- Forman & Godron. 1986. En: Muñoz-Pedrerros A. 2004. La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. Revista *Chilena de Historia Natural*. **77**: 139-156.
- Furth G. D. 2009. Flea beetle diversity of the Sierra Tarahumara, Cooper Canyon, México (Chysomelidae: Alicinae). *Koninklijke Brill Leiden*, **2**:131-151.
- González E. M. S., González E. M., Cortés O. A. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera “La Michila”, Durango, México. *Acta Botánica Mexicana*, **22**:1-104.
- González M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México. INE-SEMARNAT. México.
- Guerrero M. T., Cyrus R. y Vegter B. 2000. La Industria Forestal y los Recursos Naturales en la Sierra Madre de Chihuahua: Impactos económicos, ecológicos y sociales después del TLCAN. Chihuahua En: Lujan a. C.,

- Olivas G. J. M., González H. H. G., Gómez S. O., Cuatle C. M. de los A. 2008. Desarrollo Forestal Sustentable en Chihuahua, México: Una estrategia Multidimensional. *Región y Sociedad XX*: 95-118.
-  Haynes, R.J., Mokolobate, M.S. 2001. Amelioration of Al Toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. En: Fuentes, M., Mora, M. de la L., Bolan N.S. y Naidu. 2008. Development in Soil Science, Elsevier B.V.
-  INE. Ángulo de inclinación de la pendiente, escala 1: 250 000. México. 2003. En: Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, 2002. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2008.
-  INE-CONABIO. 1996. Guía de aves canoras y de Ornato. México.
-  INEGI-DGG. Superficie de la República Mexicana por Estados. 1999. Disponible en: <http://Inegi.org.mx/>.
-  Información Laboral. Chihuahua. 2010. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
-  Información Laboral. Sinaloa. 2010. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
-  INIFAP- SAGARPA. 2010. Guía para cumplir los compromisos de los beneficiarios del PROGRAM en Sinaloa.
-  INIFAP- SAGARPA. 2010. Guía para cumplir los compromisos de los beneficiarios del PROGRAM en Chihuahua.
-  INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMACIÓN (INEGI) *cuéntame*. 2010. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/>.
-  IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
-  Kennedy G. J. 1963. Tesguino Complex: The role of beer Tarahumara Culture. American Anthropologist. 65:620-640 Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
-  Kim EJ, Oh JE, Chang YS (2003) Effects of forest fire on the level and distribution of PCDD/Fs and PAHs in soil. *Science of Total Environment 311*: 177–189
-  Lebgue T., Sosa M., Soto R. 2005. La flora de las Barrancas del Cobre, Chihuahua, México. *Ecología Aplicada*. 4: 17-23.
-  LeSuer, H. 1945. The ecology of the vegetation of Chihuahua, México, north of parallel 28. Univ. Texas Publ. En Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
-  Leung, B., Lodge, D.M., Finnoff, D., Shogren, J.F., Lewis, M.A., Lamberti, G. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. En: Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2008. México. 2010.

- Loock, E. E. M. 1950. The pines of México and British Honduras. Union of South Africa Department of Forestry Bull. En Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- Magaña O. V. R., Pérez J.L., Conde C., Gay C., Medina S. 1997. El fenómeno del niño y la oscilación del sur (ENOS) y sus impactos en México. Centro de Ciencias de la Atmosfera. UNAM.
- Manifestación de Impacto Ambiental. Línea de Substramisión de 115 Kv Hornillos-El Sauzal, municipio de Urique, Chihuahua. Documento Técnico para SEMARNAT.
- Manual de viveros forestales. Instituto Nacional de los Bosques.
- Martinez – Muñoz A., 2001. Capacidad de carga para el oso negro (*Ursus americanus eremicus*) de los ecosistemas de las serranías del Carmen, Chihuahua. Informe Final del proyecto Q009, CONABIO. 90 pp.
- Matzner E. & Ulrich B. 1985. Implications of the chemical soil conditions for forest decline. En: Solera M. J. 1999. Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.
- MEA. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute. Washington, D.C. 2005. En. Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, 2002. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2008.
- Medina G.G., Díaz P.G., Berzoza M. M., Silva S. M. M., Chávez S. H. A., Báez G.D. A. 2006. Estadísticas Climatológicas Básicas del estado de Chihuahua (Periodo 1961-2003). Libro Técnico. Num.2 INIFAP-CIRNC. Chihuahua, México. 241 p.
<http://agromapas.inifap.gob.mx/PDF/Estadísticas%20climatologicas%20basicas%20para%20el%20estado%20de%20chihuahua.pdf>
- Mendoza O. M. 2004. Análisis Estructural del Compadrazgo Yaqui. *Ciencia Ergo Sum*. 10: 259-269. Disponible en: www.redalyc.com
- Mittermeier, R. y C. Goettsch 1992. La importancia de la diversidad biológica de México, pp. 57-62 en: *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO, México.
- Monterrubio-Rico, T.C. & E. Enkerlin-Hoeflich. 2004. Present use and characteristics of Thick-billed Parrot nest sites in northwestern Mexico. In: *Journal of Field Ornithology* 75:96-103
- MOPT. 1993. Guía Metodológica para el estudio del medio físico y la planeación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, En: La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. Revista *Chilena de Historia Natural*. 77: 139-156.
- Mora, M.L., Baeza, G., Pizarro C., Demanet, R., 1999. Effect of calcitic and dolomitic lime on physicochemical properties of a Chilean Andisol. En: Fuentes, M., Mora, M. de la L., Bolan N.S. y Naidu.2008. Development in Soil Science, Elsevier B.V.

- 📖 Murphy, P. G., A. E. Lugo. 1986. Ecology of the tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* **17**:67-88.
- 📖 Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. Pp. 447-458 en Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. En: Sánchez E. O., Vega E., Peters E., Monroy-Vilchis (editores) 2003. Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México INE-SEMARNAT.
- 📖 Pennington T.D. y J. Sarukhán 2005. **Árboles Tropicales de México**. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. 3^{ra} ed.
- 📖 Pérez V. A., Landeros S. C. 2009. Agricultura y deterioro ambiental. **Elementos: Ciencia y cultura**. **16**: 19-25. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=29411996003>
- 📖 Perfil Sociodemográfico de Chihuahua. 2005. II Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- 📖 Perfil Sociodemográfico de Sinaloa. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- 📖 Plan de Desarrollo Municipal Choix, Sinaloa. 2008-2010.
- 📖 Plan de Desarrollo Municipal Urique, Chihuahua. 2007-2010.
- 📖 Plan estatal de desarrollo urbano del estado de Sinaloa.2007. Secretaría de desarrollo Sustentable. Gobierno del Estado.
- 📖 Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Urique, Chihuahua.
- 📖 Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Choix, Sinaloa.
- 📖 Ramírez-Pulido, J., Castro-Campillo A.1993. Diversidad Mastozoológica en México. Rev. **Soc.Mex. Hist. Nat. Vol. Esp. (XLIV)**: 413-427.
- 📖 Ruiz C.J. A., Medina G.J., Macías C. J., Silva S.M. M., Díaz D.G., 2005. Estadísticas Climatológicas Básicas del estado de Sinaloa (Periodo 1961-2003). Libro Técnico. Num.2 INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón. Sonora. México. 154 p. Disponible en: <http://agromapas.inifap.gob.mx/PDF/Estadísticas%20climatológicas%20basicas%20para%20el%20estado%20de%20sinaloa.pdf>
- 📖 Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- 📖 Sánchez, 2000. Impactos sobre los ecosistemas En: UNESCO. II Curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental, Brasil. Disponible en: <http://www.Unesco.org.oy/geo/campinaspdf/23ecosistemas.pdf>

-  SEMARNAT, INE 1999. Proyecto para la Conservación y Manejo del Oso Negro (*Ursus americanus*) en México. 105 pp.
-  Inventario nacional de emisiones de México, 1999. México. 2010.
-  SEMARNAT, INE. Inventario nacional de emisiones de México, 1999. México. 2010.
-  SEMARNAT, 2008. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, México.
-  SGM, C.G. MINERÍA, 2009. Panorama Minero del Estado de Sinaloa. 51 pp.
-  SGM, C.G. MINERÍA, 2010. Panorama Minero del Estado de Chihuahua. 61 pp.
-  Shreve, F. 1939. Observation on the vegetation of North Chihuahua. Madroño 5: 1-13. En Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
-  Sosa G. N. 2003. Las aves, riqueza, diversidad y patrones de distribución.
-  Styles, B. T. 1993. Genus Pinus: A Mexican purview. Pp. 394-420 en Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. En: Sánchez E. O., Vega E., Peters E., Monroy-Vilchis (editores) 2003. Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México INE-SEMARNAT.
-  Trejo, I., R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a nacional and local analysis in México. En: Vázquez L., Moya H., Coro A. M. 2009. Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 535- 549.
-  Tiedemann, AR. 1978. Regional Impacts of Fire. Pp.532-556 En: Temporetti F. P. 2006. Efecto a largo plazo de los incendios forestales en la calidad del agua de dos arroyos en la sub-región Andino-Patagónica, Argentina. *Ecología Austral* 16:157-166.
-  Troumbulak S. C., Frissell C.A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*. 14:18-30.
-  Turton, S. M. & Freiburger, H.I. Edge and aspect affects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Artherton Tableland, North eastern Australia. En: Becerril, P. J.C., Monroy, A.A.
-  Vanhala P., Kikkila O., Fritze H. 1996. Microbial responses of forest soil to moderate anthropogenic air pollution. En: Solera M. J. 1999. Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.
-  Vitousek, P. M., C. M. Dantonio, L. L. Loope y R. Westbrooks. Biological Invasions as Global Environmental Change. En: Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2008. México. 2010.

Páginas de Internet.

<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>

<http://www.cna.gob.mx>

<http://www.conabio.gob.mx/>

<http://www.conanp.gob.mx/>

<http://www.smn.cna.gob.mx>

<http://.semarnat.gob.com.mx>

<http://www.fao.org/>

<http://www.marm.es/>

<http://www.inafed.gob.mx/>

<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/>

