

Capítulo I

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

I.1 Datos Generales del Proyecto

I.1.1.Nombre del Proyecto.

Libramiento Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí

I.1.2. Clave del Proyecto

I.1.3. Datos del sector y tipo de proyecto

Sector

El proyecto se lleva a cabo dentro del Sector perteneciente a Vías Generales de Comunicación, promovido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Subsector

Infraestructura carretera.

Tipo de proyecto

Construcción de un cuerpo nuevo con sección tipo A2.

El proyecto consiste en la apertura y construcción del Libramiento del Municipio de Tamazunchale en el Estado de San Luis Potosí, con una longitud aproximada de 6.120 Km con inicio en el cadenamiento 0+000 y terminando en el kilómetro 6+120 (denominado lado poniente), y un ramal a la población de “El Pinal” (denominada lado oriente), cabe señalar que para este ramal existen dos alternativas, a las que el presente documento se referirá como Opción 1 con 6.020 Km y Opción 2 de 7.538 Km, lo cual corresponde a una longitud total para la opción 1 de 12.14 km y para la opción 2 de 13.65 Km, la obra proyectada corresponde a la construcción y operación de una carretera de dos carriles (uno por cada sentido), con un ancho de corona de 7 m y un derecho de vía de 60 m.

Tipo de Estudio y su modalidad.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional.

I.1.4. Ubicación del Proyecto.

El proyecto se ubicará dentro del municipio de Tamazunchale en el sureste del Estado de San Luis Potosí.

Entidad Federativa

Estado de San Luis Potosí.

Municipio(s) o delegación(es)

El libramiento se ubicará únicamente en el municipio de Tamazunchale

Coordenadas geográficas y/o UTM

Opción 2		Opción 1		Trazo original	
Coordenadas UTM		Coordenadas UTM		Coordenadas UTM	
X	Y	X	Y	X	Y
525876.53	2349642.66	525913.86	2349590.40	519356.76	2350196.79
525749.62	2349821.83	525562.98	2349762.11	519475.43	2350188.35
525749.62	2349956.21	525227.04	2349896.48	519665.91	2350188.35
525794.41	2350187.64	525840.40	2349986.07	519643.76	2350211.31
525794.41	2350359.34	524906.03	2350060.72	519684.33	2350261.32
525772.02	2350471.32	524689.53	2350299.62	519746.87	2350343.04
525712.29	2350583.30	524114.69	2350949.11	519851.94	2350524.00
525645.10	2350657.96	523942.98	2351173.07	519938.63	2350637.94
525421.14	2350837.13	523838.47	2351299.99	520039.37	2350731.02
524935.89	2351158.14	523763.81	2351374.64	520186.75	2350862.89
524603.17	2351440.08	523754.09	2351426.90	520227.21	2350938.46
524342.61	2351632.21	523653.94	2351500.62	520310.86	2351134.38
524247.86	2351734.86	523639.85	2351643.40	520372.91	2361305.03
524152.02	2351956.95	523457.42	2351685.60	520450.48	2361462.41
524092.58	2352042.79	523353.21	2351713.05	520551.32	2361607.55
524010.99	2352124.38	523218.83	2351732.98	520636.65	2361708.38
523945.20	2352163.85	522973.15	2351683.62	520718.79	2361790.71
523876.77	2352187.54	522838.10	2351635.93	520664.72	2361866.60
523782.02	2352216.49	522783.72	2351563.74	520970.82	2361891.00
523696.62	2352233.17	522554.41	2351589.02	521074.87	2361913.30
523608.32	2352227.02	522420.03	2351486.62	521280.47	2361958.61
523495.06	2352195.84	522200.86	2351549.02	521346.31	2361992.10
523204.76	2352005.94	522131.14	2351583.67	521328.41	2362027.13
523005.61	2351832.24	522136.34	2351732.98	521416.36	2362111.77
522800.77	2351621.00	522128.88	2351942.02	521451.12	2362189.31
		522121.41	2352315.29	521506.84	2362266.46

		522121.41	2352484.87	521582.29	2362330.67
		522069.96	2352449.57	521508.99	2362386.13
		521994.50	2352472.06	521635.26	2362459.09
		521815.33	2352427.27	521614.83	2362534.98
		521583.90	2352360.08	521547.70	2362662.49
				521465.97	2362584.17
				521283.77	2362668.33
				521241.23	2362672.92
				521202.90	2362608.18
				521194.54	2362648.81
				521171.87	2362786.59
				521133.09	2362902.94
				521083.63	2363036.99
				521086.54	2363098.29
				521106.97	2363133.31
				521158.59	2363188.77
				521232.48	2363266.90
				521293.77	2363349.29
				521343.39	2363466.04
				521367.98	2363669.44
				521381.31	2363632.09
				521457.22	2363890.78

I.1.5. Dimensiones del proyecto

El proyecto consiste en la apertura y construcción de un libramiento para el municipio de Tamazunchale.

Las características geométricas corresponde a una Autopista A2 de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios de la SCT, con una velocidad del proyecto de 110 Km/hr, una pendiente gobernadora de 2%, el ancho de calzada es de 7 m, con un carril de 3.50 m por cada sentido, acotamientos de 2.50 m a cada lado, el ancho total de la corona será de 12 m, con un derecho de vía de 60 m (ver Figura I.1).

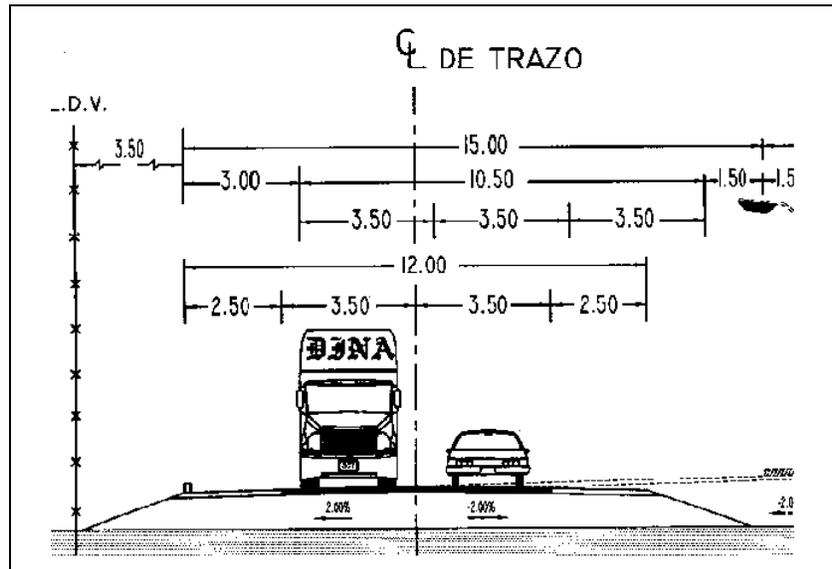


Figura I.1 .Diagrama de una sección tipos A2

I.2. Promovente

I.2.1 Nombre o razón social.

Dirección General de Carreteras
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

I.2.2.Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

SCT-850101 8I9

I.2.3.Nombre y cargo del representante legal.

Clemente Poon Hung
Director General de Carreteras

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

Insurgentes Sur No. 1089 Piso 17,
Col. Nochebuena, Del. Benito Juárez
México, D.F., 03720
Tel: (55) 5482 42 00, ext. 11211

Correo electrónico: jfimbres@sct.gob.mx

I.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1. Nombre o razón social.

Grethel Leticia Villicaña Yepez

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

VIYG760909 4X5

En el Anexo Legal se presenta copia del RFC.

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio. Número de Cédula Profesional.

Grethel Leticia Villicaña Yepez

En el Anexo Legal se presenta copia de la Cédula Profesional

Capítulo II

*DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN
SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE
DESARROLLO*

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la apertura y construcción del Libramiento del Municipio de Tamazunchale en el Estado de San Luis Potosí, con una longitud aproximada de 6.120 Km con inicio en el cadenamiento 0+000 y terminando en el kilómetro 6+120 (denominado lado poniente), y un ramal a la población de “El Pinal” (denominada lado oriente), cabe señalar que para este ramal existen dos alternativas, a las que el presente documento se referirá como Opción 1 y Opción 2 (ver Figura II.1):

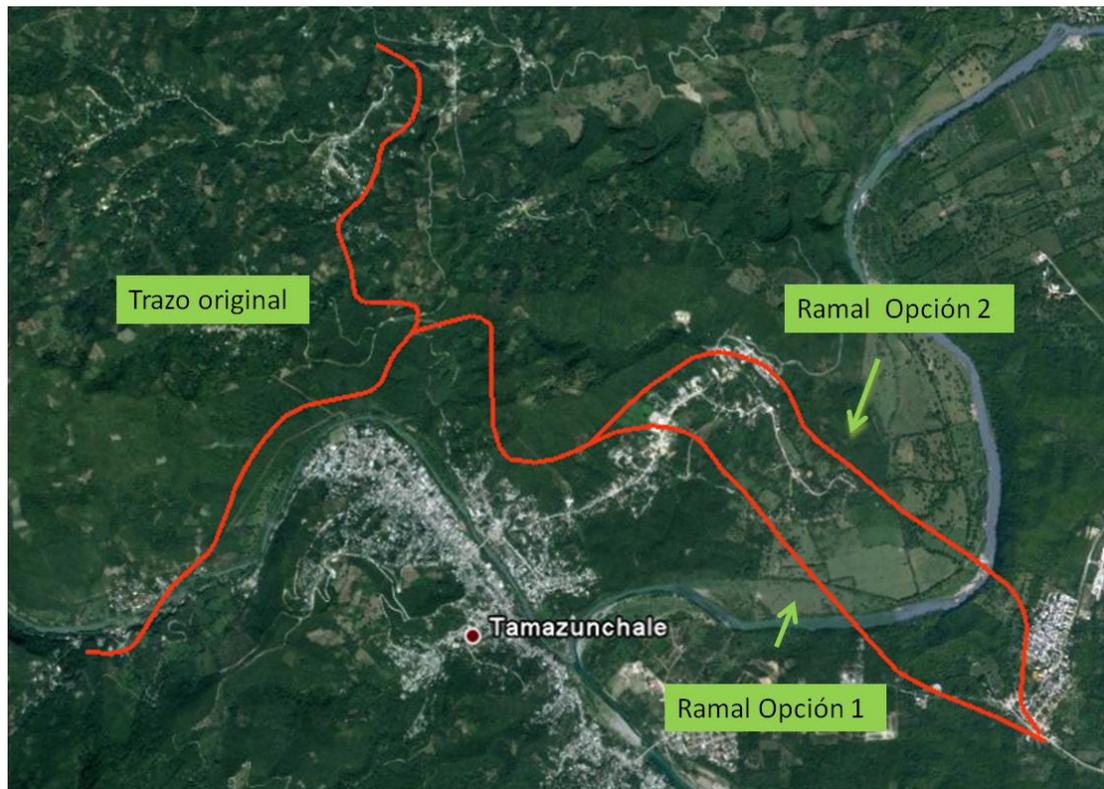


Figura II.1. Alternativas de Ramales

La Opción 1: tendría una longitud de 6.020 Km con inicio en el cadenamiento 100 + 000 y terminando en el kilómetro 107+538 (debido a igualdades en el cadenamiento).

La Opción 2: tendría una longitud de 7,538 Km con inicio en el cadenamiento 100 + 000 y terminando en el kilómetro 107+538 (debido a igualdades en el cadenamiento).

La Longitud total en base a las alternativas planteadas se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla II.1 .Longitud total del proyecto en relación a las 2 opciones

Proyecto	Longitud
Lado poniente	6.1 Km
Lado oriente	
Opción 1	6.02 Km
Opción 2	7.538 Km
Longitud total	13.65 Km(opción 2) ó 12.14 km(opción 1)

Se espera de servicio a un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 vehículos equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.).

Las características geométricas obedecen a un libramiento A2 de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios de la SCT, con una velocidad de 110 Km/hr, una pendiente gobernadora de 2%, el ancho de calzada es de 7 m, con un carril de 3.50 m por cada sentido, acotamientos de 2.50 m a cada lado, el ancho total de la corona será de 12 m, con un derecho de vía de 60 m.

Para la construcción del libramiento se requerirá de material de bancos de préstamo, mismo que se utilizará para las estructuras del pavimento y aunque se realizarán cortes este producto se empleará en la construcción de terraplenes en su gran mayoría. El área donde se alojará la obra, conocida como área de ceros será de 81.9 ha para el proyecto con la opción 2 y de 72.84 ha para el proyecto con la opción 1.

II.1.1.2. Justificación y objetivos

La construcción del Libramiento para el Municipio de Tamazunchale, en el estado de San Luis Potosí, tiene como objetivo principal comunicar a las poblaciones cercanas e incrementará el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías, además de ofrecer una vía más ágil y segura que permita el ahorro de tiempo y energía en la transportación de bienes y personas, así como mejorar los niveles de servicio en términos de mayor seguridad. Su impacto alcanzará a los

usuarios que viajen a través de la Carretera Federal libre MEX 85, así como su área conurbada, trayendo en consecuencia beneficios económicos y desarrollo a la región.

II.1.1.3. Inversión requerida

Este proyecto contempla la construcción de una obra nueva con una carretera pavimentada de Tipo A2, considerando la construcción de 3 puentes, un túnel, 4 entronques, a la fecha del mes de agosto de 2009 la inversión requerida es de: \$ 800 millones de pesos mexicanos (Ochocientos millones de pesos M.N.).

II.2. Características Particulares del Proyecto

Este proyecto contempla la construcción de una nueva carretera pavimentada de Tipo A2 de acuerdo con las normas de servicios de la SCT e incluirá las siguientes especificaciones:

- Velocidad del proyecto de 110 Km/hr
- Pendiente gobernadora de 2%
- Ancho de calzada de 7 m, con un carril de 3.50 m por cada sentido
- Acotamientos de 2.50 m a cada lado
- Ancho total de la corona será de 12 m, con un derecho de vía de 60 m

Adicionalmente a las características y estructuras mencionadas se construirán 3 puentes, un túnel, 4 entronques.

Por otro lado, no se conoce la ubicación ni dimensiones de caminos de acceso a los bancos de material potenciales, sin embargo, se considera que no se requerirá la apertura de ellos, ya que se utilizarán preferentemente los bancos en explotación que ya cuentan con caminos de acceso. Sólo en caso de que se requieran bancos de préstamo nuevos se abrirán caminos a los mismos. Se cuenta con bancos de materiales cercanos a la obra con posibilidad de ser requeridos, los cuales se explotarán a cielo abierto con utilización de maquinaria pesada.

En el caso de requerirse la apertura de nuevos caminos de acceso tanto para la obra, como hacia los bancos de préstamo, la empresa responsable deberá pedir permiso a

los propietarios de los terrenos y a la SEMARNAT, asimismo, tomar en cuenta no dañar al ecosistema y sólo abrir los necesarios; es la empresa constructora quien determina los caminos que necesita según los procedimientos constructivos que haya planteado en su propuesta técnica y económica para la licitación de la obra, por lo tanto, en la parte correspondiente a las medidas de mitigación en este documento, se plantean acciones específicas para estos casos.

II.2.1. Descripción de las obras y actividades

Las características principales se resumen en las Tabla II.2 y Tabla II.3 y en la Figura II.2 se muestra una imagen de la Sección Tipo del Proyecto.

Tabla II.2.Características particulares del proyecto

Infraestructura carretera	Propiedades
Diseño tipo	A-2
Construcción	A-2
Longitud (km)	13.7
Acceso	Restringido
Velocidad de proyecto	110 km/hr.
Derecho de vía	60 m.
Ancho de corona	12 m.
Ancho de cada calzada	7 m.
Ancho de acotamiento	2.5 m a cada lado del ancho de calzada
Grado de curvatura máx.	4º15´
Pendiente máxima	2%
Bancos de préstamo	No se requerirá
PIV's	
PSV's	
Puentes	Se construirán 3 con las siguientes longitudes 30 m, 160 m y 240 m.
Túneles	Se construirá uno con una longitud de 150m
Entronques	Se construirán 4
Rampas de emergencia	
Obras de drenaje menor propuestos	Alcantarillas de tubo, losa, bóveda o cajón.
Superficie del derecho de vía	00 ha
Superficie en bancos de préstamo	No se requerirá

Infraestructura carretera	Propiedades
Superficie en caminos de acceso	No se requerirá
Superficie entre líneas de ceros	81.9 ha (para el proyecto con la opción 2) 72.84 ha (para el proyecto con la opción 1)
Superficie adicional: maniobras de maquinaria dentro del derecho de vía.	5 ha
Superficie en oficinas, almacenes y talleres	
Superficie de desmonte total en área de ceros y obras complementarias.	28.25 ha para la opción 1 y 34.68 ha para la opción 2

Tabla II.3.Relación de pasos y estructuras mayores

No.	Estación aproximada	Tipo de obra	Nombre
1	0+000	entronque desnivel	Palitla
2	0+413	punte I= 30m	Palitla
3	2+745	tunel I= 150m	Tamazunchale
4	3+050	entronque desnivel	Mazatetl
5	5+155	punte II=160 m	Moctezuma i
6	5+352	entronque nivel	La Fortuna
7	100+270	viaducto I=34 m	Huasteco
8	105+600	punte III= 260 m	Moctezuma II
9	106+400	entronque desnivel	El Piñal

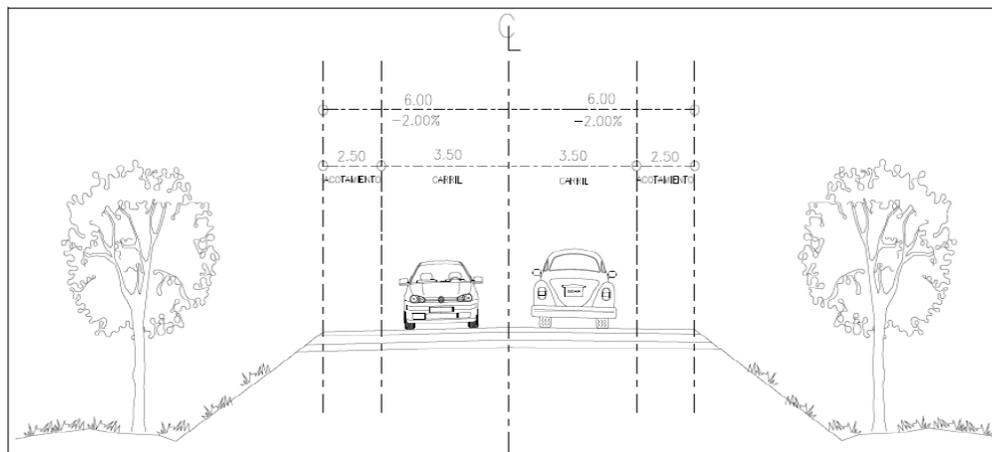


Figura II.2.Sección transversal tipo del proyecto

Se contará con patios de maquinaria y almacenes en los frentes de obra; éstos se encontrarán en áreas deforestadas o perturbadas preferentemente dentro del derecho de vía, los cuales también deben cumplir con las especificaciones señaladas en el Manual Operativo, respecto a su ubicación que deberá de estar fuera de los centros de población y deberán estar avalados por la supervisión ambiental, así como por las autoridades municipales.

Además del movimiento de tierras para la construcción de los terraplenes y por la realización de cortes, se harán obras de drenaje superficial como los lavaderos, bordillos y cunetas que para su construcción se requiere de concreto hidráulico. Para la construcción de las capas del pavimento se requerirá material de banco de préstamo, es decir, roca triturada de buena calidad con diferente calibre de cribado, este material se utilizará principalmente para las capas de base y carpeta asfáltica que también se construyen con cemento asfáltico.

Para cumplir con las condiciones de salubridad e higiene, se deberá contar con sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores (1 sanitario por cada 20 trabajadores), y a los cuales la empresa contratada deberá dar mantenimiento.

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado para las actividades de construcción y las zonas de uso común, se abastecerá mediante generadores de energía eléctrica portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será de 220 voltios.

Los combustibles a utilizar serán básicamente gasolina y diesel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción el combustible se abastecerá en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte y almacenamiento del mismo hasta donde la maquinaria o equipo lo necesite. Para ello se contemplarán sitios de almacenamiento en los patios de maniobras, almacenes o talleres en condiciones adecuadas de seguridad en los frentes de trabajo.

El abastecimiento de combustible se hará en las estaciones de servicio ubicadas en el área urbana de Tamazunchale.

Se requerirá agua potable para consumo humano y agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.); esta última será preferentemente agua tratada transportada desde la zona urbana de Tamazunchale y suministrada a través de camiones tipo pipa

de 20 000 litros. El agua potable se hará llegar a los frentes de trabajo en pipas de agua y garrafones de plástico para el uso de los trabajadores. Se estima que en esta etapa del proyecto se requerirán del orden de 5 m³/día de agua potable. Parte de los servicios que requiera el proyecto podrán ser abastecidos por los poblados que se localicen cercanos a la zona.

Para el trabajo de terracerías se requieren 230 m³ de agua/día; esta cantidad contempla la conformación de terraplenes y bancos de tiro, así como la conformación de sub-rasante y compactación en corte.

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

Las obras asociadas y que se requerirán para el desarrollo de esta obra son: bodegas, patios de maquinaria y habilitado de acero principalmente. Los campamentos dependerán de los programas y procedimientos constructivos de la obra en forma más específica. Se recomienda que las áreas destinadas para estas obras provisionales sea dentro del derecho de vía y/o en zonas perturbadas o con menor densidad de vegetación. En el presente estudio se hace una evaluación cuantitativa del área que se afectará, sin embargo, la cuantificación y localización precisa no se puede determinar aún.

Respecto a los caminos de acceso y ampliación de brechas se puede considerar que el trazo está bien comunicado. Para los caminos de acceso también se hace una estimación cuantitativa del área que se afectará, y una vez que se tenga el programa y procedimiento constructivo, se podrá definir ello con mayor exactitud.

II.3 Ubicación del proyecto

El Libramiento Tamazunchale se ubica en el estado de San Luis Potosí en las coordenadas mostradas en la Figura II.3 y la Tabla II.4.

Tabla II.4 Coordenadas del trazo considerando las opciones 1 y 2

Opción 2		Opción 1		Trazo original	
Coordenadas UTM		Coordenadas UTM		Coordenadas UTM	
X	Y	X	Y	X	Y

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”

525876.53	2349642.66	525913.86	2349590.40	519356.76	2350196.79
525749.62	2349821.83	525562.98	2349762.11	519475.43	2350188.35
525749.62	2349956.21	525227.04	2349896.48	519665.91	2350188.35
525794.41	2350187.64	525840.40	2349986.07	519643.76	2350211.31
525794.41	2350359.34	524906.03	2350060.72	519684.33	2350261.32
525772.02	2350471.32	524689.53	2350299.62	519746.87	2350343.04
525712.29	2350583.30	524114.69	2350949.11	519851.94	2350524.00
525645.10	2350657.96	523942.98	2351173.07	519938.63	2350637.94
525421.14	2350837.13	523838.47	2351299.99	520039.37	2350731.02
524935.89	2351158.14	523763.81	2351374.64	520186.75	2350862.89
524603.17	2351440.08	523754.09	2351426.90	520227.21	2350938.46
524342.61	2351632.21	523653.94	2351500.62	520310.86	2351134.38
524247.86	2351734.86	523639.85	2351643.40	520372.91	2361305.03
524152.02	2351956.95	523457.42	2351685.60	520450.48	2361462.41
524092.58	2352042.79	523353.21	2351713.05	520551.32	2361607.55
524010.99	2352124.38	523218.83	2351732.98	520636.65	2361708.38
523945.20	2352163.85	522973.15	2351683.62	520718.79	2361790.71
523876.77	2352187.54	522838.10	2351635.93	520664.72	2361866.60
523782.02	2352216.49	522783.72	2351563.74	520970.82	2361891.00
523696.62	2352233.17	522554.41	2351589.02	521074.87	2361913.30
523608.32	2352227.02	522420.03	2351486.62	521280.47	2361958.61
523495.06	2352195.84	522200.86	2351549.02	521346.31	2361992.10
523204.76	2352005.94	522131.14	2351583.67	521328.41	2362027.13
523005.61	2351832.24	522136.34	2351732.98	521416.36	2362111.77
522800.77	2351621.00	522128.88	2351942.02	521451.12	2362189.31
		522121.41	2352315.29	521506.84	2362266.46
		522121.41	2352484.87	521582.29	2362330.67
		522069.96	2352449.57	521508.99	2362386.13
		521994.50	2352472.06	521635.26	2362459.09
		521815.33	2352427.27	521614.83	2362534.98
		521583.90	2352360.08	521547.70	2362662.49
				521465.97	2362584.17
				521283.77	2362668.33
				521241.23	2362672.92
				521202.90	2362608.18
				521194.54	2362648.81
				521171.87	2362786.59
				521133.09	2362902.94
				521083.63	2363036.99
				521086.54	2363098.29
				521106.97	2363133.31
				521158.59	2363188.77
				521232.48	2363266.90
				521293.77	2363349.29

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”

				521343.39	2363466.04
				521367.98	2363669.44
				521381.31	2363632.09
				521457.22	2363890.78

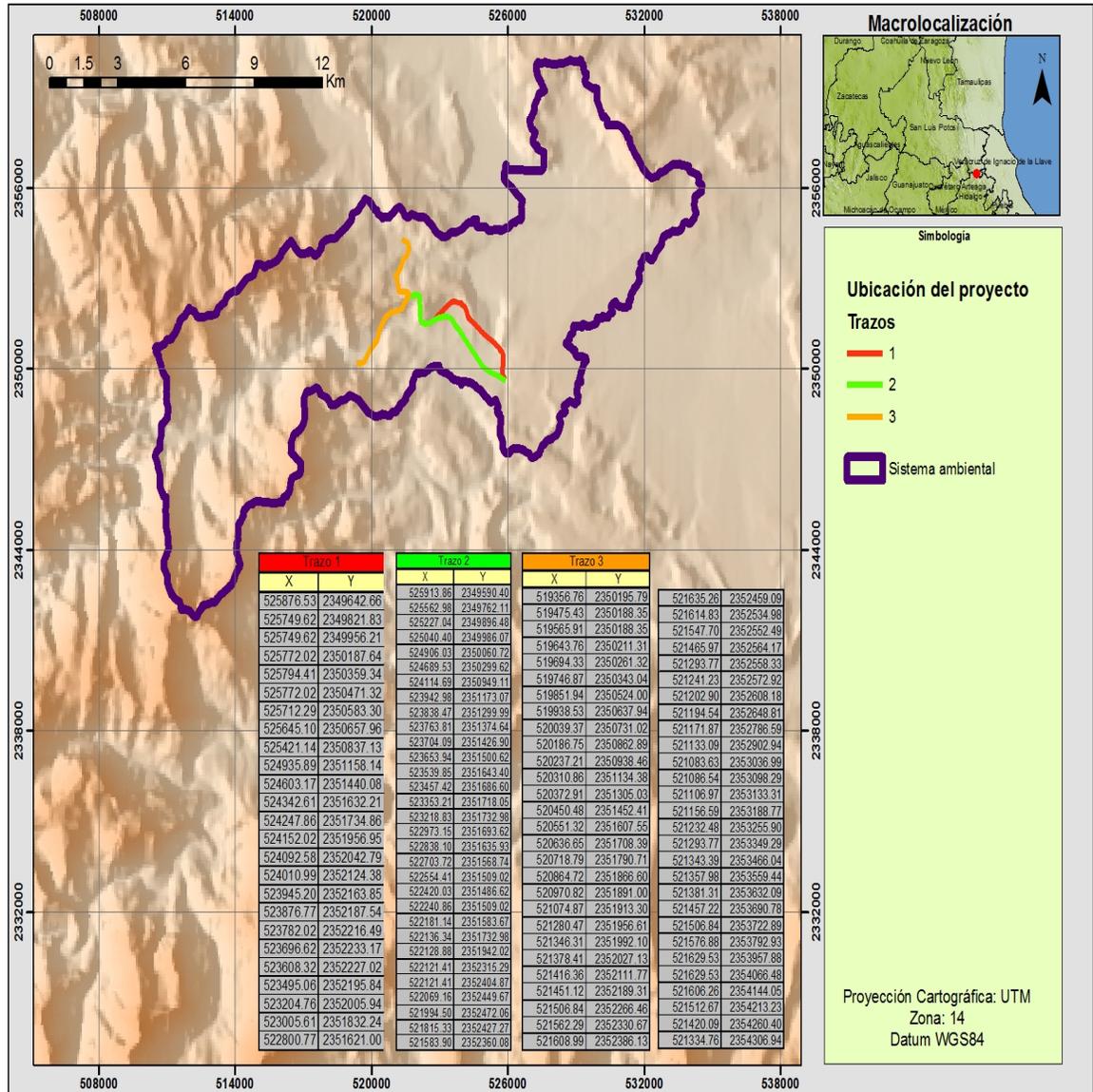


Figura II.3 Ubicación del proyecto con coordenadas geográficas

II.3.1 Superficie total requerida

- a) La Superficie total de afectación es de 77.84 Ha para el proyecto con la opción 1 y de 86.9 Ha para el proyecto con la opción 2, de las cuales 81.9 Ha y 72.84 Ha corresponde a la superficie entre línea de ceros del proyecto y las restantes 5 Ha se calcularon en demasía encaso de que el proyecto requiera obras complementarias o de apoyo, como patios de maquinaria, caminos de acceso y cimentaciones.
- b) La Superficie de construcción total dentro del área de ceros es igual a 14.56 Ha para la opción 1 y de 16.38 Ha para la opción 2, esto considerando la longitud del trazo carretero por el ancho de calzada y los acotamientos que en conjunto suman 12m.
- c) La superficie a desmontar será de 5.6 Ha para la opción 1 y 6.9 Ha para la opción 2, que corresponde a la superficie entre línea de ceros, además de una superficie de 5 ha adicional para obras complementarias, como patios de maquinaria, campamentos, caminos de acceso en caso de requerirse.
- d) No habrá áreas libres o verdes.
- e) El proyecto no contempla la apertura de bancos de préstamo de materiales, por lo que el material se obtendrá del producto de bancos existentes en operación y en caso de requerirse otros deberán obtenerse los permisos correspondientes. Se propone utilizar los bancos que se encuentran actualmente en explotación e inventariados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y que cuenten con las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental. En el plano siguiente se muestra la localización de los bancos de materiales que se encuentran en operación cercanos a la zona del proyecto.

Vías de acceso al área donde se desarrollan las obras o actividades

Se considera que el trazo se encuentra bien comunicado a través de varias vías de acceso mismas que son tanto carreteras como caminos rurales y brechas mediante las cuales se puede acceder al proyecto. Además, se cuenta con varios caminos de terracería y brechas que se pueden usar como caminos de acceso; se puede prever que se requerirá de caminos de acceso relacionados a obras específicas, pero se determinarán cuando la constructora tenga su plan y procedimiento constructivo, no obstante, en el Capítulo VI se establecen áreas donde pueden ser construidos, en todo

caso la empresa constructora deberá sujetarse a dicha medida o presentar la MIA correspondiente a los accesos, para su evaluación, en la Tabla II.4 se presenta una relación de los caminos existentes:

Tabla II.4. Caminos existentes en el área del proyecto

No.	Estructura	Km aproximado	Obra Inducida	Localización
1	poniente	K 0 + 000 AL K 0 + 400	Carretera Federal No. 85	Palictla, Tamazunchale, S.L.P.
2		K 0 AL K560	Camino Vecinal Palictla- Ixteamel	Comunidad de Palictla, S.L.P.
3		K 1 + 986	Camino Vecinal	Ixteamel, S.L.P.
4		K 2 + 750	Camino Vecinal	Ixteamel, S.L.P.
5		K 5 + 200 AL K 6 + 120	Carretera Federal No. 85	La Quinta Chilla, Tamazunchale, S.L.P.
6		K 5 + 370	Camino Vecinal	La Quinta Chilla, Tamazunchale, S.L.P.
7		K 5 + 560	Puente Peatonal	Tacial, Tamazunchale, S.L.P.
8	oriente	K 100 + 292	Camino Vecinal	Comunidad San Rafael, Tamazunchale, S.L.P.
9		K 103 + 400	Carretera Federal No. 85	Comunidad de Ixtlapalaco, S.L.P.
10		K 106 + 540	Carretera Federal No. 102	El Piñal o San Isidro, Tamazunchale, S.L.P.
11		K 107 + 538	Carretera Federal No. 102	San Isidro o El Piñal, S.L.P.

II.4 Descripción de los servicios requeridos

Electricidad

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, ocupados en algunas obras de drenaje, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna que requerirán de un sistema con potencia de 2,500 watts y voltaje de 220 voltios.

Combustibles

El combustible a utilizar será básicamente gasolina y diesel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesite. El combustible se dotará en alguna de las gasolineras próximas a Tamazunchale o en los poblados aledaños. Por lo cercano el trazo a las gasolineras, consideramos, no será necesario el almacenaje de combustible, no obstante para abastecer la maquinaria fija será necesario su transporte.

Con base en el reglamento de PEMEX, el de Transporte Terrestre de la SCT y a la NOM-001-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 así como a 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 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX, adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán guardar en tambos de 55 galones y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones, puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles. Los volúmenes requeridos en esta etapa del proyecto serán de aproximadamente 9,540 barriles de diesel y 5,970 barriles de gasolina, mismos que se suministrarán de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de obra.

Requerimientos de agua

Se requerirá de agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.), el agua cruda se abastecerá por medio de pipas. El agua potable se hará llegar a los frentes de trabajo en garrafones de plástico de 20 l para el uso de los trabajadores. Se estima que durante la construcción se requerirán del orden de 4 garrafones por día.

II.4.1 Descripción de obras y actividades

II.4.1.1. Obras y actividades por etapas

a) Preliminares, estudios y proyectos

En esta fase se libera el derecho de vía mediante indemnizaciones a los propietarios de los terrenos afectados. Para la elaboración del proyecto de construcción, sobre todo en las áreas que se considere la construcción de un túnel. Es necesario hacer estudios geotécnicos, estos estudios geotécnicos consisten en realizar una serie de catas y sondeos en el terreno, permitiendo extraer material de las diferentes capas de tierra a distintas profundidades para luego realizar los ensayos pertinentes en laboratorio y ver sus características. Estas catas y sondeos también permiten realizar ensayos *in situ* determinando la profundidad a la se encuentra el nivel freático -aguas subterránea- así como su caudal. En definitiva con todo este proceso se consigue conocer las características físicas, químicas y mecánicas tanto de las tierras del subsuelo como de las aguas freáticas. También debe de hacerse el trazado del proyecto en campo el cual incluirá en su diseño lo propuesto en esta MIA, por ello es que se decidió elaborarla cuando el proyecto estuviera a nivel anteproyecto.

b) Preparación del sitio

En esta etapa las actividades principales son: desmonte, despalme y compensación de terracerías. El desmonte consiste en el retiro de árboles y vegetación en general de las áreas que serán requeridas y afectadas por la construcción de la carretera, que corresponde al ancho de corona de la misma y las áreas en donde se construirán cortes y terraplenes, cuidando de no dañar a otros árboles fuera del área planeada.

El despalme es la actividad en la que se retira la materia orgánica o el suelo existente que queda después del desmonte; la finalidad de esta actividad es encontrar material inorgánico para desplantar las terracerías o realizar los cortes necesarios.

c) Construcción

Como actividades de construcción se consideran: estructuras del pavimento, drenaje menor (alcantarillas), drenaje mayor (puentes), drenaje superficial (bordillos, cunetas, contra-cunetas, lavaderos), carpeta asfáltica, barreras de seguridad (parapetos), pintura y señalización.

Las estructuras del pavimento son capas de material con especificaciones de calidad particulares (propiedades físicas, granulometría, estar limpios, etc.); estos materiales se trasladan desde un banco de préstamo hasta el frente de obra que los requiere, donde se colocan y compactan. Entre las últimas capas del pavimento también se deben colocar riegos de emulsiones asfálticas para unir capas y que su función estructural sea más resistente y homogénea.

Para la construcción de la carpeta asfáltica se obtiene material pétreo y se mezcla con cemento asfáltico que se calienta y se tiende; posteriormente se compacta con rodillo.

Las estructuras de drenaje menor como las alcantarillas de losa se construyen a nivel de la sub-rasante y consisten en muros de mampostería contruidos transversalmente al eje de la carretera. En la entrada y salida del flujo de agua se construyen cabezotes de mampostería para dar estabilidad a la obra de drenaje y finalmente se construye una losa de concreto armado como techo de la alcantarilla

d) Actividades para el desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Las actividades de desmantelamiento y abandono para el libramiento Tamazunchale en el corto tiempo no se tienen contempladas, en caso de decidirse a desmantelar y abandonar las instalaciones, estas actividades se presentarán previamente a evaluación y dictaminación de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

II.5 Programa General de Trabajo

El proyecto tiene una duración total de 18 bimestres de construcción, de acuerdo al siguiente cronograma de actividades, a partir de la fecha de emisión del resolutivo en

materia de impacto ambiental y se desarrollen los procesos de adquisición de terrenos en el derecho de vía, así como licitación y firma de contrato con la compañía constructora. En caso de modificaciones, estas deberán ser justificadas por el proponente.

Cronograma

En el cronograma anterior no se incluye el programa de mantenimiento, pues se tratará de una actividad periódica y que estará relacionada a la ocurrencia de eventuales daños a la obra.

Actividades	Bimestre																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Adquisición del derecho de vía	■																	
Desmonte		■	■	■	■	■	■											
Despalme		■	■	■	■	■	■											
Nivelaciones		■	■	■	■	■	■											
Obras de drenaje menor			■	■	■	■	■	■										
Obras de drenaje mayor						■	■	■	■	■	■							
Cuerpo del terraplén						■	■	■	■	■	■	■						
Obras complementarias						■	■	■	■	■	■	■						
pavimentación													■	■	■	■	■	
Señalización														■	■	■	■	■

II.6 Criterios para la Selección del sitio

II.6.1. Selección del sitio y trayectorias

La ubicación actual del trazo del libramiento responde a los estudios y criterios técnicos, ecológicos, económicos, sociales y políticos entre otros. El trazo que se presenta en el presente estudio es el más viable ya que conserva las características geométricas requeridas por el proyecto y combina las posibilidades técnicas con las afectaciones ambientales mitigables, sin embargo aun no se ha determinado el trazo

que seguirá el ramal hacia la localidad de El Pinal, a continuación se describen por áreas las posibles trayectorias del ramal mencionado:

La Opción 1: tendría una longitud de 6.020 Km con inicio en el cadenamamiento 100 + 000 y terminando en el cadenamamiento 107+538.

La Opción 2: tendría una longitud de 7.538 Km con inicio en el cadenamamiento 100 + 000 y terminando en el kilómetro 107+538 (debido a igualdades en el cadenamamiento).

II.6.2.Situación legal del sitio(s) del proyecto y tipo de propiedad

Trazo del libramiento poniente

En forma aproximada, el 1.23% de los terrenos donde se pretende liberar el derecho de vía es propiedad privada, el 79.6% pertenece a la forma ejidal o social de tenencia de la tierra y el 19.12% Tiene un régimen de propiedad público (Tabla II.5).

Tabla II.5.Régimen de propiedad en el trazo del libramiento en la parte poniente

Régimen de propiedad	Longitud (m)	Superficie considerando ancho del d.d.v. = 60m (m ²)	% de régimen de propiedad con respecto a la longitud total del eje
PUBLICO (Carretera Federal No. 85)	113.00	6,780.00	1.85%
SOCIAL	217.00	13,020.00	3.55%
PUBLICO (Carretera Federal no. 85)	92.00	5,520.00	1.50%
SOCIAL	4,658.00	279,480.00	76.11%
PUBLICO (Rio Moctezuma)	50.00	3,000.00	0.82%
PUBLICO (Carretera Federal no. 85)	770.00	46,200.00	12.58%
PRIVADA	75.00	4,500.00	1.23%

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”

PUBLICO (Carretera Federal no. 85)	145.00	8,700.00	2.37%
Total	6,120.00	367,200.00	100.00%
Privada	75.00	4,500.00	1.23%
Social	4,875.00	292,500.00	79.66%
Publico	1,170.00	70,200.00	19.12%
Total	6,120.00	367,200.00	100.00%

Trazo del libramiento oriente

Opción 2

La opción 2 del ramal hacia la población El Pinal presenta en forma aproximada, el 22.5% de los terrenos donde se pretende liberar el derecho de vía en propiedad privada, el 73% pertenece a la forma ejidal o social de tenencia de la tierra y el 4.31% Tiene un régimen de propiedad público (Tabla II.6).

Tabla II.6. Régimen de propiedad en el trazo del ramal Oriente opción 2

Régimen de propiedad	Longitud (m)	Superficie considerando ancho del d.d.v. = 60m (m ²)	% de régimen de propiedad con respecto a la longitud total del eje
SOCIAL	3,365.00	201,900.00	44.64%
PUBLICO (Carretera Federal no. 85)	62.00	3,720.00	0.82%
SOCIAL	1,313.00	78,780.00	17.42%
PRIVADA	970.00	58,200.00	12.87%
PUBLICO (Rio Moctezuma)	80.00	4,800.00	1.06%
PRIVADA	730.00	43,800.00	9.68%
PUBLICO (Carretera Federal no. 102)	45.00	2,700.00	0.60%
SOCIAL	835.00	50,100.00	11.08%
PUBLICO (carretera federal no.	138.00	8,280.00	1.83%

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”

102)			
Total	7,538.00	452,280.00	100.00%
Privada	1,700.00	102,000.00	22.55%
Social	5,513.00	330,780.00	73.14%
Publico	325.00	19,500.00	4.31%
Total	7,538.00	452,280.00	100.00%

Tabla II.7 Régimen de propiedad en el trazo del ramal Oriente Opción 1

Régimen de propiedad	Longitud (m)	Superficie considerando ancho del d.d.v. = 60m (m ²)	% de régimen de propiedad con respecto a la longitud total del eje
SOCIAL	2,483	148,980	41.24%
PUBLICO (Carretera Federal no. 85)	62	3,720	1.02%
SOCIAL	1,080	64,800	17.95%
PRIVADA	746	44,760	12.3%
PUBLICO (Rio Moctezuma)	116	6,960	1.97%
PRIVADO	743	44,580	12.3%
PUBLICO (Carretera Federal no. 102)	45	2,700	0.74%
SOCIAL	607	36,420	9.75%
PUBLICO (carretera federal no. 102)	138	8,280	2.30%
Total	6,020	361,200	100.00%
Privada	1489	89,340	24.5%
Social	4170	101,220	68.99%
Publico	361	21,660	6.04%
Total	6,020	361,200	100.00%

II.6.3. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

Los usos del suelo en la zona del trazo son:

Área	Uso de suelo (%)			
	Habitacional/ Comercial	Forestal (No comercial)	Federal (carreteras y ríos)	Ganadero
Libramiento	14.95	79.99	4.17	-
Ramal Opción 1	3.38	78.23	2.24	17.07
Ramal Opción 2	1.83	76.68	2.48	14.86

Según lo reglamentado en La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente, en el artículo 28 y en el capítulo II, artículo 5°, inciso O, en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como en el artículo 53 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable vigente, este proyecto requiere de autorización en materia de Impacto Ambiental para realizar el cambio de uso del suelo, por lo cual, se deben elaborar los Estudios Técnicos Justificativos correspondientes.

II.6.4. Urbanización del área

Para acceder al área del proyecto se cuenta con la zona urbana de la localidad de Tamazunchale.

El agua potable se hará llegar a los frentes de trabajo en pipas de agua y garrafones de plástico para el consumo de los trabajadores. Se estima que durante la construcción del proyecto se requerirán del orden de 5 m³/día. Se considera que otros servicios que requiera el proyecto podrán ser abastecidos por los poblados que se localizan cercanos a la zona y la ciudad.

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado para las actividades de construcción y las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios.

Para cumplir con las condiciones de salubridad e higiene, se deberá contar con sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores (1 sanitario por cada 20 trabajadores), y a los cuales la empresa contratada deberá dar mantenimiento.

II.6.5. Áreas naturales protegidas y áreas de atención prioritaria

El trazo del proyecto no cruza por ningún área natural protegida de carácter federal, estatal ni municipal.

Por otro lado, con respecto a las áreas prioritarias delimitadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se presenta lo siguiente:

- Aproximadamente a 8 Km del trazo del libramiento, se ubica en los límites de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) “Sierra Gorda-Río Moctezuma” ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Figura II.4, de acuerdo con lo manifestado por la CONABIO, esta RTP presenta gran fragmentación producto de la fuerte presión que ejercen sobre el ecosistema actividades agricultura y ganadería, consideradas como principales para el municipio.

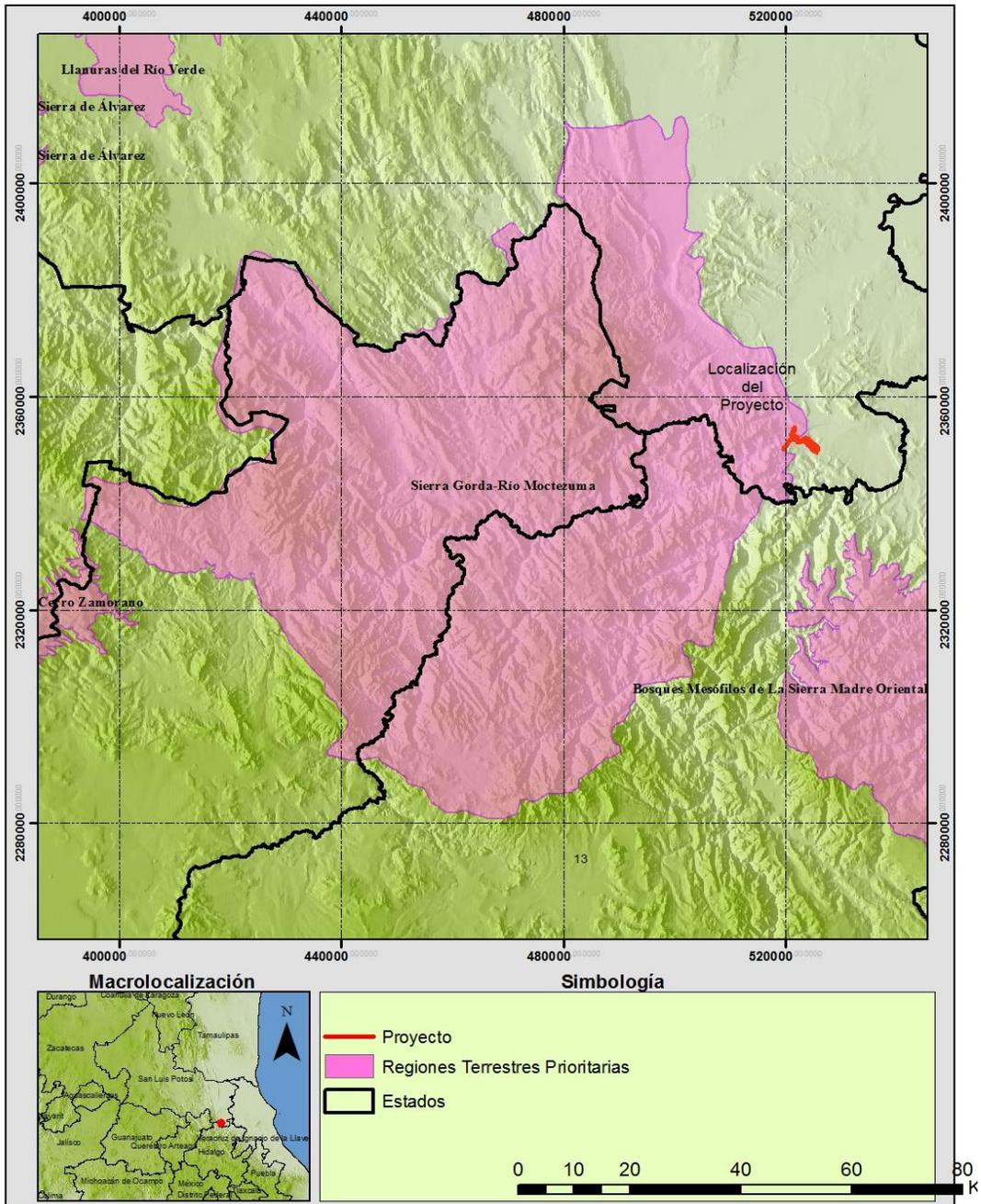


Figura II.4. Ubicación del proyecto en los límites de la RTP "Sierra Gorda-Río Moctezuma"

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”

- El trazo del proyecto se ubica por completo dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) “Confluencia de las Huastecas” ver Figura II.5, de acuerdo con la CONABIO la Región presenta una presión por la modificación del entorno por tala inmoderada, sobreexplotación del manto freático, introducción de especies exóticas, cacería furtiva, contaminación, uso inadecuado de recursos, así como las actividades asociadas a la minería y yacimientos petroleros, cabe señalar que el proyecto no se representa una fuente de presión sobre los recursos hídricos.

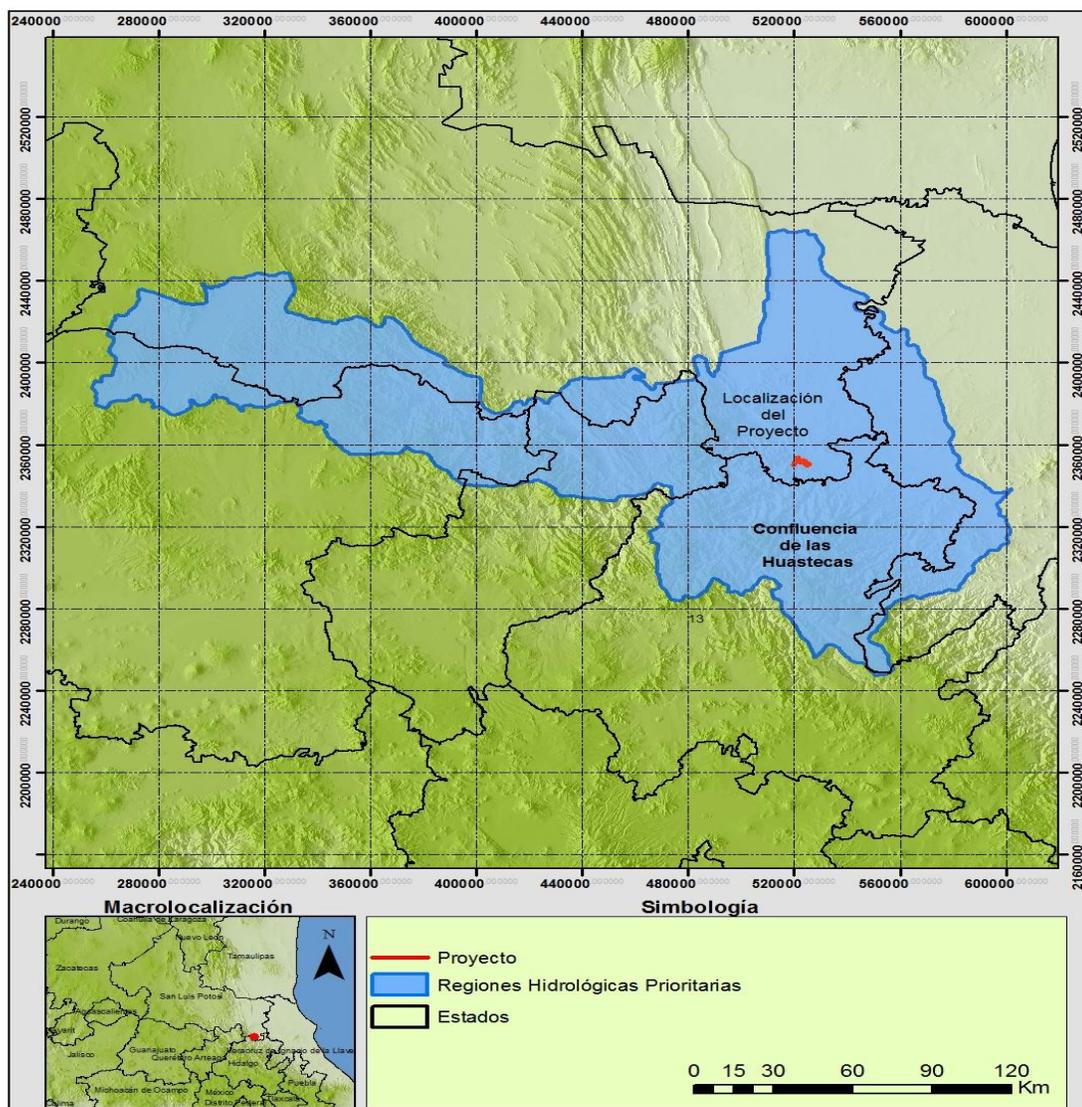


Figura II.5.Ubicación del proyecto dentro de la RHP “Confluencia de las Huastecas”

II.7. Descripción de las etapas

II.7.1. Preparación del sitio y construcción

Los preparativos previos son: la licitación de la obra, la obtención de las autorizaciones necesarias, entre ellas, la adquisición del derecho de vía y la evaluación de la manifestación de impacto ambiental, el trazo en campo del eje del proyecto y la ejecución del proyecto propiamente dicho.

Previo a la actividad central del movimiento de tierras se deberá hacer el desmonte, para lo cual se puede utilizar la siguiente maquinaria: tractor de orugas, tractor Terex 82-40 u otro similar y camión de volteo de 12 m³. La longitud total de la obra se dividirá en tramos de 1 km con longitud de ataque de 100 m. Como fase previa a las operaciones constructivas, es necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural, fase que se denomina desmonte cuando se refiere a árboles y arbustos, y despalme cuando se refiere a la eliminación de una capa superficial de terreno.

Dentro de la superficie por desmontar se deben considerar las superficies a ser afectadas por los caminos de acceso en caso de requerirse para bancos de préstamo nuevos. Se estima una superficie con base a experiencias previas y en forma cuantitativa se evalúan las superficies que se afectarán por los caminos de acceso. El área a desmontar para ésta vía de comunicación está dada por el ancho entre línea de ceros, esto es, el ancho de corona mas el ancho de los taludes y de los cortes. Debe considerarse un desmonte no solo a lo largo del eje del proyecto, sino también en los caminos de acceso en caso de ser considerados, además del área en bancos de préstamo en caso de sustentar terrenos forestales.

En el área del proyecto se tiene en promedio, una capa de 0.15 m. de suelo orgánico y para su remoción se empleará el tractor de oruga seguido del tractor Terex 82-40 o similar; este último procederá a mover el material a los lados de la línea de ceros y/o del área de maniobras.

II.7.2. Construcción

II.7.2.1 Obras civiles a realizar

La principal actividad consiste en el *movimiento de tierras* necesario para conseguir una superficie uniforme que se constituirá en la base de la capa de rodamiento de los vehículos. Dicho movimiento consiste en hacer *cortes* de material pétreo en las partes elevadas y transportarlo a las partes bajas para formar terraplenes, consiguiendo con

ello una superficie geométrica; los faltantes de material, en donde los hubiese, se habrán de completar con material proveniente de bancos de préstamo; si hubiese material sobrante habrá de retirarse a los bancos de tiro. Este movimiento compensatorio es la curva masa; una solución ideal sería aquella en que los volúmenes de corte fuesen iguales a los requeridos para formar los terraplenes.

La capa superior del cuerpo formado habrá de pavimentarse y terminarse con una carpeta asfáltica, superficie que sustentará el tránsito.

La obra se complementa con elementos estructurales para los puentes, además de dispositivos y señales que facilitan la conducción y propician seguridad de operación.

Drenaje menor

Antes de iniciar la construcción de los tramos de terracerías compensadas, se deberá haber concluido la construcción de las obras de drenaje menor dentro de cada frente de ataque, para ello, la obra de drenaje será cubierta previamente con material adecuado para formar los terraplenes y compactada por medios manuales.

En el presente caso, se construirán obras de drenaje adecuadas y suficientes; el tipo de obra propuesto en los diferentes tramos está determinado por la topografía de cada zona. En aquellas partes donde los escurrimientos no sean tan abundantes se ha previsto poner losa de concreto y finalmente, en las zonas con mayor flujo de agua se construirán puentes con el diseño adecuado a la topografía y condiciones específicas en cada caso.

En ningún caso se deberá modificar en posición la red de drenaje natural ni construir obras cuya capacidad sea menor a la del escurrimiento al que dan paso.

Cortes

Las excavaciones en las zonas de corte son ejecutadas a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte; las cunetas se perfilarán con la oportunidad necesaria y en forma tal que el desagüe no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes.

Todas las piedras flojas y material suelto en los taludes serán removidos y 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 determinado en el proyecto.

Producto de los cortes se tendrá aproximadamente 6 464 358 m³ de material en su gran mayoría se utilizara para terraplenes y el restante se depositará de forma adecuada en un banco de tiro.

Acarreos

El transporte de material producto de cortes y excavaciones al sitio de formación del terraplén es lo que se denomina acarreo. Acarreo libre o no pagado es el efectuado hasta una distancia de 20 m del corte; el realizado a mayor distancia es el denominado sobre acarreo, que se hace en camiones con caja alquilados (Materialistas o de volteo). El sobre acarreo de los materiales se considera como sigue:

Hasta 5 estaciones de 20 m, es decir hasta 100 m (1 Hm) contados a partir del origen.

Hasta 500 m (5 Hm) contados a partir del origen.

En los bancos de préstamo, la distancia es a partir del centro del lugar de excavación del préstamo al terraplén, sobre la ruta más corta y/o conveniente, a juicio de la Secretaría.

En los desperdicios, derrumbes, despalmes, escalones, ampliación, abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes a los sitios de tiro, se mide a partir del centro del lugar de excavación o derrumbe, sobre la ruta accesible más corta y/o conveniente, según la Secretaría.

Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, se mide a partir del lugar de extracción de la misma, sobre la ruta más corta y/o conveniente hasta el sitio de compactación.

Terraplén

El terraplén es una estructura formada con material producto de corte, sobre la misma terracería, o proveniente de un banco de préstamo; dentro de éstos se consideran también las cuñas contiguas a los estribos de puentes y las rampas en entronques o pasos a desnivel.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes con material de corte, se rellenarán los huecos provocados por el desenraíce, se escarificará y compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante.

La formación del cuerpo del terraplén se llevará a cabo tendiendo una capa del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm, en todo el ancho entre línea de ceros y en 20 m de longitud. Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 litros/m³ de material y se someterá la capa regada al tránsito de un tractor de oruga con garra y peso de 20 ton., pasando tres veces por cada uno de los puntos que formen la superficie.

Se compactará al 90% la capa con la ayuda de la maquinaria llamada pata de cabra; con la misma se procederá a raspar y aplanar el terreno con la cuchilla o bien con una motoconformadora.

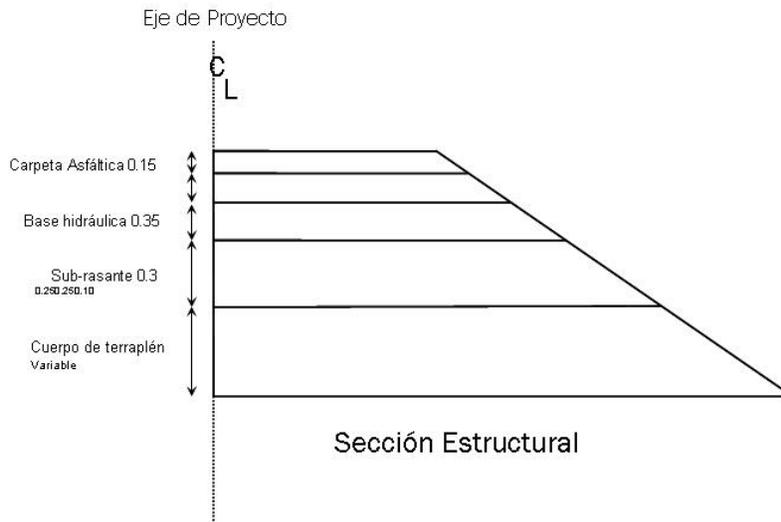
La capa subyacente o de transición será de 0.20 m de espesor si la altura del terraplén es menor de 0.80 m y de 0.50 m si la altura del mismo es mayor. En ambos casos, se deberá compactar al 95% de su PVSM (peso volumétrico seco máximo) según la prueba Próctor. El procedimiento a seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este párrafo.

La capa sub-rasante es la porción subyacente a la sub-corona, tanto en corte como en terraplén; a la que corresponden los movimientos de terracería más económicos se le conoce como sub-rasante económica. La sub-rasante proyectada permite el alojamiento de las alcantarillas y puentes, y su elevación es necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o escurrimientos.

En caso de que los sitios presenten una densidad arbórea considerable, se tendrá que realizar el estudio pertinente para el cambio de uso del suelo con las autoridades correspondientes.

Estructuras del pavimento

Estructuras del pavimento son el conjunto de capas comprendidas entre la sub-rasante y la superficie de rodamiento, dichas capas son las siguientes:



Base hidráulica

Sobre la sub-base terminada se construirá la capa correspondiente a la base hidráulica de 0.30 m de espesor utilizando material de los bancos seleccionados para este fin. Esta capa se deberá compactar al 100% de su P. V. S. M. según prueba Pórtier estándar. El procedimiento de construcción será el mismo que de la sub-base, tomando en cuenta las especificaciones antes mencionadas en esta sección.

Riego de impregnación

Se aplicará asfalto rebajado sobre la superficie terminada con el fin de impermeabilizarla y estabilizarla, así como para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. Para lo anterior se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo material suelto, polvo y materias extrañas que se encuentren en ella antes de aplicar el riego de impregnación. El riego del material asfáltico se deberá hacer en las horas más calurosas del día y por ningún motivo se deberá regar material asfáltico cuando la base se encuentre mojada. Se hará el riego con material asfáltico tipo FM-1 a razón de 1.4 litros/m² aproximadamente por medio de una petrolizadora. La superficie impregnada deberá cerrarse al tránsito por 24 horas siguientes a su terminación.

Riego de liga

Sobre la base impregnada, se aplicará en todo lo ancho de la sección un riego con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.5 litros/m² haciendo uso de una petrolizadora.

Carpeta de concreto asfáltico

Sobre la base hidráulica después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor elaborada en la planta y en caliente con los materiales procedentes de los bancos más cercanos y cemento asfáltico N° 6, con una dosificación aproximada de 100 litros/m³ de material pétreo seco y suelto, debiendo compactar el material al 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.

Riego de sello

Se aplicará un material asfáltico que se cubrirá con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

Los materiales asfálticos que se empleen serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido. Antes de aplicar el riego de sello la superficie por tratar deberá estar seca y barrida para dejarla exenta de materias extrañas. Se dará el riego del material asfáltico en todo el ancho de la corona; se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-A, a razón de 10 litros/m². Se cubrirá el riego de material asfáltico por una capa de material pétreo con esparcidores mecánicos. A continuación se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 a 7.3 ton, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz, las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones.

Bancos de préstamo

No se conoce la ubicación ni dimensiones de caminos de acceso a los bancos de material potenciales, sin embargo, se considera que no se requerirá la apertura de ellos, ya que se utilizarán preferentemente los bancos en explotación que ya cuentan con caminos de acceso. Sólo en caso de que se requieran bancos de préstamo nuevos se abrirán caminos a los mismos. Se cuenta con bancos de materiales cercanos a la obra con posibilidad de ser requeridos, los cuales se explotarán a cielo abierto con utilización de maquinaria pesada.

Túneles

En detalle, primeramente el túnel se dividirá en dos grandes secciones: La superior y la inferior, cada una con una altura tal que el túnel quede seccionado en dos mitades sensiblemente iguales, pero que permitan la introducción del equipo de construcción.

De esta forma se tendrán las fases 1 y 2 como se indica en la sección transversal del procedimiento constructivo.

El procedimiento constructivo será el siguiente, el cual se ilustra, etapa por etapa, en el plano correspondiente: La sección 1 avanzará inicialmente 4 m (A) y posteriormente otros 4 m más (B). Esta sección funcionará como un túnel piloto que permitirá ir reconociendo el terreno en detalle y permitirá que se tomen las acciones pertinentes en caso de aparecer alguna condición del terreno no prevista. Deberá existir un ingeniero geotecnista responsable de la recolección e interpretación de la información que vaya surgiendo. Cada 4.00m de avance, ambas paredes y techo se ademarán con anclaje y concreto lanzado, de acuerdo al plano estructural correspondiente y se colocaran los marcos, los drenes respectivos así como las secciones de instrumentación que correspondan.

A partir de este punto, ambas Fases siempre guardarán una distancia entre frentes de 4 m. Nuevamente, la Fase 2 se ademará, con anclajes y concreto lanzado en ambas paredes y techo, por cada 4.00 m de avance, y se instalarán los marcos a las distancias especificadas.

Dentro de la Fase 2 se dejará una rampa de acceso para los equipos hacia la sección superior.

Esta secuencia se mantendrá a lo largo de toda la excavación. Al concluir la misma se dará inicio al colado del revestimiento definitivo, comenzando por el extremo que más convenga al contratista, o que las condiciones de estabilidad así lo reclamen.

El anclaje señalado en los planos estructurales deberá de colocarse en cada una de las etapas de excavación de acuerdo a la distribución mostrada en los mismos (5 anclas radiales en retícula de 2.50 perpendiculares al eje del túnel x 3.00 m en el sentido del eje del túnel de 12.00m de longitud). El tipo de anclas a emplearse serán de tipo pasivo mediante una barra tipo DYWIDAG o similar, de 1” (26.50mm) de diámetro con una

longitud total de 12.00m, con protección doble contra corrosión. La capacidad del ancla será de 30 ton.

El sistema de ademado quedará compuesto por dos capas de concreto lanzado de 10 cm de espesor reforzados con una malla electrosoldada 6-6 x 4-4, cada capa; la resistencia del concreto será $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

El sistema de ademado se reforzara adicionalmente con marcos armados de concreto lanzado de 30 cm x 30 cm de sección transversal.

Los marcos se instalarán a cada 5.00 m de avance. En la media sección superior, solo se construirá medio marco, abriendo una ranura en la roca para no invadir la sección interior del túnel. Durante el banqueo de la media sección inferior se completará el marco.

Adicionalmente se perforarán drenes de alivio con tres barrenos de 3 a 5 cm de diámetro y 3.00 m de profundidad. Se colocarán 6 drenes radiales en retícula de 2.50 perpendiculares al eje del túnel x 6.00 m en el sentido del eje del túnel. Las aureolas de drenes irán espaciadas a cada 6.00 m en el sentido longitudinal del túnel intercaladas con las anclas.

Si durante la excavación del túnel, se encuentran condiciones geológicas diferentes a las determinadas en el estudio, y dichas condiciones son desfavorables desde el punto de vista de la estabilidad de la excavación, se deberán tomar las siguientes acciones:

- * Se deberán disminuir las longitudes de avance de la excavación, limitándola a un avance de 1.70 m.
- * Una vez que la excavación alcance 1.70 m se suspenderán dichos trabajos para proceder a la colocación de marcos metálicos, ademándolos contra la excavación para asegurar su contacto contra la pared de la excavación.
- * Cuando el marco metálico haya sido colocado completamente, se procederá al ademado del interior del túnel mediante el revestimiento primario de concreto lanzado, el cual tendrá las características del proyecto ya descrita y posteriormente se procederá a la colocación de las anclas especificadas en el proyecto del túnel.
- * Cuando se hayan concluido las actividades de lanzado se podrá iniciar la excavación de la nueva etapa de 1.70 m de longitud.
- * Se deberán respetar las secciones en las que se divide el túnel para su excavación para cada caso, simplemente las longitudes de avance serán restringidas a 1.70 m; sin

embargo, el ingeniero técnico especialista de la obra deberá decidir la necesidad de reducir la longitud de avance o aumentar el número de etapas en las que se subdivide la excavación del túnel, para asegurar en todo momento la seguridad de la obra.

Puentes

Los puentes que se pretende construir serán para salvar barrancas y escurrimientos existentes. Todos ellos tienen diseño especial debido a lo diferente y abrupto de la topografía del terreno en la zona donde se ubican. En varios de los casos el acceso al sitio se hace a través de la misma terracería en construcción; sin embargo en otros habrá de habilitarse una brecha a la pila del puente, asimismo un espacio de recepción y almacenamiento temporal de varios componentes y materiales que intervienen en su construcción.

La construcción de la superestructura de los puentes se caracterizará por la colocación de elementos de concreto reforzados y prefabricados, principalmente serán vigas para salvar los claros existentes entre pilas para que después de ser colocadas mediante grúas, se construya una losa de concreto reforzado sobre estas vigas y que finalmente se coloque una carpeta asfáltica como superficie de rodamiento. El esquema general de un puente se muestra en la sección de la Figura II.6.

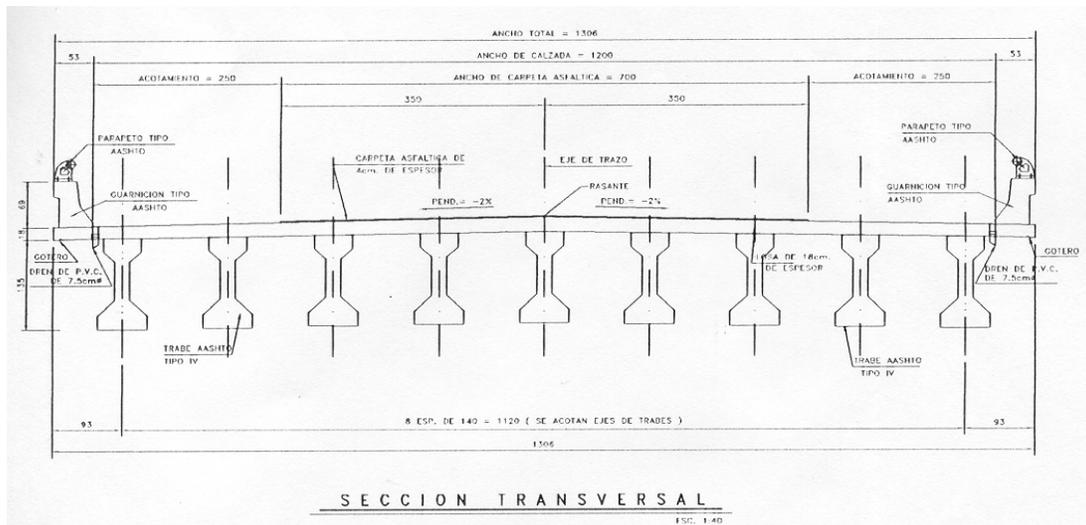


Figura II.6.Sección transversal típica de un puente.

Cimentación y subestructura de puentes

La cimentación consiste en la excavación bajo la zona de estribos y de pilas hasta alcanzar una capa de material pétreo sano, de buena resistencia, en cualquier caso la base debe producir sobre el terreno cargas superiores a las 300 Toneladas por m² y la base quedar sobre el nivel del NAME o bien enterrada para evitar la socavación del terreno bajo el nivel de desplante (Figura II.7).

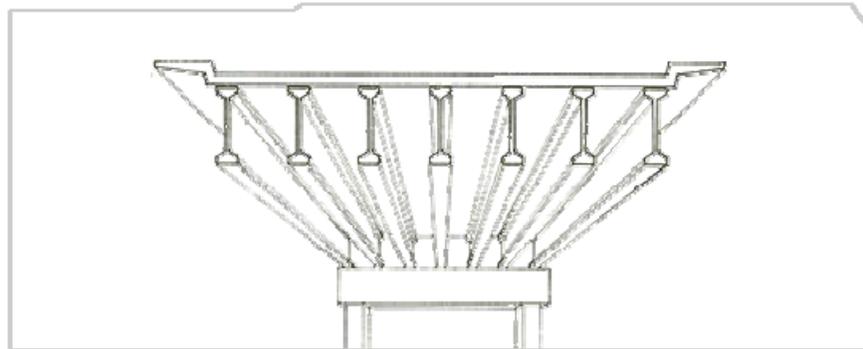


Figura II.7.Sección transversal tipo

II.7.3 Operación y Mantenimiento

Los trabajos a que se refiere la siguiente parte son los de conservación y mantenimiento de la carretera: repintar 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 mencionan los *programas de conservación preventiva y correctiva*, así como el *programa de conservación rutinaria* de la SCT que deben de llevarse al cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar al camino motivo del presente estudio.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la SCT

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SCT y a la DGPSCT (Dirección General de Planeación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes).
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 las obras de drenaje y subdrenaje 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 SCT.
4. Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, erosiones, etc. Para su estudio proceder como se indica en el anexo PC-3 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
5. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas. Para la evaluación de las estructuras proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
6. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
7. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado a la DGPSCT y al centro SCT correspondiente, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada.
8. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesarios, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.
9. 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:
 - Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
 - Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
 - Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
 - Destrozos en jardinería.

2. Realizar inspecciones semanales, cuando se requiera o de acción inmediata si fuera necesario en la vialidad, para detectar problemas y corregirlos en:
 - Defensas y señales de tipo normal.
 - Obras de drenaje.
 - Obras complementarias de drenaje.
 - Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
 - Colocación de propaganda no autorizada.
 - Limpieza de cunetas y derecho de vía.
 - Daños en el camino por efecto de accidentes.
 - Contracunetas y subdrenajes.
 - Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje.
 - Deslave en terraplenes.
 - Fallas locales de cortes.
 - Postes y fantasmas.
 - Deshierbe y poda de vegetación.
 - Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas.
 - Apoyo y juntas de estructura.
 - Pintura en general

Los accidentes que con más frecuencia se pueden presentar son los siguientes:

- Choque entre vehículos
- Atropellamiento de peatones
- Choque de vehículos contra estructuras

Para estos tipos de accidentes, muy comunes en las carreteras de San Luis Potosí, no existen planes de emergencia; los pobladores del lugar y los servicios médicos más cercanos serán los que brinden apoyo a quienes se vean envueltos en estos accidentes.

Derrames de sustancias peligrosas por accidentes de pipas que transportan dichos materiales

En estos casos, se deberá solicitar inmediatamente la intervención de las autoridades: Secretaría de Comunicaciones del Estado, Protección Civil y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado, quienes deberán determinar el grado de peligrosidad de la sustancia derramada, e implementar los planes de protección a la población civil y al medio ambiente que sean necesarios.

Se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diesel y lubricantes.

II.7.4 Mantenimiento

Durante la esta etapa se deberá presentar una descripción del programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto, donde se detalle lo siguiente:

- **Reposición de señales:** se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.
- **Mantenimiento de taludes:** se tienen que verificar diariamente los taludes y cortes para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de revisar los posibles daños al pavimento y retirar el material utilizando trascabos y camión de volteo.
- **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, reencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse y modificarse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la carretera.
- **Mantenimiento de áreas verdes:** que incluye, poda, deshierbe y riego.

Calendarización desglosada de los equipos y obras que requieren mantenimiento:

Una vez que se haya establecido contrato con alguna compañía dedicada al mantenimiento de obras, equipos y/o maquinaria, será ésta la que realizará y

proporcionará el correspondiente programa, que se pondrá a disposición de las autoridades de la SEMARNAT para someterlo a su consideración.

Tipo de reparaciones a sistemas, equipos y obras. Incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos:

Los vehículos y equipos a utilizar con mayor frecuencia serán los siguientes:

- Camioneta pick up
- Vehículo para bacheo
- Camión de volteo o caja plana
- Rodillo o compactador y,
- Equipo manual necesario

El riego de áreas verdes, tendrá que hacerse cada tercer día con pipas.

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 tales como reposición de señales, mantenimiento de taludes, chequeo de luminarias en zona urbana, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda y mantenimiento de las áreas verdes.

Mantenimiento Mayor

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

Verificación del nivel de servicio

Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad que cubre todos los aspectos de los cuales por mencionar algunos se tienen:

Confiability, adecuado señalamiento, comodidad, maniobrabilidad y visibilidad.

Verificación del nivel de servicio

Recorridos de verificación (chequeo): son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y operación de la carretera.

Listado de maquinaria y equipo

II.8 Requerimiento de personal e insumos

II.8.1. Personal

El personal que será requerido en las diversas etapas del proyecto, será contratado, principalmente, del municipio de Tamazunchale y poblados vecinos, en caso de conocer las actividades a desarrollar, con el propósito de no crear nuevos asentamientos humanos en la zona. Hay que destacar que esta estrategia obligará a incentivar una derrama económica a esta zona, ya que se prevé que en las poblaciones aledañas a la obra cuenten con toda la mano de obra calificada que se necesita para la preparación, construcción y mantenimiento del trazo.

Requerimiento de personal

Etapa	Número de trabajadores	Tiempo de empleo (meses)	Turno	Área de trabajo
Preparación del sitio				
Residente de obra	1	48	8:00 a 17:00	Trazo del camino
Topógrafo	2	5	8:00 a 17:00	Trazo del camino
Cadeneros	2	36	8:00 a 17:00	Trazo del camino
Operadores	5	36	8:00 a 17:00	Trazo del camino
Construcción				
Chóferes	5	48	8:00 a 17:00	Trazo del camino
Ayudantes	5	48	8:00 a 17:00	Trazo del camino
Albañiles	6	48	8:00 a 17:00	Trazo del camino
Peones	6	48	8:00 a 17:00	Trazo del camino
Velador	1	48	8:00 a 17:00	Almacén temporal
Total	33			

Insumos

Se instalarán sanitarios secos portátiles para trabajadores, por lo que no requerirán abasto de agua. El agua que se llegara a requerir para consumo humano (potable) se abastecerá en garrafones de 20 litros, siendo este consumo mínimo y no parte directa del proceso de la obra. Se requerirá de un abastecimiento por pipa de agua cruda para la construcción. Un estimado del volumen de agua requerido para la compactación de los terraplenes, así como del riego para evitar la liberación de polvos es

aproximadamente 84 m³ ocupados en diferentes tiempos de acuerdo al programa de obra.

Como no será necesaria la construcción de campamentos, no se generarán aguas negras. Los volúmenes de combustibles no serán significativos desde el punto de vista del impacto ambiental, los vehículos de carga serán abastecidos por las estaciones de servicio que se encuentran cercanos a los frentes de obra y se acarreará el combustible para la maquinaria fija; pero en ningún caso será necesario el almacenaje. El combustible empleado para el funcionamiento de la maquinaria y de equipos, que así lo requieren, se transportará en recipientes de metal con tapa hermética a fin de evitar las pérdidas por evaporación. Se tendrá cuidado de verificar la generación de gases y sobrepresiones para evitar explosiones.

Los movimientos de tierras se efectuarán de acuerdo al diagrama de la curva masa (que presente el proyecto cuando se tenga). Para la construcción de la sección de la carretera se necesita la aportación de por lo menos 4 bancos de material con operación comercial, según el tramo y la necesidad requerida para el banco designado. A partir de esto, es posible determinar las distancias económicas de acarreo, que se presentarán una vez se tenga el proyecto definitivo.

La maquinaria empleada en la operación de la carretera consta de una camioneta tipo pickup para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto a su mantenimiento se necesitara de equipos como pipa para regar las áreas verdes, cuadrillas de mantenimiento de vegetación, en las zonas donde el camino lo demande; así como, también un camión para la recolección de residuos y de basura generada en la limpieza de la carpeta y obras anexas como las alcantarillas, drenes y cunetas y para el transporte de las cuadrillas de trabajo. En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pintura en la superficie de rodamiento.

Los materiales y sustancias que serán empleados en el proyecto, son las características para este tipo de infraestructura, como son: materiales pétreos, agua, cemento, acero, etc., y todos aquellos insumos necesarios para desarrollar este proyecto, los cuales se indican a continuación:

Actividad o proceso donde se genera	Cantidad	Tipo de residuos (1,2)	Nombre del residuo	Características CRETIB	Disposición temporal	Disposición final
Desmante	No disponible	1	Residuos de vegetación	No aplica	En el sitio del proyecto	En el sitio del proyecto
Despalme	No disponible	1	Suelo apto para desarrollo de vegetación	No aplica	En el sitio del proyecto	En el sitio del proyecto para su aprovechamiento
Todas las actividades del proyecto	33 Kg/día	1	Residuos de alimentos	No aplica	En el sitio del proyecto	En el sitio del proyecto (composteo) o en relleno sanitario cercano
Operación, carga de combustible y mantenimiento de maquinaria	No disponible	2	Estopas impregnadas con aceites, combustible o grasas	Inflamable	En el sitio del proyecto en contenedores especiales	Empresa autorizada para tratamiento y disposición final
Todas las actividades del proyecto	No disponible	1	Otros residuos como papel, cartón, PET, etc.	No aplica	En el sitio del proyecto	En relleno sanitario cercano

II.9. Residuos

Residuos sólidos. Los residuos de suelo y restos vegetales producto del desmante y despalme. Una parte del material vegetal desmontado se podrá obsequiar a los pobladores por donde pasa el trazo, depende el tramo desmontado, para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos). Otro tipo de residuo serán los productos de las nivelaciones, una parte de esto se utilizará para la construcción de terraplén y los sobrantes se depositarán según se indica en el párrafo siguiente.

El material de desmante y despalme que no se obsequie será tratado según se explica en el Capítulo VI y para las obras de reforestación. En cuanto al material pétreo producto de los cortes se podrá donar para cubrir el tiradero de basura municipal o para rehabilitar frentes de bancos de material ya agotados.

Se estima que los trabajadores de la obra serán unos 38 y el proyecto tendrá una duración aproximada de 36 meses, aunque no todas las actividades se realizarán de

manera simultánea. Se asume que el 80% de los residuos de tipo doméstico se generarán en sus lugares de residencia y sólo el 20% en los frentes de obra. Considerando el factor de generación de basura de 0.450 kg/persona/día, los desechos domésticos que se generarán en los frentes de obra se estiman en unos 19,140 kg en total para toda la obra. Esta basura será entregada por lo menos 3 veces por semana al sistema de limpia del municipio, para evitar se acumule en los botes ubicados en los frentes de obra.

Se prevé la generación de residuos como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, entre otros (con un máximo de 12 kg por mes); así como latas vacías o con contenido de pinturas, solventes, aceite o lubricantes, aceites usados y estopa impregnada de grasas, éstos últimos por su volumen no pueden considerarse como peligrosos, no obstante se manejarán de forma separada de los residuos puramente domésticos. Para ello se colocarán 2 botes de basura uno para residuos domésticos y otro para cualquier basura que haya tenido contacto con algún solvente, aceite, pintura, lubricante o grasa. El primer bote se entregará al sistema de limpia municipal y el segundo se desechará en las gasolineras cercanas para que sea tratado junto con sus residuos.

Los residuos industrializados se generarán en los talleres de reparación de automotores que operan de forma comercial el Municipio, se verificará que dichos talleres traten los residuos peligrosos de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como la NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, dichos talleres deberán embalar y poner a disposición de una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición definitiva de estos materiales peligrosos.

Estará estrictamente prohibido hacer cualquier reparación mayor de la maquinaria en el frente de obra o fuera de talleres autorizados, incluyendo actividades como cambio de aceite.

Otro tipo de residuos sólidos serán los dejados por los usuarios de la carretera, generalmente estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc. Por las características rurales de la zona, no es raro que también se deposite cascajo y otros materiales de desecho. Estos desechos tendrán que ser recogidos periódicamente y trasladados a sitios que cumplan la normatividad para la disposición final de residuos domésticos.

Residuos líquidos. No se generarán descargas relacionadas con la higiene y uso sanitario ya que se contratará a personal del área que podrá bañarse en sus domicilios. Para este proyecto, como medida de mitigación para el correcto manejo de desechos sanitarios, se establece que en los frentes de obra se instalarán sanitarios que serán secos y portátiles (tipo sanisecos o SIRDO), la empresa que rente el servicio deberá dar mantenimiento a ese equipo.

La obra en operación contemplará pendientes adecuadas para desalojar el agua de la superficie de rodamiento Sin embargo, la obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales.

El asfalto se comprará en un negocio establecido dedicado a la venta de mezcla asfáltica, se transportará caliente a los frentes de obra para su colocación. Por lo que tampoco se generarán residuos líquidos debido a la pavimentación.

Emisiones a la atmósfera. Durante la construcción, se generarán polvos durante casi todas las actividades, estos polvos serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores.

También habrá emisiones a la atmósfera por parte de los automotores, pero estas serán pocas en comparación con las que se generen durante la operación del trazo. Es importante mencionar que durante la operación, al agilizar el tránsito al interior del Municipio, disminuirán las emisiones proporcionalmente al ahorro en tiempo de recorrido.

Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 300 unidades/hora (horas pico de semana santa); con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones no significativa, sobre todo por las condiciones de no confinación de dicha población.

En la etapa de operación, existe un dominio absoluto de las fuentes móviles que están propulsadas por gasolina y un mínimo de las emisiones de vehículos que utilizan diesel. El tránsito vehicular del proyecto implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de la cantidad de vehículos y cantidad de combustibles consumidos y el estado de los motores. Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Sin embargo, si se consideran

niveles máximos permisibles de emisiones contaminantes, publicados en las NOM-041-SEMARNAT-1996 y NOM-045-SEMARNAT-1996, quedarían como dentro de las normas.

Se considera, sin embargo, que este es un umbral tope dado que como toda carretera, existe una alta estacionalidad lo mismo en el día que durante el año, por lo mismo, las estimaciones reflejan el momento de máximo impacto al ambiente (época de vacaciones, generalmente Semana Santa y Navidad). El proyecto presenta un efecto de disminución de las emisiones de gases contaminantes, pues permite una reducción en la distancia y acortamiento en el tiempo requerido para el recorrido. Además, la zona presenta condiciones propicias para la rápida dispersión de las emisiones

Capítulo III



*VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE
PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS
APLICABLES*

III.1 Introducción

En cumplimiento con las disposiciones del Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) que establece:

“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, e 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.”

y del Artículo 13 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental que indica que:

La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

(...)

“III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables”

Se presenta la siguiente vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y demás instrumentos jurídico normativos ambientales, con el objetivo de indicar en qué forma el proyecto se apega al cumplimiento de las disposiciones aplicables

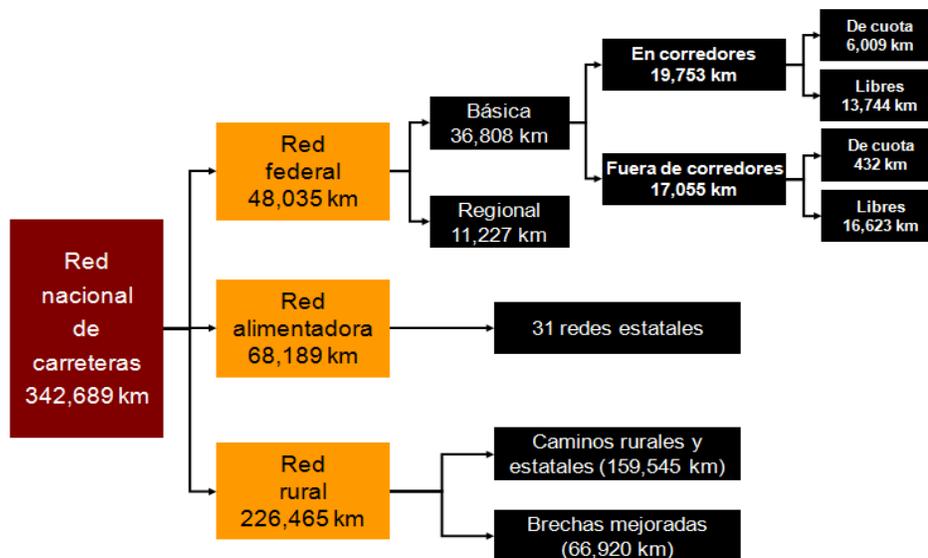
III.2 Información sectorial

La infraestructura vial para cualquier país representa un factor estratégico para el desarrollo económico y social de su población, ya que a través de las carreteras se moviliza un gran número de mercancías y personas; tan sólo en México por vía terrestre, se desplaza el 98% de pasajeros y alrededor de un 53% de carga nacional (SCT, 2009). Por tal motivo la

inversión en infraestructura carretera es primordial para la construcción, conservación y mejoramiento de los caminos que atraviesan un país.

A comienzos de los años noventa, en América Latina, se hizo más imperante la necesidad de invertir en infraestructura vial, por lo que prácticamente todos los países de la región, entre ellos México, incursionaron en una nueva forma de atraer financiamiento y gestión privada, por medio de la “concesión” de las redes viales (Bull, 2004). Una de las razones que han motivado a los gobiernos a concesionar la infraestructura vial es: porque estiman que el sector privado sería más eficiente en la construcción y posterior mantenimiento de las carreteras.

La red carretera en México es extensa abarca un total de 342 mil kilómetros y presenta las siguientes características:



La inversión esperada para este sector durante el periodo 2007-2012 es de 287 mil millones de pesos, de los cuales 159 mil millones provendrán de recursos públicos, y 128 mil millones de recursos privados.

III.3. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo

III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

El **Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2012** establece la importancia de superar las desigualdades entre las distintas regiones del país mediante un sistema de planeación regional para el desarrollo. El proyecto se encuentra dentro de la región *Centro-Occidente*, que incluye los estados de: Jalisco, Michoacán, Colima, Aguascalientes, Nayarit, Zacatecas, **San Luis Potosí**, Guanajuato y Querétaro. En este sentido, para la zona de estudio se requiere contar con una infraestructura de comunicación, que permita integrarla a las demás regiones, mejorando sus accesos a los mercados e incentivar el crecimiento económico.

Derivado del **Plan Nacional de Desarrollo**, se tiene el **Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012** en cuya Agenda Estratégica se establece lo siguiente:

Tabla III. 1. Agenda estratégica del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012

Subsector	Problemática	Temas prioritarios 2007-2012
-----------	--------------	------------------------------

INFRAESTRUCTURA	I. Infraestructura carretera	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de las condiciones de la red <ul style="list-style-type: none"> • Falta modernización de corredores carreteros • Falta continuidad de corredores en zonas urbanas <ul style="list-style-type: none"> • Problemas de congestión en tramos de la red básica • Necesidad de mejoramiento de caminos rurales <ul style="list-style-type: none"> • Alto índice de accidentes y numerosos puntos de conflicto • Falta capacidad de respuesta para la atención de proyectos y simplificación administrativa <ul style="list-style-type: none"> • 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
-----------------	------------------------------------	---	---

Para dar atención a los temas prioritarios, el Programa Sectorial plantea las siguientes estrategias:

- 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.
- 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.
- Modernizar la gestión del sistema carretero, con objeto de lograr una operación más eficiente e incrementar la calidad de los servicios que se ofrecen en las carreteras del país.
- Construir y modernizar la red de caminos rurales y alimentadores con objeto de facilitar el acceso a los servicios básicos a toda la población rural en especial a la de escasos recursos y promover un desarrollo social equilibrado.

III.3.2. Programa Nacional de Infraestructura

En adición, el **Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012** establece los objetivos, estrategias, metas y acciones para aumentar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura del país en tres sectores, que incluyen el de comunicaciones y transportes. Entre los principales objetivos de este Programa se encuentran los siguientes:

- Elevar la cobertura, calidad y competitividad de México.
- Convertir a México en una de las principales plataformas logísticas del mundo, aprovechando nuestra posición geográfica y nuestra red de tratados internacionales.
- Incrementar el acceso de la población a los servicios públicos.
- Promover un desarrollo regional equilibrado.
- Elevar la generación de empleos permanentes.
- Impulsar el desarrollo sustentable.

Asimismo, las estrategias del Programa en materia de carreteras consisten en lo siguiente:

- Completar la modernización de los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.
- Desarrollar ejes interregionales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera.
- **Dar atención especial a la construcción de libramientos y accesos para facilitar la continuidad del flujo vehicular.**
- Mejorar el estado físico de la infraestructura carretera y reducir el índice de accidentes.

Para lograr lo anterior, se plantean, entre otras, las siguientes metas:

- **Construir o modernizar 17 mil 598 kilómetros de carreteras y caminos rurales, incluyendo la terminación de 12 mil 260 kilómetros que corresponden a 100 proyectos carreteros completos.**

- Incrementar de 72% a 90% la red federal que opera en buenas condiciones conforme a estándares internacionales.
- Reducir el índice de accidentes de 0.47 a 0.25 por cada millón de vehículos-kilómetro.

En este sentido, para la zona de estudio se requiere contar con una vía de desfogue del transporte de largo trecho, principalmente, en apoyo de la Carretera Nacional número 85, que actualmente cruza el centro de población de Tamazunchale y constituye la única alternativa de vialidad, lo que ha ocasionado conflictos para la gran cantidad de vehículos que transitan con destinos tales como Hidalgo y México, en sentido sur, o hacia Ciudad Valles, Ciudad Victoria y Matamoros, en sentido norte (Figura III.1).

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”

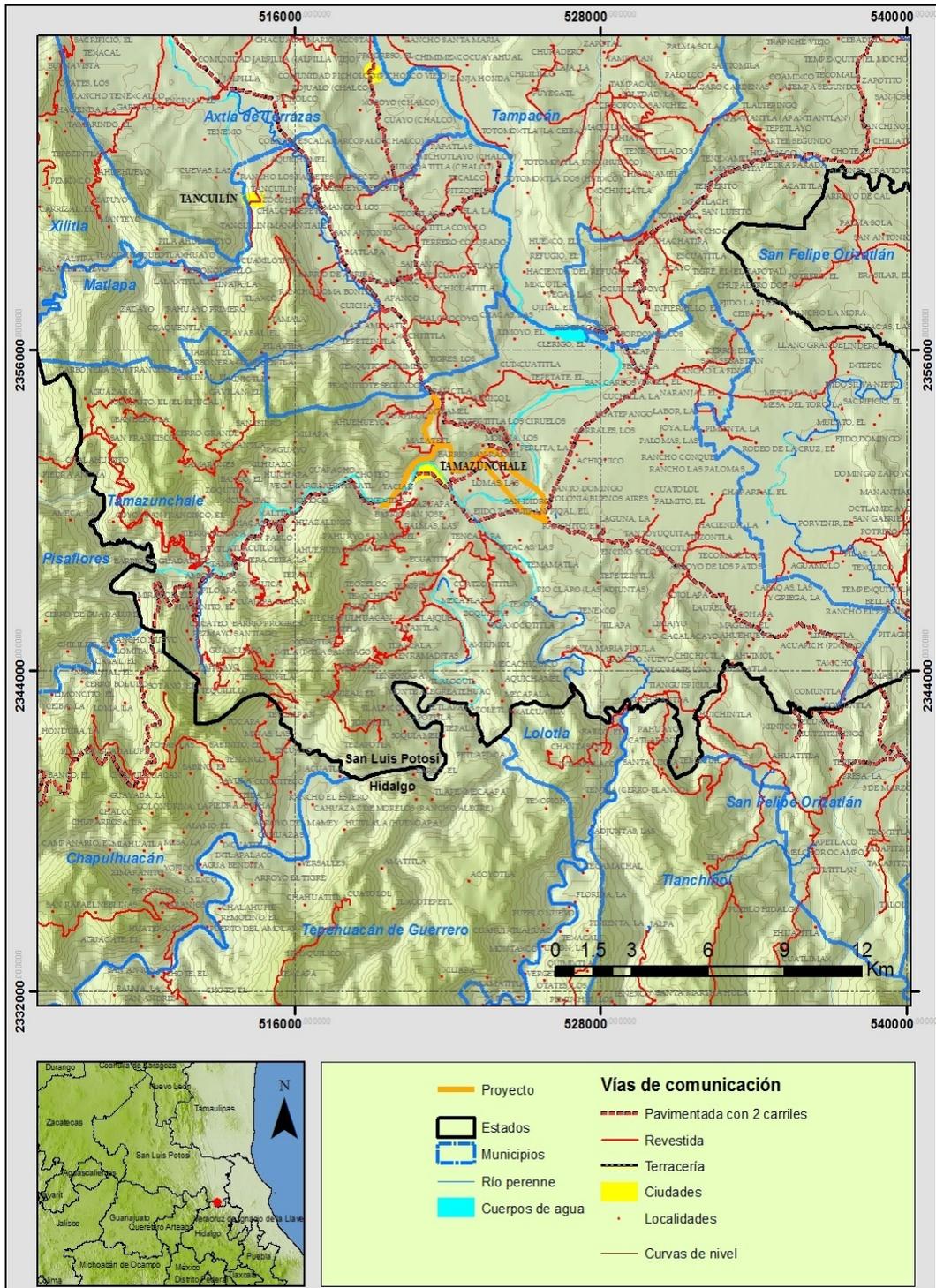


Figura III.1. Localización regional del proyecto

III.3.3. Plan Estatal de Desarrollo de San Luis Potosí 2003-2009

El proyecto se enmarca dentro del **Plan Estatal de Desarrollo de San Luis Potosí 2003-2009**, mismo que en su Eje rector número 4 denominado Crecimiento Ordenado y Sustentabilidad establece el siguiente objetivo estratégico para el año 2009, para el Sector Caminos:

“Construir, ampliar, conservar y mantener las vías de comunicación estatales que articulan los centros de producción, comerciales y de servicios rurales, urbanos y microrregionales.

Estrategias:

- *Realizar la rehabilitación y el mantenimiento en los principales ejes troncales, caminos y terracerías, dando prioridad a aquellos con alto impacto en el bienestar social y que sean fundamentales para el acceso a servicios de educación y salud, y que faciliten la movilidad económica de la producción.*
- *Revisar e intensificar la seguridad vial en las carreteras y caminos que atraviesan las zonas urbanas.*
- *Impulsar y consolidar la construcción de ejes carreteros que vinculen al Estado con las regiones Centro-Occidente y Norte del país.”*

III.3.4. Plan Municipal de Desarrollo de Tamazunchale, San Luis Potosí 2007-2009

El proyecto también se enmarca dentro del **Plan Municipal de Desarrollo de Tamazunchale, San Luis Potosí 2007-2009 (PMD)** mismo que en su Eje Rector de Crecimiento Ordenado y Sustentabilidad establece que la visión del municipio en materia de desarrollo regional equilibrado es la siguiente:

“Construir un municipio que cuente con ordenamiento territorial, equipamiento urbano, servicios públicos de calidad, un buen sistema de vialidades urbanas, así como un adecuado sistema de caminos comunitarios indígenas y de transporte comunitario, dentro de un marco y manejo de la ecología y el cuidado del medio ambiente.”

Para alcanzar dicha visión, se plantean entre otros, los siguientes objetivos:

“...

3. *Promover adecuadamente la gestión para la **construcción del libramiento** y la central camionera.*

...”

En este mismo sentido, el **PMD** establece un Plan Estratégico, que en materia de equipamiento urbano indica lo siguiente:

EQUIPAMIENTO URBANO	
<i>Objetivo: Contar con un proyecto ejecutivo para la construcción de un libramiento vial en la cabecera municipal, así como para una central camionera.</i>	
<i>Estrategia:</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Determinar con la asesoría de la Junta Estatal de Caminos de los anteproyectos elaborados el que reúne las mejores condiciones técnicas y económicas.</i> ➤ <i>Gestionar los recursos ante el gobierno del estado para la elaboración del proyecto ejecutivo.</i> ➤ <i>Definir en conjunto con la Junta Estatal de Caminos y la Secretaría de Comunicaciones la empresa responsable de la elaboración del proyecto ejecutivo.</i> ➤ <i>Definir ante quien se gestionará el anteproyecto de una central camionera.</i>
<i>Proyectos:</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Proyecto ejecutivo para la construcción de libramiento.</i> ✓ <i>Anteproyecto para la ubicación y proyección de una central camionera.</i>

Por lo anterior, el presente proyecto se vincula directamente con el **PMD**, ya que su construcción está prevista en éste como una obra de infraestructura que permitirá facilitar el flujo vehicular que actualmente atraviesa el centro de población, fortaleciendo la integración del Municipio a nivel regional.

III.3.5. Programas de Ordenamiento Ecológico

El Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) es el “...proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional...” (LGEEPA, 1988). El OET es de carácter regional e intersectorial y analiza el estado actual de los recursos naturales, y a partir de tendencias actuales y/o

transformaciones en los procesos proporciona los elementos necesarios para plantear alternativas en el uso de los recursos y criterios ecológicos, en una perspectiva de sustentabilidad.

Al respecto, se tiene que el Estado de San Luis Potosí y el Municipio de Tamazunchale no cuentan con algún Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POE) decretado y que se encuentre vigente. Por tal motivo, el sitio del proyecto no se encuentra regulado por ordenamiento alguno en la materia.

Sin embargo, es importante señalar que en el año 2000, la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí promovió la elaboración del denominado Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Tamazunchale y Matlapa, que a la fecha no ha sido decretado.

III.3.6. Programas de Desarrollo Urbano

No se encontraron Programas de Desarrollo Urbano para la zona del proyecto, por lo que tampoco se considera que existan restricciones de índole urbana.

III.4 Análisis de los instrumentos normativos

III.4.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

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

Las actividades u obras sujetas a una evaluación de impacto ambiental se encuentran establecidas en el Artículo 28 de la LGEEPA, donde se señala lo siguiente:

***Artículo 28...** en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades,*

requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

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

...

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

Por tanto, cualquier persona física o moral que quiera o pretenda llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda causar un desequilibrio ecológico de acuerdo con lo anterior deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para determinar el posible daño que pudiera generarse al ambiente.

Asimismo, el Artículo 30 establece que para obtener la autorización en la materia, se deberá presentar 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, por tal motivo, el proyecto implicó la presentación de un estudio de impacto ambiental ya que se trata de una obra considerada en el sector vías generales de comunicación.

Los proyectos de obras y actividades de competencia federal son evaluados por medio de una Manifestación de Impacto Ambiental que se presenta bajo las modalidades de:

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

De acuerdo a lo anterior, el presente proyecto se presenta con una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, con base a los siguientes artículos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Artículo 28 de la LGEEPA establece que es el Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental el que determina las obras o actividades, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los

limites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas, y por tanto también determina cuales no deban sujetarse al proceso de evaluación de impacto.

De acuerdo con sus características, el proyecto se ajusta a lo establecido en el Artículo 5 del Reglamento en cuestión, donde se señala:

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

...

B).-Vías generales de comunicación:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeras o de humedales y cuerpos de aguas nacionales...

...

O).-Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como selvas y zonas áridas:

*Fracción I: Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, **de vías generales de comunicación** o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metro cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficios mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.*

Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental, da cumplimiento a lo establecido en los siguientes Artículos:

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

I.- Regional, o

II.- Particular.

Artículo 11.-La manifestación de impacto ambiental se presentará en la modalidad regional cuando se trate de:

I.- Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de mas de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener a rasgos generales la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promoverte y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

En adición el **Artículo 14** de ese mismo Reglamento refiere que 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 a ambos proyectos, que para el proyecto de estudio involucra la afectación dentro de terrenos de uso forestal o preferentemente forestal en todo el trazo, por mejoramiento y cumplimiento a las características técnicas de construcción y condiciones topográficos de la zona de estudio.

III.4.2. Ley General de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

El desarrollo del proyecto se ajustará a lo establecido en la **Ley General de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal**, actualizada al 25 de enero de 2001, que en el capítulo uno del ámbito de aplicación específica que:

Art. 1°.- La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares.

Art. 2°.- Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

Fracciones I. **Caminos o carreteras:**

- a) Los que comuniquen a dos o más estados de La Federación.
- b) Los que entronquen con algún camino de país extranjero.
- c) Los que en su totalidad o mayor parte sean construidos por la Federación: con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.

Fracciones III. **Derecho de vía:** franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la secretaría, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del camino.

Fracciones XIV. **Vías generales de comunicación:**

Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.

Art. 3°.- Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

Art. 5°.- Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de auto transporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares.

Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de los otorgados a otras dependencias de la administración pública federal las siguientes atribuciones:

- I. Planear, formular y conducir las políticas y programas para el desarrollo de los caminos, puentes, servicios de auto transporte federal y sus servicios auxiliares;
- II. Construir y conservar directamente caminos y puentes,

- III. Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso,
- IV. Vigilar, verificar e inspeccionar que los caminos y puentes así como los servicios de auto transporte y sus servicios auxiliares cumplan con sus servicios técnicos y normativos correspondientes;
- V. Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes;
- VI. Expedir las normas oficiales mexicanas de caminos y puentes así como de vehículos de auto transporte y sus servicios auxiliares;
- VII. (Se deroga)
- VIII. Establecer las bases generales de regulación tarifaria.
- IX. Las demás que señalen otras disposiciones legales aplicables.

III.4.3. Ley de Vías Generales de Comunicación

Asimismo, el proyecto atiende lo establecido en la **Ley de Vías Generales de Comunicación**, en el libro primero, disposiciones generales, capítulo uno donde se especifica que:

Art. 1.- Son vías generales de comunicación:

- VI. **Los caminos:** derogada por el Tercero transitorio que decreta la Ley de Caminos Puentes y auto Transporte Federal, publicada en el DOF el 22 de diciembre de 1993.
- VII. **Los puentes:** derogado por el Tercero transitorio que decreta la Ley de Caminos, Puentes y auto transporte federal, publicada en el DOF el 22 de diciembre de 1993.

Art. 2.- Son partes integrantes en las vías generales de comunicación:

- I. Los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de las mismas, y

Art. 3.- Las vías generales de comunicaciones y los modos de transporte que operen en ellas quedan sujetas exclusivamente a los poderes federales. El ejecutivo ejercitara 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 conceden a otras dependencias del ejecutivo federal.

- I. Construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación;

Art. 10.- El gobierno federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por si 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.

Art. 41.- No podrá ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y de más dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la secretaría de Comunicaciones a los planos, memoria descriptiva y de más documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán al a igualmente a la aprobación previa de la secretaría de comunicaciones.

III.4.4. Normas oficiales mexicanas

Con base en las acciones que conlleva la instrumentación de un proyecto de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, se hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable, mismo que se presenta a continuación:

Tabla III.2. Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas con el proyecto

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
Calidad de las aguas residuales		
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.	Las aguas residuales generadas durante la preparación del sitio y construcción del proyecto se dispondrán conforme a los parámetros establecidos por la NOM.
Emisiones a la atmósfera por fuentes fijas		
NOM-043-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Los equipos y maquinaria que se utilicen durante la construcción de terracerías y echado de pavimento cumplirán con lo establecido en la NOM.
Emisiones a la atmósfera por de fuentes móviles		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se tomarán las medidas necesarias de mantenimiento y verificación para que los vehículos utilizados durante la construcción del proyecto cumplan con los parámetros establecidos en esta NOM.
NOM-044-SEMARNAT-	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de	Los vehículos de transporte federal utilizados en las obras deberán cumplir con

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
1993	hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.	<p>el programa de verificación vehicular SEMARNAT/SCT.</p> <p>Los vehículos a Diesel, dedicados al transporte de personal, propiedad o no del promovente deberán cumplir con el programa de verificación vehicular de la SEMARNAT/SCT.</p>
NOM-045-SEMARNAT-1996	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	<p>Los vehículos de transporte federal utilizados en las obras deberán cumplir con el programa de verificación vehicular SEMARNAT/SCT.</p> <p>Los vehículos a Diesel, dedicados al transporte de personal, propiedad o no del promovente deberán cumplir con el programa de verificación vehicular de la SEMARNAT/SCT.</p>
NOM-050-SEMARNAT-1993	Que 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.	Si bien no hay programa de verificación vehicular en el Estado de San Luis Potosí, el promovente supervisará que el parque vehicular, sea o no de su propiedad, cumpla con un programa de mantenimiento preventivo.
NOM-076-SEMARNAT-1995	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	Si bien no hay programa de verificación vehicular en el Estado de San Luis Potosí, el promovente supervisará que el parque vehicular, sea o no de su propiedad, cumpla con un programa de mantenimiento preventivo.

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
NOM-077-SEMARNAT-1995	Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.	Los vehículos de transporte federal utilizados en las obras deberán cumplir con el programa de verificación vehicular SEMARNAT/SCT. Los vehículos a Diesel, dedicados al transporte de personal, propiedad o no del promovente deberán cumplir con el programa de verificación vehicular de la SEMARNAT/SCT.
Residuos Peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-1993.	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.	Durante el desarrollo del proyecto, se prevé la generación de residuos peligrosos en cantidades mínimas, para los cuales de instrumentará un programa de manejo.
Contaminación por ruido		
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Si bien no hay programa de verificación vehicular en el Estado de San Luis Potosí, el promovente supervisará que el parque vehicular, sea o no de su propiedad, cumpla con un programa de mantenimiento preventivo.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La operación de equipos que se utilicen dentro de las instalaciones de proyecto cumplirán con los parámetros de emisión establecidos por la NOM, de 68 dB(A) diurnos y 65 dB(A) nocturnos.
Protección de especies		
NOM-059-SEMARNAT-2001	Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	De manera previa al inicio de los trabajos de desmonte se llevarán a cabo las tareas de marcado, rescate y recolección del germoplasma de interés biológico, ecológico y paisajístico, para su traslado temporal a un vivero y su posterior reubicación en un hábitat semejante al de su rescate. Dentro de estas acciones se pondrá énfasis en las especies de la NOM.

III.4.5. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

El Estado de San Luis Potosí cuenta con 17 Áreas Naturales Protegidas (ANP's), de las cuales 6 son de competencia federal y el resto estatal (Tabla III.3). El sitio del proyecto no se ubica dentro de algún Área Natural Protegida (ANP) de competencia federal, como tampoco existe ANP alguna en el área de influencia inmediata del proyecto, lo cual se puede observar en la Figura III.2.

Tabla III.3 Áreas Naturales Protegidas en el Estado de San Luis Potosí

Nombre	Categoría	Ubicación (Municipios)	Superficie (Ha)	Publicación
Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal				
Huiricuta y la Ruta Histórico Cultural del Pueblo Huichol	Sitio Sagrado Natural	Catorce, Villa de la Paz, Matehuala, Villa de Guadalupe, Charcas y Villa de Ramos	140,211.8	27/Oct/2000
Paseo de la Presa San José	Parque Urbano	San Luis Potosí	344-02-30	5/Jun/1996
Ejido San Juan de Guadalupe	Parque Urbano	San Luis Potosí	1,200	5/Jun/1996
Real de Guadalcazar	Reserva Estatal con características de Reserva de la Biósfera	Guadalcazar	188,758	27/Sep/1997
Palma Larga"	Parque Estatal	Rioverde	25-42-84	5/Jun/1998
El Sótano de las Golondrinas	Monumento Natural	Aquismón	285	15/Mar/2001
Cuevas del Viento y la Fertilidad	Sitio Sagrado Natural	Huehuetlán	9-02-87	15/Mar/2001
La Hoya de las Huahuas	Monumento Natural	Aquismón	409	15/Mar/2001
Cuevas de Mantetzule"	Monumento Natural	Aquismón	698	15/Mar/2001
Bosque Adolfo Roque Bautista	Parque Estatal	Tamuín	30-77-61	15/Mar/2001
Manantial de la Media Luna	Parque Estatal	Rioverde	-	-
Áreas Naturales Protegidas de Competencia Federal				
Porción Boscosa del Estado de San Luis Potosí	Reserva Forestal Nacional	Xilitla y Aquismón	29,885	Nov/1923
El Gogorrón	Parque Nacional	Villa de Reyes	25,000	Sep/1936

Nombre	Categoría	Ubicación (Municipios)	Superficie (Ha)	Publicación
El Potosí	Parque Nacional	Rioverde y Santa María del Río	2,000	Sep/1936
Sierra La Mojonera	Área de Protección de Flora y Fauna	Vanegas	9,201	Ago/1981
Sierra de Álvarez	Área de Protección de Flora y Fauna	Villa de Zaragoza y Armadillo de los Infante	16,900	Abr/1981
Sierra de Abra Tanchipa	Reserva de la Biósfera	Ciudad Valles y Tamuín	21,464	Jun/1994

Las ANP's de competencia federal más cercanas al sitio son las denominadas *Reserva de la Biósfera Sierra Gorda* y *Parque Nacional Los Mármoles*, las cuales se ubican a una distancia aproximada de 25 y 50 Km, en los estados de Querétaro e Hidalgo respectivamente, mientras que en el estado de San Luis Potosí, el ANP más cercana al proyecto corresponde a la *Reserva de la Biósfera Sierra de Abra Tanchipa*, ubicada a más de 80 Km en los municipios de Ciudad Valles y Tamuin, por lo que se considera que el proyecto no tendrá relación con las mismas.

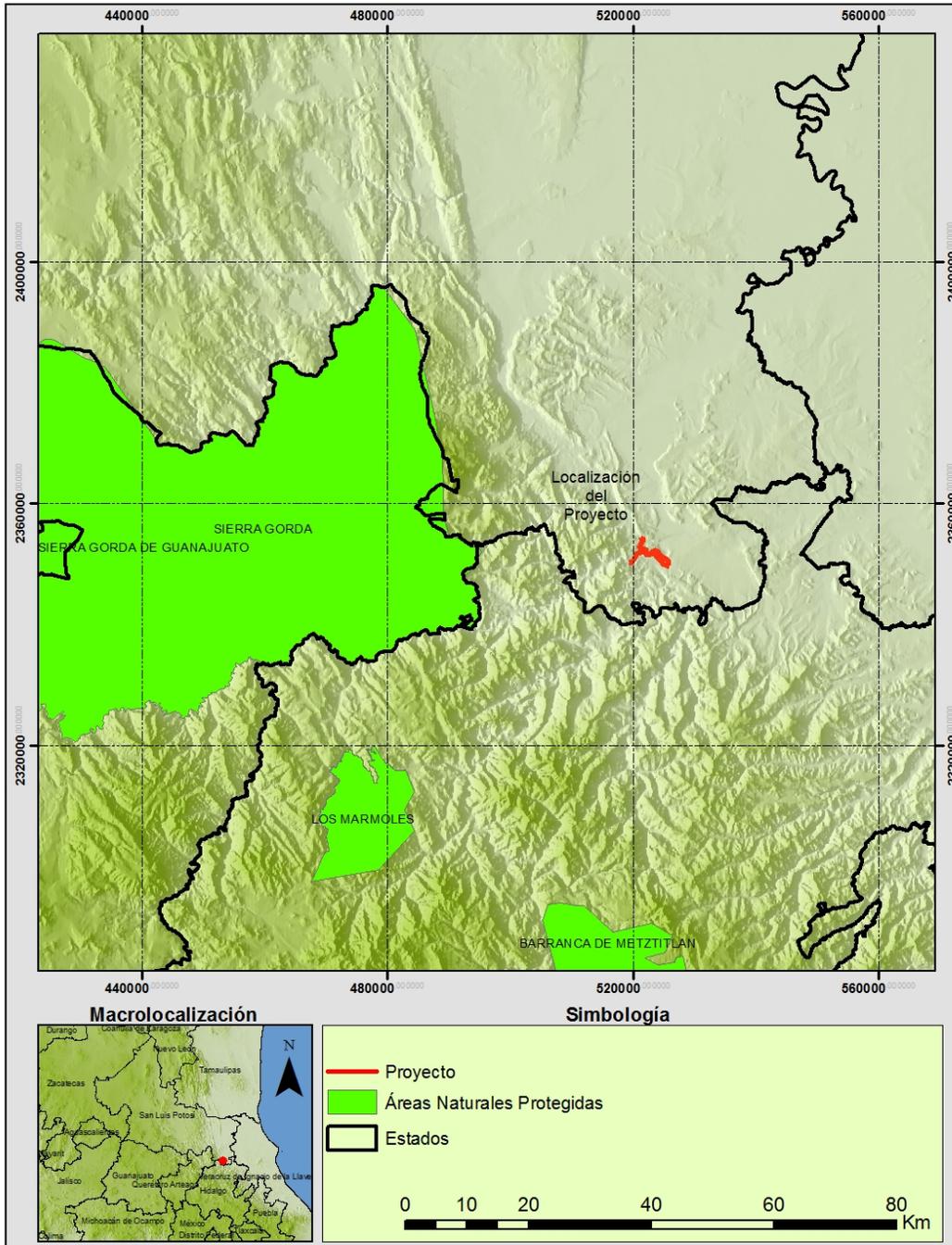


Figura III.2.Ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas más cercanas

III.4.5.1. Otras zonas de importancia ambiental

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP's forman parte del Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Dentro de este Programa, particularmente el Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación

De acuerdo con la distribución de las RTP's, el proyecto se encuentra en los límites de la denominada **Sierra Gorda-Río Moctezuma** (Figura III.3), cuya importancia radica en su alta diversidad de tipos de vegetación rica en endemismos, incluye zonas secas y húmedas cálidas y frescas cubierta en su mayoría por matorrales xerófilos y porciones de bosques de montaña, tropical caducifolio, subperennifolio y perennifolio. La riqueza biológica dentro de esta región incluye la vegetación de los cañones que forman los afluentes del Pánuco: el Amajac-Moctezuma y el Santa María-Tampaón. Hacia el norte de esta RTP se encuentra incluida la **Reserva de la Biósfera Sierra Gorda**, ANP decretada en 1997.

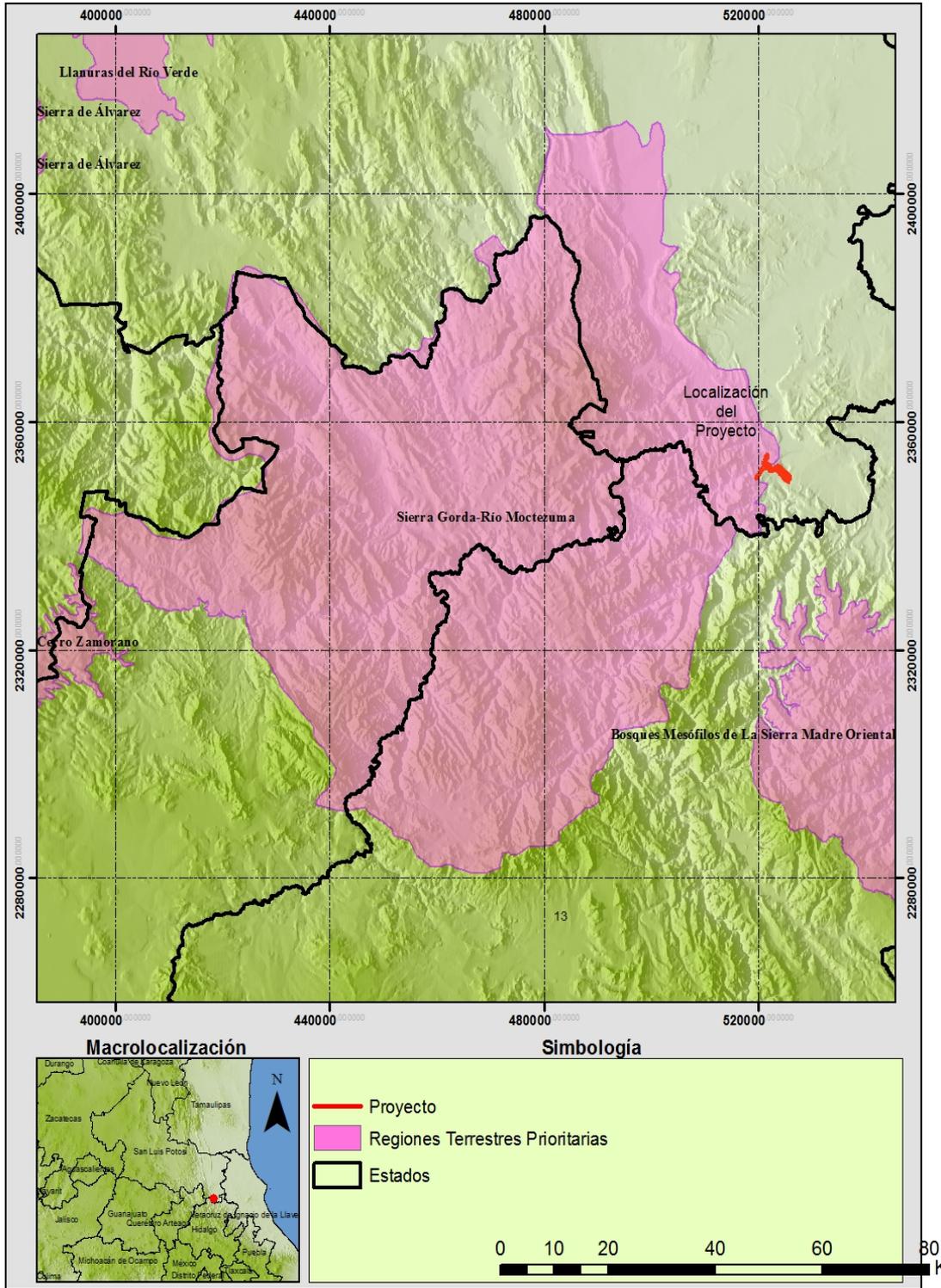


Figura III.3. Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Se considera que, en términos generales, la RTP está relativamente bien conservada, salvo los sectores más húmedos, donde la presión de la agricultura y de la ganadería es fuerte. Existe un severo impacto debido a la construcción de la presa de Zimapán. En la Sierra Gorda existe tala clandestina que genera abatimiento y contaminación de fuentes de agua. La caza ilegal está presionando las poblaciones de especies importantes. Sin embargo, dada la ubicación del proyecto, en los límites de la RTP y su vinculación con el centro de población de Tamazunchale, no se prevé que su desarrollo implique afectación alguna a las condiciones naturales de dicha RTP.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

La CONABIO estableció el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Respecto a las RHP, el proyecto se ubica en la denominada **Confluencia de Las Huastecas**, la cual presenta una problemática relacionada con la modificación del entorno, donde las zonas bien conservadas son de difícil acceso, pero hay tala inmoderada y sobreexplotación del manto freático por una fábrica de refrescos; se presenta contaminación por manganeso, mercurio, coliformes, derivados del beneficio del café (alta DBO); hay sobreexplotación de acuíferos que limitan la recarga de mantos freáticos para el abastecimiento de agua industrial, urbana y presas; se identifican algunos manejos inadecuados por parte de ingenios azucareros, así como reforestación con especies exóticas de *Eucalyptus* spp., cacería furtiva y actividades asociadas a la minería y yacimientos de petroleros (Figura III.4).

Por lo anterior, en materia de conservación se requiere controlar al ecoturismo y a la embotelladora de refrescos. Se recomienda la conservación de las zonas que todavía no han sido alteradas, pues dentro de la RHP se encuentran la **Reserva de la Biosfera Sierra de Abra Tanchipa** y el **Parque Nacional Los Mármoles**. Asimismo, es necesario ampliar el conocimiento limnológico y concretar las prioridades y necesidades de la zona.

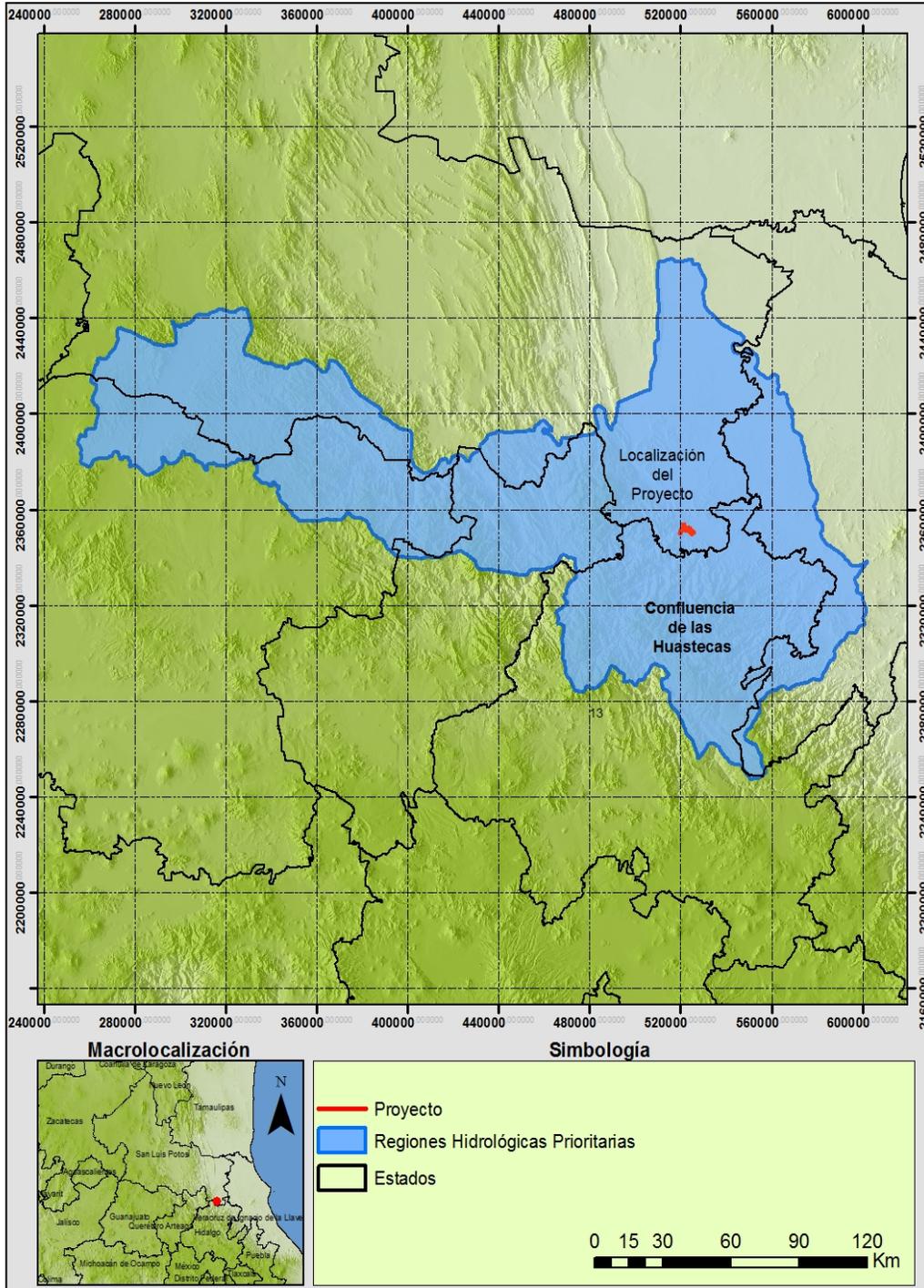


Figura III.4. Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

De lo anterior, cabe señalar que dentro de las obras y actividades del proyecto no se contempla la extracción de agua que pudiera afectar los niveles del manto freático, ya que el agua que se requerirá para llevar a cabo la construcción del proyecto se comprará y será abastecida con pipas.

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

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Al respecto, el proyecto no se encuentra dentro de algún AICA; las más cercanas corresponden a la **Reserva de la Biósfera Sierra Gorda** y a **Tlanchinol**, que se ubican cada una aproximadamente a 25 Km del sitio, en los estados de Querétaro e Hidalgo respectivamente (Figura III.5).

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”

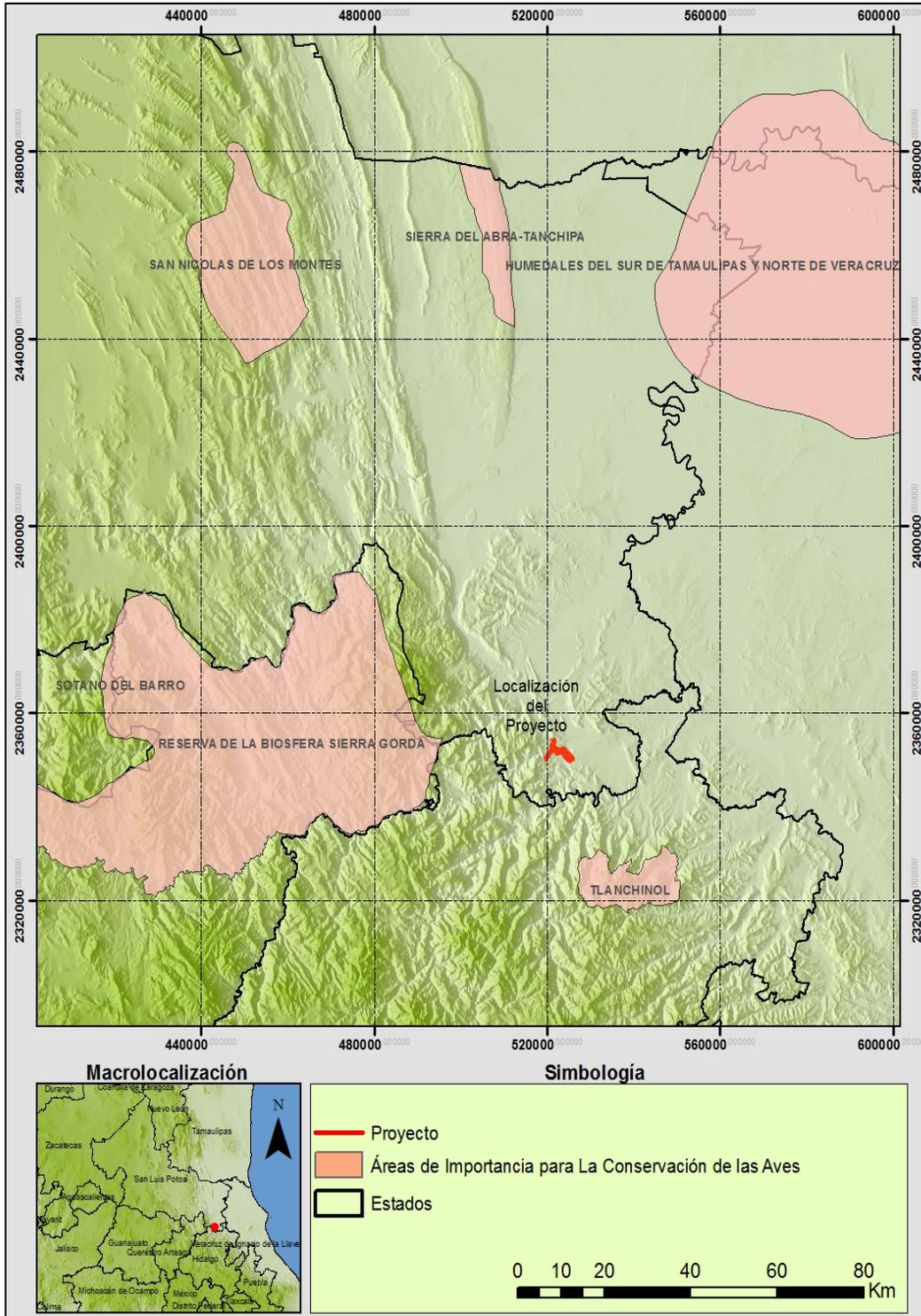


Figura III.5.Ubicación del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Es importante señalar que, las áreas de importancia ambiental establecidas por la CONABIO no corresponde a instrumentos normativos de observancia obligatoria, en virtud de que no se encuentran decretados ni tienen vigencia jurídica, por lo que en este sentido no representan restricción alguna para el proyecto; sin embargo, se recomienda su consideración, a fin de evidenciar que el desarrollo del proyecto no favorecerá el deterioro ambiental de la región.

III.5. Conclusión

Considerando todo lo antes mencionado, es posible afirmar que el proyecto se ajusta a lo establecido en los diferentes instrumentos jurídicos y de ordenamiento del territorio aplicables al tipo de proyecto y al sitio donde se desarrollará.

Con base en los razonamientos expuestos, se establece que el proyecto no se contrapone con ninguna disposición ambiental, por lo que jurídicamente el proyecto propuesto es viable.

Capítulo IV

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

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

Introducción

El objetivo del presente capítulo es atender a lo requerido en el Artículo 13, numeral IV del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA) que indica:

“La Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional deberá contener la siguiente información:

...IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro de la región..”

Para dar cabal cumplimiento al REIA se deberá delimitar un espacio geográfico denominado Sistema Ambiental Regional; la intención de delimitar un Sistema Ambiental Regional es la de recopilar información necesaria para describir el medio ambiente existente y establecer una línea de base, que permita predecir los cambios que surgirían si se implementa el proyecto indicando las tendencias de los componentes ambientales a través de espacio y tiempo. El propósito de cubrir una superficie amplia que no se limite al área donde se desarrollará el proyecto, es el de incluir una indicación de la magnitud de los impactos ambientales y de su forma, especialmente los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales.

Dado que no existe una definición legal de concepto *Sistema Ambiental Regional*, para efectos de la presente manifestación de impacto ambiental se entiende como:

Espacio finito constituido por el conjunto de componentes naturales (estructurales y procesos) que existen en un territorio determinado y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Esta noción permite identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan el funcionamiento de dicho conjunto y efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente, la población y sus actividades.¹

Considerando que uno de los principales objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental es garantizar que el desarrollo del proyecto no tendrá consecuencias negativas para el medio ambiente en la escala regional, no de polígono o de actividades concretas, es necesaria la integración de información en distintos niveles, empleando la escala territorial correcta. (Una evaluación a nivel regional permite identificar una gama mayor de impactos ambientales p. ej algunos impactos del uso de recursos –uso de agua y combustible- pueden ser significativos a escala regional pero no a nivel de proyecto

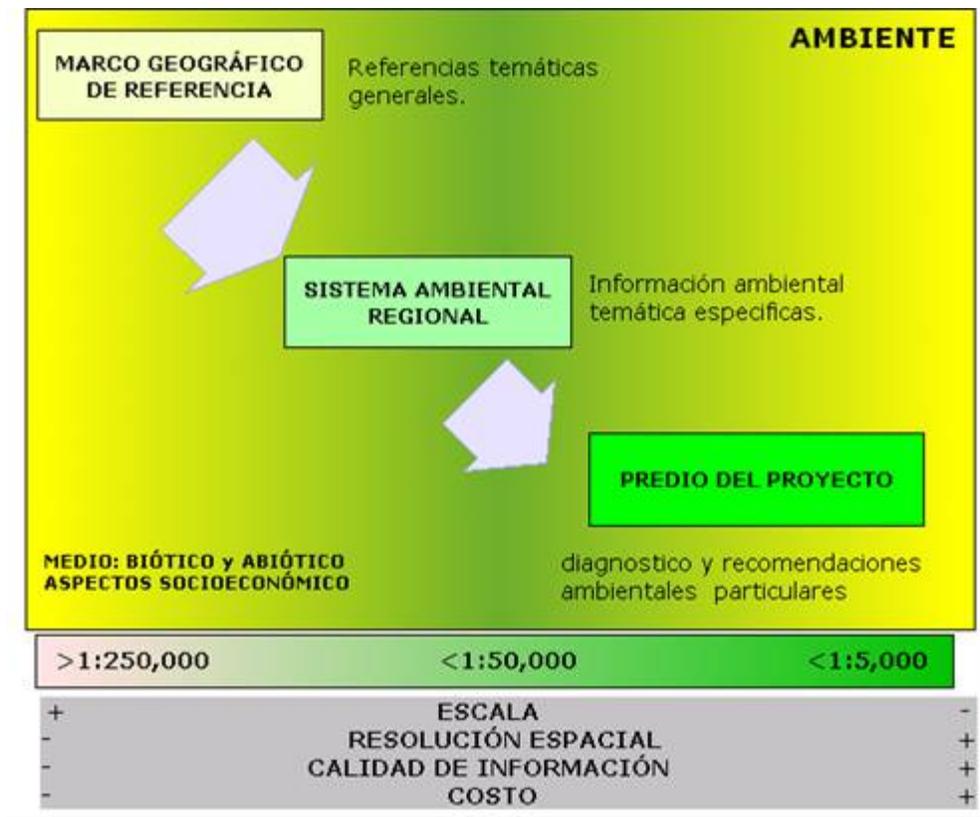


Figura 0.1. Integración del sistema de información ambiental

¹ Manual de gestión ambiental de centrales térmicas convencionales para generación de energía eléctrica. Subsecretaría de Energía. Argentina. Marzo 1990.
http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/manuales_gestion_ambiental/Centrales%20Termicas.doc.

Delimitación del Sistema Ambiental Regional y el área de estudio

El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional del proyecto *“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”* es considerado como *el espacio geográfico delimitado e integrado estructural y funcionalmente*. Este SAR se definió desde un enfoque ecosistémico considerando las características de los componentes y procesos ambientales que potencialmente interactuarán con el proyecto, de conformidad con lo solicitado en el Artículo 30 de la LGEEPA² estableciendo la interacción que habrá entre el proyecto y su medio circundante (área de influencia); así mismo conocer en que medida las diferentes actividades y obras que se realizarán en el proyecto afectarán a los atributos ambientales con el objeto de evaluarlos en el capítulo V de este documento, y finalmente, en que sentido éstos últimos pueden tener interacción con las características de la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas por el proyecto.

La delimitación se inició a partir de la conceptualización y planificación del propio proyecto, utilizando la experiencia nacional e internacional que existe sobre este tipo de proyectos para prever el alcance de sus posibles impactos ambientales y sociales en el ámbito local y regional.

El desarrollo de propuesta de Sistema Ambiental considero en primer lugar la viabilidad del proyecto en relación con los instrumentos de planeación y/o normativos aplicables ;la interacción del proyecto con los factores indicados en la Figura 0.2; así como las posibles modificaciones que podría implicar la implementación del mismo sobre recursos como el agua superficial/subterránea y la vegetación, y en procesos como la estabilidad de las geoformas y biodiversidad, adicionalmente se considero la interacción con otros proyectos y actividades establecidas en la zona

² 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.*

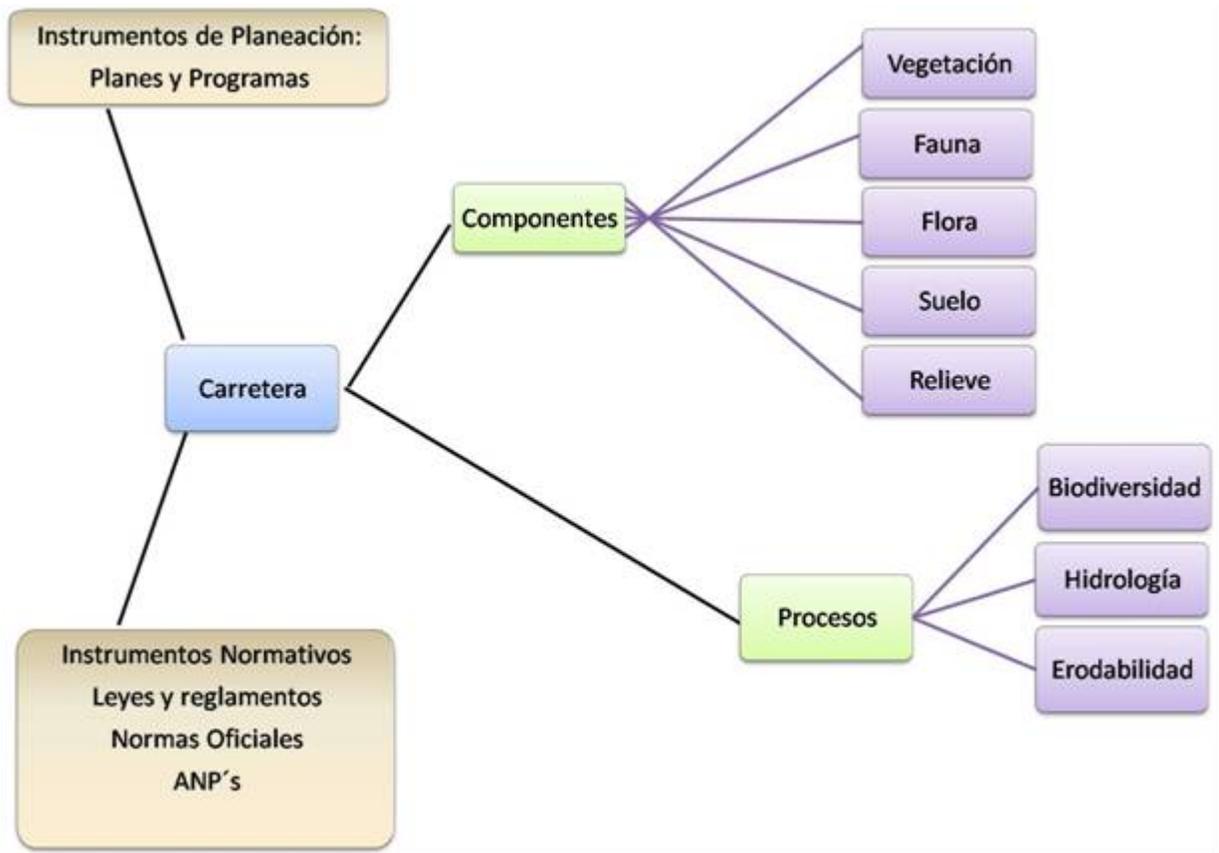


Figura 0.2. Componentes y procesos ambientales empleados en la definición del SAR del proyecto

De lo anterior se desprende que:

- El proyecto "Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí" es viable y se ajusta a los señalamientos del Plan Estatal de Desarrollo 2003-2009 San Luis Potosí y el Plan Municipal de Desarrollo de Tamazunchale, San Luis Potosí.
- El proyecto no se ubica dentro de ningún Área Natural Protegida
- El proyecto se ubica dentro de :
 - La Región Terrestre Prioritaria RTP-101 "Sierra Gorda-Río Moctezuma"
 - La Región Hidrológica Prioritaria RHP-75 "Confluencia de las Huastecas"
- Se ubica dentro de la Cuenca "Río Moctezuma"; el rasgo hidrográfico más importante es el Río con el mismo nombre
- La actividad económica más importante es la Agricultura

- El proyecto se intercomunicará con la Carretera Federal 85 y con la Carretera Federal 102.

Se observó una homogeneidad de las características ambientales en una amplia superficie, por lo que se determinó considerar como delimitante del SAR las microcuencas de aportación hidrológica, denominadas “Tamazunchale y Colonia Buenos Aires”

Cabe resaltar que se consideró como límite a la microcuenca bajo un enfoque social, y ambiental, además del enfoque territorial e hidrológico tradicionalmente considerado. Así, la microcuenca se define como *“la unidad mínima de planificación dentro de una cuenca, debido a su pequeña extensión territorial”*

En la microcuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (relacionados a los patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales)

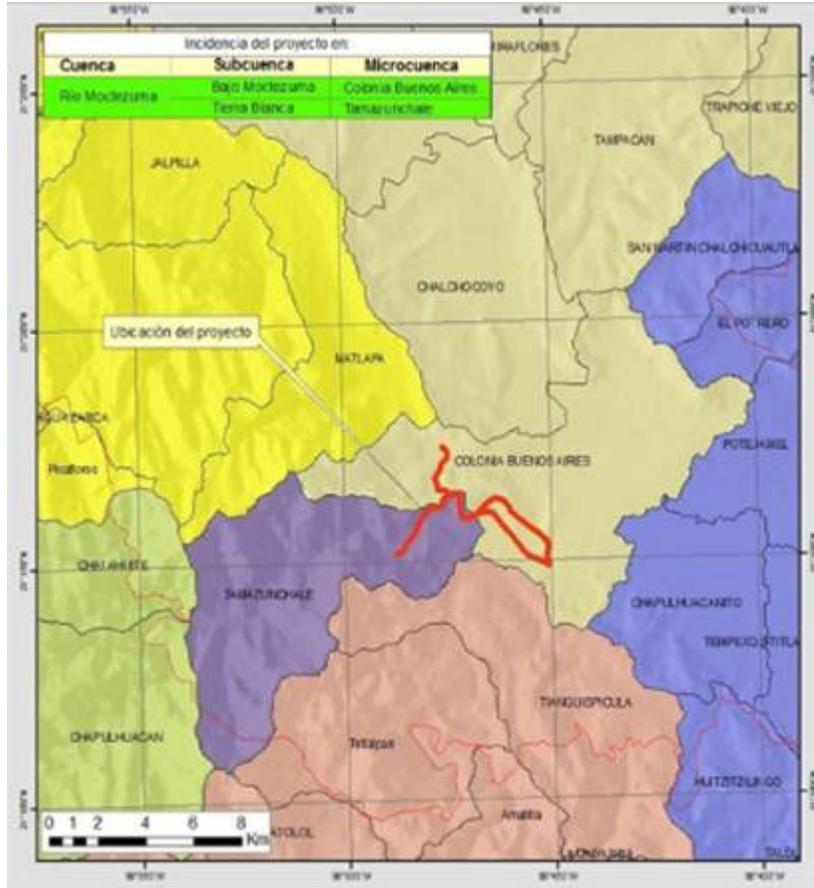


Figura 0.3 Ubicación del proyecto en relación con las microcuencas Tamazunchale y Colonia Buenos Aires

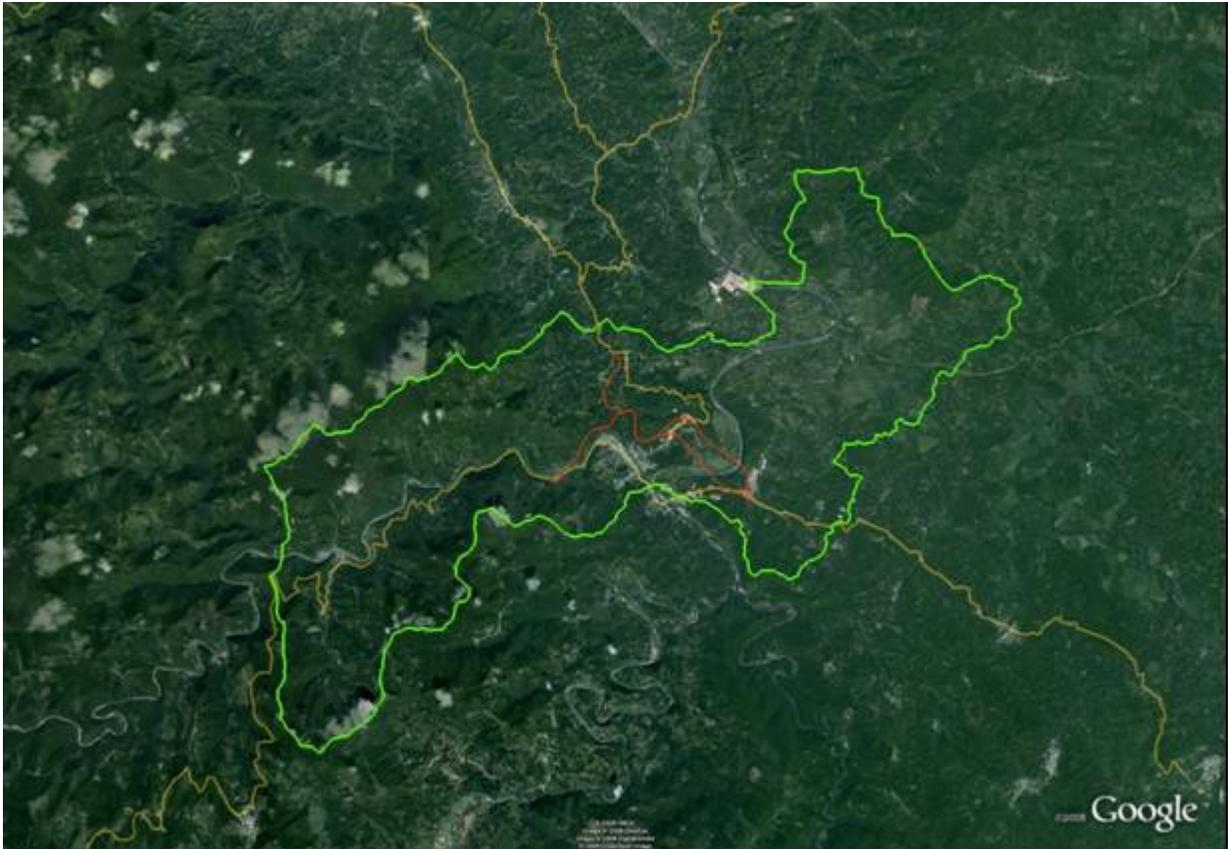


Figura 0.4. Delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto *“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”*

Las características presentes en las Microcuencas Hidrológicas, tienen relación directa con los componentes ambientales localizados dentro de ellas, tal es el caso del tipo de relieve, vegetación, clima, suelo y fauna; de tal forma que el sistema ambiental regional presenta un grado de homogeneidad que permite hacer el análisis cabal de los impactos ocasionados por el proyecto y las medidas requeridas para su prevención, mitigación o compensación.

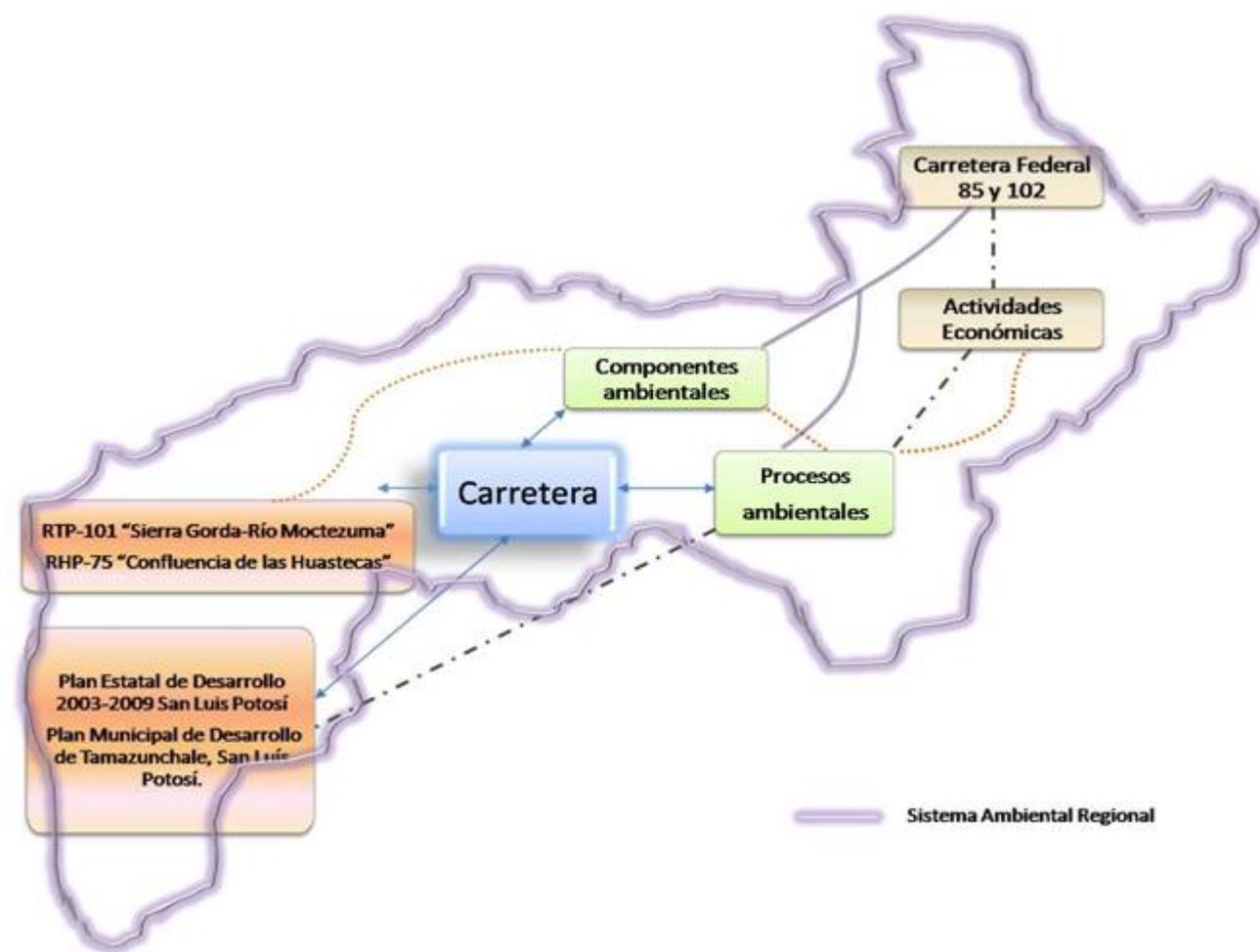


Figura 0.5. Representación de las principales interacciones que se desarrollan en el SAR

En vista de que el objetivo principal la evaluación de impacto ambiental es reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente derivados de la ejecución de las obras y actividades establecidas en el Artículo 28 de la LGEEPA y en el Artículo 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se delimitó como área de estudio; a la superficie donde se desarrollará el proyecto, toda vez que en esta superficie se concentrarán todas las acciones que puedan causar desequilibrios ecológicos mismas que, han sido descritas en el Capítulo II del presente documento

La descripción de todos los elementos ambientales en donde se desarrolla el SAR se presenta a continuación:

Caracterización y análisis del sistema ambiental

Aspectos abióticos

En la siguiente sección se describen las variables físicas prevaecientes en el Sistema Ambiental Regional y en el área de estudio, proporcionando con ello un elemento más para completar el escenario de las condiciones actuales del predio.

Clima

En el municipio de Tamazunchale predominan dos tipos de clima de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1973), en la región Norte es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano AC(w), con una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación total anual de 1,693 mm; el mes más caluroso es junio y el más frío es enero, el mes con más precipitación es septiembre y el más seco es febrero. La región Sur por otro lado presenta un clima semicálido con lluvias todo el año (ACf) con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación total anual de 1,938 mm; el mes más caluroso es junio, el mes con más precipitación es septiembre y el mes más seco es diciembre. Las constantes precipitaciones pluviales permiten la existencia de corrientes perennes (ver Figura IV.10).

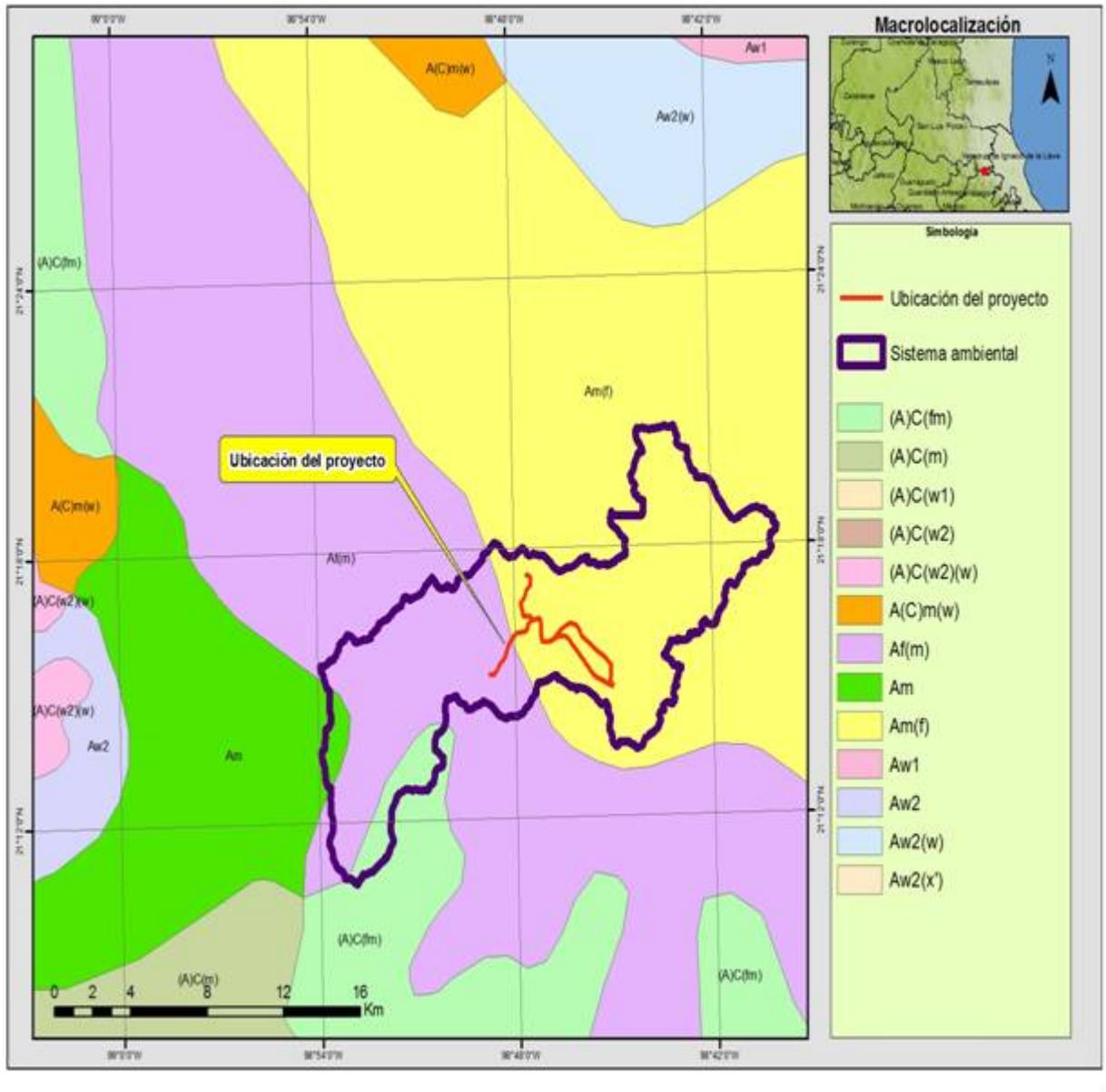


Figura 0.6. Tipo de clima predominante en el Municipio de Tamazunchale.

Con el propósito de obtener datos más detallados se obtuvo la información procesada del Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC III), del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), la cual fue actualizada en el Servicio Meteorológico Nacional, así como de la Dirección Local en el Estado de San Luis Potosí de la CONAGUA.

Las estaciones seleccionadas para los fines del estudio hidrológico, por su ubicación respecto a la zona y la cantidad y calidad de sus datos, son las estaciones: Temamatla (24-091), Tierra Blanca (24-092), Chapulucanito (24-122) y Tamazunchale (24-138). De estas estaciones, la que cuenta con pluviógrafo es la segunda, por lo que sus datos de intensidad de la lluvia fueron utilizados en el presente estudio (Tabla IV.1).

Tabla 0.1 Estaciones climatológicas cercanas al área de estudio

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS					
Clave	Nombre	Localización		Periodo de registro	Precipitación media (mm)
		Latitud	Longitud		
24-091	Temamatla	21° 14' 27.6"	98° 45' 32.4"	1961-2006	1981.9
24-092	Tierra Blanca	21° 13' 30"	98° 53' 31"	1961-2007	1917.0
24-122	Chapulucanito	21° 13' 12"	98° 40' 26"	1972-2006	1824.8
24-138	Tamazunchale	21° 17' 49.2"	98° 47' 16.8"	1962-2002	1525.2
OBSERVATORIO					
Clave	Nombre	Localización		Periodo de registro	Estado
		Latitud	Longitud		
SCT	Tierra Blanca	21° 13' 30"	98° 53' 31"	1961-2007	San Luis Potosí

La temperatura media anual en la estación que opera en Tamazunchale, que comprenden el periodo de 1962 a 2002, es de 20.9 °C; los meses más cálidos son los de mayo a agosto, con temperaturas mayores a los 24 °C y los meses menos cálidos de diciembre a febrero con registros promedio menores a 17 °C.

La temperatura promedio mensual y temperatura mínima extrema mensual, registrada en los 5 años por la Estación Meteorológica clave 24137 ubicada en Tamazunchale, S.L.P. Los meses más cálidos son de abril a septiembre con temperaturas promedio desde los 24.2°C hasta los 32.9°C, mientras que los meses más fríos presentan temperaturas promedio que oscilan entre los 17.9°C y los 21.1°C en los meses de diciembre y enero.

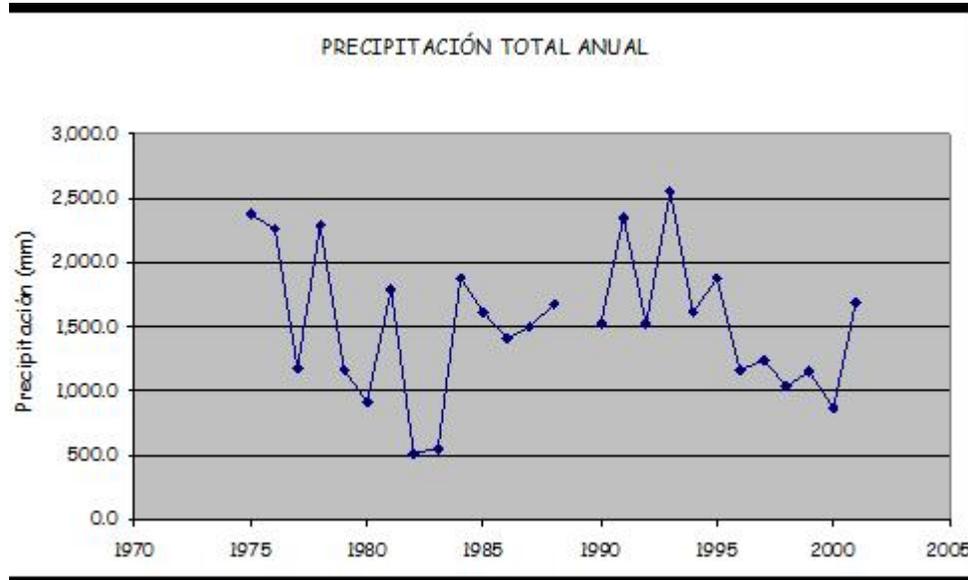
El conocimiento del clima se basa en el análisis de datos obtenidos en estaciones de observación, denominadas climatológicas, las cuales operan según lineamientos previamente establecidos para dar homogeneidad a la información generada, y de acuerdo a parámetros dictaminados por las autoridades responsables, en este caso la Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional, perteneciente a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Precipitación

La precipitación es el principal elemento del ciclo hidrológico y se encuentra íntimamente ligada con el proceso del escurrimiento, puesto que en la medida que las descargas pluviales saturan el suelo, se inicia la escorrentía directa.

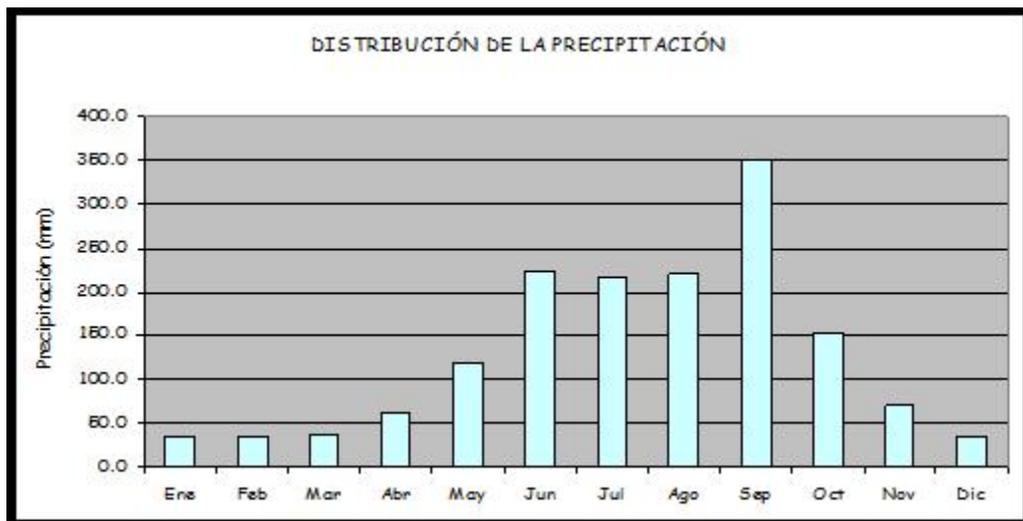
La precipitación media anual en la zona de interés se estimó con base en los datos registrados en cuatro estaciones climatológicas, cuyas láminas medias anuales de lluvia son de 1,981.8 mm en Temamatla, 1,917.0 mm en la estación Tierra Blanca, 1,824.8 mm en Chapuluacanito y 1,525.2 mm en Tamazunchale. Para fines del presente estudio se considera una precipitación anual del orden de los 1,800 mm, que es el promedio aproximado de las estaciones.

La historia de datos de lluvias anuales presentan variaciones importantes, como se puede observar en las figuras de precipitación total; las precipitaciones anuales máximas, registradas en la zona fueron de 3,008.0 mm en Temamatla (1984), 2,747.2 mm en Tierra Blanca (1993), 2,686.5 en Chapuluacanito (1984) y de 2,544.6 mm en Tamazunchale (1993). Los menores registros de lluvia en esta región se encuentran en esta última localidad con datos del orden de 500 mm, aunque en las demás estaciones, no muy alejadas, los mínimos anuales son del orden de los 900 mm.



Gráfica 0.1. Precipitación anual en el área de estudio

La distribución anual de la precipitación presenta una temporada de lluvias muy bien definida de junio a octubre, con láminas de lluvia mensuales superiores a 150 mm y destacando septiembre con más de 350 mm. El periodo menos húmedo del año es de diciembre a marzo, con alturas de lluvia inferiores a los 50 mm, que es la temporada recomendada para la ejecución de obras de todo tipo.



Gráfica 0.2. Distribución de la precipitación

Los máximos registros de lluvia en 24 horas en esta zona, de acuerdo a los datos disponibles, fueron de 420.5 mm en Chapuluacanito en agosto de 1990, seguido por otro de 374.9 mm en Temamatla, también en agosto pero de 1967 y por una lámina de 371.2 mm, que también tuvo lugar en agosto de 1990, en Tierra Blanca.

Fenómenos Climatológicos

El área reporta como único fenómeno climático las Heladas, las cuales presentan una frecuencia muy baja, de cero a dos días anuales en los años más fríos durante los meses de diciembre y enero.

Orografía

El municipio de Tamazunchale presenta zonas elevadas en la parte este, particularmente el Sistema Ambiental Regional del proyecto *“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”* registra en la zona de Moctezuma las curvas de nivel más elevadas.

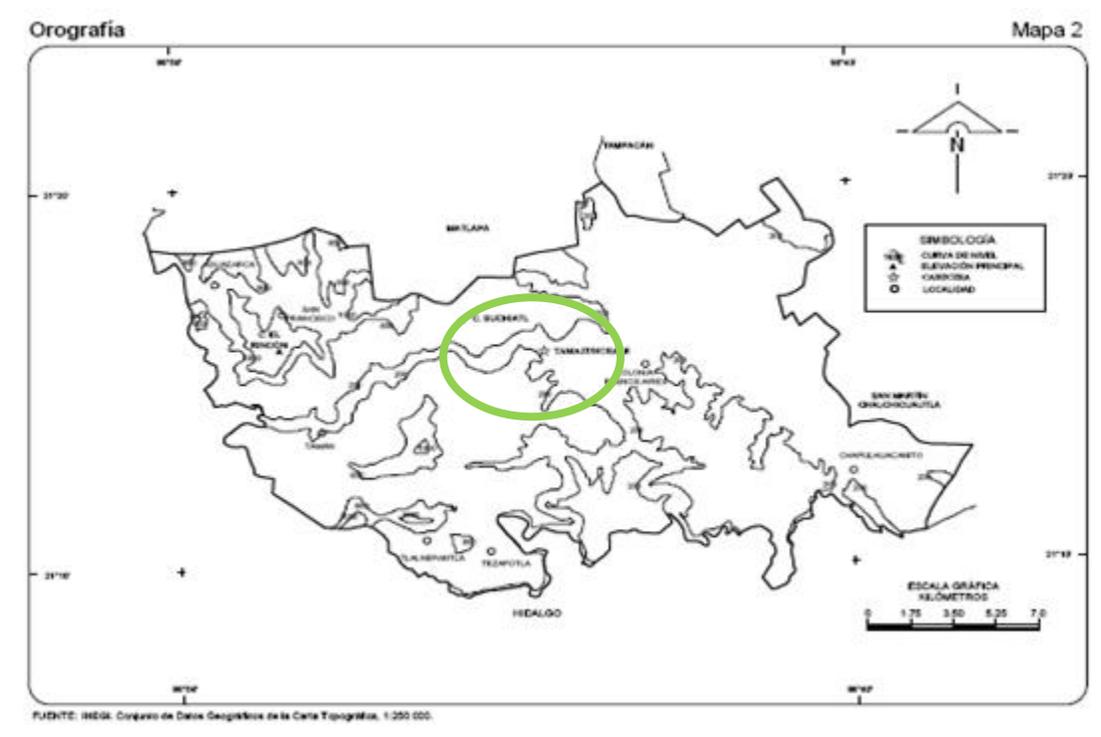


Figura 0.7. Mapa de la Orografía de Tamazunchale, San Luis Potosí.

Fisiografía

El municipio de Tamazunchale se localiza en la “Subprovincia Carso Huasteco” (ver Figura IV.8.).

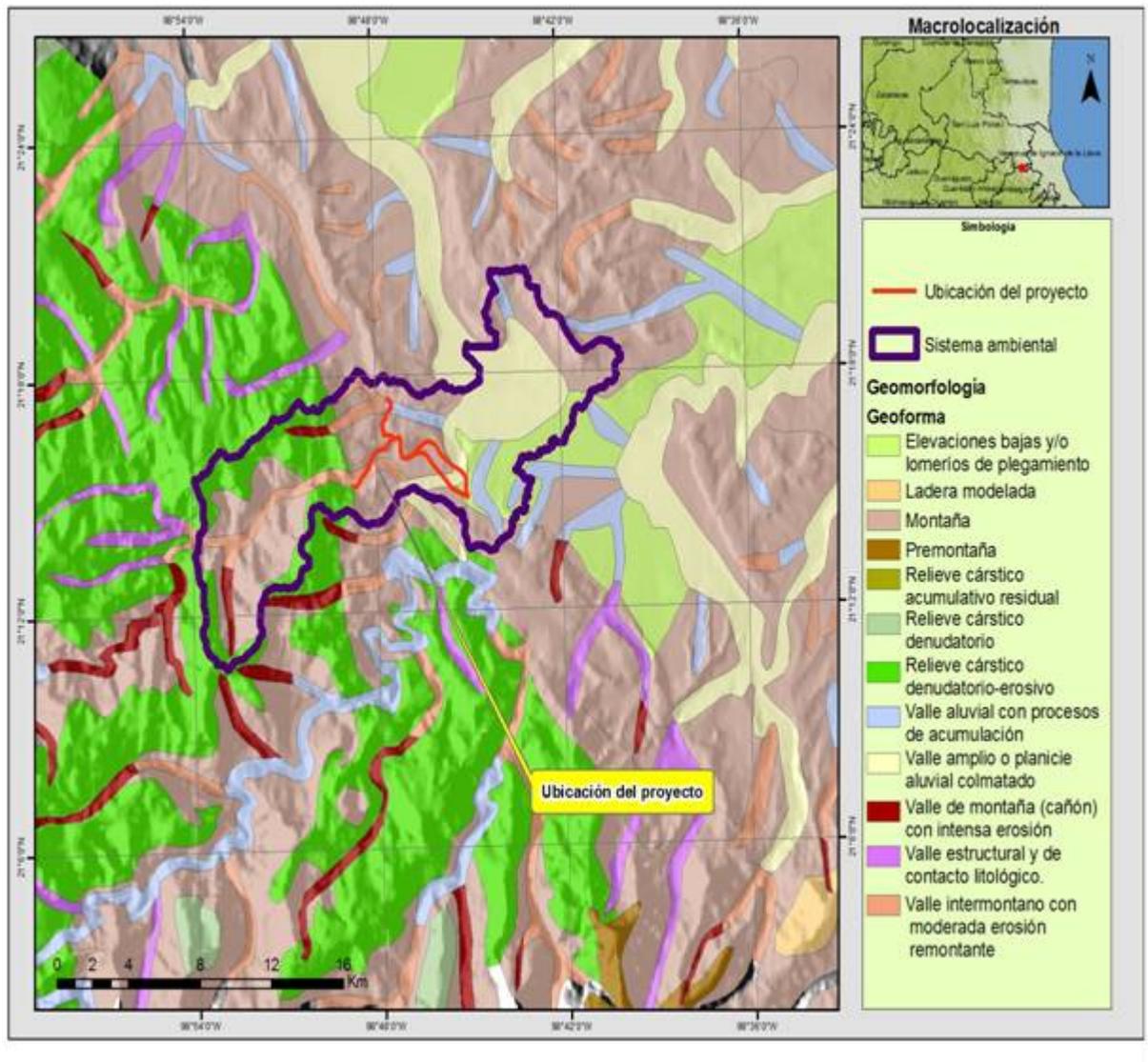


Figura 0.8. Mapa de la Fisiografía de Tamazunchale, San Luis Potosí.

Geología

De acuerdo a los análisis realizados sobre el área de estudio el proyecto "Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí" se asienta sobre terrenos correspondientes a las unidades litológicas de caliza-lutita, lutita y lutita-arenisca, por lo que la posición de los estratos tendrá una especial importancia para la estabilidad de las terracerías, así como de los taludes que se construirán, ya que es posible que en ocasiones los estratos puedan estar inclinados en dirección de la carretera, deslizarse en ese sentido y ocasionar accidentes; para evitar esta situación será necesario llevar a cabo estudios geológicos y geotécnicos de detalle que proporcionen soluciones de ingeniería para la estabilización de los taludes (ver Figura IV.9.).

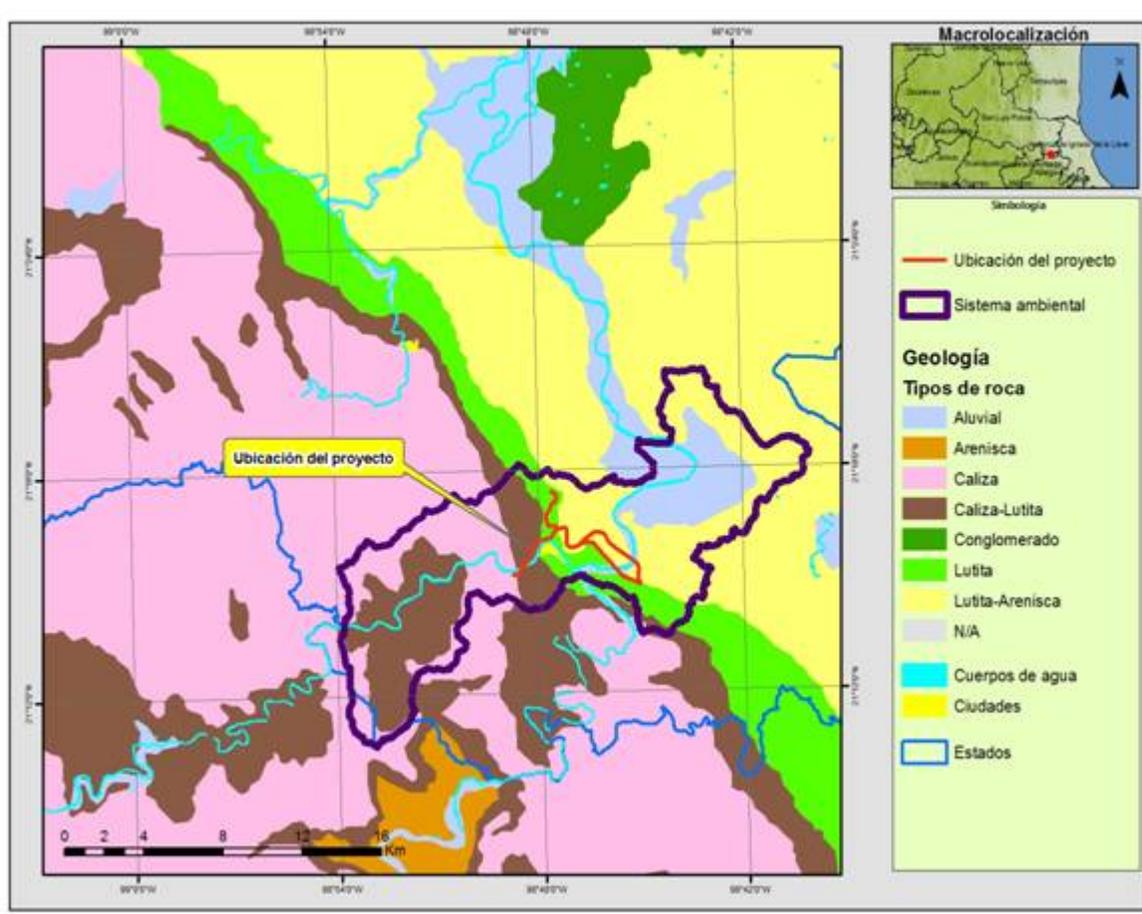


Figura 0.9. Mapa geológico del SAR.

Suelos

El tipo de suelo que predominan en el SAR es del tipo rendzina, poco profundos y pegajosos, en colores oscuros y rojizos con abundante contenido de materia orgánica, hacia el noroeste hay vertisoles negros o grises casi siempre muy fértiles, hacia la parte sur hay litosoles con una profundidad menor a 10 cm y finalmente en la parte norte en los márgenes del Río Moctezuma se encuentran fluvisoles con altas cantidades de sal.

Particularmente en el área de estudio el tipo de suelo es rendzina de formación aluvial. Este tipo de suelo es apto para ganadería y agricultura. El suelo corresponde a Rendzina-Litosol, clasificado como E+1/2L en el que Rendzina es un suelo dominante asociado con Litosol como suelo secundario, la textura media y fase lítica, es decir limitados por afloramiento de la roca caliza de tipo sedimentario.

La Rendzina presente en el área es un suelo somero de 0 a 15 cm. de profundidad, con una capa superficial rica en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre la roca caliza, asimismo se considera que es un suelo arcilloso y pedregoso. No obstante que es un suelo con muy poca profundidad, soporta la vegetación tipo selva mediana subperennifolia del área gracias a su fertilidad y a las abundantes grietas y fracturas de la roca caliza que le proveen anclaje a las raíces arbóreas.

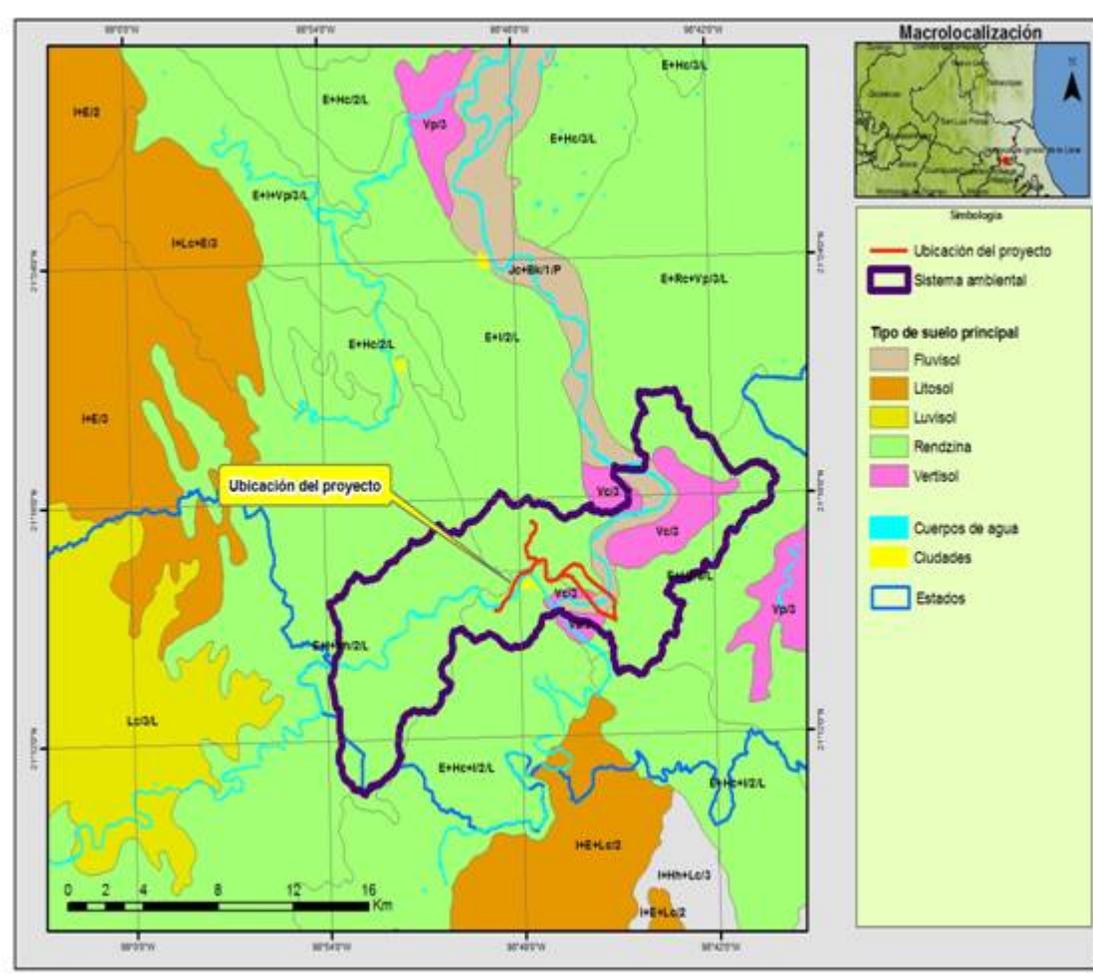


Figura 0.10. Tipo de suelo que predominante en el SAR

Hidrología

La zona donde se pretende ubicar el proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 26 denominada Pánuco y correspondiente a la vertiente Oriental o del Golfo de México; esta región hidrológica limita al norte con la región 25 Río San Fernando de la misma vertiente, y al sur con la región 27 Tuxpan-Nautla. Más específicamente, el trazo del proyecto se encuentra en la porción centro sur de la cuenca Río Moctezuma.

Las obras que se proyectan tienen una estrecha relación con el río Moctezuma, puesto que los trazos definidos deberán cruzar dicho cuerpo de agua, en dos puntos (ver Figura IV.12.).

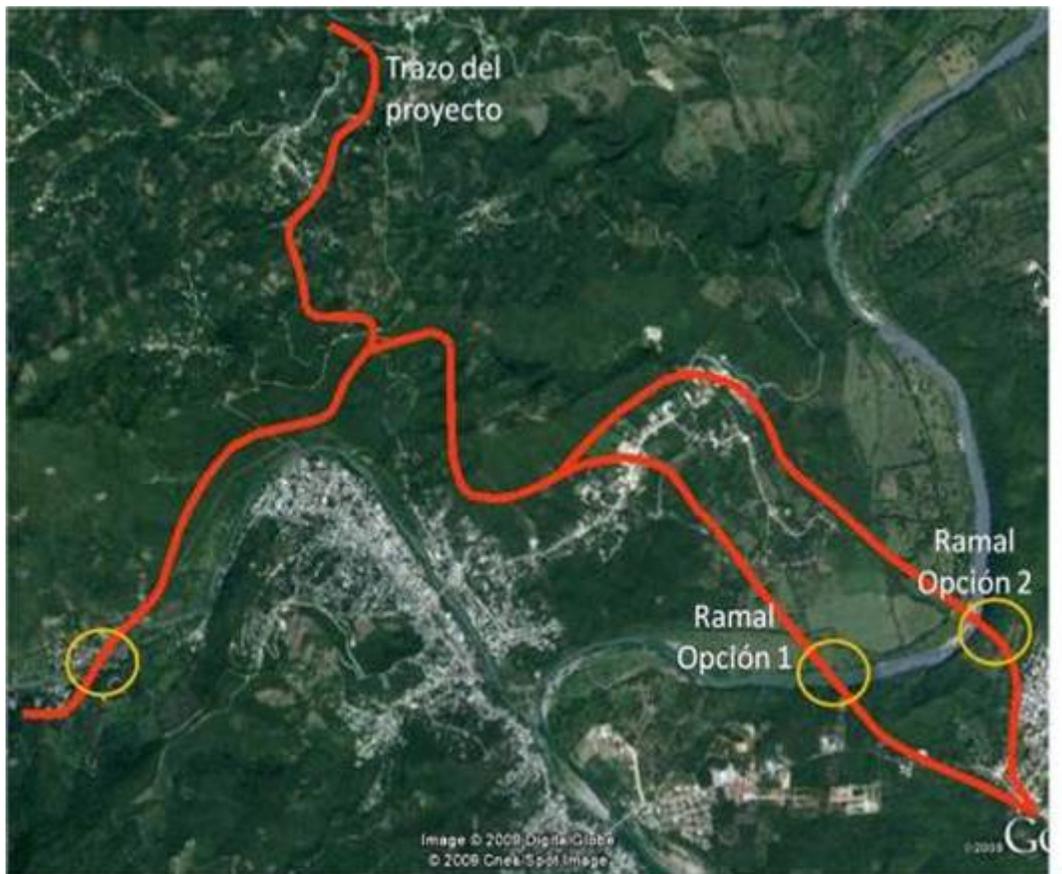


Figura 0.12. Cruces del trazo del proyecto y las 2 opciones de ramal con el Río Moctezuma

En la zona de estudio, el río presenta una trayectoria ondulante, tanto en la sierra donde está determinada por el accidentado relieve de ésta, como en la planicie, por donde sigue su recorrido con dirección al noreste y forma al río Pánuco.

Tomando en cuenta que el proyecto se encuentra directamente involucrado con el río Moctezuma se realizó un estudio hidrológico a partir del cual se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Para elaborar el estudio se dividió el área de estudio en pequeñas microcuencas que pueden ser modificadas con la construcción del proyecto. En la Figura IV.13 se observa la delimitación de las microcuencas hidrográficas existentes en las franjas de terreno donde se ubicará el eje del proyecto. De éstas, doce corresponden al trazo del libramiento y las otras ocho tienen relación con una o ambas opciones del ramal del mismo.

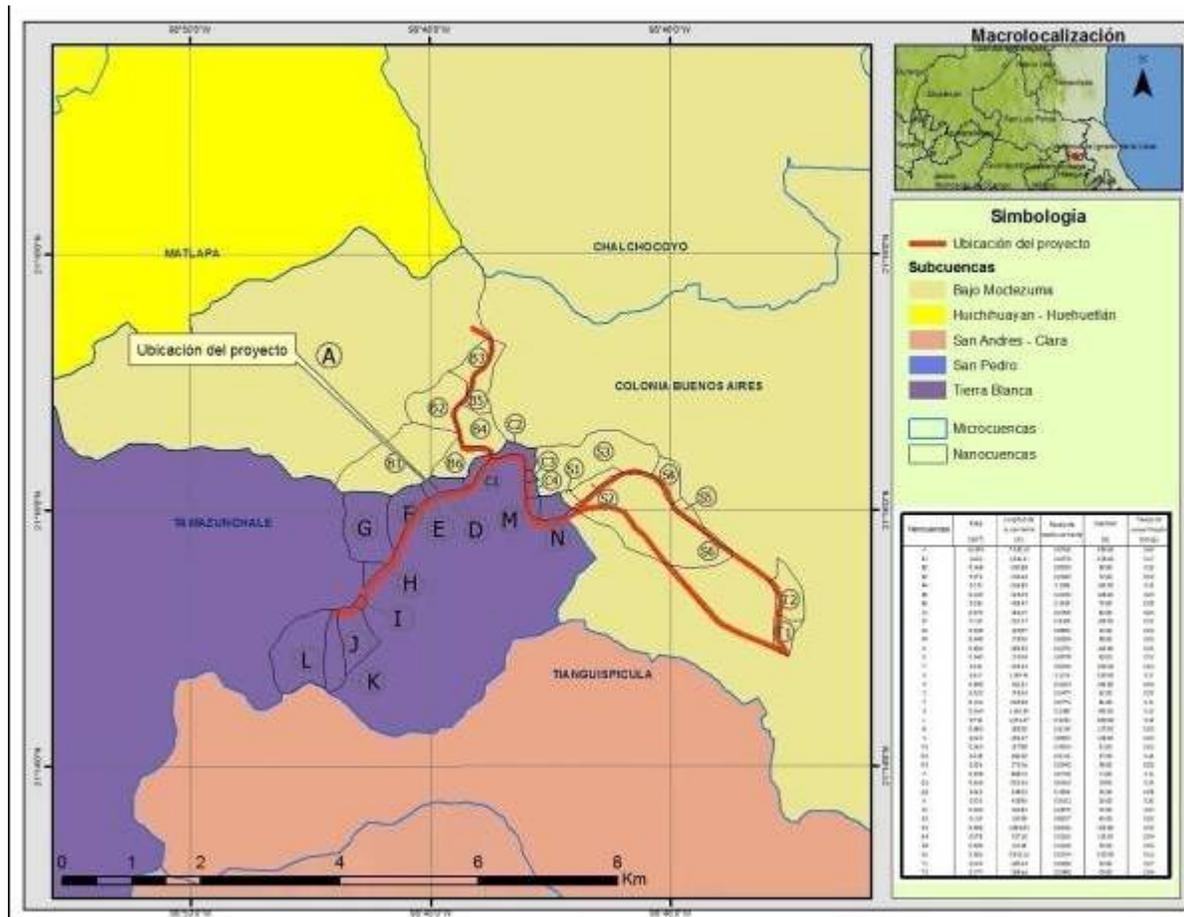


Figura 0.13. Microcuencas hidrográficas delimitadas para el proyecto

La delimitación de estas microcuencas permitió conocer la superficie de aportación hacia el cuerpo receptor de agua, que en este caso es el río Moctezuma; la mayor parte de estas microcuencas están asociadas a una corriente o escurrimiento principal, sin embargo otras por su tamaño, integran a varios escurrimientos pequeños³.

³ A este tipo de microcuencas se les conoce como integradas y a las segundas como no integradas.

Las 20 microcuencas consideradas se clasificaron con letras; las relacionadas con el trazo del libramiento comprenden de la A a la L, nominadas de norte a sur. El ramal del libramiento cuenta con dos opciones de trazo, pero tiene microcuencas comunes, que son la M y N, que como las demás drenan hacia el Moctezuma; adicionalmente la opción 1 tiene las microcuencas O a la R y la opción 2 las microcuencas S y T; todas descargan al río Moctezuma, aguas abajo de la confluencia del río Amajac.

A partir de la delimitación de las microcuencas se determinó las características físicas de las microcuencas en su estado actual resultados que fueron resumidos en la Tabla IV.2 y en la Tabla 0.3 y que incluyen la información de las microcuencas que están relacionadas con el cruce de agua en el trazo carretero, asimismo en dichas tablas se aprovecha la información generada al respecto, para calcular también el tiempo de concentración a las primeras se les conoce como integradas y a las segundas como no integradas.⁴

⁴ La medición de las veinte microcuencas fue realizada a su proyección horizontal, mediante el programa de dibujo AutoCAD versión 2007, sobre la delimitación trazada en las cartas topográficas del INEGI, a escala 1:50,000, hojas Tamazunchale y Chapulhuacán, con claves F14-D-31 y F14-D-41, versión del año 2002, con base a fotografías aéreas obtenidas en abril del año 2000.

Tabla 0.2.Características físicas de microcuencas condiciones actuales

Microcuenca	Área (Km ²)	Longitud de la corriente (m)	Pendiente media corriente	Desnivel (m)	Tiempo de concentración (horas)
A	12.835	7,382.19	0.0768	980.00	0.83
B	2.481	3,763.40	0.0485	380.00	0.59
C	0.695	761.02	0.0906	85.00	0.14
D	0.136	254.34	0.6769	180.00	0.03
E	0.071	301.78	0.5619	180.00	0.03
F	0.452	452.29	0.6194	300.00	0.04
G	0.691	1,502.86	0.1162	340.00	0.21
H	0.881	414.13	0.2052	85.00	0.06
I	0.029	227.00	0.2070	47.00	0.04
J	0.349	603.75	0.1017	90.00	0.11
K	0.268	1,139.01	0.3009	440.00	0.12
L	0.726	1,343.44	0.2339	440.00	0.15
M	0.455	748.46	0.2968	260.00	0.08
N	1.020	1,266.81	0.0513	65.00	0.25
O	3.337	4,139.43	0.0295	245.00	0.77
P	0.095	610.72	0.0688	42.00	0.13
Q	1.030	638.32	0.0470	30.00	0.15
R	0.698	752.05	0.0465	35.00	0.17
S	3.139	4,139.45	0.0293	240.00	0.77
T	0.698	752.05	0.0465	35.00	0.17

Tabla 0.3.Características físicas de Microcuencas- Condiciones de Proyecto

Microcuenca	Área (Km ²)	Longitud de la corriente (m)	Pendiente media corriente	Desnivel (m)	Tiempo de concentración (horas)
A	12.835	7,382.19	0.0768	980.00	0.83
B1	1.030	1,961.21	0.0978	325.00	0.27
B2	0.465	630.80	0.0924	90.00	0.12
B3	0.176	244.66	0.2943	72.00	0.04
B4	0.321	836.50	0.1195	100.00	0.13
B5	0.239	324.09	0.3240	105.00	0.04
B6	0.251	489.47	0.1430	70.00	0.08
C1	0.072	196.27	0.2700	53.00	0.03
C2	0.115	202.37	0.5189	105.00	0.02
C3	0.025	166.57	0.5583	93.00	0.02
C4	0.040	178.93	0.5309	95.00	0.02
D	0.082	254.93	0.6276	160.00	0.03
E	0.040	133.89	0.5975	80.00	0.02
F	0.281	324.62	0.9242	300.00	0.03
G	0.617	1,199.42	0.1176	290.00	0.17
H	0.059	310.21	0.3224	100.00	0.04
I	0.023	178.34	0.3477	62.00	0.03
J	0.336	528.58	0.0773	56.00	0.11
K	0.264	1,162.89	0.2150	410.00	0.13
L	0.716	1,233.47	0.2291	400.00	0.14
M	0.053	185.30	0.6314	117.00	0.02
N	0.123	259.27	0.5593	145.00	0.03
O1	0.063	167.55	0.4834	81.00	0.02
O2	0.215	653.01	0.0413	27.00	0.16
O3	0.106	371.36	0.0942	35.00	0.08
P	0.095	555.41	0.0738	41.00	0.11
Q1	0.868	523.36	0.0363	19.00	0.14
Q2	0.162	245.31	0.1304	32.00	0.05
R	0.103	418.56	0.0621	26.00	0.10
S1	0.042	106.51	0.6572	70.00	0.01
S2	0.119	119.35	0.5027	60.00	0.02
S3	0.996	1,994.02	0.0636	193.00	0.33
S4	0.175	337.10	0.3263	110.00	0.04
S5	0.098	112.45	0.2668	30.00	0.02
S6	2.986	3,563.61	0.0324	230.00	0.66
T1	0.144	290.64	0.0688	20.00	0.07
T2	0.277	285.66	0.2450	70.00	0.04

Características Fisiográficas

Las áreas drenadas por escurrimientos y relacionadas con el trazo del proyecto son las microcuencas de la A a la T, ocupando extensiones entre 12.835 Km² como la microcuenca A ó 0.023 Km² como la microcuenca I.

La microcuenca A, que es la de mayores dimensiones tiene una longitud de trayecto máximo de 7,382 m, un desnivel del orden de 980 metros y una pendiente media de 0.0768. Los datos de longitud y pendiente de las demás microcuencas, se integran en la Tabla IV.3. La determinación de la pendiente media se realizó mediante el criterio de Taylor-Schwarz, tal y como a continuación se muestra:

Criterio de Taylor - Schwarz

El cálculo de la pendiente media se realiza mediante la aplicación del criterio de Taylor-Schwarz, que propone calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión. La velocidad de recorrido del agua en el tramo i puede calcularse:

$$V_i = k\sqrt{S_i}$$

Donde k es un factor que depende de la rugosidad y de la forma de la sección transversal y Si es la pendiente del tramo i, además tenemos que:

$$V_i = \frac{\Delta x}{t_i}$$

En donde Δx es la longitud del tramo i y t_i es el tiempo de recorrido en ese tramo, igualando ambas ecuaciones y despejando t_i , tenemos que:

$$t_i = \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Por otro lado la velocidad media de recorrido en todo el cauce dividido en m tramos es:

$$V = \frac{L}{T} = k\sqrt{S}$$

Donde L es la longitud total del cauce, T es el tiempo total de recorrido y S la pendiente media buscada. El tiempo T será:

$$T = \sum_{i=1}^m t_i = \sum_{i=1}^m \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Y la longitud L:

$$L = \sum_{i=1}^m \Delta x = m\Delta x$$

Utilizando las tres últimas ecuaciones se obtiene:

$$S = \left[\frac{m}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Mediante un razonamiento semejante, en caso de que los tramos no sean iguales se obtiene la siguiente ecuación:

$$S = \left[\frac{L_T}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Aplicando el método a las corrientes principales de la zona de estudio se obtienen los resultados.

Tiempo de concentración

La condición más desfavorable en cuanto al escurrimiento se presenta cuando la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración (T_c), el cual se determina a continuación mediante el criterio de Kirpich, cuya fórmula se expresan como sigue:

$$\text{Kirpich} \quad T_c = 0.0662 \cdot \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right)$$

Donde:

T_c : tiempo de concentración

L: longitud de la trayectoria

S: pendiente media del cauce

Los valores obtenidos para las zonas evaluadas, varía entre 0.83 horas (50 minutos) para la microcuenca A y 0.03 horas (5 minutos) para algunas de las microcuencas más pequeñas, como la D y la E.

Estimación del Escurrimiento

El análisis detallado de las condiciones de la cuenca hidrográfica es base fundamental para el conocimiento del comportamiento del agua en una zona determinada. En este caso se realizó el análisis a detalle de 20 microcuencas.

El grado óptimo de seguridad de un proyecto depende, por un lado de su costo y por otro, del costo de las pérdidas asociadas con una falla. Sin embargo y en lo que a la teoría estadística respecta, no es posible tener una seguridad del 100 % de que no exista una avenida cuyas dimensiones hagan insuficiente la infraestructura hidráulica.

Por ello es necesario obtener y analizar estadísticamente los datos hidrológicos recabados de la zona de estudio, para conocer con el mayor detalle posible las condiciones y características hidrológicas del entorno.

Estos datos son fundamentalmente de dos tipos: escurrimientos y precipitaciones. Un análisis del primer tipo de datos tendrá como resultado directo un parámetro de diseño, que es el

gasto máximo, mientras que el segundo proporcionará datos con los cuales será necesario alimentar un modelo de la relación lluvia-escorrimento, para obtener una avenida de diseño.

Volumen de Escurrimiento

De acuerdo a esta fuente de información (carta de Aguas Superficiales escala 1:250,000), la superficie comprendida por la zona en estudio, se ubica en unidades de escurrimiento, cuyo coeficiente de esorrentía varía entre de 5 y 30%, lo que permite estimar el volumen medio anual de escurrimiento en la zona de interés.

La evaluación de estos coeficientes se obtiene mediante un método de tipo indirecto que toma en cuenta la permeabilidad de las distintas unidades de roca y suelo que conforman el relieve, la densidad de la cubierta vegetal, la precipitación media anual y las características de la topografía. De acuerdo a esta fuente, en la Tabla 0.4 se calculó un coeficiente de escurrimiento ponderado para dos microcuencas ya que presentan distintas condiciones, resultando ser de 23% (A) y de 14% (L). Para las demás se asigna el coeficiente de cada microcuenca.

Tabla 0.4. Coeficiente de escurrimiento

Microcuenca A				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ai * Ci)
	(Km ²)	(%)		
Coeficiente de escurrimiento de 5 a 10 %	4.750	37%	10%	0.475
Coeficiente de escurrimiento de 20 a 30 %	8.085	63%	30%	2.425
S =	12.835	100%	S =	2.900

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO = 0.23

Microcuenca L				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ai * Ci)
	(Km ²)	(%)		
Coeficiente de escurrimiento de 5 a 10 %	0.586	81%	10%	0.059
Coeficiente de escurrimiento de 20 a 30 %	0.140	19%	30%	0.042
S =	0.726	100%	S =	0.101

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO = 0.14

Con toda esta información y la precipitación media anual estimada en 1,800 mm, se calculó el volumen de escurrimiento anual, que se obtuvo mediante la tabla de cálculo que integra la conversión de los datos en millones de m³, a litros por segundo, para tener una mejor idea de las cantidades de agua que en promedio se generan en cada una de las veinte microcuencas analizadas.

Tabla 0.5. Volumen de escurrimiento

Zona de aportación	Área (Km ²)	Precipitación media anual		Volumen precipitado (millones de m ³)	Coeficiente de escurrimiento	Volumen de escurrimiento (millones de m ³)	Gasto medio anual	
		(mm)	(m)				(m ³ /seg)	(l.p.s.)
A	12.835	1,800.0	1.80	23.103	22.6%	5.221	0.1655	165.55
B1	1.030	1,800.0	1.80	1.854	30.0%	0.556	0.0176	17.63
B2	0.465	1,800.0	1.80	0.837	30.0%	0.251	0.0080	7.97
B3	0.176	1,800.0	1.80	0.316	30.0%	0.095	0.0030	3.01
B4	0.321	1,800.0	1.80	0.577	30.0%	0.173	0.0055	5.49
B5	0.239	1,800.0	1.80	0.430	30.0%	0.129	0.0041	4.09
C1	0.072	1,800.0	1.80	0.130	30.0%	0.039	0.0012	1.24
C2	0.115	1,800.0	1.80	0.207	30.0%	0.062	0.0020	1.97
C3	0.025	1,800.0	1.80	0.046	30.0%	0.014	0.0004	0.44
C4	0.040	1,800.0	1.80	0.072	30.0%	0.022	0.0007	0.69
D	0.082	1,800.0	1.80	0.148	30.0%	0.044	0.0014	1.41
E	0.040	1,800.0	1.80	0.072	30.0%	0.022	0.0007	0.69
F	0.281	1,800.0	1.80	0.507	30.0%	0.152	0.0048	4.82
G	0.617	1,800.0	1.80	1.111	30.0%	0.333	0.0106	10.57
H	0.059	1,800.0	1.80	0.106	30.0%	0.032	0.0010	1.01
I	0.023	1,800.0	1.80	0.042	30.0%	0.013	0.0004	0.40
J	0.336	1,800.0	1.80	0.606	30.0%	0.182	0.0058	5.76
K	0.264	1,800.0	1.80	0.475	30.0%	0.142	0.0045	4.51
L	0.716	1,800.0	1.80	1.288	13.9%	0.179	0.0057	5.66
M	0.053	1,800.0	1.80	0.095	30.0%	0.028	0.0009	0.90
N	0.123	1,800.0	1.80	0.222	30.0%	0.066	0.0021	2.11
O1	0.063	1,800.0	1.80	0.114	30.0%	0.034	0.0011	1.08
O2	0.215	1,800.0	1.80	0.387	30.0%	0.116	0.0037	3.68
O3	0.106	1,800.0	1.80	0.190	30.0%	0.057	0.0018	1.81
P	0.095	1,800.0	1.80	0.172	30.0%	0.052	0.0016	1.63
Q1	0.868	1,800.0	1.80	1.562	30.0%	0.469	0.0149	14.86
Q2	0.162	1,800.0	1.80	0.292	30.0%	0.088	0.0028	2.78
R	0.103	1,800.0	1.80	0.185	30.0%	0.056	0.0018	1.76
S1	0.042	1,800.0	1.80	0.075	30.0%	0.023	0.0007	0.72
S2	0.119	1,800.0	1.80	0.215	30.0%	0.064	0.0020	2.04
S3	0.996	1,800.0	1.80	1.792	30.0%	0.538	0.0170	17.05
S4	0.175	1,800.0	1.80	0.315	30.0%	0.094	0.0030	2.99
S5	0.098	1,800.0	1.80	0.177	30.0%	0.053	0.0017	1.68
S6	2.986	1,800.0	1.80	5.375	30.0%	1.612	0.0511	51.13
T1	0.144	1,800.0	1.80	0.260	30.0%	0.078	0.0025	2.47
T2	0.277	1,800.0	1.80	0.499	30.0%	0.150	0.0047	4.75

Información Hidrométrica

La magnitud e importancia de los ríos de la zona, ha motivado a las autoridades a instalar y operar estaciones hidrométricas que permitan conocer las características del escurrimiento, entre las que destacan el volumen y los gastos máximos. Dentro de éstas se incluyen los datos de dos que se encuentran en los ríos Moctezuma (Tierra Blanca) y Amajac (Temamatla), afluente del primero, para conocer los datos de estas corrientes, aguas arriba de la zona donde se proyecta el libramiento a Tamazunchale.

El río Moctezuma cuenta con un escurrimiento medio anual de 1,643 millones de m^3 , mientras que el Amajac drena un promedio de 1,601 millones de m^3 . Los gastos máximos aforados en dichos sitios son de 2,180 m^3/seg (agosto 1990) y 3,966.7 (septiembre 1975) m^3/seg . En el Estudio Hidrológico para el proyecto que se anexa a la presente MIA-R se presenta un anexo de hidrometría donde se integran las tablas de volúmenes y gasto máximo de ambas estaciones.

Como se puede observar, la distribución del escurrimiento guarda una íntima relación con la precipitación. Para tener idea de la aportación prácticamente insignificante de las microcuencas estudiadas, se tiene que éstas representan el 0.71 % del escurrimiento del río Moctezuma.

Determinación del Gasto Máximo

En razón de que se carece de información hidrométrica en las microcuencas estudiadas, se desarrolla a continuación un método de cálculo para la estimación del escurrimiento; dicho método involucra características de las microcuencas de aportación, cobertura del suelo y datos de lluvia (intensidad). El cálculo se realizó a través del método Racional Americano.

Este análisis hidrológico requiere asignar un periodo de retorno a la avenida de diseño, en función de las obras hidráulicas involucradas, para esto se empleó la recomendación que hace la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR), de la Comisión Nacional del Agua. La Tabla 0.6 muestra un extracto relacionado con el proyecto en cuestión.

Tabla 0.6. Recomendación de periodos de retorno para la estimación del gasto de diseño máximo en las obras hidráulicas

TIPO DE OBRA HIDRÁULICA		Tr (AÑOS)
2. ESTRUCTURAS DE CRUCE		
2.1	Puentes carreteros en:	
	a) Caminos locales que comunican poblados pequeños	25 a 50
	b) Caminos regionales que comunican poblados medianos	50 a 100
	c) Carreteras que comunican poblados grandes (ciudades)	500 a 1000
3. ALCANTARILLAS PARA PASO DE PEQUEÑAS CORRIENTES		
	a) En caminos locales que comunican poblados pequeños	10 a 25
	b) En caminos regionales que comunican poblado medianos	25 a 50
	c) En caminos primarios que comunican poblados grandes	50 a 100

Método Racional Americano

Este método, basado en las características de las microcuencas y en la intensidad de lluvia correspondiente, permite cuantificar la fracción de la precipitación que escurre por la superficie del suelo, desde un punto de vista racional. Este es el método más utilizado, sin embargo algunos autores limitan su aplicabilidad en función del tamaño de la cuenca.

La fórmula Racional es:

$$Q = 0.278 C i A$$

Donde:

Q: gasto máximo o de pico, en m³/seg.

C: coeficiente de escurrimiento

i: intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración, en mm/hora

A: área de la cuenca, en Km²

Coeficiente de escurrimiento

El método Racional Americano integra una tabla donde se relacionan diferentes condiciones del suelo y asigna un coeficiente de escurrimiento propio para la obtención de un gasto

máximo. En este caso se consideró que las condiciones actuales que presenta la zona de estudio están relacionadas con agricultura (verTabla 0.7.).

Tabla 0.7. Método racional

Tipo de área por drenar	Coefficiente de escurrimiento
<i>PRADERAS</i>	
Suelo arenoso plano (pendiente 0.02)	0.05 - 0.10
Suelo arenoso pendiente media (pendiente 0.02 - 0.07)	0.10 - 0.15
Suelo arenoso escarpado (pendiente 0.07)	0.15 - 0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13 - 0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.18 - 0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 ó más)	0.25 - 0.35
<i>ZONAS COMERCIALES</i>	
Areas céntricas	0.70 - 0.95
Areas vecinales	0.50 - 0.70
<i>ZONAS RESIDENCIALES</i>	
Areas familiares	0.30 - 0.50
Areas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Areas multifamiliares juntas	0.60 - 0.75
Areas semiurbanas	0.25 - 0.40
Areas de departamentos habitacionales	0.50 - 0.70
Casa habitación	0.50 - 0.70
<i>ZONAS INDUSTRIALES</i>	
Espaciado	0.50 - 0.80
Zonas densamente construidas	0.60 - 0.90
Parques y cementerios	0.10 - 0.25
Areas de recreo	0.20 - 0.35
Patios de FF CC	0.20 - 0.40
Areas provisionales	0.10 - 0.30
<i>CALLES</i>	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
De concreto	0.80 - 0.95
Enladrillado	0.70 - 0.85
Calzadas y banquetas	0.75 - 0.85
Estacionamientos	0.75 - 0.85
Azoteas y techados	0.75 - 0.95
<i>ZONAS RURALES</i>	
Campos cultivados	0.20 - 0.40
Zonas Forestadas	0.10 - 0.30
Zonas Suburbanas	0.10 - 0.30

El coeficiente de escurrimiento estimado para las condiciones naturales de las zonas de aportación (microcuencas), a partir de sus diferentes cubiertas: zonas suburbanas (0.45), cultivos (0.30) y selva (0.25), está entre 0.251 (G) y 0.403 (O2) (ver Tablas IV.8. hasta la IV.13.).

Tabla 0.8. Coeficiente de Escurrimiento; Método Racional

MICROCUENCA A				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.874	6.8%	0.45	0.393
Cultivos	3.322	25.9%	0.30	0.997
Selva	8.639	67.3%	0.25	2.160
S =	12.835	100%	S =	3.550

Coeficiente de escurrimiento = 0.277

MICROCUENCA B1				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.448	43.5%	0.45	0.202
Cultivos	0.474	46.0%	0.30	0.142
Selva	0.108	10.5%	0.25	0.027
S =	1.030	100%	S =	0.371

Coeficiente de escurrimiento = 0.360

MICROCUENCA B2				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Cultivos	0.011	2.3%	0.30	0.003
Selva	0.455	97.7%	0.25	0.114
S =	0.465	100%	S =	0.117

Coeficiente de escurrimiento = 0.251

Tabla 0.9. Coeficiente de Escurrimiento; Método Racional (cont)

MICROCUENCA B3				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Cultivos	0.027	15.4%	0.30	0.008
Selva	0.149	84.6%	0.25	0.037
S =	0.176	100%	S =	0.045

Coeficiente de escurrimiento = 0.258

MICROCUENCA B4				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Cultivos	0.013	4.1%	0.30	0.004
Selva	0.308	95.9%	0.25	0.077
S =	0.321	100%	S =	0.081

Coeficiente de escurrimiento = 0.252

MICROCUENCA E				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Cultivos	0.001	3.4%	0.30	0.000
Selva	0.039	96.6%	0.25	0.010
S =	0.040	100%	S =	0.010

Coeficiente de escurrimiento = 0.252

Tabla 0.10. Coeficiente de Escurrimiento; Método Racional (cont)

MICROCUENCA G				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Cultivos	0.015	2.5%	0.30	0.005
Selva	0.602	97.5%	0.25	0.150
S =	0.617	100%	S =	0.155

Coeficiente de escurrimiento = 0.251

MICROCUENCA J				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.174	51.6%	0.45	0.078
Selva	0.163	48.4%	0.25	0.041
S =	0.336	100%	S =	0.119

Coeficiente de escurrimiento = 0.353

MICROCUENCA K				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.046	17.3%	0.45	0.021
Selva	0.218	82.7%	0.25	0.054
S =	0.264	100%	S =	0.075

Coeficiente de escurrimiento = 0.285

Tabla 0.11. Coeficiente de Escurrimiento; Método Racional (cont)

MICROCUENCA L				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.164	22.9%	0.45	0.074
Selva	0.552	77.1%	0.25	0.138
S =	0.716	100%	S =	0.212

Coeficiente de escurrimiento = 0.296

MICROCUENCA N				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Cultivos	0.068	55.0%	0.30	0.020
Selva	0.055	45.0%	0.25	0.014
S =	0.123	100%	S =	0.034

Coeficiente de escurrimiento = 0.277

MICROCUENCA O2				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.165	76.7%	0.45	0.074
Cultivos	0.050	23.3%	0.25	0.013
S =	0.215	100%	S =	0.087

Coeficiente de escurrimiento = 0.403

Tabla 0.12. Coeficiente de Esguerrimiento; Método Racional (cont)

MICROCUCENCA O3				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.030	28.8%	0.45	0.014
Cultivos	0.075	71.2%	0.25	0.019
S =	0.106	100%	S =	0.032

Coeficiente de esguerrimiento = 0.308

MICROCUCENCA Q2				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.452	61.0%	0.45	0.203
Cultivos	0.289	39.0%	0.25	0.072
S =	0.741	100%	S =	0.276

Coeficiente de esguerrimiento = 0.372

MICROCUCENCA S3				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.155	126.3%	0.45	0.070
Selva	0.840	682.7%	0.25	0.210
S =	0.996	809%	S =	0.280

Coeficiente de esguerrimiento = 0.281

Tabla 0.13. Coeficiente de Escurrimiento; Método Racional (cont)

MICROCUENCA S6				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.936	31.3%	0.45	0.421
Cultivos	0.768	25.7%	0.30	0.230
Selva	1.282	42.9%	0.25	0.320
S =	2.986	100%	S =	0.972

Coeficiente de escurrimiento = 0.326

MICROCUENCA T1				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.097	67.2%	0.45	0.044
Cultivos	0.047	32.8%	0.30	0.014
S =	0.144	100%	S =	0.058

Coeficiente de escurrimiento = 0.401

MICROCUENCA T2				
Tipo de cobertura	Área		Coeficiente (C)	(Ci * Ai)
	(Km ²)	(%)		
Zona suburbana	0.138	49.7%	0.45	0.062
Cultivos	0.140	50.3%	0.30	0.042
S =	0.277	100%	S =	0.104

Coeficiente de escurrimiento = 0.375

Duración de la tormenta

Se considera que el gasto máximo es alcanzado cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración. El tiempo de concentración utilizado para las diferentes microcuencas de aportación corresponde al calculado por el criterio de Kirpich que para el caso de las microcuencas en estudio el tiempo considerado oscila entre 5 a 50 minutos.

Intensidad de lluvia

Como se mencionó anteriormente, se dedujo la ecuación de intensidad de lluvia con base en datos de lluvias ocurridas en el Observatorio Tierra Blanca. Aplicando dichos parámetros para las duraciones de tormenta correspondientes a las diferentes zonas de estudio, para periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 500 años, se determinaron los valores de intensidad de lluvia correspondientes; los cuales se muestran en la Tabla IV.14.

Tabla 0.14. Intensidad de la lluvia aplicada al método racional

Periodo de retorno (años)	Duración en minutos					
	5	10	15	20	40	50
25	295.0	209.0	178.3	161.0	121.4	110.1
50	318.0	224.0	192.0	174.0	130.4	118.6
100	338.0	238.0	204.0	185.0	138.9	126.7

Resultados obtenidos

La aplicación del método descrito (Racional Americano), con la utilización de los datos previamente determinados, permitió conocer los caudales máximos para cada una de las superficies que tienen relación con la obra vial que se proyecta. El cálculo de los gastos máximos, considerando frecuencias de 25, 50 y 100 años, se muestra en la Tabla 0.15 a Tabla 0.17 respectivamente.

Tabla 0.15.Gasto Máximo; Método Racional Americano frecuencia 25
años

Microcuenca	Área (Km ²)	Tiempo de concentración (min)	Periodo de retorno (años)	Intensidad (mm/hora)	Coficiente de escurrimiento	Gasto máximo (m ³ /seg)
A	12.83	50	25	110	0.28	108.69
B1	1.03	15	25	178	0.36	18.38
B2	0.47	10	25	209	0.25	6.79
B3	0.18	5	25	295	0.26	3.72
B4	0.32	10	25	209	0.25	4.70
B5	0.24	5	25	295	0.25	4.90
B6	0.25	5	25	295	0.20	4.12
C1	0.07	5	25	295	0.25	1.48
C2	0.12	5	25	295	0.25	2.38
C3	0.03	5	25	295	0.25	0.52
C4	0.04	5	25	295	0.25	0.82
D	0.08	5	25	295	0.25	1.68
E	0.04	5	25	295	0.25	0.83
F	0.28	5	25	295	0.25	5.77
G	0.62	10	25	209	0.25	9.01
H	0.06	5	25	295	0.45	2.17
I	0.02	5	25	295	0.45	0.86
J	0.34	10	25	209	0.35	6.90
K	0.26	10	25	209	0.28	4.36
L	0.72	10	25	209	0.30	12.30
M	0.05	5	25	295	0.25	1.08
N	0.12	5	25	295	0.28	2.80
O1	0.06	5	25	295	0.30	1.55
O2	0.22	10	25	209	0.40	5.04
O3	0.11	5	25	295	0.31	2.66
P	0.10	5	25	295	0.30	2.35
Q1	0.87	10	25	209	0.45	22.69
Q2	0.16	5	25	295	0.37	4.95
R	0.10	5	25	295	0.45	3.80
S1	0.04	5	25	295	0.20	0.69
S2	0.12	5	25	295	0.20	1.96
S3	1.00	20	25	161	0.28	12.48
S4	0.17	5	25	295	0.20	2.87
S5	0.10	5	25	295	0.20	1.61
S6	2.99	40	25	121	0.33	32.79
T1	0.14	5	25	295	0.40	4.75
T2	0.28	5	25	295	0.37	8.52



Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”

Tabla 0.16. Gasto Máximo; Método Racional Americano frecuencia 50 años

A	12.835	50	50	119	0.277	117.01
B1	1.030	15	50	192	0.360	19.78
B2	0.465	10	50	224	0.251	7.28
B3	0.176	5	50	318	0.258	4.01
B4	0.321	10	50	224	0.252	5.03
B5	0.239	5	50	318	0.250	5.28
B6	0.251	5	50	318	0.200	4.44
C1	0.072	5	50	318	0.250	1.60
C2	0.115	5	50	318	0.252	2.56
C3	0.025	5	50	318	0.252	0.57
C4	0.040	5	50	318	0.250	0.89
D	0.082	5	50	318	0.250	1.82
E	0.040	5	50	318	0.252	0.89
F	0.281	5	50	318	0.250	6.22
G	0.617	10	50	224	0.251	9.65
H	0.059	5	50	318	0.450	2.34
I	0.023	5	50	318	0.450	0.93
J	0.336	10	50	224	0.353	7.40
K	0.264	10	50	224	0.285	4.67
L	0.716	10	50	224	0.296	13.18
M	0.053	5	50	318	0.250	1.17
N	0.123	5	50	318	0.277	3.02
O1	0.063	5	50	318	0.300	1.67
O2	0.215	10	50	224	0.403	5.40
O3	0.106	5	50	318	0.308	2.87
P	0.095	5	50	318	0.300	2.53
Q1	0.868	10	50	224	0.450	24.31
Q2	0.162	5	50	318	0.372	5.34
R	0.103	5	50	318	0.450	4.09
S1	0.042	5	50	318	0.200	0.74
S2	0.119	5	50	318	0.200	2.11
S3	0.996	20	50	174	0.280	13.48
S4	0.175	5	50	318	0.200	3.09
S5	0.098	5	50	318	0.200	1.74
S6	2.986	40	50	130	0.326	35.24
T1	0.144	5	50	318	0.401	5.12
T2	0.277	5	50	318	0.375	9.18

Tabla 0.17. Gasto Máximo; Método Racional Americano frecuencia 100 años

A	12.835	50	100	127	0.277	125.07
B1	1.030	15	100	204	0.360	21.03
B2	0.465	10	100	238	0.251	7.73
B3	0.176	5	100	338	0.258	4.26
B4	0.321	10	100	238	0.252	5.35
B5	0.239	5	100	338	0.250	5.61
B6	0.251	5	100	338	0.200	4.72
C1	0.072	5	100	338	0.250	1.70
C2	0.115	5	100	338	0.252	2.72
C3	0.025	5	100	338	0.252	0.60
C4	0.040	5	100	338	0.250	0.94
D	0.082	5	100	338	0.250	1.93
E	0.040	5	100	338	0.252	0.95
F	0.281	5	100	338	0.250	6.61
G	0.617	10	100	238	0.251	10.26
H	0.059	5	100	338	0.450	2.49
I	0.023	5	100	338	0.450	0.99
J	0.336	10	100	238	0.353	7.86
K	0.264	10	100	238	0.285	4.97
L	0.716	10	100	238	0.296	14.01
M	0.053	5	100	338	0.250	1.24
N	0.123	5	100	338	0.277	3.21
O1	0.063	5	100	338	0.300	1.78
O2	0.215	10	100	238	0.403	5.74
O3	0.106	5	100	338	0.308	3.05
P	0.095	5	100	338	0.300	2.69
Q1	0.868	10	100	238	0.450	25.83
Q2	0.162	5	100	338	0.372	5.68
R	0.103	5	100	338	0.450	4.35
S1	0.042	5	100	338	0.200	0.79
S2	0.119	5	100	338	0.200	2.24
S3	0.996	20	100	185	0.280	14.34
S4	0.175	5	100	338	0.200	3.29
S5	0.098	5	100	338	0.200	1.85
S6	2.986	40	100	139	0.326	37.52
T1	0.144	5	100	338	0.401	5.44
T2	0.277	5	100	338	0.375	9.76

Obras de Drenaje

En función de los resultados obtenidos, y las características de las distintas microcuencas, se elaboró la tabla siguiente, que indica el tipo de obra de drenaje que se requiere para cada caso, para establecer cualitativamente, el tipo y por ende, las dimensiones aproximadas de éstas, con aplicación a definir el monto de las actividades constructivas a realizar en cada caso, así como las relacionadas a su mantenimiento (ver Tabla IV.18).

Tabla 0.18. Obras de drenaje

Microcuenca	Área por drenar (Km ²)	Gasto máximo (m ³ /seg)	Obra propuesta
A	Integrada	117.01	Puente
B1	Integrada	19.78	Alcantarilla
B2	Integrada	7.28	Alcantarilla
B3	Integrada	4.01	Alcantarilla
B4	Integrada	5.03	Alcantarilla
B5	Integrada	5.28	Alcantarilla
B6	Integrada	4.44	Alcantarilla
C1	No Integrada	1.60	Cuneta
C2	No Integrada	2.56	Cuneta-Contracuneta
C3	No Integrada	0.57	Cuneta
C4	No Integrada	0.89	Cuneta
D	No Integrada	1.82	Cuneta
E	Integrada	0.89	Alcantarilla
F	No Integrada	6.22	Cuneta-Contracuneta
G	Integrada	9.65	Puente Alcantarilla
H	No Integrada	2.34	Cuneta-Contracuneta
I	No Integrada	0.93	Cuneta
J	Integrada	7.40	Alcantarilla
K	Integrada	4.67	Alcantarilla
L	Integrada	13.18	Alcantarilla
M	No Integrada	1.17	Cuneta
N	No Integrada	3.02	Cuneta-Contracuneta
O1	Integrada	1.67	Alcantarilla
O2	Integrada	5.40	Alcantarilla
O3	No Integrada	2.87	Cuneta
P	No Integrada	2.53	Cuneta
Q1	Integrada	24.31	Alcantarilla
Q2	No Integrada	5.34	Cuneta
R	No Integrada	4.09	Cuneta
S1	Integrada	0.74	Alcantarilla
S2	No Integrada	2.11	Cuneta
S3	Integrada	13.48	Puente Alcantarilla
S4	No Integrada	3.09	Cuneta
S5	No Integrada	1.74	Cuneta-Contracuneta
S6	Integrada	35.24	Puente Alcantarilla
T1	No Integrada	5.12	Cuneta-Contracuneta
T2	Integrada	9.18	Alcantarilla

Área Hidráulica

Criterio de Talbot

La fórmula empírica de Talbot es una de las de mayor uso debido a su simplicidad, en el cálculo del área hidráulica de las alcantarillas en caminos. Está basada en las características de intensidad de lluvia del orden de 100 mm/Hr y una velocidad del agua dentro de la obra de drenaje de 3.0 m/seg.

La expresión de Talbot es:

$$a = 0.183 C A^{3/4}$$

Donde:

a = área hidráulica de la alcantarilla, en m²

A = área de la microcuenca por drenar, en hectáreas

C = coeficiente cuyo valor indica condiciones de topografía, para nuestro caso varía entre 0.50 y 1.0.

Los resultados de la aplicación de este criterio, se incluyen en la tabla siguiente

Tabla 0.19. Área Hidráulica; Fórmula de Talbot

Microcuenca	Área por drenar		Coeficiente de Talbot C	Área de la alcantarilla (m ²)
	(Km ²)	(Ha)		
A	12.835	1283.5	0.60	23.54
B1	1.030	103.0	1.00	5.92
B2	0.465	46.5	1.00	3.26
B3	0.176	17.6	1.00	1.57
B4	0.321	32.1	1.00	2.47
B5	0.239	23.9	1.00	1.98
B6	0.251	25.1	1.00	2.05
C1	0.072	7.2	1.00	0.81
C2	0.115	11.5	1.00	1.14
C3	0.025	2.5	1.00	0.37
C4	0.040	4.0	1.00	0.52
D	0.082	8.2	1.00	0.89
E	0.040	4.0	1.00	0.52
F	0.281	28.1	1.00	2.24
G	0.617	61.7	1.00	4.03
H	0.059	5.9	1.00	0.69
I	0.023	2.3	0.60	0.21
J	0.336	33.6	0.80	2.05
K	0.264	26.4	0.80	1.70
L	0.716	71.6	0.80	3.60
M	0.053	5.3	1.00	0.64
N	0.123	12.3	1.00	1.20
O1	0.063	6.3	1.00	0.73
O2	0.215	21.5	0.60	1.10
O3	0.106	10.6	0.60	0.64
P	0.095	9.5	0.60	0.60
Q1	0.868	86.8	0.50	2.60
Q2	0.162	16.2	0.50	0.74
R	0.103	10.3	0.50	0.53
S1	0.042	4.2	1.00	0.54
S2	0.119	11.9	1.00	1.18
S3	0.996	99.6	0.80	4.61
S4	0.175	17.5	1.00	1.57
S5	0.098	9.8	1.00	1.02
S6	2.986	298.6	0.60	7.89
T1	0.144	14.4	0.50	0.68
T2	0.277	27.7	0.50	1.11

Aplicación de Resultados

En la Tabla 0.20 se ejemplifica el porcentaje del escurrimiento que será generado en cada microcuenca hasta la carretera; mismo que será captado y conducido por las obras de drenaje propias de ésta; este volumen será de alguna medida retenido por las obras, ya que su escurrimiento preferentemente será de tipo torrencial durante y posterior a una tormenta, lo que podrá propiciar algunas pérdidas de agua, sin embargo como se asentó con anterioridad, serán imperceptibles en comparación del flujo que transporta el río Moctezuma. El escurrimiento que se generará debajo de la obra, continuará con su régimen y monto, hasta su descarga en el cauce del río, incluyendo la proporción correspondiente a la propia obra vial que se dirija hacia esta porción baja del terreno.

Tabla 0.20. Modificación de las condiciones actuales

CONDICIONES ACTUALES			CONDICIONES DE PROYECTO			MODIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES
Zona de aportación	Área (Km ²)	Volumen de escurrimiento (millones de m ³)	Zona de aportación	Área (Km ²)	Volumen de escurrimiento (millones de m ³)	Porcentaje (%)
A	12.835	4.508	A	12.835	4.508	Ninguna
B	2.481	1.340	B1	2.230	1.204	10%
			B2			
			B3			
			B4			
			B5			
C	0.695	0.375	C1	0.253	0.137	64%
			C2			
			C3			
			C4			
D	0.136	0.073	D	0.082	0.044	40%
E	0.071	0.038	E	0.040	0.022	43%
F	0.452	0.244	F	0.281	0.152	38%
G	0.691	0.373	G	0.617	0.333	11%
H	0.881	0.475	H	0.059	0.032	93%
I	0.029	0.015	I	0.023	0.013	18%
J	0.349	0.120	J	0.336	0.112	3%
K	0.268	0.145	K	0.264	0.142	2%
L	0.726	0.392	L	0.716	0.386	1%
M	0.455	0.246	M	0.053	0.028	88%
N	1.020	0.551	N	0.123	0.066	88%
O	3.337	1.802	O1	0.384	0.207	89%
			O2			
			O3			
P	0.095	0.052	P	0.095	0.052	Ninguna
Q	1.030	0.556	Q1	1.030	0.556	Ninguna
			Q2			
R	0.698	0.377	R	0.103	0.056	85%
S	3.139	1.695	S1	2.986	1.612	5%
			S2			
			S3			
			S4			
			S5			
			S6			
T	0.698	0.377	T1	0.422	0.228	40%
			T2			

De acuerdo con el estudio hidrológico anteriormente descrito se concluyo lo siguiente:

- A consecuencia de la presencia del libramiento, que constituye una barrera al paso del agua, se produce un retardo en el paso del agua hacia la parte baja de la microcuenca; esta situación favorece el que se incremente un poco la evapotranspiración, sin embargo al final la cantidad de agua que llega al río Moctezuma es prácticamente la misma.
- Se puede observar un incremento pequeño del escurrimiento hacia la parte baja de las microcuencas, debido a la superficie que ocupa la carretera, además de la zona desmontada relacionada con el derecho de vía y a las obras de drenaje.
- Se puede incrementar la erosión en la franja desbastada, así como en las zonas ocupadas por obras relacionadas a la vialidad, lo que puede propiciar un incremento en el acarreo de sedimentos, que será necesario retener para no afectar las obras de drenaje.
- El drenaje natural se verá afectado debido a que no habrá continuidad en el flujo del agua debajo de la carretera. Esto propiciará dos condiciones: que los escurrimientos existentes en la zona baja desaparezcan por la falta de aportación superior, o bien que algunos se incrementen su magnitud, los que estén inmediatamente debajo de las obras de drenaje que se construyan.
- En algunas zonas, principalmente al inicio del libramiento en su lado Oriente, las terracerías a construir podrían suspender el flujo natural del agua, produciendo áreas de inundación, con afectación a campos de cultivo y localidades. Por lo que se recomienda poner especial atención en las obras de drenaje de las mismas.
- Comparando desde el punto de vista hidrológico a las dos opciones descritas, resulta más conveniente la No. 1 ya que aunque ambas tienen igual número de alcantarillas, la No. 2 cuenta con dos obras de proporciones mayores a las de las alcantarillas de la opción 1.

Acciones de Mantenimiento a las Obras

Entre las acciones de mantenimiento que serán necesarias, se tienen:

- Mantenimiento periódico de las obras de drenaje, a fin de evitar inundaciones.
- Proyectar las obras de drenaje con capacidad suficiente para evitar erosión y remanso de las aguas.
- Construcción de pasos peatonales o vehiculares inferiores.
- Obras de protección que eviten erosión y socavación.

Contaminación de la corriente

El Río Moctezuma recibe las aguas residuales del área metropolitana de la ciudad de México por lo que se considera que sus aguas están altamente contaminadas restringiéndose su uso al agrícola. Así también, los ríos Matlapa, Amajac y los afluentes de la margen izquierda del Río Moctezuma, aguas abajo del poblado de Tamazunchale presentan grados severos de contaminación, lo que limita el uso de sus aguas (Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental, 1999)

El Río Moctezuma también recibe diariamente unos 3 493 m³ de residuos municipales (INEGI, 2002) mediante descargas del drenaje público del poblado de Tamazunchale y localidades pertenecientes a este municipio, ya sea a través de las corrientes que bajan de los cerros o por descargas directas a sus aguas, en 1999 la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental de la cabecera municipal tenía registradas 14 descargas de drenaje en la cabecera municipal que vierten su contenido directamente sin ningún tratamiento previo. Debido a sus múltiples afluentes, las aguas residuales del Río Moctezuma también pueden estar contaminadas con agroquímicos (ver Figura IV.14).

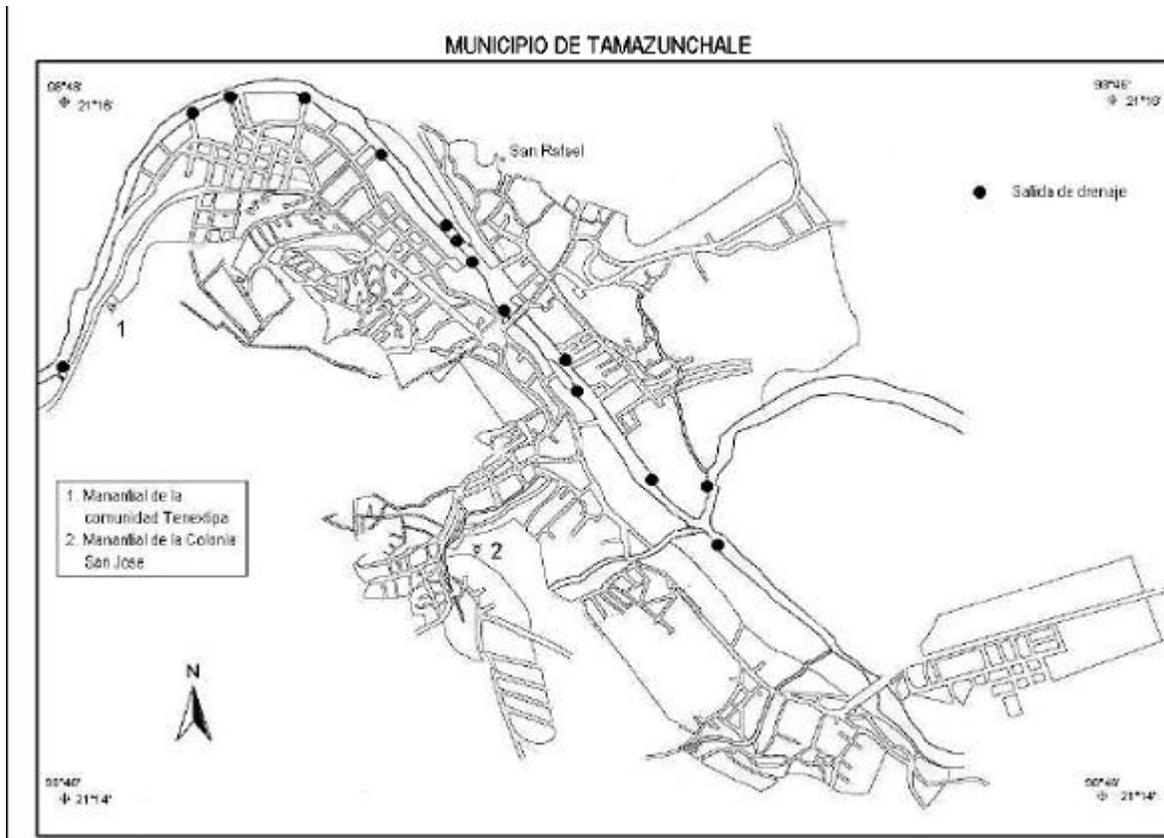


Figura 0.14. Contaminación del Río Moctezuma en el Municipio de Tamazunchale

Hidrología Subterránea

Los acuíferos regionales dentro del estado de San Luis Potosí son controlados por factores estructurales y estratigráficos asociados a la topografía definiendo al estado en tres provincias fisiográficas denominadas Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte (INEGI, 2002). La zona de estudio donde se ubica el predio del proyecto se localiza en esta última. En esta provincia el agua subterránea se almacena en dos sistemas hidrogeológicos de rocas calcáreas y rellenos aluviales, denominados Tamuin y Huasteca Potosina (ver Figura IV.18).

Los acuíferos en rellenos aluviales son de tipo libre, aún cuando localmente pueden estar confinados o semiconfinados por los horizontes arcillosos consolidados. En los acuíferos que están en rocas calcáreas, el flujo regional es por carsticidad y fracturamiento y son de tipo

confinado y semiconfinado al subyacer a estratos de lutita; los acuíferos en rocas volcánicas son de tipo semiconfinado al subyacer a material aluvial de relleno.

Dentro del área de estudio predomina una unidad de permeabilidad de material consolidado con posibilidades bajas la cual ocurre a través del flujo regional horizontal y por infiltración en la zona de alta carsticidad. Por otra parte, la descarga ocurre por flujo subterráneo horizontal hacia otras áreas, salidas de manantiales y por evo-transpiración en sus niveles freáticos someros, debido a lo reducido de la profundidad del suelo. (INEGI, 1983c) Esta unidad aparece ampliamente representada en el Sistema Ambiental (INEGI, 1983); la constituyen depósitos aluviales compuestos por arenas, gravas y limos con poca arcilla en los cuales el acuífero desarrollado es de tipo libre. Su espesor es variable y en general su permeabilidad es alta.

Estos depósitos son explotados por norias cuyos niveles estáticos fluctúan de uno a 30 m, la calidad del agua es dulce y tolerable y pertenece a la familia de agua cálcica, magnésica-bicarbonatada; el uso de los aprovechamientos es doméstico y pecuario.

Igualmente esta unidad se presenta conformando los rellenos de algunos valles intermontanos como el de Rascón y Veinte de Noviembre y otras de menos potencia y en los que se presenta un mayor contenido de arcilla, el tipo de acuífero desarrollado es libre, al igual que en los valles del oriente, variando su permeabilidad a media. Estos valles son explotados por algunas norias y manantiales.

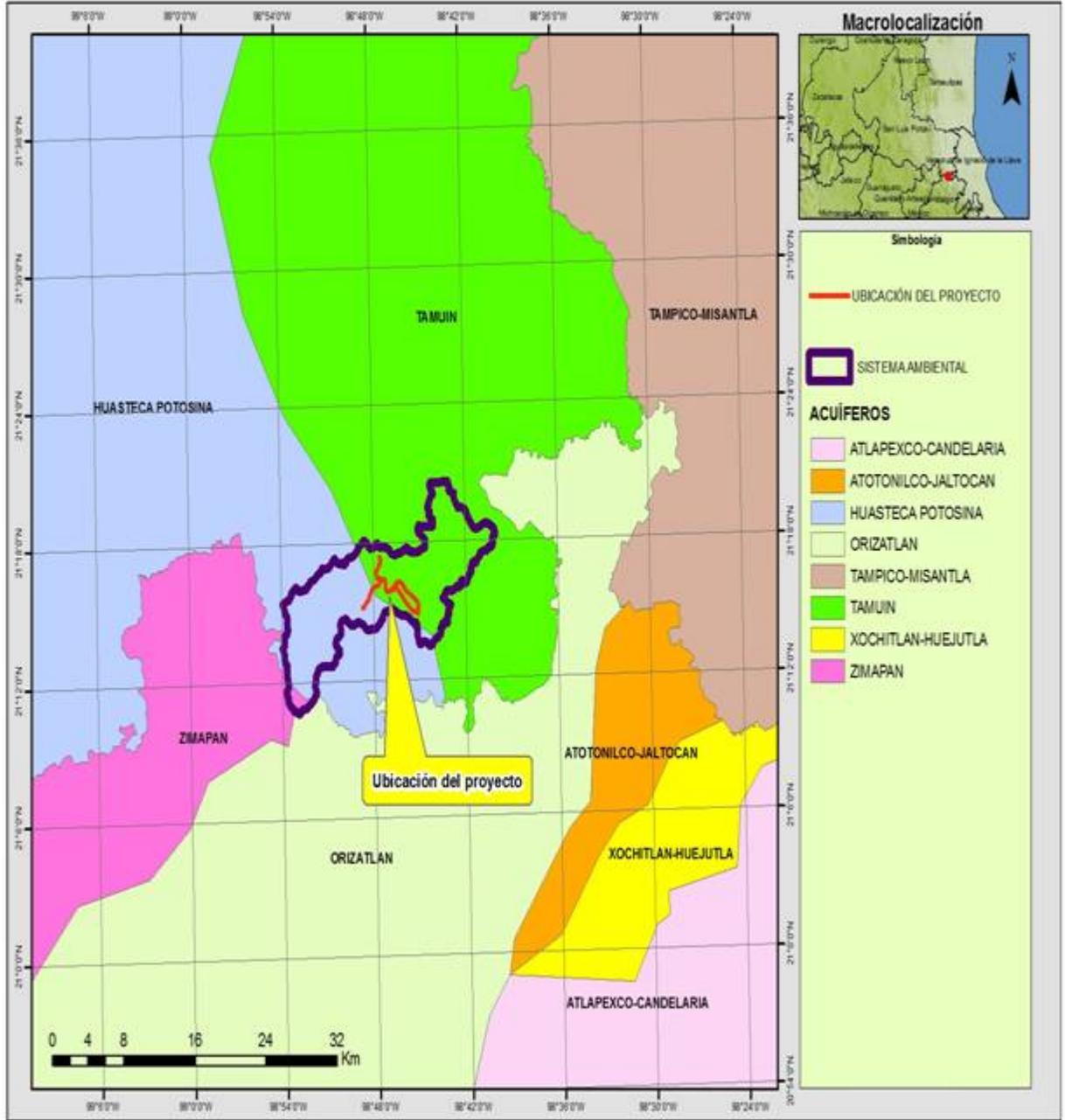


Figura 0.15. Acuífero localizado en el área de estudio

Aspectos bióticos

Flora terrestre

El Sistema Ambiental Regional se encuentra ubicado en una zona geográfica de alto interés biogeográfico; su posición transicional entre las provincias Sierra Madre Oriental (perteneciente a la región Mesoamericana de Montaña) y la Costa del Golfo de México (propia de la región Caribe), la hacen una superficie sumamente compleja y de gran riqueza florística.

Si bien la región Caribe se reconoce como una región de clara afinidad Neotropical, sobre la región Mesoamericana de Montaña aun prevalece la discusión sobre su afinidad entre los reinos Holártico y Neotropical (Rzedowski 1978). Esta situación se ve reflejada en el complejo mosaico vegetacional que muestra la Huasteca, compuesto por asociaciones dominadas por elementos de afinidades propias de un reino y otro.

Bajo las referencias fitogeográficas (Govurukhin, 1957) mencionadas por Rzedowski (1978), es posible reconocer la afinidad florística de las especies de la huasteca en términos Neotropicales, con mayor precisión, propios de la región Caribe, pero con cierta influencia de los elementos típicos de la región mesoamericana de montaña de la Sierra Madre Oriental; esta última se presenta en México con una distribución geográfica discontinua, determinada principalmente por los macizos montañosos del país, factor que con frecuencia influye en la fisonomía y la composición de la comunidad vegetal.

Dentro de la clasificación propuesta por el mismo Rzedowski el tipo de vegetación preponderante en el Sistema Ambiental Regional corresponde al bosque tropical perennifolio. Este tipo de vegetación se caracteriza por su riqueza florística, su exhuberancia y compleja composición estructural, pues se establece en tipos de clima en donde la temperatura mínima extrema difícilmente desciende a menos de 0° centígrados y la precipitación media anual oscila entre los 1500 y los 3000 mm.

La estructura de este tipo de vegetación es dominada por árboles siempre verdes (perennifolios, subperennifolios, y subcaducifolios) de hasta 25 m de altura. Por lo general en las comunidades clímax de esta vegetación es difícil determinar una especie dominante, la abundancia de trepadoras perennes es notable, así como la presencia de epífitas. Este tipo de vegetación se corresponde con el término de selva mediana subperennifolia y selva alta perennifolia que emplea el INEGI en las cartas de uso de suelo y vegetación Pachuca F14-11 y Ciudad Valles F14-8. Otros autores como Puig (1991) lo menciona como Bosque caducifolio húmedo de montaña. En general la vegetación se compone de elementos vegetales de tallos leñosos de gran volumen y talla (hasta 80 cm de DAP y entre 20 y 40 m de altura), de hojas grandes, glabras y coriáceas, a menudo sin espinas. En esta zona se localizan principalmente especies como *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus cotinifolia*, *Tabebuia rosea*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Ceiba pentandra*, como los más abundantes. Hacia la zona noreste del sitio, en los límites del área de influencia, la fisiografía se compone de laderas escarpadas de fuerte pendiente con rocas de composición granítica, cuya altitud sobre el nivel del mar aumenta gradualmente hasta los 900 m, condición que permite encontrar la presencia de algunas especies del Bosque Mesófilo de Montaña como *Liquidambar styraciflua*, *Quercus germana*, *Q. Safari* y *Magnolia sp.* entre otras, sin embargo, ninguna de estas se encuentra en el Sistema Ambiental ni en el área de influencia del proyecto

Cabe destacar que en Sistema Ambiental Regional, existen varios poblados y áreas de cultivo, que a lo largo del último siglo han ocupado la superficie de la región con diversos tipos de cultivos, tanto anuales como perennes. La razón principal de esta deforestación se debe a los beneficios aparentes de las características climáticas del lugar (temperaturas regulares y una época seca del año sumamente corta). Por lo que en la actualidad el paisaje es dominado mas por manchones de áreas desmontadas, pastizales cultivados y cultivos diversos, entre los cuales se pueden mencionar los cítricos, la caña de azúcar, el maíz, el nopal-verdura y en otros tiempos el cafetal. Esta situación es verdaderamente extrema pues aún en terrenos con pendientes pronunciadas, el desmonte, cultivo y abandono de tierras, ha reducido de manera drástica la distribución del bosque tropical antes mencionado. Actualmente la vegetación de esta ésta zona se ha ido repoblando por algunas especies denominadas secundarias o ruderales como *Ricinus comunis*, *Acacia cornigera*, *Leucaena microcephala*, *Acacia farnesiana*, *Solanum eleagnifolium*, como las principales, que son indicadoras y/o colonizadoras de áreas modificadas en constante disturbio, lo que indica el evidente desplazamiento de la flora y fauna natural de esta zona.

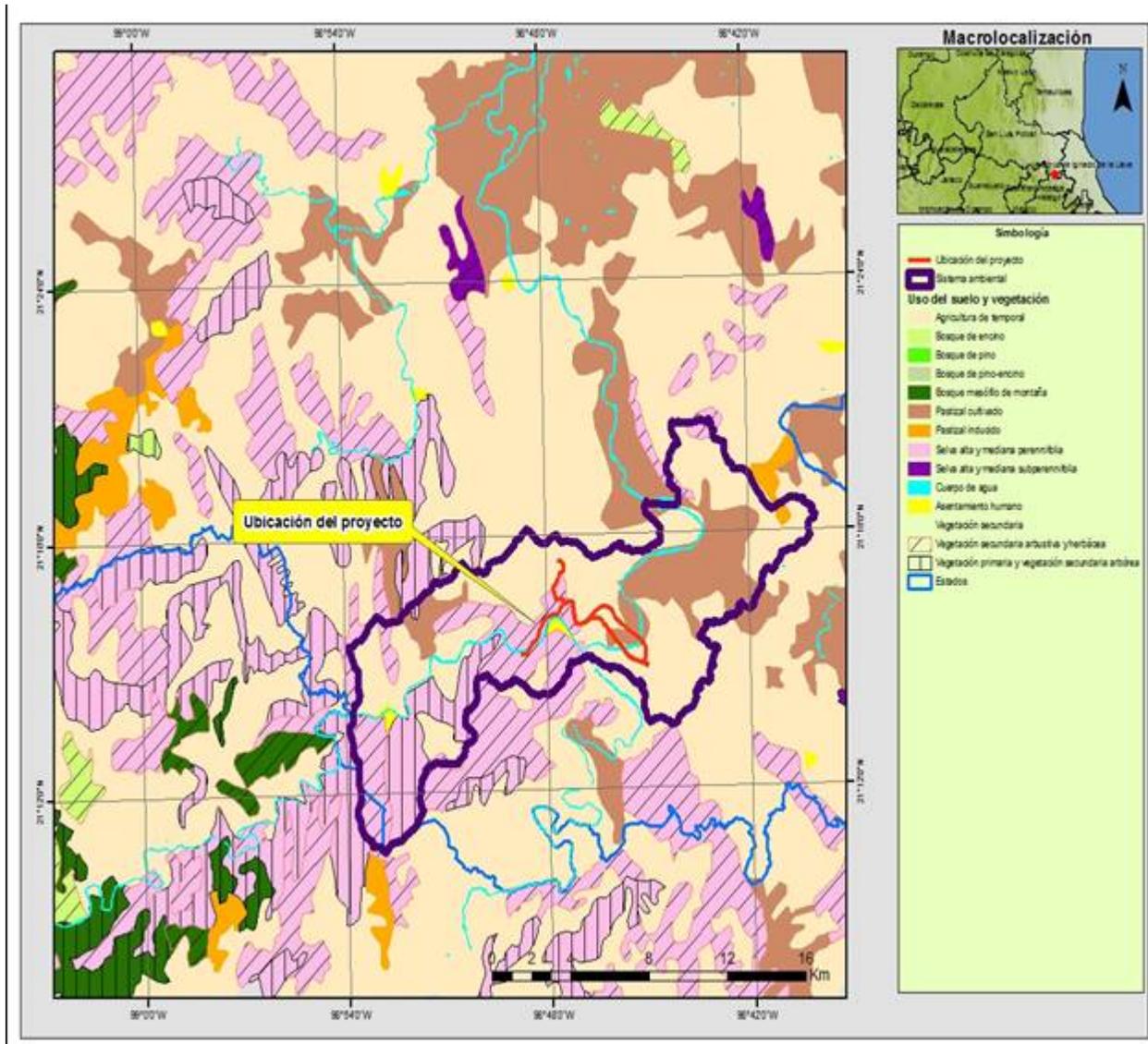


Figura 0.16. Tipos de vegetación en el SAR según INEGI (A)

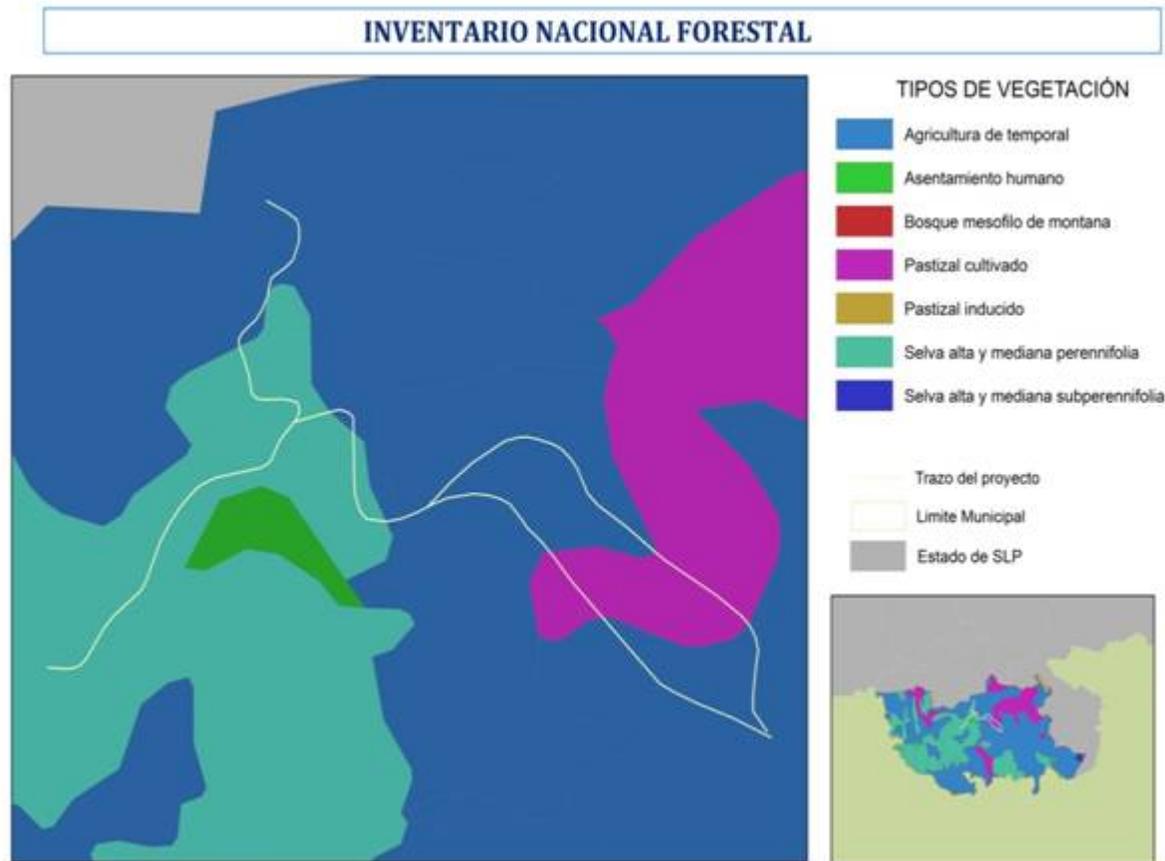


Figura 0.17.Tipos de Vegetación en el SAR según Inventario Nacional Forestal (B)

Descripción de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional

Selva alta y mediana perennifolia

Diversas fuentes (INEGI,2009, Puig,1991, Inventario Nacional Forestal, 2004 y Rzedowski,1978) mencionan que en la región donde se encuentra el Sistema Ambiental Regional y el área de estudio, se distribuye el tipo de vegetación de selva alta y mediana perennifolia (Bosque tropical perennifolio o bosque subperennifolio húmedo de montaña), cuyo rango altitudinal sobre el nivel del mar varía desde los 0 a los 900 m . Este tipo de vegetación, presenta un estrato arbóreo con una composición muy compleja, donde las

especies superiores miden por lo general más de 30 m, aunque pueden encontrarse individuos con alturas mayores a 45 m. En este tipo de comunidad, también se encuentra un estrato arbustivo, cuyos individuos presentan diversa alturas que van desde los 5 hasta los 20 m de altura; en los recorridos de campo se observó que no todas las especies son estrictamente perennifolias, coincidiendo algunas con periodos de floración, básicamente en la época seca del año. El clima dominante en esta región es húmedo a muy húmedo durante todo el año, manteniendo constante neblina en las partes altas de las montañas. Para esta zona y tipo de vegetación, se encontraron a *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus cotinifolia*, *Tabebuia rosea*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ceiba pentandra*, *Inga huastecana*, *Mimosa albida*, *Malpighia glabra*, *Colubrina greggii*, entre las más comunes

Cabe mencionar que la cartografía empleada, registra un pequeño fragmento de Selva mediana subperennifolia, que para los fines del presente se corresponde a una de las variantes del mismo bosque tropical perennifolio, cuya altura de sus individuos más notables varía de 20 a 25 m, correspondiendo un clima más tropical. Fisonómicamente es una comunidad homogénea, cuya variación es dependiente de factores edáficos. En ambas zonas las actividades agrícolas también son muy intensas, por lo que el efecto de destrucción es similar a la de la selva alta y mediana perennifolia. Las especies más frecuentes en esta variante son *Brosimum alicastrum*, *Protium copal*, *Dendropanax arboreus*, *Bursera simaruba*, *Tabebuia rosea*, *Inga huastecana* y *Melia azaderach*, como las más comunes.

En la actualidad la selva alta perennifolia ocupa apenas una proporción mínima de la superficie que apenas hace cinco décadas abarcaba; restringida principalmente a laderas de pendiente sumamente pronunciada o a pequeños y escasos predios en los que los dueños han preferido conservar la vegetación por convicción personal.

Vegetación en el área del trazo

Para determinar el tipo de vegetación presente a lo largo del trazo así como el estado de conservación que presenta se llevó a cabo una visita de campo; la metodología utilizada consistió en trabajo de gabinete, basado en la información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se obtuvo la Ortofoto digital del Área de Estudio, con clave F14D31E con los siguientes datos:

Escala:	1:75, 000
Datum:	ITRF92
Zona UTM:	14
Proyección.	Universal Transversa de Mercator (UTM)
Elipsoide:	GRS 80

Las coordenadas fueron tomadas del 24 al 26 de enero de 2009 con un Global Positioning System Garmin (GPSMAP 60), con un error menor a los 3 m. Los datos que se obtuvieron para fauna en cada coordenada fueron separados en los distintos grupos que incluyen especies de aves, mamíferos y reptiles. Estos datos se trabajaron en Arc View GIS Versión 3.1 junto con la Ortofoto digital donde se realizaron los mapas correspondientes a las categorías antes mencionadas, así como un mapa de los cuadrantes que se revisaron en el área de estudio y la localización por especie faunística. En el caso de la vegetación se realizó el mapa de bloques tomando en cuenta las especies más abundantes por cuadrante y la similitud entre ellos. Para presentación de los mapas se almacenaron como imagen con extensión JPG.

La caracterización de vegetación se efectuó a través de una prospección del área del trazo marcando en un plano geo-referenciado los cuadrantes con base a las variaciones topográficas presentes, lo anterior, permitió ubicar en un plano las asociaciones y especies vegetales característicos del predio.

Esta información es fundamental, ya que los grupos faunísticos se encuentran asociados de forma directa con las especies o formas vegetales existentes y al mismo tiempo, permite reconocer las áreas que mantengan los mayores registros de riqueza y diversidad y que por sus atributos deban ser preservados en el área. Lo anterior, permitirá determinar la ubicación de las posibles obras del proyecto, los caminos de acceso, las áreas de vegetación que pueden ser afectadas y las que se destinarán para conservación.

El levantamiento en campo se realizó en 12 cuadrantes de 100 m² distribuidos estratégicamente en el área del proyecto (Figura IV.18), los cuadrantes se ubicaron en los tipos representativos de vegetación existentes en el predio, lo anterior permitió reconocer los patrones de abundancia de las especies dominantes y calcular diversos parámetros ecológicos como diversidad y equitatividad de las comunidades vegetales presentes.

Con la información obtenida en campo, se construyó un listado con la vegetación que se encuentra en el lugar, incluyendo su nombre científico, nombre común, y estatus de protección con base a la NOM-059-SEMARNAT-2001.

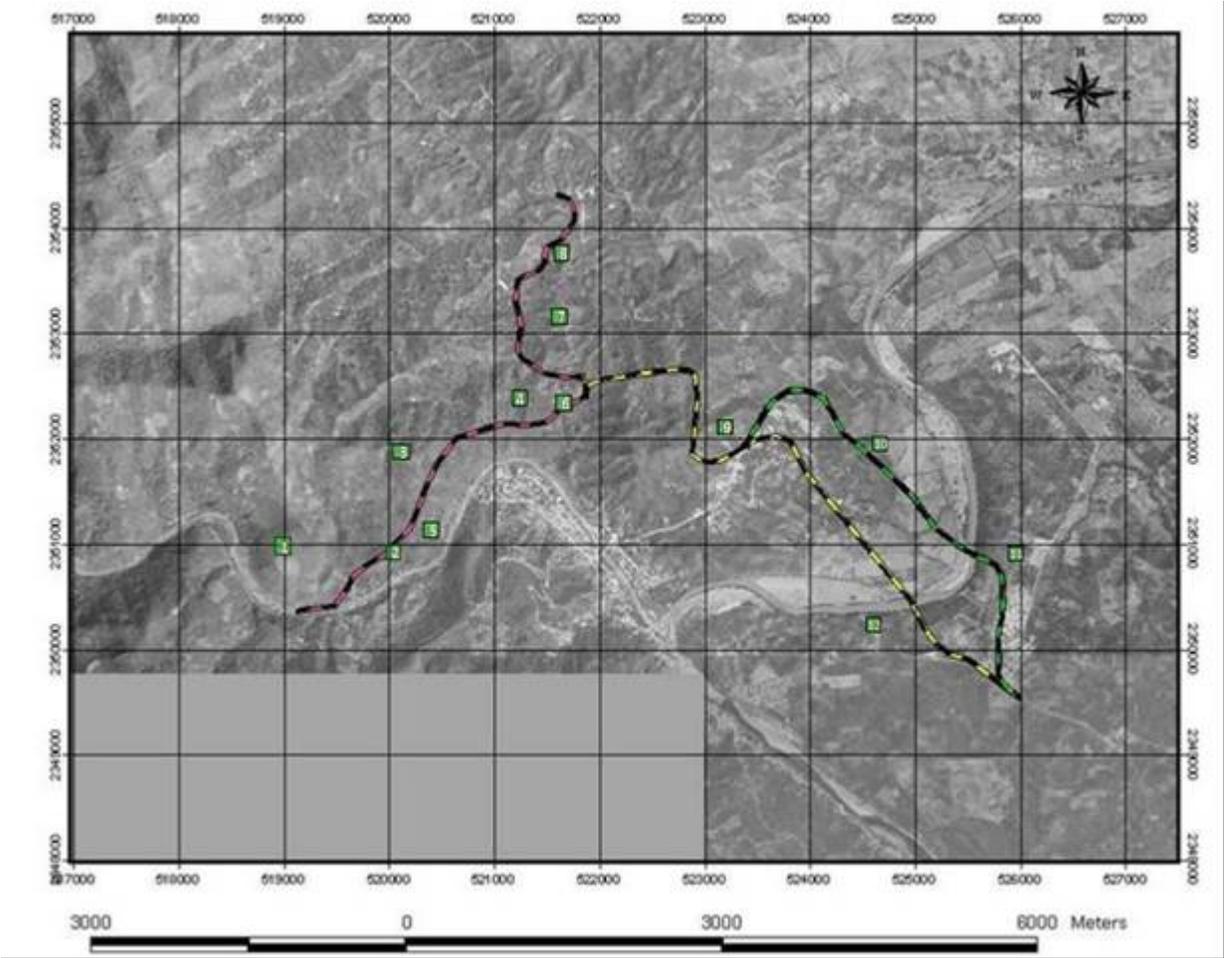


Figura 0.18. Ubicación de los cuadrantes para el trazo carretero Tamazunchale para la caracterización de flora.

Resultados

Se registró un total de 88 especies, pertenecientes a 48 Familias y 81 Géneros; del total de especies de flora registradas únicamente dos se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, el Colorín *Eritrina coralloides* y el Chamal *Ceratozamia mexicana*, ambas en la categoría de Amenazadas (A);

Tabla 0.21. Listado taxonómico, nombre común y características de protección de la vegetación del trazo carretero Tamazunchale

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001
Amarathaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quintonil	.....

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	Chiromoya	.....
Araceae	<i>Philodendron scandens</i>	Hoja acorazonada	.....
Areceae	<i>Syngonium podophyllum</i>	Singonio	.....
Asclepiadaceae	<i>Asclepia curasavica</i>	Flor de sangre	.....
Aspleniaceae	<i>Asplenium trilobum</i>	Helechito trilobulado	.....
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco	.....
Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i>	Flor de muerto	.....
Asteraceae	<i>Zinnia multiflora</i>	Teresita	.....
Asteraceae	<i>Braccharis trinervis</i>	Hierba de Santo Domingo	.....
Begoniaceae	<i>Begonia spp.</i>	Begonia	.....
Bignoniaceae	<i>Cidysta potosina</i>		.....
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	Cuajilote	.....
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	.....
Bombacáceo	<i>Bombax ellipticum</i>	Árbol de la brocha de afeitarse	.....
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Bromelia	.....
Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Xeen	.....
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	.....
Cactaceae	<i>Selenicereus spinulosus</i>	Pitahaya de árbol	.....
Cactaceae	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Pitahaya	.....
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i>	Muerdago Cactus	.....
Cactaceae	<i>Nopalea nuda</i>	Nopal	.....
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papayo	.....
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Zapotillo	.....
Compositae	<i>Stevia monardifolia</i>	Panalillo	.....
Compositae	<i>Eupatorium glabratum</i>	Chamizo blanco	.....
Compositae	<i>Helenium quadridentatus</i>	Herbacea	.....
Crassulaceae	<i>Kalanchoe pinnata</i>	Hoja del aire, hoja fresca	.....
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melon amargo	.....
Euphorbiaceae	<i>Acalypha spp</i>	Cola de gato	.....
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus multilobus</i>	Mala mujer	.....
Euphorbiaceae	<i>Croton draco</i>	Targúa	.....
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentata</i>	Hierba del chicle	.....
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo o cuerno de toro	.....

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001
Fabaceae	<i>Acacia emarginata</i>	Palo amarillo	.....
Fabaceae	<i>Acacia potosina</i>	Acacia	.....
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de venado	.....
Fabaceae	<i>Calliandra portorricensis</i>	Copo de nieve	.....
Fabaceae	<i>Eritrina coralloides</i>	Colorin	A* no endémica
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuiananche o cocouite	.....
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Rabo de mono	.....
Fabaceae	<i>Leucaena pulverulenta</i>	Tepehuaje	.....
Fabaceae	<i>Phaseolus spp.</i>	Judía o frijol	.....
Fagaceae	<i>Quercus spp.</i>	Encino	.....
Juglandaceae	<i>Juglans hirsuta</i>	Nogal de Nuevo León	.....
Lamiaceae	<i>Salvia patens</i>	Labiada	.....
Lauraceae	<i>Persea spp.</i>	Aguacate	.....
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Acerola	.....
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Paraíso	.....
Mimosaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cola de tijereta	.....
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste o Parota	.....
Mimosaceae	<i>Mimosa albida</i>	Vergonzosa	.....
Mimosaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza o mimosa	.....
Mimosaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Sensitiva o dormilona	.....
Mimosaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	.....
Moraceae	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Mora amarilla	.....
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higuerón	.....
Moraceae	<i>Ficus spp</i>	Ficus	.....
Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i>	Palo de mora	.....
Musaceae	<i>Musa sapientum</i>	Plátano o banana	.....
Myrtaceae	<i>Carpodiptera ameliae</i>	Pimienta dioica	.....
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	.....
Nictaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato o zarza espinosa	.....
Palmae	<i>Chamaedorea pringlei</i>	Palma Camedor	.....
Palmae	<i>Sabal palmetto</i>	Palma sabal	.....
Passifloraceae	<i>Passiflora exudans</i>	Pasiflora	.....
Piperaceae	<i>Piper medium</i>	Pimienta negra	.....

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001
Poaceae	<i>Cynodon plectostacyus</i>	pasto estrella	.....
Poaceae	<i>Paspalum spp.</i>	Pasto	.....
Poaceae	<i>Zea mayz</i>	Maíz	.....
Polypodiaceae	<i>Polypodium fratermum</i>	Helecho spp.	
Pterosida	<i>Adiantum andicola</i>	Helecho adiantun	.....
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	.....
Rubiaceae	<i>Faramia occidentalis</i>	Hierba santa cimarrón	.....
Rubiaceae	<i>Hamelia erecta</i>	Café cimarrón	.....
Rutaceae	<i>Citrus nobilis</i>	Naranja dulce	.....
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Mandarina	.....
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	Hierba de la cucaracha	.....
Sapotaceae	<i>Sideroxylon tempisque</i>	Tempisque	.....
Selaginellaceae	<i>Selaginella rupestris</i>	Doradilla, siempreviva	.....
Solanaceae	<i>Cestrum dumetorum</i>	Huele de día	.....
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	.....
Tectariaceae	<i>Tectaria heracleifolia</i>	Helecho trilobulado	.....
Tiliaceae	<i>Heliocarpus spp.</i>	Burio	.....
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	.....
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	Uva	.....
Zamiaceae	<i>El Chamal</i>	Chamal	A*, endémica

* Amenazadas

De estas especies, las más abundantes fueron por cuadrante:

Tabla 0.22. Abundancia de especies por cuadrante

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ESPECIE									XX			
<i>Acacia cornigera</i>	XX											
<i>Asplenium trilobum</i>	XX											XX
<i>Bauhinia divaricata</i>		XX		XX								
<i>Begonia spp.</i>											XX	XX
<i>Bidens pilosa</i>												
<i>Bromelia pinguin</i>								XX				
<i>Chamadorea pringlei</i>	XX											
<i>Cidysta potosina</i>												
<i>Cnidoscolus multilobus</i>					XX							XX
<i>Cynodon plectostachyus</i>									XX	XX		
<i>Euphorbia dentata</i>							XX					
<i>Ficus cotinifolia</i>		XX										
<i>Ficus spp.</i>					XX						XX	
<i>Guazuma ulmifolia</i>												XX
<i>Mimosa albida</i>										XX		
<i>Tectaria heracleifolia</i>						XX						
<i>Polypodium fratermum</i>												
<i>Phaseolus micranthus</i>									XX			XX
<i>Helenium quadridentatum</i>							XX					
<i>Kalanchoe pinnata</i>	XX											
<i>Leucaena pulverulenta</i>		XX										
<i>Nopalea nuda</i>							XX	XX				
<i>Paspalum spp.</i>							XX					
<i>Philodendron scandens</i>	XX	XX	XX	XX		XX					XX	
<i>Quercus spp.</i>			XX									
<i>Selaginella rupestris</i>												
<i>Stevia monardifolia</i>												
<i>Syngonium podophyllum</i>		XX										
<i>Tagetes erecta</i>							XX					

Con base en los datos de riqueza de especies de flora se estimó la abundancia relativa de las especies por muestreo (número de individuos por especie/muestreo), y de manera global (número de individuos por especie/total de muestreos). La diversidad alfa se calculó por

medio de los Índices de Margalef, (Clifford y Stephenson, 1975), de acuerdo a la siguiente relación:

$$D_m = (S-1)/\ln N$$

Donde:

S = Número de especies

N = Número total de individuos de todas las especies

y con el índice de Shannon y Wiener, 1963, y la equitatividad según Pielou (1969). de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Donde:

$P_i = \frac{\text{no. de individuos de la especie } i}{\text{no. total de individuos}}$

no. total de individuos

$\log_2 =$ logaritmo base 2 del valor p_i de cada especie

- Equitatividad (J') de Pielou; considerando la siguiente fórmula:

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

Donde:

$H' =$ diversidad estimada para un muestreo

$H'_{\max} =$ diversidad máxima esperada para el muestreo, calculada como:

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

Donde: S= número de especies por un muestreo

La aplicación de índices para el cálculo de los valores numéricos fue hecha utilizando el programa para Análisis de Comunidades ANACOM 3.1 (De la Cruz 1994).

Los parámetros ecológicos de riqueza, diversidad y equitatividad para cada uno de los cuadrantes muestreados en el área de estudio fueron los siguientes: (ver Tabla 0.23)

Tabla 0.23 Parámetros ecológicos de especies florísticas por cuadrante.

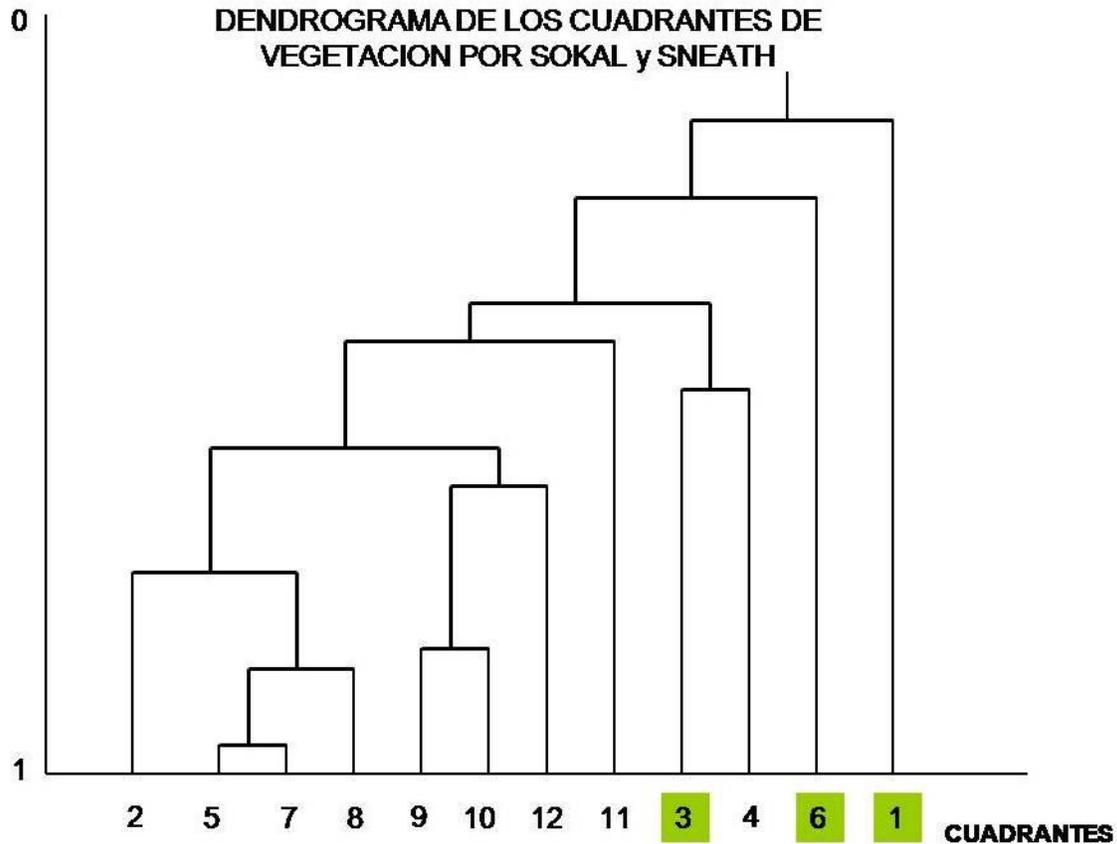
CUADRANTE	No. ESPECIES	H'	H' max	J'	DIV. SIMPSON	DIV. MARGALEF
1	24	3.50	4.58	0.764	0.901	4.32
2	15	2.34	3.90	0.559	0.781	2.68
3	20	3.66	4.32	0.849	0.932	3.76
4	14	2.42	3.80	0.638	0.757	2.89
5	11	2.74	3.45	0.794	0.869	2.37
6	21	3.63	4.39	0.828	0.920	4.29
7	13	1.91	3.70	0.517	0.681	2.36
8	10	2.73	3.32	0.823	0.875	1.72
9	13	3.06	3.70	0.828	0.889	2.62
10	14	2.89	3.80	0.760	0.880	2.38
11	17	3.31	4.08	0.812	0.899	3.14
12	16	3.02	4.00	0.754	0.867	3.01

Nota: Los cuadrantes en azul se utilizaron como referencia para comparar los diversos aspectos considerados.

De acuerdo con el registro de especies observadas en campo, se evidenció que los cuadrantes 1, 3, y 6 son los cuadrantes que registraron una mayor riqueza de especies, asimismo fue la especie *Philodendron scandens* la que se encontró en más cuadrantes, seguida de la especie *Bauhinia divaricata*.

El análisis de similitud efectuado a los resultados obtenidos de los cuadrantes por el método aglomerativo de Sokal y Sneath y de unión media ponderada permitió obtener el dendrograma que se muestra en la Gráfica 0.3

Los resultados numéricos de este análisis permitió reconocer que las entidades 5 y 7 presentaron una similitud de 92.4%, como resultado de la presencia de *Philodendron scandens*, *Bursera simaruba*, *Chamadoera pringlei*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucana pulverulenta* en ambos cuadrantes. Los cuadrantes 9, 10, 11 y 12 presentaron en su mayoría especies introducidas con fines comerciales y pocos elementos de vegetación natural



Gráfica 0.3 Dendrograma de la vegetación en el área del trazo carretero de Tamazunchale, SLP, por el método de Sokal y Sneath.

Los elementos marcados con verde en el dendrograma, además de servir como referencia para comparar el estado de conservación de la flora en el área, también permitió reconocer que en estas zonas todavía prevalecen elementos originales de la selva mediana, en ellas registramos a *Acacia cornigera*, *Bauhinia divaricada*, *Carpodiptera ameliae* y *Chamaedorea pringlei*

A partir de las composiciones específicas de cada cuadrante, los parámetros ecológicos registrados para cada cuadrante, se permitió reconocer tres zonas en el área (Figura 0.19)

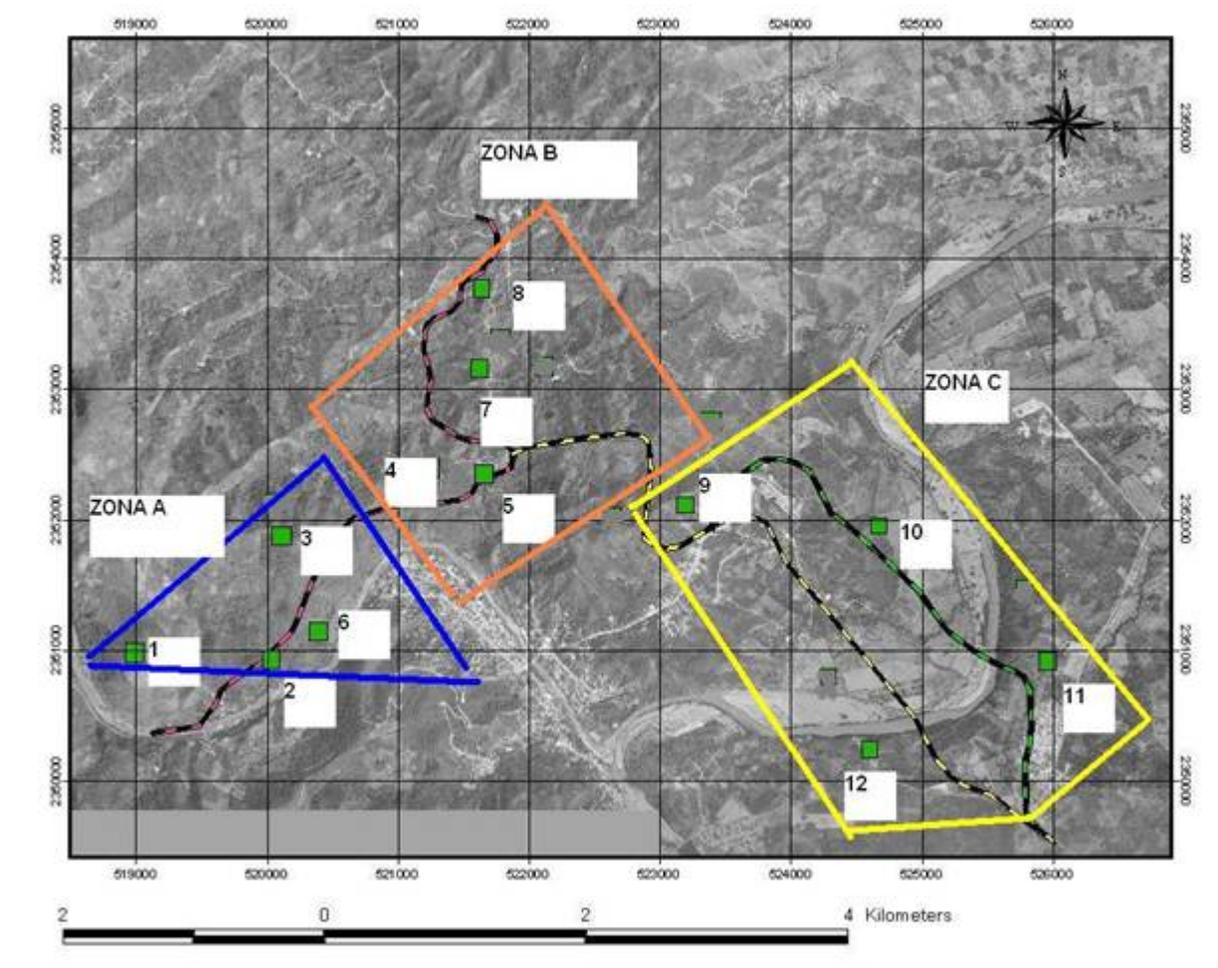
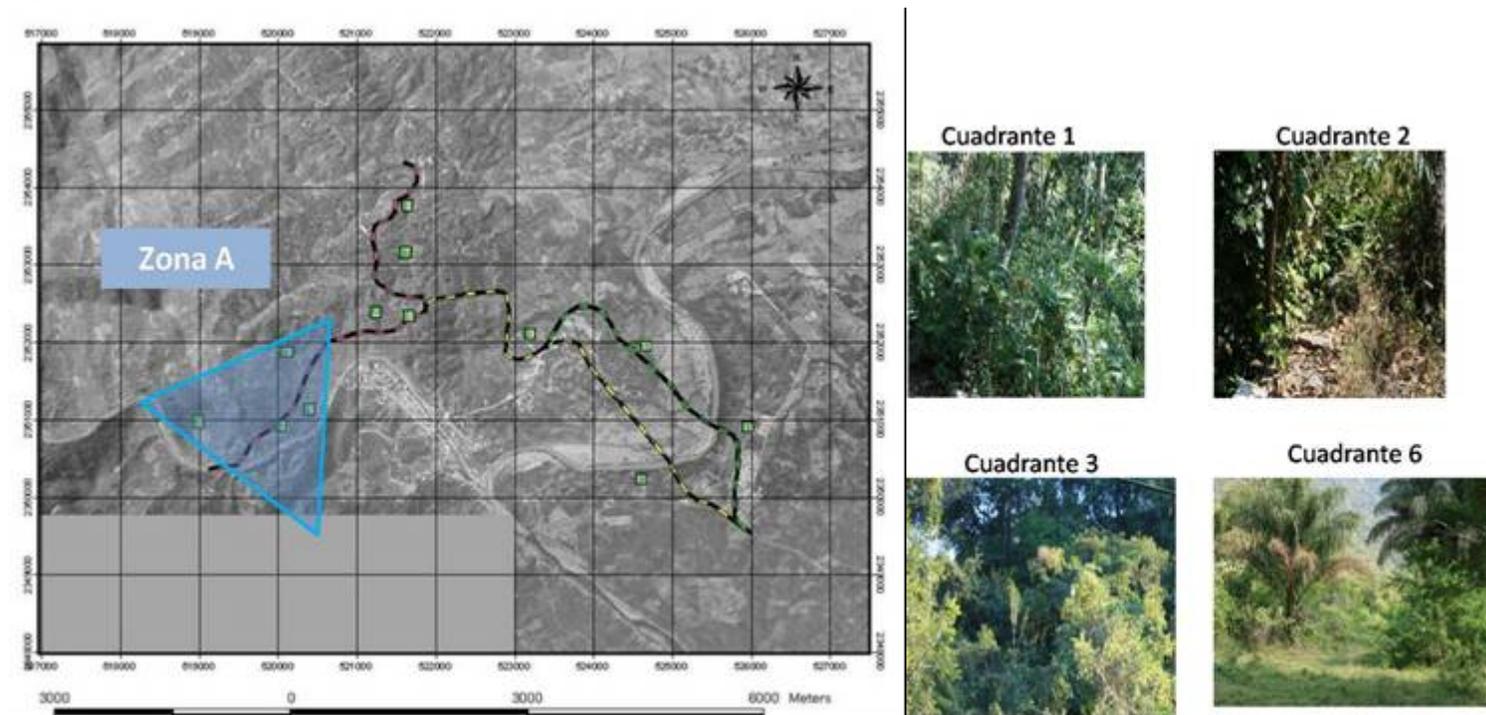


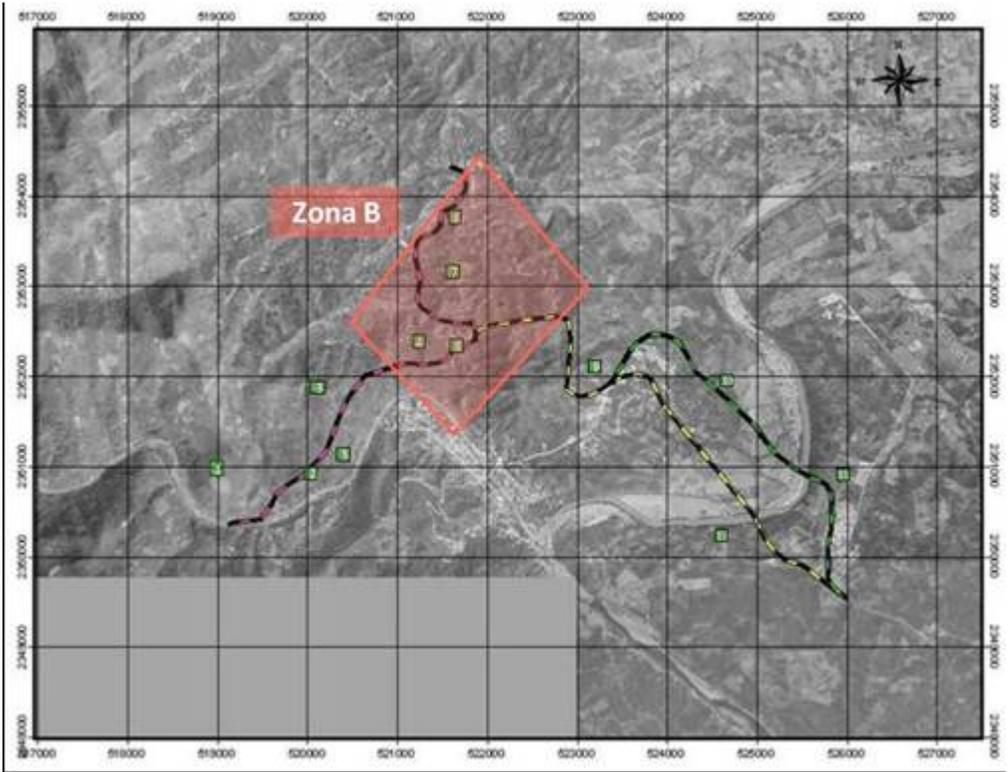
Figura 0.19. Zonas de vegetación registrados en el presente estudio.

La Zona A, representada por especies que indican un estado de conservación alto y que se encuentra conformada por los cuadrantes 1,2,3,6 esta zona presenta los valores de composición específica más altos, al igual que de los parámetros evaluados como diversidad y equitatividad.



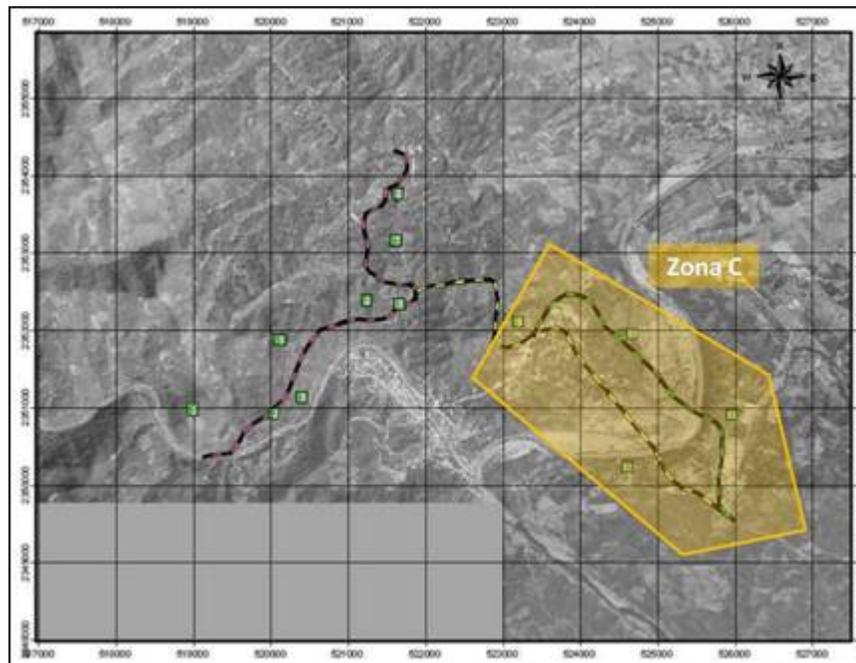
Especies más abundantes de la zona A: *Acacia cornigera*, *Asplenium trilobum*, *Chamadorea pringlei*, *Kalanchoe pinnata*, *Philodendron scandens*, *Cidysta potosina*, *Ficus cotinifolia*, *Ficus spp.*

La Zona B, corresponde a una zona intermedia o de transición donde encontramos algunas especies correspondientes a la vegetación original, así como especies que indican diversos grados de perturbación.



Especies más abundantes de la zona B: *Cidysta potosina*, *Ficus cotinifolia*, *Ficus ssp.*, *Kalanchoe pinnata*, *Bauhinia divaricata*, *Euphorbia dentata*, *Helenium quadridentatu*, *Paspalum spp*, *Citrus spp*, *Nopalea nuda*

Zona C: corresponde a una sección del área donde casi no se encuentran especies propias del área y si muchas especies tanto introducidas como de especies invasoras que indican una perturbación mayor. La superficie que abarca el ramal oriente del proyecto (en sus dos posibilidades) se encuentra sometida al establecimiento de cultivos, por lo que en la actualidad la vegetación se observa altamente fragmentada



Cuadrante 9



Cuadrante 10



Cuadrante 11



Cuadrante 12



Especies más abundantes de la zona C: *Acacia cornígera*, *Paspalum spp*, *Citrus spp*, *Nopalea nuda*, *Ficus spp*

La integración de la información recopilada en conjunto con los resultados obtenidos de las tres zonas muestran en general que el área presenta grados de perturbación altos donde la mayor parte de la superficie evaluada se encuentra representada por especies que han sustituido a la vegetación original, lo anterior permite explicar la baja similitud de especies en los cuadrantes considerados, así como el poco intercambio de especies en las zonas definidas y que en su conjunto al estimar el valor de diversidad Beta (β) para los cuadrantes considerados fue de 4.45, lo que indica un intercambio de especies bajo.

En el área del proyecto particularmente en la superficie adyacente al Río Moctezuma, se observó el cultivo de cítricos en áreas donde se había desmontado o disminuido en su densidad, actualmente esta superficie representa parcialmente una combinación del cultivo de cítricos y pastizal

Fauna terrestre

El área del proyecto “Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí” una zona donde, tanto por su tipo de vegetación como por el grado de alteración que han sufrido, la fauna silvestre es muy escasa y se localiza principalmente en las zonas altas o en la fracción más conservada del SAR.

Algunas especies de **mamíferos** encontradas en esta zona son el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) coatí o tejón, (*Nasua narica*), conejo (*Sylvilagus floridanus*).

En referencia a los **reptiles y anfibios**, las especies más comunes son la lagartija espinosa (*Sceloporus variabilis*), la lagartija llanera (*Aspidoscelis gularis*), la ranita pintada (*Hyla picta*) y el sapo (*Cranopsis Valliceps*)

Por su parte las aves registradas en la zona fueron la Garza del ganado (*Bubulcus ibis*), Halcón cola blanca (*Buteo albicaudatus*), Coquita (*Columbina inca*), Vireo de ojos rojos (*Vireo olivaceus*), y el zanate (*Quiscalus mexicanus*).

Algunas especies como el cacomixtle y coatí se distribuyen también en las áreas bajas donde se desarrolla la agricultura y los pastizales, así como en las cercanías de las zonas urbanas, debido a que son especies generalistas adaptadas a la presencia del ser humano así como a diferentes tipos de alimentación como son frutas, insectos, huevos.

Para conocer de forma específica la diversidad de grupos de fauna que se distribuyen en el área de estudio, se efectuó un registro en campo en donde los avistamientos de fauna se marcaron en un plano georreferenciado, los registros se efectuaron tomando en cuenta las características de los grupos observados.

A partir de las características topográficas del área, se realizaron 4 transectos donde se reconocieron las distintas especies de vertebrados (Aves, Reptiles, Anfibios y Mamíferos) tal como se muestra en la Figura 0.20

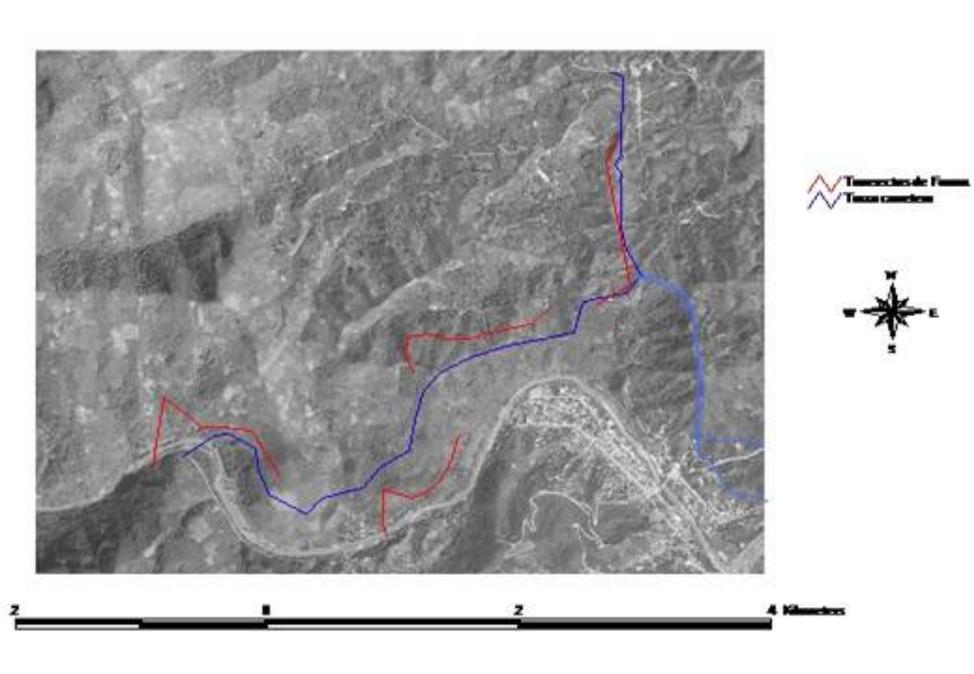


Figura 0.20. Ubicación de los transectos faunísticos (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios) del tramo carretero "Tamazunchale".

A partir de dichos transectos se reconocieron 31 especies, de las cuales 20 corresponden a Aves, 7 a mamíferos, 2 a Reptiles y 2 a Anfibios.

Aves

La técnica de muestreo que se utilizó fue la de transecto en línea sin estimar distancia que consiste en hacer anotaciones de las especies de aves sin importar las distancias a las que se detectan tomando en cuenta las suposiciones indicadas por Ramírez *et al.* (1996), en donde todos los individuos son igualmente detectables en todas las muestras, esto se llevó a cabo a lo largo de los transectos recorridos. La detección fue hecha por medio de registros visuales con ayuda de binoculares 8x 40 marcas Tasco® y Bushnell® y la identificación se llevó a cabo con guías de campo (Howell y Webb 1995 y Sibley 2000) también se tomaron en cuenta los cantos y reclamos que se escucharon a lo largo de los transectos cotejándolos posteriormente con los archivos del Cornell Lab of Ornithology.

Se identificaron un total de 20 especies, el listado completo se presenta en la Tabla 0.24, de las cuales únicamente 5 especies se encuentran con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Los avistamientos de las diferentes especies de Aves se presentan en la Figura 0.21

Tabla 0.24. Listado taxonómico, nombre común y características de protección de Aves del trazo carretero Tamazunchale

Orden	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2001
Ciconiiformes	<i>Bubulcus ibis</i>	.....
	<i>Ardea herodias</i>	.....
	<i>Coragyps atratus</i>	.....
	<i>Cathartes aura</i>	.....
Falconiformes	<i>Buteo albicaudatus</i>	Pr
	<i>Buteo albonotatus</i>	Pr
Columbiformes	<i>Columbina inca</i>	.....
	<i>Zenaida asiática</i>	.....
	<i>Leptotila verreauxy</i>	.....
Passeriformes	<i>Vireo griseus</i>	.....
	<i>Vireo olivaceus</i>	.....
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	.....
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	.....
	<i>Tyrannus tyrannus</i>	.....
	<i>Tyrannus crassirostris</i>	.....
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	.....
	<i>Mniotilta varia</i>	.....
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	.....
	<i>Icterus gularis</i>	.....
	<i>Molothrus aeneus</i>	.....

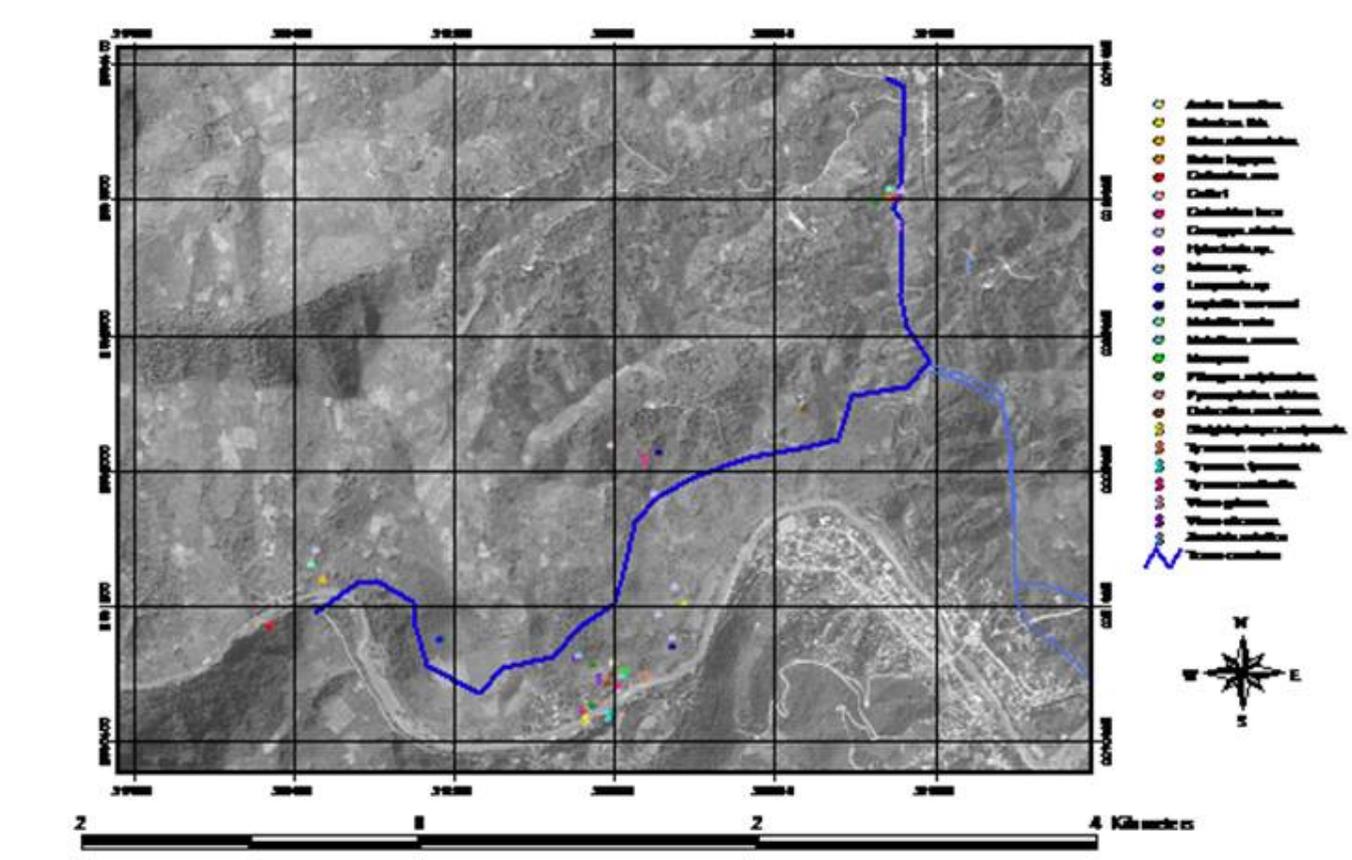


Figura 0.21. Ubicación espacial de los puntos donde se registraron las Aves en el trazo carretero Tamazunchale, S.L.P.

Mamíferos

En el caso de mamíferos se tomaron en consideración los rastros indirectos (excretas, huellas, pelo, huesos, madrigueras, rascaderos, echaderos) y los registros visuales de los organismos que pudieron ser detectados en los transectos establecidos. La determinación de las huellas se realizó *in situ* con el apoyo de claves de identificación (Aranda, 2000, y North American Mammals del Museo Smithsonian).

Los muestreos tuvieron una duración de tres días de trabajo de campo efectivos en los cuales se capturó de manera directa, ejemplares. Asimismo, se llevó a cabo el muestreo de mamíferos en los transectos ya que tomando en cuenta las observaciones de Aranda, 2000, estos organismos acostumbran transitar y excretar en los caminos y veredas trazadas por el hombre, además se llevó a cabo búsquedas intensivas en rocas y veredas poco transitadas además de lugares sin caminos ni veredas. Todos los organismos y rastros fueron georreferenciados marcando con un GPS Garmin® modelo MAP 60C y procesados en el software Map Source® del mismo fabricante.

Se registraron en el caso de los mamíferos 7 especies (Figura 0.22), no se reportó alguna especie incluida en la **NOM-059-SEMARNAT-2001**.

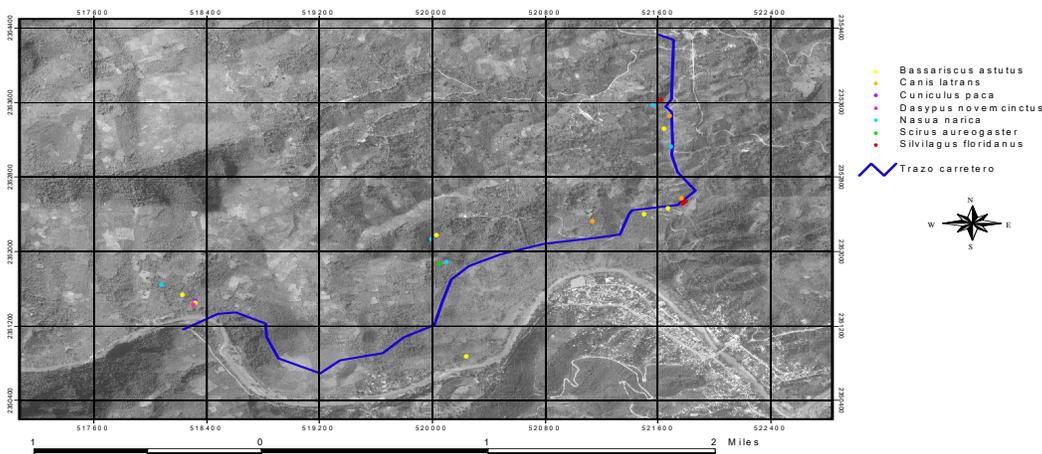


Figura 0.22. Ubicación espacial de los puntos donde se registraron los Mamíferos. En el trazo carretero Tamazunchale.

El grupo de los mamíferos es posiblemente uno de los que más han sido afectados por las actividades productivas de la zona, de tal manera que los pocos de los que aún se tienen registros fidedignos, se refieren a aquellos de tallas pequeñas y medianas, los

cuales en su mayoría son generalistas. Las especies encontradas en el área del proyecto se presentan en la Tabla 0.25

Tabla 0.25. Listado taxonómico, nombre común y características de protección de Mamíferos del trazo carretero Tamazunchale.

Orden	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2001
Cingulata	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	.....
	<i>Canis latrans</i>	.....
	<i>Bassariscus astutus</i>	.....
	<i>Nasua narica</i>	.....
Lagomorpha	<i>Silvilagus floridanus</i>	.....
Rodentia	<i>Sciurus aureogaster</i>	.....
	<i>Cuniculus paca</i>	.....

Reptiles

Para los reptiles fueron tomados en cuenta los organismos encontrados a lo largo de los transectos y los rastros como las huellas en el caso de las serpientes. Las colectas se llevaron a cabo manualmente, y con la ayuda de pinzas y ganchos herpetológicos marca Thongs®, trampas de conducción y guantes de carnaza siguiendo los procedimientos sugeridos por Gaviño (1977) y Knudsen, (1966) que permiten registrar especies de anfibios y reptiles cuya actividad generalmente es diurna y nocturna. Se llevan a cabo mediante recorridos de 1,000 a 2,000 m, por caminos secundarios o veredas, en el cual se realizan observaciones y recolectas de las especies más frecuentes, en aquellos hábitats que son de interés.

Todos los individuos que se capturaron, se identificaron con la ayuda de claves y guías para la determinación específica (Smith and Taylor, 1966; Smith y Barlowe, 1978; Casas-Andrew y McCoy, 1979; Beheler y King, 1988; García y Ceballos, 1994), aquellos ejemplares que se identificaron en campo se liberaron de inmediato, los ejemplares que no se determinaron en el momento de captura, se fotografiaron para identificar las especies con la ayuda de las guías antes mencionadas.

Únicamente se registraron 2 especies de reptiles, de las cuales ninguna se encuentra incluida en la **NOM-059-SEMARNAT-2001**.

Tabla 0.26.Listado taxonómico, nombre común y características de protección de Reptiles del trazo carretero Tamazunchale.

Orden	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2001
Squamata	<i>Sceloporus variabilis</i>	.....
	<i>Aspidoscelis gularis</i>	.....

Los reptiles localizados en la zona se ubicaron en los puntos que se muestran en la Figura 0.23

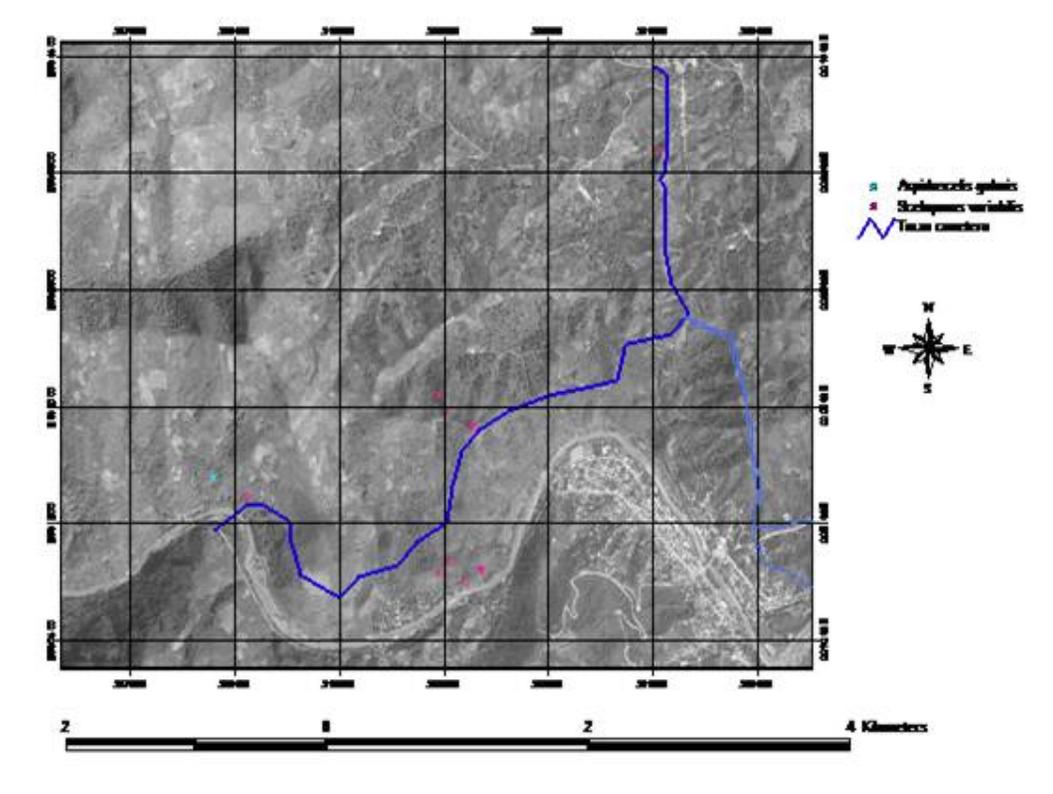


Figura 0.23. Ubicación espacial de los puntos donde se registraron los reptiles en el trazo carretero Tamazunchale.

Anfibios

Para el caso de los anfibios se registraron dos especies como se muestra en la Tabla 0.27, de las cuales ninguna aparece en la **NOM-059-SEMARNAT-2001**.

Tabla 0.27. Listado taxonómico, nombre común y características de protección de Anfibios del trazo carretero Tamazunchale.

Orden	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2001
Anura	<i>Hyla picta</i>	.....
	<i>Cranopsis Valliceps</i>	.....

Las zonas donde se realizaron los avistamientos de las diferentes especies de anfibios son las que se presentan en la siguiente figura

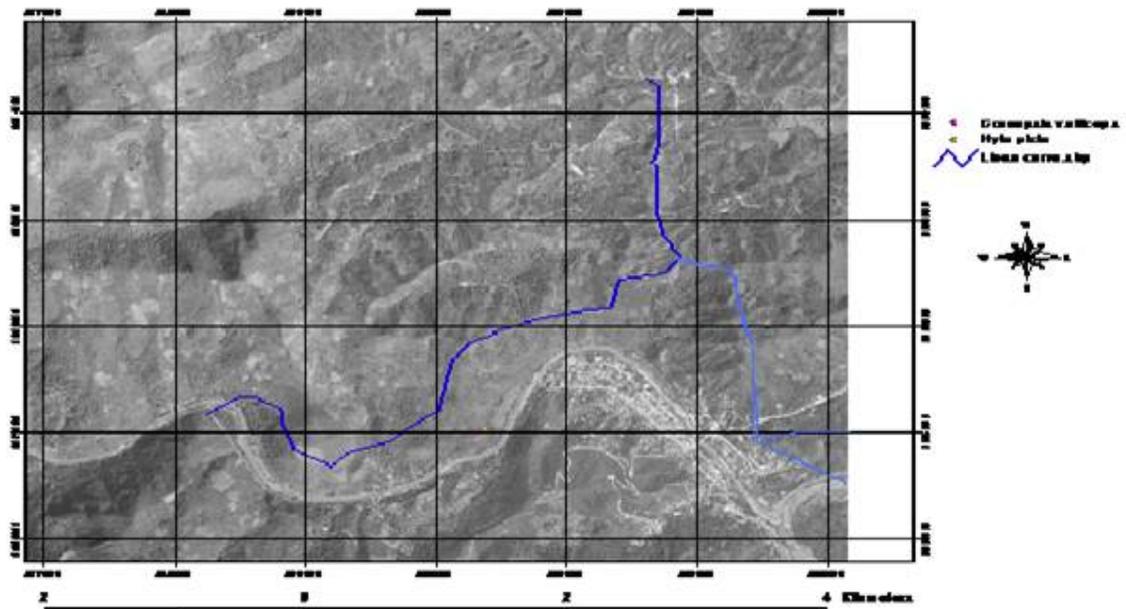


Figura 0.24.Ubicación espacial de los puntos donde se registraron los Anfibios en el trazo carretero Tamazunchale.

Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Del total de especies de flora y fauna registradas en el predio únicamente 4 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2001**.

Tabla 0.28. Especies dentro de la NOM 059-SEMARNAT-2001 encontradas en el predio.

Espece	Nombre común	Categoría	Endémico
Flora			
<i>Eritrina caralloides</i>	Colorín	Amenazada (A)	Endémica
<i>Ceratozamia mexicana</i>	Chamal	Amenazada (A)	Endémica
Aves			
Espece	Nombre común	Categoría	Endémico
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguilucho cabecinegro	Sujeta a protección especial (Pr)	No endémica
<i>Buteo albonotatus</i>	Águila cola cinchada	Sujeta a protección especial (Pr)	No endémica

.Aspectos Socioeconómicos

Se realizó un análisis de la información contenida en las Monografías de los Municipios de México, de la Coordinación Estatal para el Desarrollo Municipal del Gobierno del Estado de San Luis Potosí, particularmente del municipio de Tamazunchale, donde se pudieron obtener los siguientes aspectos socioeconómicos:

Evolución demográfica

De acuerdo al II conteo general de población y vivienda 2005 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 93,811 habitantes, de los cuales 46,594 son hombres y 47,217 son mujeres. La población total del municipio representa el 3.90%, con relación a la población total del estado. Su densidad de población es de 320.87 habitantes por kilómetro cuadrado. El aparente decrecimiento demográfico, se debe a que se segregó la delegación municipal de matlapa, para dar origen al nuevo municipio de su mismo nombre, según decreto nº 226 de fecha 24 de noviembre de 1994 y publicado en el periódico oficial del estado el 2 de diciembre de 1994.

Tabla 0.29. Evolución demográfica

AÑO	POBLACIÓN		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
1990	50,597	49,614	100,211
1995	42,000	41,458	83,458
2000	44,286	44,788	89,074
2005	46,594	47,217	93,811

Población y Vivienda

Concepto	Dato		Posición Municipal *
	Municipal	Estatal	
Población total	93,811.00	2,410,414.00	4
Tasa de crecimiento promedio anual(2000-2005)	0.90	0.80	5
Densidad de población (hab./km2)	268.00	40.00	3
% de la Población municipal con respecto a la estatal	3.90	100.00	4
% de la Población rural	70.70	37.40	28
% de la Población de 15 a 64 años	56.50	59.10	25
% de la Población indígena	43.80	11.00	14
% de la Población emigrante	1.90	2.30	18
% de la Población inmigrante	7.80	10.50	19
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario	2.80	5.70	41
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	5.90	5.60	39
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	58.00	16.90	8
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	46.30	19.60	16
Grado de marginación	Alto	Alto	

* Indica el lugar que ocupa el municipio entre el total de los 58 municipios del estado.
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2005, XII Censo General de Población y Vivienda, 2000,

Religión

Al año 2005, de acuerdo al citado censo efectuado por el INEGI, la población de 5 años y más que es católica asciende a 66,621 habitantes, mientras que los no católicos en el mismo rango de edades suman 10,271 personas.

Educación

Tabla 0.30.Datos de educación, en Tamazunchale.

Concepto	Dato		Posición Municipal *
	Municipal	Estatad	
Tasa de Analfabetismo (% de población de 15 años y más)	19.20	11.30	6
% de Población 6-14 años no asiste a la escuela	6.09	6.80	39
% de Población 6-14 años sabe leer y escribir	79.25	85.50	54
% de la Población mayor de 15 años sin instrucción o primaria incompleta	44.92	33.80	39
Bibliotecas por cada 10,000 habitantes	0.53	0.88	45
Relación alumnos/maestros en primaria	23.29	25.44	39
Relación alumnos/maestros en secundaria	17.30	15.44	34

* Indica el lugar que ocupa el municipio entre el total de los 58 municipios del estado.

Salud

Tabla 0.31. Datos de salud en Tamazunchale.

Concepto	Dato		Posición Municipal *
	Municipal	Estatad	
Tasa bruta de mortalidad por cada 1000 habitantes (municipal) (05)	3.86	4.70	6
Tasa de mortalidad infantil por cada 1000 nacimientos (mpal) 05	9.47	11.52	23
% Población derechohabiente respecto a la población total (mpal-05)	42.07	49.97	25
Unidades médicas por cada 10000 habitantes (mpal)(06)	3.76	2.68	42
Médicos en instituciones de salud públicas por cada 10000 habitantes (mpal) 06	14.09	15.60	9

* Indica el lugar que ocupa el municipio entre el total de los 58 municipios del estado.
Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2005, INEGI. Anuario estadístico San Luis Potosí, edición 2007.

Abasto

El municipio cuenta con un centro receptor de productos básicos.

Servicios públicos

Los recursos financieros, humanos y de infraestructura alcanzan al municipio para tener una cobertura de servicios públicos en el orden:

Tabla 0.32. Datos de servicios públicos, en Tamazunchale.

SERVICIO	COBERTURA %
ÁGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO	75
ALUMBRADO PÚBLICO	85
LIMPIA (RECOLECCIÓN DE BASURA Y LIMPIA EN VÍAS PÚBLICAS)	80
MERCADOS Y CENTRALES DE ABASTO	60
PANTEONES	70
RASTRO (NÚMERO DE RASTROS)	1
SEGURIDAD PÚBLICA	70

Vías de comunicación

Es importante señalar que las principales vías de comunicación se dirigen al Norte con Ciudad Valles, S.L.P., al Este con San Martín Chalchicuautla, S.L.P., al Sureste con Huejutla de Reyes, Hidalgo, al Suroeste a Zimapán, Hidalgo.

Tabla 0.33. Datos de vías de comunicación, en Tamazunchale.

Concepto	Dato		Posición Municipal *
	Municipal	Estatal	
Red Carretera Federal (km)	61.30	2,235.90	13
Red Carretera Estatal (km)	81.40	2,822.20	8
Red Caminera Rural (km)	351.50	7,064.10	2

* Indica el lugar que ocupa el municipio entre el total de los 58 municipios del estado.



Figura 0.25. Vías de comunicación en el Municipio de Tamazunchale.

Actividad económica

Agricultura: Esta actividad tiene como principales cultivos: maíz y frijol; como cultivos perennes que tienen importancia en la región está la caña de azúcar, naranja, café y cereza.



PRODUCCION AGRICOLA EN TAMAZUNCHALE

Figura IV. 29. Producción Agrícola en Tamazunchale

Ganadería: Según el censo al 31 de diciembre de 1999, hay una población total de 7,980 cabezas de ganado bovino, destinado para la producción de leche, carne y para el trabajo; 2,167 cabezas de ganado porcino; 1,157 cabezas de ganado ovino; 29,896 aves de corral para carne y huevo; 370 colmenas para producción de miel.

Silvicultura: La actividad forestal de productos maderables se da con varias unidades de producción rural.

Industria Manufacturera: Las diversas empresas manufactureras dentro del municipio son establecimientos industriales que dan empleo a 315 personas.

Comercio: La actividad comercial del municipio se lleva a cabo en establecimientos de diferentes giros y tamaños, de propiedad privada, empleando a diversas personas. El sector oficial participa con establecimientos comerciales, tanto en la zona rural como urbana.

Servicios: La demanda de servicios en el municipio es atendida por varios establecimientos y la oferta es diversificada para atender necesidades personales, profesionales, de reparación y mantenimiento, de bienestar social, cultural y de recreación entre otros. Esta actividad genera empleos entre la población local.

Población económicamente activa por sector

De acuerdo con cifras al año 2005 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa total del municipio asciende a 27,120 personas, mientras que la ocupada es de 26,906 y se presenta de la siguiente manera:

Tabla 0.34. Datos de la población económicamente activa en Tamazunchale.

Concepto	Dato		Posición Municipal *
	Municipal	Estatad	
% de la PEA en el Sector Agropecuario	56.80	21.30	13
% de la PEA en el Sector Industrial	13.10	27.00	53
% de la PEA en el Sector Comercio y Servicios	30.00	51.70	36
% de la PEA sin ingresos	49.60	12.40	3
% de la PEA que recibe menos de Salarios Mínimos	13.60	16.60	51
% de la PEA que recibe menos de 1 a 5 Salarios Mínimos	26.40	55.40	49
% de la PEA que recibe más de 5 Salarios Mínimos	3.80	15.60	20

* Indica el lugar que ocupa el municipio entre el total de los 58 municipios del estado.

Centros turísticos

Como atracción turística se encuentra: El paradisíaco lugar de la confluencia de los ríos claro y amajaque, que se encuentra en un desfiladero de variada vegetación y colorido, a un lado del cauce existen unas cuevas interesantes, como la mazátel, el manantial de tamar, en el lugar denominado como vega larga, existen criaderos de cristal de roca donde se encuentran frecuentemente amonitas o fósiles marinos en forma de caracol, balneario la alberca, situado a orillas del poblado.

Agua potable

Su principal fuente de abastecimiento del agua es por la galería filtrante que se toma del río Omajare y Reidaró:

- El municipio tiene almacenamiento de agua de la galería filtrante.
- Cuenta con un sistema de distribución de agua potable.
- Tiene problemas de abastecimiento de agua potable por la insuficiente infraestructura.
- La calidad del agua es buena.
- El municipio tiene un organismo operador del agua.

Agua Residual

- Cuenta con un sistema de drenaje y alcantarillado
- No se da tratamiento a las descargas de aguas residuales
- El destino de la descarga del agua residual es al río moctezuma
- No se le da uso al agua residual
- Tiene problemas de contaminación de agua
- No existe una planta de tratamiento o algún programa para su realización

Suelo

Su principal uso de suelo es: para la agricultura.

- El municipio cuenta con ordenamiento territorial.
- Se tiene problemas de erosión en rancho nuevo.
- No existen suelos contaminados.
- No existen suelos contaminados por agroquímicos.
- No tiene problemas de sanidad de suelo.
- Se han realizado programas de acciones de restauración y conservación de suelos.

Aire

- Es común la práctica de la quema de basura
- No se encuentran en el municipio empresas altamente contaminantes
- Existen problemas provocados por el humo de vehículos
- No existen ladrilleras en el municipio

Residuos sólidos

Disponen la basura en la laguna (ejido)

- El municipio cuenta con un relleno sanitario.
- Cuentan con un sistema de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos municipales (basura).
- Cuenta con un sistema de recolección, transporte y disposición de residuos como aceite motor gastado, material de hospital, residuos biológicos.
- Cuenta con información respecto a la cantidad de composición de los residuos municipales.
- No cuenta con una lista de generadores de aceites, grasa, solventes y otros residuos considerados como peligrosos
- El municipio cuenta con un plan para la remediación de sitios que han sido utilizados como tiraderos anteriores el platanito se cambio con tierra

-Se tiene asesoría de la SEGAM.

Cabecera municipal

Tamazunchale.- Sus principales actividades económicas son el comercio en general o en los tianguis en el día domingo donde acuden varios indígenas (náhuatl) a intercambiar mercancías. Las actividades agropecuarias son para el autoconsumo (maíz, frijol) y venta regional (café, palmilla y cítricos). Las artesanías son muy poco conocidas sobre todo las de aguazarca, vega larga y rancho nuevo.

Principales localidades

El municipio se encuentra integrado por 238 localidades, donde la mayor concentración de población se localiza en **Tamazunchale** cabecera municipal y en las localidades de: **Chapulhuacanito, Tlanepantla, Tezapotla, Aguazarca, Tamán, Temamatla, Santiago Centro, San Francisco, Ixtla, Buenos Aires, Tianguispicula, Amatitla Tamán, Axhumol, Tlacuilola, Santa María Picula, Barrio de Guadalupe, Chilocuic, Tamán, Pemucho, El Palmito, Mecatlán, El Piñal, Rancho Nuevo, Tacial, El Tepetate, Tetitla y Xaltipa** con más de 500 habitantes.

Paisaje

Resulta importante considerar dentro del diagnóstico ambiental para el Sistema Ambiental Regional del proyecto “Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí” la calidad de sus paisajes y si estos se pueden ver afectados por la realización del **proyecto**.

Para lo anterior, se consideró realizar una serie de fotografías que evidenciaran la calidad del paisaje donde pretende realizarse el proyecto, los cuales se presentan a continuación:



Figura 0.26. A) Ubicación del trazo del libramiento por la margen izquierda del río Moctezuma, al norte del poblado de Mizquetla. B) Puente peatonal (colgante), en un sitio próximo al puente vehicular que se proyecta como parte del libramiento poniente para a travesar el río Moctezuma



Figura 0.27. Vistas en dirección Este A) Zona donde se observa un cuerpo de agua B) vista general del sitio de origen del libramiento poniente

Figura IV.28 Cruce de caminos vecinales muy próximo al sitio de entronque del Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí, trazos poniente y oriente, sitio donde la vialidad alcanza

su mayor altitud, con 275 m y Vista desde la misma zona alta, con dirección al norte, por donde se encuentra el eje del libramiento, una vez que se integran ambos trazos.



Figura IV.29. Carretera Federal No, 85, con dirección a ciudad valles, en la zona donde entronca el libramiento a Tamazunchale, a la altura de la localidad de Palictla.



Figura IV.30. Vista panorámica desde la cima del cerro la cruz, apreciándose la ladera donde se aloja el trazo del libramiento poniente a Tamazunchale, y foto de la misma ladera, desde la ribera del río Moctezuma.

En resumen, y luego de revisar los distintos paisajes encontrados en el sitio donde se pretende realizar el proyecto, se puede concluir que la zona donde se pretende insertar el proyecto, presenta una paisajes completamente urbanizados, zonas donde se observa parte de la carretera actual, zonas altas donde se observa pequeños relictos de selvas altas intercalados con zonas agrícolas de temporal y perenes, sin embargo también fue posible observar paisajes con vegetación relativamente conservada principalmente en las zonas altas.

Tomando en cuenta lo anterior, es posible concluir, que el desarrollo del “Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí” no es un factor del tal relevancia que afecte la calidad del paisaje dentro del Sistema ambiental Regional, esto al evidenciar que dentro de la zona ya es posible observar una desarrollada zona urbana (cabecera municipal de Tamazunchale), así como la carretera Federal Núm. 85, así como una vasta zona de áreas de agricultura y ganadería. No obstante lo anterior, resulta importante considerar que a pesar de que la gran mayoría de paisajes están ya

en contacto con el desarrollo de actividades humanas fue posible observar aun paisajes relativamente conservados, para lo cual se deberá establecer una serie de acciones que permitan prevenir en la medida de lo posible reducir la afectación al componente paisajístico, el cual de acuerdo a lo ya establecido en la sección de flora se localizan principalmente en las zonas altas donde la acciones humanas resultan difíciles de realizar (ver Figura IV.31)

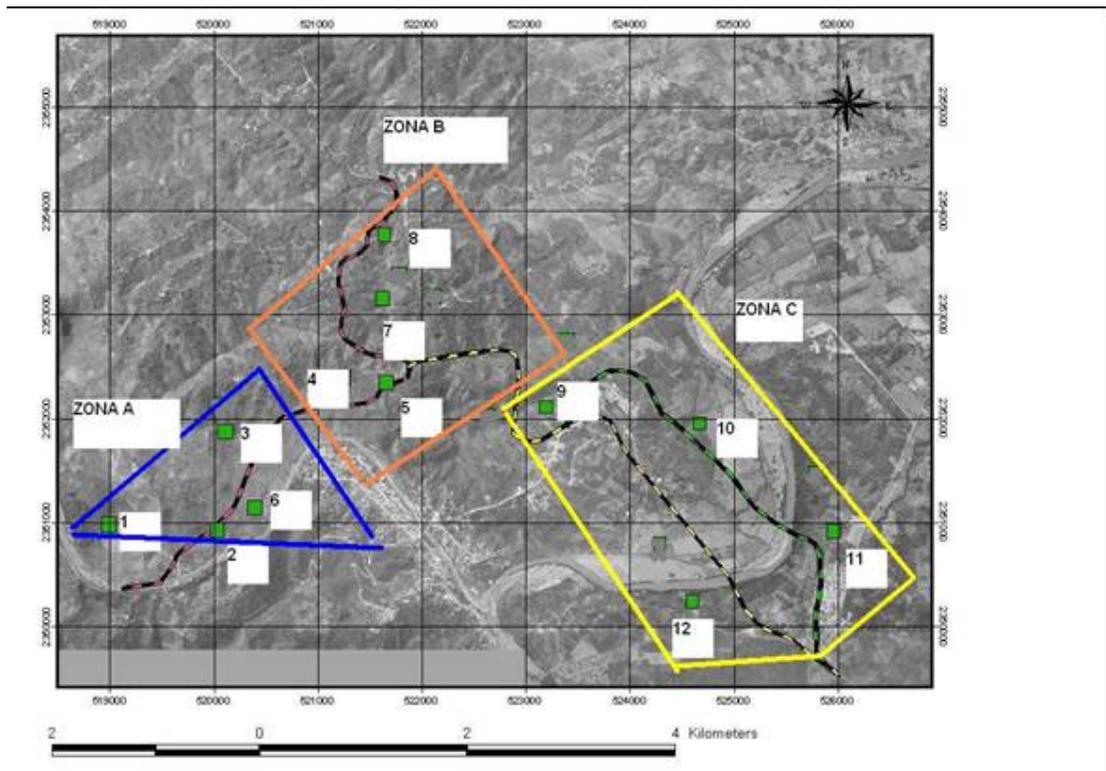


Figura IV.31. Ubicación de las zonas que presentaron relativamente una mayor conservación de sus ecosistemas dentro del Sistema Ambiental Regional

Diagnóstico ambiental

El municipio de Tamazunchale se localiza en el sureste del Estado de San Luis Potosí, en los límites con los estados de Hidalgo y Veracruz, en una zona de transición entre la Sierra Madre Oriental y el pie de ésta.

El proyecto “Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí” es parte de los programas que desarrolla la SCT en distintas zonas del país; es bien sabido que este tipo de obras permite mejorar significativamente la circulación por las carreteras y evita el ingreso de vehículos de todo tipo a las localidades, donde ocasionan problemas de tránsito y afectaciones a la infraestructura vial urbana, lo que propicia un incremento en su mantenimiento; además al evitar el ingreso de vehículos a las poblaciones se mejoran las condiciones ambientales y el bienestar de los habitantes.

El proyecto “Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí” presenta dos ramificaciones:

1. El Tramo poniente inicia con un puente sobre el río Moctezuma, aguas arriba del municipio de Tamazunchale para formar parte de la Carretera Federal No. 85 que comunica a Zimapán, Hgo., con Tamazunchale, S.L.P.; el libramiento pasará por la margen izquierda del río, hasta alcanzar la misma carretera en su ruta a Ciudad Valles, S.L.P.
2. El Tramo Oriente (que cuenta con dos opciones), se inicia con un puente también sobre el río Moctezuma, aguas abajo de Tamazunchale y formará parte de la Carretera Federal No. 102 que comunica a Huejutla, Hgo., con Tamazunchale, S.L.P.; el libramiento pasará por la margen derecha del río, para posteriormente cruzarlo e integrarse al libramiento Poniente.

A través de imágenes satelitales obtenidas del Google Earth, regiones terrestres e hidrológicas prioritarias, áreas de importancia para la conservación de las aves según la CONABIO, así como mapas con información de la Fisiografía, Orografía, Suelos, Hidrología y Flora de la zona donde se pretende desarrollar el proyecto “Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”, a partir de dicha información, se analizó cual podría ser el mejor sistema ambiental regional, el cual debería considerar como principal objetivo incluir los factores ambientales que podrían verse afectados por la realización del proyecto.

Así las cosas, y después de analizar toda la información antes mencionada, se llegó a la conclusión que los factores más relevantes por su posible afectación al desarrollarse el proyecto, fueron el factor hidrológico, el factor de flora y el factor de la fauna.

Tomando en cuenta que dichos factores fueron los más relevantes, se considero la delimitación del Sistema Ambiental Regional, utilizando los límites establecidos para la subdivisión de las microcuencas específicamente las microcuencas Colonia Buenos Aires y Tamazunchale, cabe destacar que dentro de dicha delimitación se evidenció que la vegetación presentaba patrones homogéneos para poder ser evaluados, en este sentido se consideró que la fauna está íntimamente relacionada con la vegetación.



Figura IV.32. Sistema Ambiental Regional

A partir de la delimitación del Sistema Ambiental Regional, se una prospección ambiental con el objetivo de obtener el número de especies de flora y fauna presentes en el SAR.

De dichas observaciones se consideró que el SAR presenta rocas del tiempo geológico que va del Cretácico Superior al Reciente, siendo en su mayoría de origen sedimentario.

Particularmente se asienta sobre terrenos correspondientes a las unidades litológicas de caliza-lutita, lutita y lutita-arenisca, por lo que la posición de los estratos tendrá una especial importancia para la estabilidad de las terracerías, así como de los taludes que se construirán, ya que es posible que en ocasiones los estratos puedan estar inclinados en dirección de la carretera, deslizarse en ese sentido y ocasionar accidentes; para evitar esta situación será necesario llevar a cabo estudios geológicos y geotécnicos de detalle que proporcionen soluciones de ingeniería para la estabilización de los taludes.

Asimismo se consideró que dichas unidades geológicas son de permeabilidad media a baja, debido a la presencia de materiales de composición arcillosa, por esto, y por lo tanto se prevé que el escurrimiento sea considerable, principalmente la correspondiente al trazo del libramiento Poniente.

El SAR se encuentra en la porción centro sur de la cuenca Río Moctezuma. El relieve de la zona es predominantemente accidentado pues en la transición de la Sierra Madre Oriental y un lomerío que se extiende al pie de ésta. Como muestra se tiene el cerro de La Cruz, al norte de Tamazunchale, que alcanza una altura de 705 m

El rasgo hidrográfico más relevante en la zona y que resulta ser la corriente receptora de todo el escurrimiento que se genera en las microcuencas estudiadas, es el río Moctezuma, que recibe de manera directa el 80% del drenaje, mientras que es restante 20% llega a éste por medio de su afluente derecho, el río Amajac.

El proyecto *“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”* tiene una estrecha relación con el río Moctezuma, puesto que los trazos definidos deberán cruzar dicho río en sus dos sectores, al oriente y poniente de Tamazunchale. En el SAR el río presenta una trayectoria ondulante, tanto en la sierra donde está determinada por el accidentado relieve de ésta, como en la planicie, por donde sigue su recorrido con dirección al noreste y forma al río Pánuco.

No obstante lo anterior, se considera que la cuenca del río Moctezuma, en relación con las pequeñas microcuencas que pueden verse modificadas con la construcción del proyecto, donde se muestra la zona de aportación al Moctezuma a partir de la presa hidroeléctrica de Zimapán, aunque ésta se inicia propiamente con las descargas que se originan en la cuenca del Valle de México, que mediante obras de conducción aportan agua al río Tula, principal afluente del Moctezuma.

En este sentido y para poder valor la posible afectación a las escorrentías del Río Moctezuma, se realizó un estudio hidrológico a partir del cual se considero, factores

tales como el clima, las precipitaciones medias y máximas, la intensidad de lluvia, la estimación de escurrimiento (a través del método Racional Americano⁵) y el volumen de escurrimientos.

De este análisis, se consideró que el río Moctezuma en la parte donde se pretende desarrollar el proyecto "Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí" cuenta con un escurrimiento insignificante ya que representan el 0.71% del escurrimiento total del río Moctezuma, lo cual tiene que ver con las condiciones actuales que presenta la zona de estudio y que están relacionadas directamente con las actividades de agricultura.

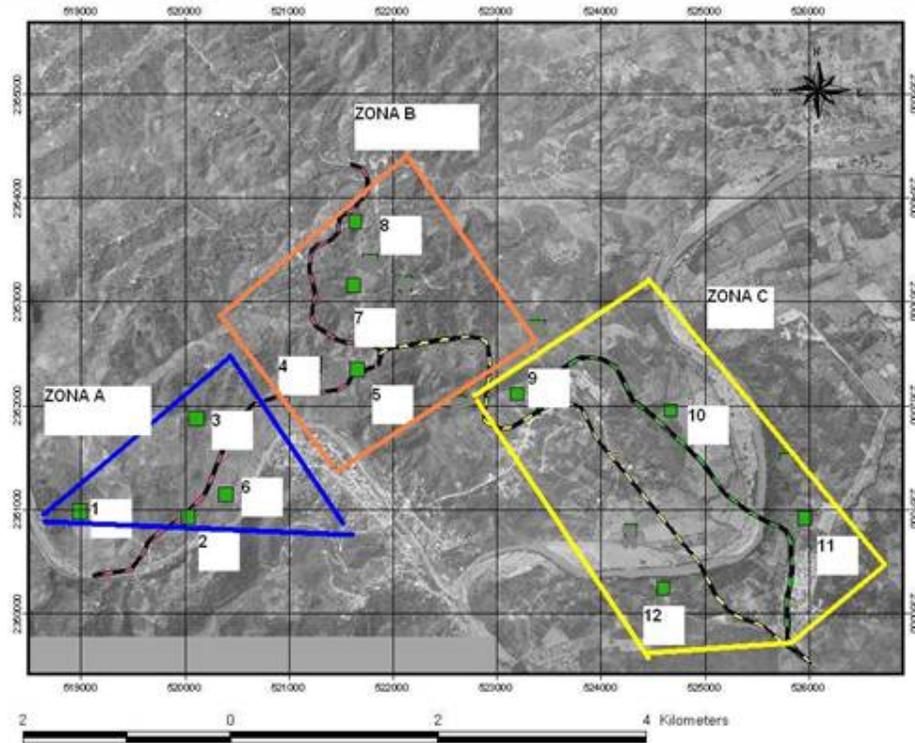
En función de los resultados obtenidos en el estudio hidrológico se elaboró una la tabla donde se indica el tipo de obra de drenaje que se requiere para cada caso (microcuencas). Este volumen será de alguna medida retenido por las obras, ya que su escurrimiento preferentemente será de tipo torrencial durante y posterior a una tormenta, lo que podrá propiciar algunas pérdidas de agua, sin embargo como se asentó con anterioridad, serán imperceptibles en comparación del flujo que transporta el río Moctezuma.

Por otro lado, fue posible establecer que dentro del SAR delimitado para el proyecto "Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí" se registró un total de 85 especies de flora, pertenecientes a 47 Familias y 79 Géneros, asimismo de dicho total se encontró únicamente 2 bajo algún estatus de protección de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2001** (*Eritrina coralloides* y *Ceratozamia mexicana*).

De acuerdo con el registro de especies observadas en campo, se evidenció que los cuadrantes 1, 3, 8, 10 son los cuadrantes que registraron una mayor riqueza de especies, asimismo fue la especie *Philodendron scandens* la que se encontró en más cuadrantes, seguida de la especie *Bauhinia divaricata*.

En resumen se establecieron tres tipos de zonas:

⁵ Metodo a partir del cual se Integra una tabla donde se relacionan diferentes condiciones del suelo y asigna un coeficiente de escurrimiento propio para la obtención de un gasto máximo



Donde la zona **A** es la que presenta la vegetación más conservada, la zona **B** donde se presenta algunas especies correspondientes a la vegetación original, así como especies que indican diversos grados de perturbación y la zona **C** que corresponde a una sección del área donde casi no encontramos especies propias del área y si muchas especies tanto introducidas como de especies invasoras que indican una perturbación mayor.

Por su parte, con respecto al factor de fauna, fue posible reconocer 31 especies, de las cuales 20 corresponden a Aves, 7 a mamíferos, 2 a Reptiles y 2 a Anfibios, y 3 de ellas se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2001** (*Buteo albicaudatus*, *Buteo albonotatus* y *Leptotila verreauxi*).

Conclusión

En resumen se establece que el proyecto "Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí" se pretende realizar en una región que presenta como usos de suelo predominantes, a las zonas de agricultura y ganadería, en menor medida a la

zona urbana del municipio de Tamazunchale y en pequeños machones a zonas con relativa conservación de tipo de selva alta perennifolia.

Por lo tanto y aunque se evidencia que la implementación del proyecto podría generar impactos ambientales, se considera que estos no pueden ser significativos, ya que la mayor superficie a utilizar se establece en zonas de actividades agrícolas, utilizando tan sólo pequeñas áreas con relativa conservación, para las cuales se establecerán medidas de prevención, mitigación y en su caso compensación.

Resultado importante manifestar que para el recuso hídrico la afectación no será tan relevante ya que las zonas donde el proyecto se pretende desarrollar tan solo representan el 0.71% de la esorrentía total del río Moctezuma, no obstante lo anterior se prevé que con la implementación adecuada de obras de drenaje que mitigue la barrera que representa el proyecto.

La baja riqueza de especies, sólo permitió reconocer 5 especies bajo algún estatus de la **NOM-059-SEMARNAT-2001**, para lo cual se sugiere establecer un programa de rescate y reubicación de ejemplares para cada uno de las siguientes especies:

Tabla 0.35 Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 presentes en el área del proyecto

Especie	Nombre común	Categoría	Endémico
Flora			
<i>Eritrina caralloides</i>	Colorín	Amenazada (A)	Endémica
<i>Ceratozamia mexicana</i>	Chamal	Amenazada (A)	Endémica
Especie	Nombre común	Categoría	Endémico
Fauna-Aves			
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguilucho cabecinegro	Sujeta a protección especial (Pr)	No endémica
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguila cola cinchada	Sujeta a protección especial (Pr)	No endémica

Es importante manifestar que la zona no presenta una alta integridad funcional esto al evidenciar que las pequeñas zonas con relativa conservación de selva alta perennifolia se encuentran fragmentadas a través de un mosaico de terrenos utilizados para la agricultura y ganadería, esto es posible evidenciarlo también al observar una pobre riqueza faunística donde solo se observó una predominancia de aves, pero no así de mamíferos de gran tamaño que pudieran evidenciar una alta integridad funcional.

De acuerdo con el análisis realizado fue posible evidenciar de manera preliminar que el proyecto podría generar los siguientes impactos ambientales:

- A consecuencia de la presencia del libramiento, que constituye una barrera al paso del agua, se produce un retardo en el paso del agua hacia la parte baja de la microcuenca; esta situación favorece el que se incremente un poco la evapotranspiración, sin embargo al final la cantidad de agua que llegará al río Moctezuma será prácticamente la misma.
- Se espera un incremento pequeño del escurrimiento hacia la parte baja de las microcuencas, debido a la superficie que ocupa la carretera, además de la zona desmontada relacionada con el derecho de vía y a las obras de drenaje.
- Aumento de erosión en la franja desbastada, así como en las zonas ocupadas por obras relacionadas a la vialidad, lo que propicia un incremento en el acarreo de sedimentos, que será necesario retener para no afectar las obras de drenaje.

- El drenaje natural se verá afectado debido a que no habrá continuidad en el flujo del agua debajo de la carretera. Esto propiciará dos condiciones: que los escurrimientos existentes en la zona baja desaparezcan por la falta de aportación superior, o bien que algunos se incrementen su magnitud, los que estén inmediatamente debajo de las obras de drenaje que se construyan.
- En algunas zonas, principalmente al inicio del libramiento Oriente, las terracerías a construir podrían suspender el flujo natural del agua, produciendo áreas de inundación, con afectación a campos de cultivo y localidades. Por lo que se recomienda poner especial atención en las obras de drenaje de las mismas.
- Pérdida de vegetación en la franja del trazo, incluyendo derecho de vía y los alrededores de las obras de drenaje, principalmente a considerar la vegetación de la zona A.
- Inevitablemente, alguna fauna nativa será afectada por la circulación de vehículos, ya que la carretera se constituirá como una nueva frontera que se interpone entre su hábitat y el río.

Comparando desde el punto de vista hidrológico a las dos opciones descritas, resulta más conveniente la No. 1 ya que aunque ambas tienen igual número de alcantarillas, la No. 2 cuenta con dos obras de proporciones mayores a las de las alcantarillas de la opción 1.

CAPITULO V

*IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y SINÉRGICO DEL SISTEMA AMBIENTAL
REGIONAL*

V.1 Introducción.

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), eventos de cambio en el mismo, caracterización y análisis del SAR y análisis del diagnóstico ambiental, en este capítulo se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia y efecto en el SAR.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una metodología que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto, derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante con forme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)⁶.

Si bien la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporciona guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA-R, de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el contenido de cada capítulo de la MIA-R deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad Regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V, se deberá presentar, de

⁶ IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

acuerdo a la fracción V del Artículo 13 del Reglamento, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del SAR; por lo que aún cuando se tomó como referencia la guía de la Secretaría para la elaboración del el presente capítulo, su contenido se ajusta a lo establecido en la fracción V del Artículo 13 del Reglamento.

Derivado de lo anterior, se presenta a continuación, de manera esquemática, un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para el proyecto y que se llevó a cabo para la evaluación del impacto ambiental del mismo, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

- a) Identificación
- b) Caracterización
- c) Evaluación.

En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus fases y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno, considerando la información señalada en el Capítulo II sobre las obras y actividades a desarrollar y los usos de suelo que se pretenden dar al área. De igual manera se retomó la información de definición y delimitación del SAR, así como la descripción de sus componentes. Posteriormente se identificaron las relaciones causa-efecto, que en si mismas son los impactos potenciales cuya significancia se estimó mas adelante. Una vez identificadas las relaciones causa –efecto, se elaboró un cribado para posteriormente determinar su denominación, es decir, se establecen los impactos como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana, elaborando así un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder así determinar el índice de incidencia que se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual se define por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, para lo cual se utilizaron los atributos y el algoritmo propuesto por Gómez-Orea (2002), y jerarquizando así los impactos con el índice de incidencia. A partir del índice de incidencia y la magnitud de cada impacto, se hace un análisis de la relevancia o significancia de los impactos, misma que se evalúa a través de una serie de criterios jurídico, ecosistémico y de la calidad ambiental de los componentes, siempre relacionado a su efecto ecosistémico, para poder así, valorar y posteriormente

describir los impactos de todo el proyecto sobre el SAR, finalizando el capítulo con las conclusiones del mismo.

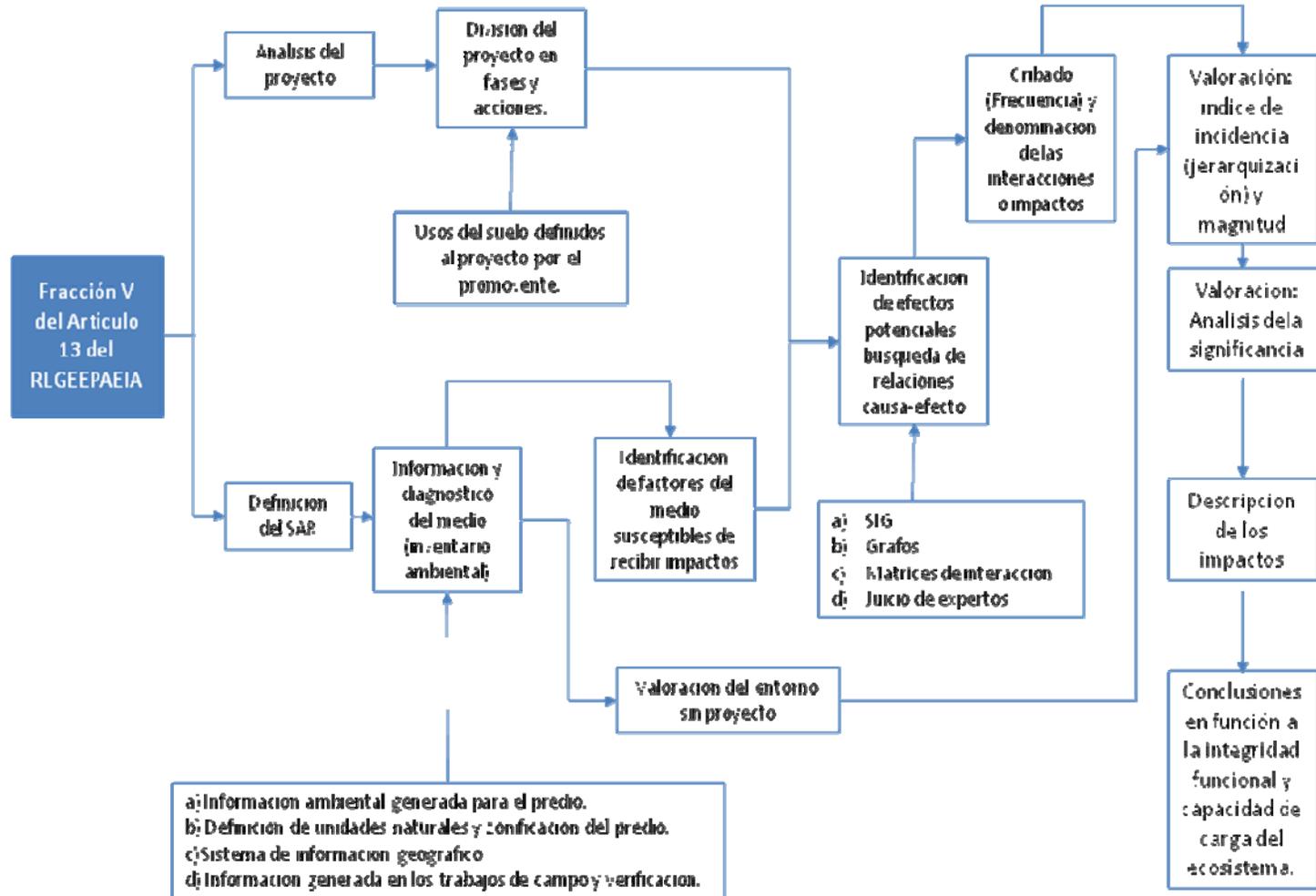


Figura V.1. Diagrama de flujo del proceso metodológico.

V.2 Identificación de Impactos

En el desarrollo de presente capítulo se diseñó un proceso metodológico que comprende por una parte, la consideración del diagnóstico ambiental del SAR para identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que, se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos, y se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del SAR.

V.2.1 Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en dos niveles: las fases y las acciones concretas, propiamente dichas.

Fases: se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

- a. Preparación del sitio.
- b. Construcción.
- c. Operación y mantenimiento.

Acciones concretas: las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Las acciones concretas derivan de las actividades propias de la ejecución de las siguientes obras:

Tabla V.1 Fases y acciones del proyecto

Fases	Acciones
Preparación del sitio	Desmante y despalme.
	Cortes y nivelación del terreno.
Construcción	Obras de drenaje (mayor y menor).
	Construcción del cuerpo del terraplén
	Obras complementarias (bordillos, cunetas, canales, lavaderos)
	Pavimentación.
Operación y Mantenimiento del proyecto	Tránsito vehicular.
	Mantenimiento

V.2.2 Factores del entorno susceptibles de recibir impactos.

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó la información manifestada en el Capítulo IV de la presente MIA-R, y a continuación, se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos:

Tabla V.2. Componentes y factores del entorno.

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Suelo	Cantidad
		Calidad
		Relieve
	Agua	Drenaje superficial
		Calidad
	Aire	Calidad
Biótico	Flora	Cobertura vegetal
		Individuos de flora silvestre dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001
	Fauna	Individuos de fauna silvestre dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001
		Movimientos
	Ecosistema	Biodiversidad (Diversidad alfa)
Socioeconómico	Económico	Generación de empleos
		Demanda de insumos y servicios

V.2.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son:

- a) El sistema de información geográfica.
- b) Matrices de interacción
- c) Juicio de expertos

A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

Tabla V.3. Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Herramienta	Descripción
El sistema de información geográfica.	Para el proyecto se generaron mapas de inventario de manera que a través de la sobreposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
Matrices de interacción	Son cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que averiguar después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilita mediante la utilización de métodos diseñados para ello en donde cada participante señala los factores que pueden verse alterados por el proyecto y valora dicha alteración según una escala preestablecida y por aproximaciones sucesivas, en donde se comparan y revisan los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe. (Gómez-Orea, 2002)

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman, por lo tanto, la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA ya que “un impacto que no es identificado, no es caracterizado, ni evaluado, ni descrito”.

a) El sistema de información geográfica

Para la caracterización del SAR utilizó

- a) Definición de unidades naturales y zonificación.
- b) Sistema de información geográfico.
- c) Información generada en los trabajos de campo y verificación.

Lo anterior permitió evaluar la situación ambiental del área y el SAR definido y delimitado para el proyecto, considerando como contexto la porción de zona costera y de la unidad natural de la cual forma parte.

b) Matrices de interacción

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, se elaboró la siguiente matriz de interacciones, tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con el SIG, además de la Evaluación Florística y Faunística, e hidrológica del área.

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capítulo II) y los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectable (Tablas V.1 y V.2). Esta matriz se denominó *Matriz de Interacciones*, la cual permite identificar los impactos positivos y negativos que generará el proyecto, evidenciando qué componente es el más afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo del mismo que generará más efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia cada impacto identificado. Como ya se mencionó anteriormente, esta primera matriz, apoya los análisis del SIG, enmarcados en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito ya que no solo se identifican los impactos, sino que como resultado de ello se definirán posteriormente las medidas de prevención, mitigación y compensación que son integradas en programas que conforman las medidas propuestas para el proyecto y que se describen en el siguiente Capítulo VI.

c) Juicio de expertos

El juicio de expertos se consideró en todo momento para la identificación, caracterización, y evaluación de los impactos del proyecto.

A continuación se presenta la matriz que se elaboró para el proyecto

Matriz V.1 Identificación de Impactos Ambientales

Fases	Medio		Abiótico				Biótico						Totales						
	Componentes		Suelo		Agua		Aire	Flora		Fauna		Ecosistema	Socioeconómico		Interacciones negativas		Interacciones positivas		
	Factores	Acciones	Calidad	Cantidad	Relieve	Calidad	Drenaje superficial	Calidad	Cobertura vegetal.	Individuos de especies dentro de la NOM 059-SEMARNAT-2001	Movimientos	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001	Biodiversidad (Diversidad alfa)	Generación de empleos	Demanda de Servicios e Insumos	Interacciones negativas	Interacciones positivas	Total interacciones negativas	Total interacciones positivas
Preparación del sitio	Desmote y despalme		1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	2	13	4
	Cortes y nivelación		1		1			1			1			1	1	4	2		
Construcción	Obras de drenaje (mayor y menor)					1	1				1	1		1	1	4	2	17	8
	Construcción del cuerpo del terraplén					1		1			1	1		1	1	4	2		
	Obras complementarias					1	1	1			1	1		1	1	5	2		
	Pavimentación		1			1					1	1		1	1	4	2		
Operación y Mantenimiento	Tránsito vehicular							1			1	1	1			4	0	5	1
	Mantenimiento										1			1		1	1		
Interacciones negativas			3	1	1	4	3	5	1	1	8	6	2	0	0	35	13	35	13
Interacciones positivas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	35	Interacciones totales =48		
Total interacciones negativas			5		7		5	2		14		2	0		35				
Total interacciones positivas			0		0		0	0		0		0	13		13				
Componentes			Suelo		Agua		Aire	Flora		Fauna		Ecosistema	Socioeconómico						

Matriz V.1: Matriz de de identificación de impactos (Interacciones proyecto-entorno)

Se analizaron las interacciones proyecto-entorno, desglosando el proyecto en etapas y éstas a su vez en acciones concretas que pudieran afectar al entorno, que a su vez se expresó como componentes y factores que pudieran verse afectados por las acciones del proyecto. De ello se identificaron 48 interacciones entre las 8 acciones del proyecto y 7 componentes del entorno que pueden ser afectados, y de las cuales habrá 13 impactos positivos, de los cuales todos se refieren a beneficios socioeconómicos.

A su vez, se detectaron 35 interacciones negativas, de las cuales la mayor parte se concentra en los componentes suelo, agua y fauna, y en relación a las etapas del proyecto, 17 interacciones negativas son relativas a la etapa de construcción, 13 a la de preparación del sitio, y solamente 5 a la etapa de operación y mantenimiento.

V.2.4 Cribado y denominación de las interacciones o impactos

Las técnicas utilizadas anteriormente para la identificación de los impactos que puede generar el proyecto representan relaciones que potencialmente pueden constituir un impacto, sin embargo, la estimación éstos como significativos se determina a la luz de la definición de “impacto significativo” establecida por el RLGEEPAMEIA, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben estudiarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, por lo que antes de pasar a las etapa de caracterización y valoración de los impactos, se hace un cribado de ellos para seleccionar los que en principio y con la información de que se dispone en este momento de desarrollo del estudio, se estiman significativos, aún cuando posteriormente se sometan a una caracterización que pondere los impactos estableciendo su significancia.

Tomando en cuenta lo anterior, el panel de expertos conformado para este proyecto, analizó los impactos identificados y realizó una primera aproximación de la selección de aquellos impactos que, por sus características o atributos, pueden identificarse como significativos.

Algunos criterios empleados se enlistan a continuación:

- El atributo de significativo lo alcanza un impacto cuando el factor o subfactor ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, etc. respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente.
- El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el reconocimiento generalizado que se pudiera tener acerca de la importancia del recurso a ser impactado o del atributo de calidad ambiental que pudiera ser afectado.
- El rango de significativo lo puede alcanzar un impacto de acuerdo al conocimiento técnico del equipo integrador de la MIA-R, en relación a la importancia del recurso o del atributo de calidad ambiental a ser impactado. En este caso el criterio que aplica para asignarle el carácter de significativo al impacto se basa en el dictamen técnico o científico, precisamente como resultado de los estudios de campo previos a la integración de la MIA-R.

A continuación se enlistan los impactos ambientales identificados, denominándolos en términos de la alteración que introduce la actividad en los factores del entorno, presentándolos en forma de tabla asociados a los factores en los que incide cada uno.

Tabla V.4. Factores e impactos ambientales.

Componente	Factor	Impactos
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelos por erosión
	Calidad	Contaminación por mal manejo de residuos líquidos, sólidos y peligrosos.
	Relieve	Alteración de geoformas.
Agua	Drenaje superficial	Alteración de los cauces
	Calidad	Contaminación por mal manejo de residuos líquidos, sólidos y peligrosos
Aire	Calidad	Contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.
Flora	Cobertura vegetal	Pérdida de la cobertura vegetal

	Especies que se encuentran dentro de la NOM 059-SEMARNAT-2001	Pérdida de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001
Fauna	Individuos de especies (silvestre y en alguna categoría de la NOM-059 -SEMARNAT 2001).	Pérdida de individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001
	Movimientos	Desplazamiento de individuos
Ecosistema	Biodiversidad a nivel de individuos.	Pérdida de la biodiversidad (diversidad alfa)
Económico	Empleos	Generación de empleos
	Demanda de servicios e insumos	Demanda de servicios e insumos

V.3. Caracterización de Impactos

De esta manera, cada impacto que determinado como significativo fue caracterizado según sus atributos, por lo que tomando como base el juicio de expertos, la *Matriz de Identificación de Impactos Ambientales*, se generó una tabla de impactos ambientales por componente y factor ambiental, los cuales se caracterizaron a través de los siguientes 9 atributos de impacto ambiental para dar origen a la *matriz de Caracterización de impactos ambientales que se presenta más adelante*.

Tabla V.5 Atributos de los impactos ambientales

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3

	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	irrecuperable	3
<i>Matriz de atributos modificada de Gómez-Orea (2002)</i>		

Tabla V.6. Descripción de la escala de los atributos

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: 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.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 3 años.	Largo: la actividad dura más de 3 años.
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.		Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

Matriz V.2. Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales (sin medidas)

Componente	Factor	# de Impacto	Impacto Ambiental	Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Suelo	Cantidad	1	Pérdida de suelos por erosión		N	3	3	1	3	2	3	3	3	21	0.81
	Calidad	2	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos líquidos, sólidos y peligrosos.		N	1	1	1	2	1	1	1	1	9	0.06
	Relieve	3	Alteración de geoformas		N	3	1	1	1	3	1	3	3	16	0.5
Agua	Drenaje superficial	4	Alteración patrón hidrológico superficial.		N	3	1	1	3	1	3	3	1	16	0.5
	Calidad	5	Contaminación del agua por residuos líquidos, sólidos y peligrosos.		N	1	1	1	1	1	1	3	1	10	0.13
Aire	Calidad	6	Contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.		N	1	1	1	3	2	3	1	1	13	0.31
Flora	Cobertura Vegetal	7	Pérdida de cobertura vegetal.		N	3	3	1	3	3	1	3	3	20	0.75
	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	8	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001		N	3	1	1	2	3	1	3	1	15	0.44
Fauna	Movimientos	9	Desplazamiento de individuos		N	3	1	1	3	2	3	3	1	17	0.56
	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	10	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001		N	3	1	1	2	3	1	3	1	15	0.44
Ecosistema	Biodiversidad (diversidad alfa)	11	Reducción de biodiversidad		N	3	1	1	3	2	3	3	1	17	0.56

Socioeconómico	Empleos	12	Generación empleos (directos e indirectos)	P	3	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19
	Servicios e Insumos	13	Demanda de servicios e insumos	P	3	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19

Matriz V.3. Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales (sin medidas)

Componente	Factor	# de Impacto	Impacto Ambiental	Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Suelo	Cantidad	1	Pérdida de suelos por erosión		N	3	3	1	3	2	3	3	3	21	0.81
Flora	Cobertura Vegetal	7	Pérdida de cobertura vegetal.		N	3	3	1	3	3	1	3	3	20	0.75
Fauna	Movimientos	9	Desplazamiento de individuos		N	3	1	1	3	2	3	3	1	17	0.56
Ecosistema	Biodiversidad (diversidad alfa)	11	Reducción de biodiversidad		N	3	1	1	3	2	3	3	1	17	0.56
Suelo	Relieve	3	Alteración de geoformas		N	3	1	1	1	3	1	3	3	16	0.5
Agua	Drenaje superficial	4	Alteración patrón hidrológico superficial.		N	3	1	1	3	1	3	3	1	16	0.5
Flora	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	8	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001		N	3	1	1	2	3	1	3	1	15	0.44
Fauna	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	10	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001		N	3	1	1	2	3	1	3	1	15	0.44

Aire	Calidad	6	Contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.	N	1	1	1	3	2	3	1	1	13	0.31
Socioeconómico	Empleos	12	Generación empleos (directos e indirectos)	P	3	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19
Socioeconómico	Servicios e Insumos	13	Demanda de servicios e insumos	P	3	1	1	2	1	1	1	1	11	0.19
Agua	Calidad	5	Contaminación del agua por residuos líquidos, sólidos y peligrosos.	N	1	1	1	1	1	1	3	1	10	0.13
Suelo	Calidad	2	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos líquidos, sólidos y peligrosos.	N	1	1	1	2	1	1	1	1	9	0.06

Los señalados en rojo son relevantes respecto del cálculo del algoritmo, sin embargo, mas delante se analiza su significancia respecto de los criterios señalados en los instrumentos legales aplicables.

Los naranjas son no relevantes y

Los verdes son despreciables.

La Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales (Matriz V.2) permite:

- a) Evaluar y dimensionar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, magnitud y frecuencia.
- b) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.
- c) Conocer los impactos que por su frecuencia mas inciden en los componentes ambientales.

Considerando que las matrices de interacción tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos, se debe destacar que estos impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados como atributos a valorar para cada impacto en la matriz de Caracterización de Impactos Ambientales.

En la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales se obtiene como resultado final, la evaluación de los impactos en términos de su importancia y magnitud.

La importancia o bien la intensidad o índice de incidencia (llamado así por Gómez-Orea, 2002) de cada impacto, que se refiere a la severidad y forma de alteración, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los atributos de cada impacto (Tabla V.5) y sus rangos de valor o escala de la tabla V.6:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc^7$$

De esta manera se asegura alcanzar una suma de los valores diferenciales de cada atributo. El modelo utilizado es ampliamente conocido, de manera que la autoridad pueda replicarlos al evaluar la MIA-R.

La Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales, es solamente una variante de la de Caracterización de Impactos Ambientales, con el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Una vez acotados el resto de los impactos se tiene que los impactos adversos más relevantes por su incidencia, sin medidas y excluyendo los impactos positivos, son la pérdida de suelos por erosión y la pérdida de cobertura vegetal. De lo anterior, se puede señalar que ambos se consideran impactos residuales, ya que aún con la aplicación de las medidas, los impactos si bien se mitigan y compensan, persisten, al contrario ocurre con los impactos a la fauna, que

⁷ Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

no son residuales, ya que con la aplicación de medidas, el impacto se previene considerablemente. Por otro lado, los demás impactos aún cuando no se consideran significativos en términos de su incidencia, son aquellos derivados del mal manejo de residuos, que afectan a componentes como suelo, agua y aire, sin embargo para ello, se proponen los Programas de Manejo Integral de Residuos, descritos también en el siguiente capítulo. Todos estos impactos se analizan a mayor detalle en el apartado de descripción de impactos ambientales.

También se puede observar que el 83% de los impactos son negativos, de los cuales el 70% se puede recuperar o bien se pueden prevenir mediante la implementación de medidas de prevención o mitigación y recopiladas a través de los programas propuestos en el capítulo VI. El resto de los impactos se refieren, la mayoría, a los residuales, los cuales se analizan a continuación.

Con base en los valores obtenidos para la incidencia de cada impacto, se asignaron las categorías mostradas en la Tabla V.7, mismas que corresponden a los colores usados en la matriz de jerarquización, que si bien resultan del uso de una técnica determinada, en su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a continuidad de los componentes y factores que definen a los ecosistemas que ocurren en la región y a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y que se analiza con mayor detalle en los apartados posteriores.

Tabla V.7. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.66
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.66

De la anterior clasificación de impactos, si bien como se comentó anteriormente, es una clasificación previa en esta etapa de la evaluación, es conveniente señalar que los impactos despreciables, serán aquellos que no se van a considerar en la valoración de impactos, es decir, aún cuando en esta etapa hemos efectuado una valoración de los impactos, a nivel de la incidencia, debemos seguir evaluando los impactos por su magnitud y finalmente su significancia, por lo que, dicho análisis dejará excluidos a los impactos clasificados como “despreciables” aunque no por ello no se tomen en cuenta en el establecimiento de medidas para su prevención, mitigación, o compensación en el siguiente capítulo. Lo anterior se deriva de la propuesta de Gómez Orea sobre no estudiar todos los impactos con la misma intensidad, sino que conviene centrarse sobre los impactos clave.⁸

Caracterización de Impactos: determinación de la magnitud

Como ya se mencionó anteriormente, el valor de un impacto se expresa en términos de la incidencia y la magnitud, y en consecuencia la relevancia o significancia de un impacto.

La **magnitud**, como ya se citó anteriormente, representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado⁹, misma que para el proyecto, se expresará en términos de la extensión de la alteración al componente en relación al SAR.

Retomando los resultados en la matriz de jerarquización, por su incidencia, el impacto más relevante es la pérdida de suelos por erosión, en el caso de la magnitud, la cobertura vegetal es el componente mayormente afectado en términos de extensión, ya que se removerán 10.6 ha con la opción 1 (5ha son para obras complementarias) y de 11.9 ha con la opción 2 (5ha son para obras complementarias) de vegetación, que representan el 7.68% de la superficie total del tramo que mide 77.84 ha en la opción 1 y el 8.4% de la superficie total del tramo que mide 81.9 ha en su opción 2, y que a su vez representa el 0.035% en su opción 1 y 0.043% en su opción 2 del SAR que mide 15,851 ha, por lo que aún cuando representa una extensión grande del área, en términos relativos al marco de referencia, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Si bien es cierto que el componente de mayor afectación por su extensión es la flora terrestre, asociada a ella existen otros componentes como la fauna, la biodiversidad y el suelo que también se verán afectados, sin embargo, y de igual manera en referencia al sistema ambiental regional, no se afectan los

⁸ Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 324

⁹ Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este MIA-R, se refiere al SAR definido.

procesos que definen la existencia y funcionamiento del Sistema Ambiental Regional, garantizando con ello la conservación de los componentes ambientales asociados a este espacio, tales como la biodiversidad y recursos regionales; en particular el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal, quedando por ello fuera de los supuesto establecidos en el artículo 35 de la LGEEPA.

Caracterización de Impactos: determinación de la significancia

La determinación de la magnitud, así como de la significancia de un impacto es, según Gómez Orea (2002), la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinar de la evaluación de impacto ambiental, para poder estimar la alteración de los diferentes componentes ambientales así como su medición, por lo que se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios utilizados por la comunidad científica, por lo que en esta etapa es en donde intervienen de manera más intensiva el juicio de expertos.

A continuación se describen los criterios usados por los mismos para determinar la significancia o relevancia de los impactos evaluados, que se fundamenta en la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, por lo que antes de pasar al análisis específico de la relevancia de los mismos, es necesario describir y analizar los criterios que con base en dicha definición se tomaron en consideración en este caso, los cuales fueron los siguientes:

Criterio jurídico

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, etc. respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente. En este último caso, es por ejemplo conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre,
- En peligro de extinción,
- Amenazadas y
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma de acuerdo a su vulnerabilidad, así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de "en peligro de extinción" puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial.

Igualmente dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental.

Criterio ecosistémico (integridad funcional).

El nivel significativo de un impacto se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y generar un desequilibrio ecológico.

Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental)

El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el conocimiento generalizado que se pudiera tener acerca de la importancia o escasez del recurso, ambiente o ecosistema a ser impactado. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA-R.

Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretenden afectar áreas de vegetación de bosque mesófilo o humedales, los cuales representan ecosistemas de muy limitada

cobertura geográfica, asociado al reconocimiento de su alto valor en términos de los servicios ambientales que proporcionan.

Criterio de capacidad de carga

La significancia de este tipo de impactos se mide en razón de la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales.

Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretende afectar a una especie, cuyo rango de distribución es tan limitado que los efectos ambientales en el área ponen en riesgo la permanencia de la misma. O cuando se vierten desechos, efluentes o emisiones a un cuerpo receptor en una proporción mayor que la capacidad natural de asimilación y/o dispersión.

V.4. Análisis de la significancia de los impactos por componente:

Con base en la definición de impacto ambiental significativo expresado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y en los criterios jurídicos y ambientales descritos anteriormente, a continuación se analiza cada uno de los componentes del ambiente relacionado con el proyecto y los impactos ambientales identificados para el caso de dicho componente, así como la determinación en términos de la relevancia potencial que se le asigna. Cabe hacer la aclaración que de dicho análisis se excluyen los impactos ambientales positivos, así como aquellos negativos clasificados como despreciables en la sección V.3.1, es decir, aquellos que tienen un índice de incidencia menor a 0.33, lo anterior por considerarse que ninguno de ellos podrían causar afectaciones que alteren la integridad ecológica del SAR y/o sinergias negativas para el ambiente, por lo que los impactos a ser analizados son los siguientes:

Componente	Factor	Impacto Ambiental Atributo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelos por erosión	3	3	1	3	2	3	3	3	21	0.81
Flora	Cobertura Vegetal	Pérdida de cobertura vegetal.	3	3	1	3	3	1	3	3	20	0.75
Ecosistema	Biodiversidad (diversidad alfa)	Reducción de biodiversidad	3	1	1	3	2	3	3	1	17	0.56

Suelo	Relieve	Alteración de geoformas	3	1	1	1	3	1	3	3	16	0.5
Agua	Drenaje superficial	Alteración patrón hidrológico superficial.	3	1	1	3	1	3	3	1	16	0.5
Flora	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	3	1	1	2	3	1	3	1	15	0.44
Fauna	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	3	1	1	2	3	1	3	1	15	0.44

El análisis se presenta en forma de una tabla para cada componente la cual incluye los siguientes elementos: a) Componente y factor; b) Síntesis de caracterización del componente; c) Impactos previsible y su índice de incidencia; d) Determinación de la relevancia que se le asigna; y e) Razonamientos para dicha determinación.

Medio Terrestre: Componente Flora Terrestre

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
<u>Flora Terrestre</u>	Cobertura vegetal	0.75	Pérdida de cobertura vegetal	<u>NO RELEVANTE</u>
	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	0.44	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	<u>NO RELEVANTE</u>
Síntesis de caracterización:				
<p>La vegetación preponderante en el Sistema Ambiental Regional corresponde a Selva Alta y mediana perennifolia. Este tipo de vegetación se caracteriza por su riqueza florística, su exuberancia y compleja composición estructural, pues se establece en tipos de clima en donde la temperatura mínima extrema difícilmente desciende a menos de 0° centígrados y la precipitación media anual oscila entre los 1500 y los 3000 mm.</p> <p>La estructura de este tipo de vegetación es dominada por árboles siempre verdes (perennifolios, subperennifolios, y subcaducifolios) de hasta 25 m de altura. Por lo general en las comunidades clímax de esta vegetación es difícil determinar una especie dominante, la abundancia de trepadoras perennes es notable, así como la presencia de epífitas. Este tipo de vegetación se corresponde con el término de selva mediana subperennifolia y selva alta perennifolia que emplea el INEGI en las cartas de uso de suelo y vegetación Pachuca F14-11 y Ciudad Valles F14-8. Otros autores como Puig (1991) lo menciona como Bosque caducifolio húmedo de montaña. En general la vegetación se compone de elementos vegetales de tallos leñosos de gran volumen y talla (hasta 80 cm de DAP y entre 20 y 40 m de altura), de hojas grandes, glabras y coriáceas, a menudo sin espinas. En esta zona se localizan principalmente especies como <i>Brosimum alicastrum</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Dendropanax arboreus</i>, <i>Ficus cotinifolia</i>, <i>Tabebuia rosea</i>, <i>Enterolobium cyclocarpum</i> y <i>Ceiba pentandra</i>, como los más abundantes. Hacia la zona noreste del sitio, en los límites del área de influencia, la fisiografía se compone de laderas escarpadas de fuerte pendiente con rocas de composición granítica, cuya altitud sobre el nivel del mar aumenta gradualmente hasta los</p>			<p>Por su índice de incidencia (0.75), uno de los impactos más relevantes es la pérdida de la cobertura vegetal, y de igual manera, en el caso de la magnitud, la cobertura vegetal es el componente mayormente afectado en términos de extensión, ya que se removerán 10.6 ha con la opción 1 (5ha son para obras complementarias) y de 11.9 ha con la opción 2 (5ha son para obras complementarias) de vegetación, que representan el 7.68% de la superficie total del tramo que mide 77.84 ha en la opción 1 y el 8.4% de la superficie total del tramo que mide 81.9 ha en su opción 2, y que a su vez representa el 0.035% en su opción 1 y 0.043% en su opción 2 del SAR que mide 15,851 ha, por lo que en términos relativos al marco de referencia, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. De igual manera se propone un Programa de Manejo Integral de la</p>	

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
<u>Flora Terrestre</u>	Cobertura vegetal	0.75	Pérdida de cobertura vegetal	<u>NO RELEVANTE</u>
	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	0.44	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	<u>NO RELEVANTE</u>
<p>900 m, condición que permite encontrar la presencia de algunas especies del Bosque Mesófilo de Montaña como <i>Liquidambar styraciflua</i>, <i>Quercus germana</i>, <i>Q. Safari</i> y <i>Magnolia sp.</i> entre otras, sin embargo, ninguna de estas se encuentra en el Sistema Ambiental ni en el área de influencia del proyecto.</p> <p>Cabe destacar que en Sistema Ambiental Regional, existen varios poblados y áreas de cultivo, que a lo largo del último siglo han ocupado la superficie de la región con diversos tipos de cultivos, tanto anuales como perennes. La razón principal de esta deforestación se debe a los beneficios aparentes de las características climáticas del lugar (temperaturas regulares y una época seca del año sumamente corta). Por lo que en la actualidad el paisaje es dominado mas por manchones de áreas desmontadas, pastizales cultivados y cultivos diversos, entre los cuales se pueden mencionar los cítricos, la caña de azúcar, el maíz, el nopal-verdura y en otros tiempos el cafetal. Esta situación es verdaderamente extrema pues aún en terrenos con pendientes pronunciadas, el desmonte, cultivo y abandono de tierras, ha reducido de manera drástica la distribución del bosque tropical antes mencionado. Actualmente la vegetación de esta ésta zona se ha ido repoblando por algunas especies denominadas secundarias o ruderales como <i>Ricinus comunis</i>, <i>Acacia cornigera</i>, <i>Leucaena microcephala</i>, <i>Acacia farnesiana</i>, <i>Solanum eleagnifolium</i>, como las principales, que son indicadoras y/o colonizadoras de áreas modificadas en constante disturbio, lo que indica el evidente desplazamiento de la flora y fauna natural de esta zona.</p> <p>Con el trabajo de campo realizado se registraron un total de 88 especies, pertenecientes a 46 Familias y 81 Géneros, del total de especies únicamente 2 se encuentran bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001: <i>Eritrina coralloides</i> (colorín), en estatus de amenazada no endémica y <i>Ceratozamia mexicana</i> (chamal) como amenazada y endémica.</p>			<p>Vegetación detallado en el siguiente capítulo.</p> <p>Si bien el índice de incidencia para el factor ambiental de Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001, es relativamente bajo, se considera relevante puesto que existen en el área dos especies catalogadas en la NOM-059, como amenazadas, sin embargo, se propone un Programa de manejo integral de la vegetación por lo que los individuos de estas especies serán rescatados, reubicados y sujetos a un monitoreo para verificar su índice de sobrevivencia.</p>	

Medio Terrestre: Componente Fauna

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Fauna	Movimientos	0.56	Desplazamiento de individuos	<u>NO RELEVANTE</u>
	Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001	0.44	Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	<u>NO RELEVANTE</u>
<p>Síntesis de caracterización:</p> <p>Algunas especies de mamíferos encontradas en esta zona son el armadillo (<i>Dasypus novemcinctus</i>) coatí o tejón, (<i>Nasua narica</i>), conejo (<i>Sylvilagus floridanus</i>).</p> <p>En referencia a los reptiles y anfibios, las especies más comunes son la lagartija espinosa (<i>Sceloporus variabilis</i>), la lagartija llanera (<i>Aspidoscelis gularis</i>), la ranita pintada (<i>Hyla picta</i>) y el sapo (<i>Cranopsis Valliceps</i>)</p> <p>Por su parte las aves registradas en la zona fueron la Garza del ganado (<i>Bubulcus ibis</i>), Halcón cola blanca (<i>Buteo albicaudatus</i>), Coquita (<i>Columbina inca</i>), Vreo de ojos rojos (<i>Vireo olivaceus</i>), y el zanate (<i>Quiscalus mexicanus</i>).</p> <p>Algunas especies como el cacomixtle y coatí se distribuyen también en las áreas bajas donde se desarrolla la agricultura y los pastizales, así como en las cercanías de las zonas urbanas, debido a que son especies generalistas adaptadas a la presencia del ser humano así como a diferentes tipos de alimentación como son frutas, insectos, huevos.</p> <p>Con el trabajo en campo se reconocieron 31 especies, de las cuales 20 corresponden a Aves, 7 a mamíferos, 2 a Reptiles y 2 a Anfibios; de estas 2 se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001: <i>Buteo albicaudatus</i>, <i>Buteo albonotatus</i>, estas especies pertenecen al grupo de las aves.</p>			<p>Los impactos que generalmente afectan a la fauna están estrechamente relacionados con la remoción de la cobertura vegetal, ya que con esta se da la pérdida de hábitats así como los movimientos de individuos presentes dentro área donde se llevan a cabo las actividades del proyecto, por el uso de maquinaria y el personal que transita por el área, sin embargo como se menciona en el capítulo IV de esta MIA-R, el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto es una zona donde, tanto por su tipo de vegetación como por el grado de alteración que han sufrido, la fauna silvestre es muy escasa y se localiza principalmente en las zonas altas o en la fracción más conservada del SAR, sin embargo se llevarán a cabo actividades de prevención y mitigación como el rescate y reubicación de individuos de especies animales presentes en el área principalmente aquellas de lenta movilidad y las que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, estas actividades forman parte del Programa Integral de Manejo de la Fauna que se encuentra descrito en el capítulo VI, en el caso de las especies que se encuentran dentro de la NOM-059, estas pertenecen al grupo de las aves por lo cual no será necesario rescatar y ubicarlas por que podrán seguir habitando las áreas cercanas al proyecto, incluso en la operación del mismo.</p>	

Medio Terrestre: Componente Ecosistema

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Ecosistemas	Biodiversidad	0.56	Pérdida de biodiversidad a nivel de individuos (diversidad alfa).	<u>NO RELEVANTE</u>
<p>Síntesis de caracterización:</p> <p>Con base en los datos de riqueza de especies de flora y fauna se estimó la abundancia relativa de las especies por muestreo (número de individuos por especie/muestreo), y de manera global (número de individuos por especie/total de muestreos). La diversidad alfa se calculó por medio de los Índices de Margalef, (Clifford y Stephenson, 1975).</p> <p>A partir del análisis del trabajo de campo realizado, donde se reconocieron 85 especies, las características de la misma vegetación permitieron definir 3 áreas en la zona:</p> <p>Zona A, representada por especies que indican un estado de conservación alto y que se encuentra conformada por los cuadrantes 1, 3 y 6, esta zona presenta los valores de composición específica más altos, al igual que de los parámetros evaluados como diversidad y equitatividad.</p> <p>Zona B, corresponde a una zona intermedia donde encontramos algunas especies correspondientes a la vegetación original, así como especies que indican diversos grados de perturbación.</p> <p>Zona C, corresponde a una sección del área donde casi no encontramos especies propias del área y si muchas especies tanto introducidas como de especies invasoras que indican una perturbación mayor.</p>			<p>Respecto de los índices de diversidad, el área no presenta una diversidad homogénea y media tanto en flora como en fauna, y si bien el proyecto pretende remover la cubierta vegetal, y con ello una pérdida de biodiversidad tanto de flora como de fauna, debido a que se removerán 10.6 ha con la opción 1 (5ha son para obras complementarias) y de 11.9 ha con la opción 2 (5ha son para obras complementarias) de vegetación, que representan el 7.68% de la superficie total del tramo que mide 77.84 ha en la opción 1 y el 8.4% de la superficie total del tramo que mide 81.9 ha en su opción 2, y que a su vez representa el 0.035% en su opción 1 y 0.043% en su opción 2 del SAR que mide 15,851 ha, por lo que aún cuando representa una extensión grande del área, en términos relativos al marco de referencia, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema, en términos de biodiversidad.</p> <p>Se proponen programas de manejo integral de flora y fauna, con lo que se previenen, mitigan y compensan los impactos derivados de la ejecución del proyecto a dichos componentes ambientales.</p>	

Medio Terrestre: Componente Suelo

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Suelo	Cantidad	0.81	Pérdida de suelos.	NO RELEVANTE
	Relieve	0.50	Alteración de geoformas	NO RELEVANTE
<p>Síntesis de caracterización:</p> <p>El tipo de suelo que predominan en el SAR es del tipo rendzina, poco profundos y pegajosos, en colores oscuros y rojizos con abundante contenido de materia orgánica, hacia el noroeste hay vertisoles negros o grises casi siempre muy fértiles, hacia la parte sur hay litosoles con una profundidad menor a 10 cm y finalmente en la parte norte en los márgenes del Río Moctezuma se encuentran fluvisoles con altas cantidades de sal. Particularmente en el área de estudio el tipo de suelo es rendzina de formación aluvial. Este tipo de suelo es apto para ganadería y agricultura. El suelo corresponde a Rendzina-Litosol, clasificado como E+1/2L en el que Rendzina es un suelo dominante asociado con Litosol como suelo secundario, la textura media y fase lítica, es decir limitados por afloramiento de la roca caliza de tipo sedimentario.</p> <p>La Rendzina presente en el área es un suelo somero de 0 a 15 cm. de profundidad, con una capa superficial rica en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre la roca caliza, asimismo se considera que es un suelo arcilloso y pedregoso. No obstante que es un suelo con muy poca profundidad, soporta la vegetación tipo selva mediana subperennifolia del área gracias a su fertilidad y a las abundantes grietas y fracturas de la roca caliza que le proveen anclaje a las raíces arbóreas.</p> <p>El relieve de la zona es predominantemente accidentado pues en la transición de la Sierra Madre Oriental y un lomerío que se extiende al pie de ésta. Como muestra se tiene el cerro de La Cruz, al norte de Tamazunchale, que alcanza una altura de 705 m.</p>			<p>El componente suelo se verá afectado por la remoción de la vegetación en una superficie de 10.6 ha con la opción 1 (5ha son para obras complementarias) y de 11.9 ha con la opción 2 (5ha son para obras complementarias) de vegetación, que representan el 7.68% de la superficie total del tramo que mide 77.84 ha en la opción 1 y el 8.4% de la superficie total del tramo que mide 81.9 ha en su opción 2, y que a su vez representa el 0.035% en su opción 1 y 0.043% en su opción 2 del SAR que mide 15,851 ha, por lo que aún cuando representa una extensión grande del área, en términos relativos al marco de referencia, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. En cuanto a la alteración de las geoformas, el área donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra en una superficie que, si bien tiene cierto relieve, dicha superficie constituye un relieve accidentado por la transición de la Sierra Madre Oriental, por lo tanto la alteración de geoformas no afecta de manera significativa el relieve del SAR, hablando de la erosión del mismo, si bien el proyecto generara un aumento de erosión en la franja desbastada, así como en las zonas ocupadas por obras relacionadas a la vialidad, se llevaran a cabo actividades preventivas y mitigantes para evitar que esto ocurra, dichas medidas se detallan en el siguiente capítulo de esta MIA-R.</p>	

Medio Terrestre: Componente Agua

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Agua	Drenaje superficial	0.50	Alteración patrón hidrológico superficial.	NO RELEVANTE
<p>Síntesis de caracterización: El SAR se encuentra en la porción centro sur de la cuenca Río Moctezuma. El relieve de la zona es predominantemente accidentado pues en la transición de la Sierra Madre Oriental y un lomerío que se extiende al pie de ésta. Como muestra se tiene el cerro de La Cruz, al norte de Tamazunchale, que alcanza una altura de 705 m. El rasgo hidrográfico más relevante en la zona y que resulta ser la corriente receptora de todo el escurrimiento que se genera en las microcuencas estudiadas, es el río Moctezuma, que recibe de manera directa el 80% del drenaje, mientras que es restante 20% llega a éste por medio de su afluente derecho, el río Amajac. El proyecto "Libramiento Tamazunchale" tiene una estrecha relación con el río Moctezuma, puesto que los trazos definidos deberán cruzar dicho río en sus dos sectores, al oriente y poniente de Tamazunchale. En el SAR el río presenta una trayectoria ondulante, tanto en la sierra donde está determinada por el accidentado relieve de ésta, como en la planicie, por donde sigue su recorrido con dirección al noreste y forma al río Pánuco.</p>		<p>Si bien el proyecto generará impactos negativos al proceso hidrológico, el Río Moctezuma recibe las aguas residuales del área metropolitana de la ciudad de México por lo que se considera que sus aguas están altamente contaminadas restringiéndose su uso al agrícola. Así también, los ríos Matlapa, Amajac y los afluentes de la margen izquierda del Río Moctezuma, aguas abajo del poblado de Tamazunchale presentan grados severos de contaminación, lo que limita el uso de sus aguas (Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental, 1999). A pesar que se considera que la cuenca del río Moctezuma, en relación con las pequeñas microcuencas que pueden verse modificadas con la construcción del "Libramiento Tamazunchale", donde se muestra la zona de aportación al Moctezuma a partir de la presa hidroeléctrica de Zimapán, aunque ésta se inicia propiamente con las descargas que se originan en la cuenca del Valle de México, que mediante obras de conducción aportan agua al río Tula, principal afluente del Moctezuma. Se consideró que el río Moctezuma en la parte donde se pretende desarrollar el proyecto "Libramiento Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí" cuenta con un escurrimiento insignificante ya que representan el 0.71% del escurrimiento total del río Moctezuma, lo cual tiene que ver con las condiciones actuales que presenta la zona de estudio y que están relacionadas directamente con las actividades de agricultura.</p> <p>El Río Moctezuma también recibe diariamente unos 3 493 m³ de residuos municipales (INEGI, 2002) mediante descargas del drenaje público del poblado de Tamazunchale y localidades pertenecientes a este municipio, ya sea a través de las corrientes que bajan de los cerros o por descargas directas a sus aguas, en 1999 la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental de la cabecera municipal tenía registradas 14 descargas de drenaje en la cabecera municipal que vierten su contenido directamente sin ningún tratamiento previo. Debido a sus múltiples afluentes, las aguas residuales del Río Moctezuma también pueden estar contaminadas con agroquímicos.</p>		

IV.5. Impactos residuales.

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del RLGEEPAMEIA, se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos residuales, es por ello que se dedica una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impactos que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos con calificación de 3, es decir, que los factores no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas. Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generará los siguientes impactos residuales:

- a. Pérdida de cobertura vegetal.
- b. Alteración de geoformas.
- c. Pérdida de suelos por erosión.

De los impactos anteriores, y tomando como referencia la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales, la pérdida de suelos y la pérdida de cobertura vegetal son impactos con índice de incidencia alto así como una magnitud, en términos de extensión alta, sin embargo como ya se analizó previamente, no corresponde a un impacto relevante en términos del Reglamento en la materia. En cuanto a la alteración de geoformas, está asociado a la misma pérdida de suelos, que en referencia al SAR, es decir en términos relativos al marco de referencia, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema presente en el mismo.

IV.5. Impactos acumulativos.

Al igual que los impactos residuales, la fracción V del Artículo 13 del RLGEEPAMEIA, establece que se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos acumulativos, es por ello que se dedica la presente sección su análisis.

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa. Como se mencionó con anterioridad, considerando que las matrices de interacción, y los grafos tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se debe destacar que éstos impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Caracterización de Impactos Ambientales, tomando en cuenta la caracterización del SAR, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, que fueron evaluados en la matriz de Caracterización de Impactos Ambientales.

Tabla V.8 Impactos Acumulativos

Impacto Ambiental
Pérdida de suelos por erosión
Pérdida de cobertura vegetal.

Si bien la pérdida de cobertura vegetal, como ya se indicó anteriormente, no representa un impacto significativo o relevante puesto que no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema presente en el SAR, se consideró un impacto acumulativo debido a la superficie de afectación.

IV.6. Descripción de Impactos

En esta sección, se describen los impactos evaluados, seleccionando los impactos significativos o relevantes, poniendo énfasis en los impactos acumulativos y sinérgicos.

Tomando como base la información de las tablas V.1 a V.7, y las matrices V.1 a V.3, así como la opinión de expertos, se describen a continuación en detalle los impactos ambientales esperados con la implementación del proyecto por componente

ambiental, lo anterior, con la finalidad de que cada uno de ellos sea atendido a través de medidas que garanticen la continuidad del ecosistema en el que se inserta el proyecto.

Aire:

Calidad del aire: es un factor impactado con relativa frecuencia durante el proyecto debido a las actividades o acciones del mismo, acotándose a las etapas de preparación del sitio y construcción ocasionado por la operación y equipo pudiendo provocar niveles de ruido que vayan por arriba de los niveles permisibles para fuentes fijas de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994 (90 decibeles) y para fuentes móviles de acuerdo con la NOM-080-SEMARNAT-1994 (99 decibeles), sobre todo y en particular cuando nos referimos al uso de explosivos, cuyo mayor impacto es sobre la calidad del aire, en particular el confort sonoro, sin embargo el impacto será temporal y localizado en los sitios específicos en los que opere la maquinaria pesada y vehículos.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se espera que se genere dicho impacto, sin embargo los niveles de ruido estarán por debajo de las normas oficiales mexicanas correspondientes y solamente se deberán al tráfico de vehículos.

Otros impactos a la calidad del aire serán las emisiones de polvos y gas en el sitio del proyecto y su zona de influencia, lo anterior derivado del movimiento de materiales y el tránsito de vehículos, sin embargo, dichos impactos serán atenuados de manera natural por la dispersión propia de la zona.

Suelo:

El impacto será la pérdida de suelos, la cual ocurre principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, lo anterior, debido a las acciones específicas de desmonte, despalme, excavaciones, relleno, y nivelación, sin embargo el suelo a nivel regional no presenta características que lo hagan ambientalmente relevante, sin embargo no se soslaya el hecho que cumple sus funciones de soporte para la vegetación.

Sin embargo, la superficie de suelo alterada será de 10.6 ha con la opción 1 (5ha son para obras complementarias) y de 11.9 ha con la opción 2 (5ha son para obras complementarias) de vegetación, que representan el 7.68% de la superficie total del tramo que mide 77.84 ha en la opción 1 y el 8.4% de la superficie total del tramo que mide 81.9 ha en su opción 2, y que a su vez representa el 0.035% en su opción 1 y 0.043% en su opción 2 del SAR que mide 15,851 ha, por lo que, asimismo, en cuanto a

la calidad ambiental, estas áreas se ubican en la zona de interacción entre el desarrollo urbano y las zonas con vegetación natural, y se encuentran sujetas a la presión por el crecimiento de la zona urbana.

Otro impacto aún cuando no se considera como significativo, será la contaminación del suelo por residuos, ya que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generan residuos sólidos, líquidos y en menor volumen peligrosos que significan riesgos potenciales de contaminación del suelo por un mal manejo de los mismos, sin embargo, la probabilidad de ocurrencia de los mismos se verá reducida al mínimo por la ejecución de medidas como el uso de baños portátiles, contenedores de residuos sólidos clasificados, así como por el Programa Integral de Manejo de Residuos que se describe en el Capítulo VI.

Agua:

A consecuencia de la presencia del libramiento, que constituye una barrera al paso del agua, se produce un retardo en el paso del agua hacia la parte baja de la microcuenca; esta situación favorece el que se incremente un poco la evotranspiración, sin embargo al final la cantidad de agua que llega al río Moctezuma es prácticamente la misma.

El drenaje natural se verá afectado debido a que no habrá continuidad en el flujo del agua debajo de la carretera. Esto propiciará dos condiciones: que los escurrimientos existentes en la zona baja desaparezcan por la falta de aportación superior, o bien que algunos se incrementen su magnitud, los que estén inmediatamente debajo de las obras de drenaje que se construyan, sin embargo el proyecto no se presenta como una actividad que ejerza presión sobre los recursos hídricos, sino por el contrario, como se explicará en el capítulo VI el proyecto realizar una serie de acciones encaminadas a prevenir cualquier afectación al recurso hídrico, asimismo y como pocas de las actividades que ejercen presión en los procesos hidrológicos se establecerán también acciones de compensación.

En algunas zonas, principalmente al inicio del libramiento Oriente, las terracerías a construir podrían suspender el flujo natural del agua, produciendo áreas de inundación, con afectación a campos de cultivo y localidades. Por lo que se pondrá especial atención en las obras de drenaje de las mismas.

Con lo que respecta a la contaminación del agua por residuos líquidos y sólidos, aún cuando la hidrología superficial es de temporal, se consideró ocasional y muy poco

probable la contaminación del agua por residuos líquidos y sólidos, así como por peligrosos en todas las etapas del proyecto, ya que dichos residuos se generan en dichas etapas, sin embargo, al igual que el impacto al suelo, la contaminación del agua por residuos líquidos y sólidos se considera solamente riesgo potencial de contaminación del suelo por un mal manejo de los residuos, tanto líquidos, sólidos y peligrosos, sin embargo, la probabilidad de ocurrencia de los mismos se verá reducida al mínimo por la ejecución de medidas como el uso de baños portátiles, contenedores de residuos sólidos clasificados, así como por el Programa Integral de Manejo de Residuos que se describe en el Capítulo VI.

Flora:

Los impactos a este componente ambiental, con mayor relevancia, son la pérdida de cobertura vegetal, y la pérdida de individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, ambos por el desmonte y despalme del terreno, siendo el segundo impacto particularmente referente al cambio de vegetación.

Se removerán 10.6 ha con la opción 1 (5ha son para obras complementarias) y de 11.9 ha con la opción 2 (5ha son para obras complementarias) de vegetación, que representan el 7.68% de la superficie total del tramo que mide 77.84 ha en la opción 1 y el 8.4% de la superficie total del tramo que mide 81.9 ha en su opción 2, y que a su vez representa el 0.035% en su opción 1 y 0.043% en su opción 2 del SAR que mide 15,851 ha, por lo que no representa una extensión grande del área del proyecto, en términos relativos al marco de referencia, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema.

Se habla de la pérdida de individuos tanto de especies vegetales como de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001, sin embargo, de ninguna manera el proyecto ocasionará la pérdida de alguna especie, solamente de algunos individuos, aunado a esto se cuenta con el Programa de Manejo Integral de Vegetación, con el que se previene, mitiga, y compensan los impactos derivados de la remoción de la vegetación, en particular para el rescate y reubicación de dichas especies.

Se debe reconocer que los impactos a este componente son de índole residual, aunque en el contexto regional (amplitud) y de calidad ambiental (intensidad), con la finalidad de atenuarlos se consideró la implementación de un programa de marcado y rescate de especies e individuos relevantes, mismo que se detalla en el siguiente capítulo.

Fauna:

La riqueza de especies de fauna, no es relevante, sin embargo el conjunto de especies presentes guardan una estrecha relación energética entre ellos, donde los roedores y la vegetación mantienen los requerimientos alimenticios tanto de aves, como de reptiles y mamíferos.

El desplazamiento de fauna es resultado de casi todas las actividades del proyecto, y la pérdida de individuos de especies animales y de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001, son resultado de la pérdida de cobertura vegetal en el sitio, generada durante la etapa de preparación del sitio. Este impacto es permanente e inducirá gradualmente la movilización de fauna hacia zonas adyacentes con vegetación en buen estado de conservación y con menor movimiento ocasionado por las actividades humanas. Considerando ésto puede inferirse que no habrá impactos significativos netos a la diversidad y abundancia de la fauna en el SAR como en la región, es decir, el proyecto no generará afectaciones relevantes a la biodiversidad beta y gama. Se considera que una vez finalizada la etapa de construcción del proyecto y durante la etapa de operación, la fauna recobrará los espacios que haya abandonado por la presencia de maquinaria y equipo de construcción.

Como atenuante a los posibles impactos que sobre este componente se pudiesen generar, durante la fase de preparación y construcción del proyecto, se considera la implementación de un Programa de Rescate de Especies Animales, en el cual se compromete la participación de un especialista en manejo de fauna y una cuadrilla de apoyo, que previo a la etapa de desmonte de la vegetación, realizará el rescate de especies de lenta movilidad para trasladarlas posteriormente a las áreas de conservación del sitio. Esta medida minimiza al máximo posible la pérdida de fauna poco móvil durante la etapa de preparación del proyecto. En todo caso, las anteriores afirmaciones serán demostradas a través de acciones de monitoreo.

En el caso de la etapa de operación se realizarán túneles para que la fauna que habite en el área pueda cruzar en el libramiento, esto para evitar muertes de la misma, por atropellamiento.

Ecosistemas

Para el ecosistema, propiamente hablando, se identifico 1 impacto, el cual es negativo y se refiere al disminución de la biodiversidad (diversidad alfa), este se considera secundario ya que se debe a la pérdida de cobertura vegetal, sin embargo se verá compensado, con el Programa de Manejo Integral de flora, que integra a su vez acciones con los que se previenen, compensan y mitigan los efectos negativos del proyecto sobre el ecosistema los cuales se detallan mas adelante en el capítulo VI. Lo anterior, permitirá la continuidad de los ecosistemas, respetando la integridad funcional del ecosistema en las áreas de importancia biológica dentro del sitio.

Socioeconomía

Durante los meses que durará el proceso constructivo del proyecto, serán requeridos jornales de trabajo, que significaran fuentes de empleo temporales importantes para la región, particularmente del municipio de Tamazunchale. Durante la etapa de preparación y construcción, serán requeridos materiales de construcción y servicios diversos que ocasionaran una derrama económica también importante para el municipio.

Los beneficios sociales y económicos esperados con la operación del proyecto se encuentran son indudables. Estos impactos positivos contribuirán de manera importante en el desarrollo económico del Municipio de Tamazunchale.

No se prevén impactos negativos indirectos derivados para la región y el municipio ya que el personal que se necesite será contratado, principalmente, del municipio de Tamazunchale y poblados vecinos, en caso de conocer las actividades a desarrollar, con el propósito de no crear nuevos asentamientos humanos en la zona. Hay que destacar que esta estrategia obligará a incentivar una derrama económica a esta zona, ya que se prevé que en las poblaciones aledañas a la obra cuenten con toda la mano de obra calificada que se necesita para la preparación, construcción y mantenimiento del trazo.

IV.7.Conclusiones

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y la opinión de expertos y las diversas técnicas de evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto generará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo, considerando los resultados de los análisis se identificaron los

impactos ambientales determinando cuales son significativos sin medidas, y que derivado de la aplicación de las mismas, ningún impacto se consideró relevante. En adición a lo anteriormente expuesto, en el siguiente capítulo (VI) de presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA respecto a que la presente MIA-R y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.

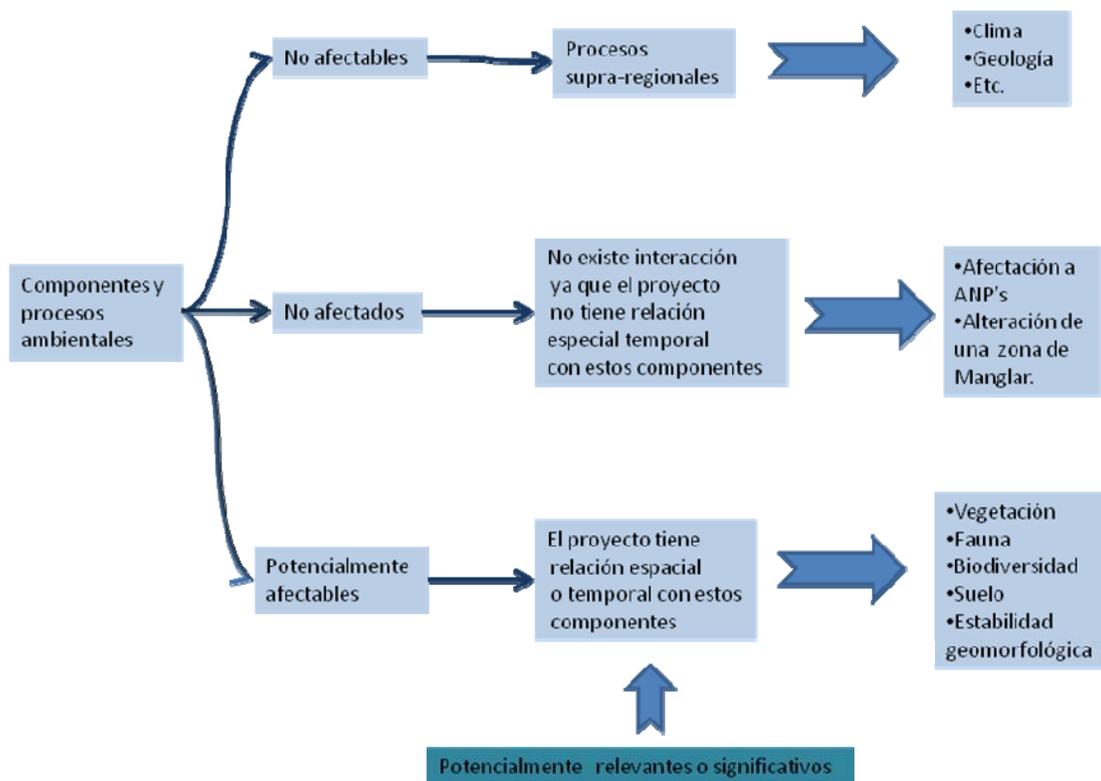


Figura V.2. Síntesis de la evaluación de impactos ambientales.

Lo anterior se sustenta en el reconocimiento de se analizaron las posibles interacciones que el proyecto pudiera tener con componentes y procesos ambientales

del SAR a distintas escalas geográficas, tal y como se expresa en la Figura V.2. En este orden de ideas, se analizó y concluyó que:

1. Existen procesos cuya ocurrencia es mayor al propio sistema ambiental regional y que se les denominó supra-regionales, tales como el clima o la estructura geológica. Consecuentemente el proyecto no genera efectos que pudieran alterar estos macro-procesos.
2. Se identificaron componentes que presentan un cierto grado de importancia derivado de la percepción social y ambiental. En este sentido, de forma específico, no se identificó a la selva alta y mediana perennifolia dentro de esta categoría, ya que si bien presenta dos especies listadas en estatus de riesgo (NOM-059) como tipo de vegetación no se encuentra protegido por ninguna norma y en particular, el proyecto no afecta la existencia de dicha vegetación, ni la integridad del ecosistema, ya que no se compromete a ninguna especie porque sus áreas de distribución son mayores que el sitio y el propio SAR, además de que los individuos no se pierden ya que serán rescatados y reintroducidos
3. Se reconocieron interacciones entre distintas obras y actividades del proyecto y diversos componentes y procesos ambientales, en los cuales si se identificaron potenciales impactos ambientales, de los cuales se evaluó su significancia en el presente capítulo, que en particular y en cuanto al impacto a la vegetación, como el componente biótico del ecosistemas, habiéndose reconocido como el impacto de mayor incidencia y magnitud, aún cuando en términos ecosistémicos no es relevante, la afectación representa aproximadamente un 0.035% en su opción 1 ó 0.043% en su opción 2 del área que a su vez forma parte de un SAR que presenta el mismo tipo de vegetación y que si bien la selva alta y mediana perennifolia se encuentra en un proceso de contracción y fragmentación a nivel supra regional, no se está afectando un área única.

Con base en el contexto de la identificación de impactos analizados, las presentes conclusiones se derivan de demostrar con base en los criterios de significancia descritos en este capítulo, la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

- Calificar el efecto de los impactos sobre los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del REIA).

- Desarrollar esta calificación en el contexto de un SAR (Artículo 13, fracción IV del REIA), de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no solo al área objeto del aprovechamiento.
- En el contexto de impacto relevante o significativo establecido en el propio Reglamento en la materia, la extensión de los mismos es no significativa, ya que se evidencia que con relación al ecosistema generando un impacto no relevante aunque permanente por la eliminación de 10.6 ha con la opción 1 (5ha son para obras complementarias) y de 11.9 ha con la opción 2 (5ha son para obras complementarias) de vegetación, que representan el 7.68% de la superficie total del tramo que mide 77.84 ha en la opción 1 y el 8.4% de la superficie total del tramo que mide 81.9 ha en su opción 2. En comparación al SAR, estas áreas de aprovechamiento representan el 0.035% en su opción 1 y 0.043% en su opción 2 del SAR que mide 15,851 ha. Estas cifras demuestran que el impacto no es significativo, no solo por la superficie de afectación, si no por el poco grado de fragmentación al que serán sometidos. Con esto se garantiza su continuidad de los ecosistemas dentro del SAR.
- El enfoque del proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR, es decir la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.
- Entendiendo la capacidad de carga de un ecosistema, como la capacidad que tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño del proyecto asegura estas dos condiciones.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes, no serán afectadas de forma significativa ya que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio SAR y, de forma específica se afectarían a individuos (diversidad alfa o local) sin que ello represente efectos negativos a poblaciones y mucho menos a especies como tales en la escala regional (conservación de la diversidad beta y gamma). Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad regional, demuestra que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el

hábitat de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, en el siguiente capítulo se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de gestión y manejo integrado a través de un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos¹⁰ de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado. Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará:

1. Desequilibrios ecológicos.
2. Daños a la salud pública.
3. Afectaciones a los ecosistemas.

¹⁰ LGEEPA, Artículo 3, fracc. **XII**.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Introducción

En el Capítulo V, fueron identificados y evaluados los impactos ambientales que potencialmente puede inducir el “Proyecto Libramiento de Tamazunchale, en el estado de San Luis Potosí” en el Sistema Ambiental Regional, en virtud de que el objetivo de una evaluación de impacto ambiental es prevenir y corregir los efectos negativos que la realización de un proyecto pueda tener para el ambiente, las medidas propuestas en el presente capítulo atenderán a los impactos con mayor valor, es decir aquellos considerados como relevantes.

El presente capítulo considerará además; el cumplimiento de lo establecido en la LGEEPA respecto a:

ARTICULO 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.

En este sentido, se asume el hecho que identificados los impactos ambientales relevantes, se deben definir las medidas que permitan la mitigación, prevención, o compensación de los mismos, considerando que muchos de los efectos negativos del proyecto podrán reducirse o evitarse mediante una gestión ambiental adecuada de las obras. Por lo tanto, bajo una perspectiva integral y ecosistémica se propone un **Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental** como un instrumento que además de atender en conjunto las medidas solicitadas, permite visualizar el enfoque integral en la atención de los efectos negativos al ambiente bajo los siguientes objetivos centrales:

- Implementar las medidas de manejo de impactos comprometidas en la presente MIA-R, para prevenir, mitigar y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de por los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales.
- Proponer acciones cuya implementación pueda vigilarse mediante un seguimiento
- Implementar acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y condicionantes que la SEMARNAT imponga.
- Posibilitar la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.
- Vigilar que, en relación con el medio, cada actividad o etapa de la obra se realice según el proyecto y según las condiciones en que ha sido autorizado.
- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental que han sido propuestas y en su caso corregirlas.
- Para dar cumplimiento al objetivo antes mencionado se presentan los siguientes objetivos particulares.
- Proponer las estrategias adecuadas para la mitigación de impactos, a través de la implementación de programas ambientales:

-
- ✓ Programa de Protección y Conservación de Especies de Fauna Silvestre.
 - ✓ Programa de Rescate y Reubicación de especies de Flora Silvestre.
 - ✓ Programa de Conservación y Restauración de Suelos.
 - ✓ Programa de Reforestación o de Restauración ecológica.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que se pretenden aprovechar, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en el artículos 44 del reglamento en la materia respecto a:

II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y

VI.2. Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental

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 pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede contribuir a restituir una o más componentes o factores del medio, a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser posible, se restablecerán al menos las propiedades básicas iniciales. Con el anterior contexto el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental se encuentra estructurado por un programa general que comprende 4 programas (Figura VI. 1)



Figura VI. 1. Estructura del Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

A continuación se relacionan los impactos con los distintos programas de forma tal que resulte evidente la atención a los mismos y que consecuentemente, al someter las obras y actividades del proyecto a medidas de prevención, mitigación y compensación se garantiza la no afectación ambiental, manteniendo los impactos en niveles tales que no pongan en riesgo la integridad de los ecosistemas, hecho que deberá ser demostrado a través de la vida útil del proyecto a través de las acciones de monitoreo de la eficacia ambiental de cada programa.

Programa	Programa de Manejo y Monitoreo Ambiental		Programa de Rescate y reubicación de especies de Flora Silvestre				Programa de Protección y Conservación de especies de Fauna Silvestre		Programa de Reforestación o de Restauración Ecológica		Programa de Conservación y Restauración de Suelos	
	Planificación y Gestión Ambiental	Supervisión Ambiental	Manejo de Áreas Verdes	Vivero y Rescate	Reforestación	Monitoreo Vegetación	Manejo de fauna	Monitoreo Fauna	Forestación o Reforestación	Mantenimiento de las áreas de restauración	Manejo de residuos sólidos, líquidos, sanitarios y peligrosos	Conservación y Restauración de suelos
Pérdida de cobertura vegetal.	X	x	x	x		x						
Alteración de geoformas.	X	x										x
Modificación del paisaje original	X	x	x									
Pérdida de suelos	X	X							X		x	x
Pérdida de biodiversidad a nivel de individuos (diversidad alfa).	X	X					x	x				
Conservación de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	X	x					x	X				
Desplazamiento de fauna de regreso a las zonas de conservación del predio	X	x					x	X				
Reducción de hábitats (silvestre y en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001).	X	x					x	X				
Reintroducción de individuos de especies animales de lenta movilidad.	X	x					x	X				
Recuperación de hábitats (silvestre y en alguna categoría de la NOM-059-	X	x	x	x	x	x	x	x				

Programa	Programa de Manejo y Monitoreo Ambiental		Programa de Rescate y reubicación de especies de Flora Silvestre				Programa de Protección y Conservación de especies de Fauna Silvestre		Programa de Reforestación o de Restauración Ecológica		Programa de Conservación y Restauración de Suelos	
	Planificación y Gestión Ambiental	Supervisión Ambiental	Manejo de Áreas Verdes	Vivero y Rescate	Reforestación	Monitoreo Vegetación	Manejo de fauna	Monitoreo Fauna	Forestación o Reforestación	Mantenimiento de las áreas de restauración	Manejo de residuos sólidos, líquidos, sanitarios y peligrosos	Conservación y Restauración de suelos
SEMARNAT-2001).												
Conservación de biodiversidad	X	x	x	x	x	x	x	X				
Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	X	x	x	x	x	x	x	x	X	X		
Pérdida de individuos de especies vegetales	X	x	x	x	x	X						
Pérdida de individuos de especies animales de lenta movilidad	X	x					x	X				
Pérdida de individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001	X	x	x	x	x	x	x	x	x	X		
Alteración patrón hidrológico superficial.	X	X										
Contaminación del agua por residuos líquidos, sólidos y peligrosos.	X	x									X	
Desplazamiento de fauna fuera del predio(silvestre y en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001)	X	x					x	X				

Programa	Programa de Manejo y Monitoreo Ambiental		Programa de Rescate y reubicación de especies de Flora Silvestre				Programa de Protección y Conservación de especies de Fauna Silvestre		Programa de Reforestación o de Restauración Ecológica		Programa de Conservación y Restauración de Suelos	
	Planificación y Gestión Ambiental	Supervisión Ambiental	Manejo de Áreas Verdes	Vivero y Rescate	Reforestación	Monitoreo Vegetación	Manejo de fauna	Monitoreo Fauna	Forestación o Reforestación	Mantenimiento de las áreas de restauración	Manejo de residuos sólidos, líquidos, sanitarios y peligrosos	Conservación y Restauración de suelos
Acciones												
Contaminación del suelo por residuos líquidos, sólidos y peligrosos.	X	x									x	X
Contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.	X	x									x	

A continuación se describen los componentes de cada programa:

VI.3. Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental

Con la finalidad de orientar, integrar y coordinar todas y cada una de las actividades incluidas en el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental del proyecto se implementará el Programa de Supervisión Ambiental (PSA) cuyos ejes rectores se presentan en la Figura VI. 2

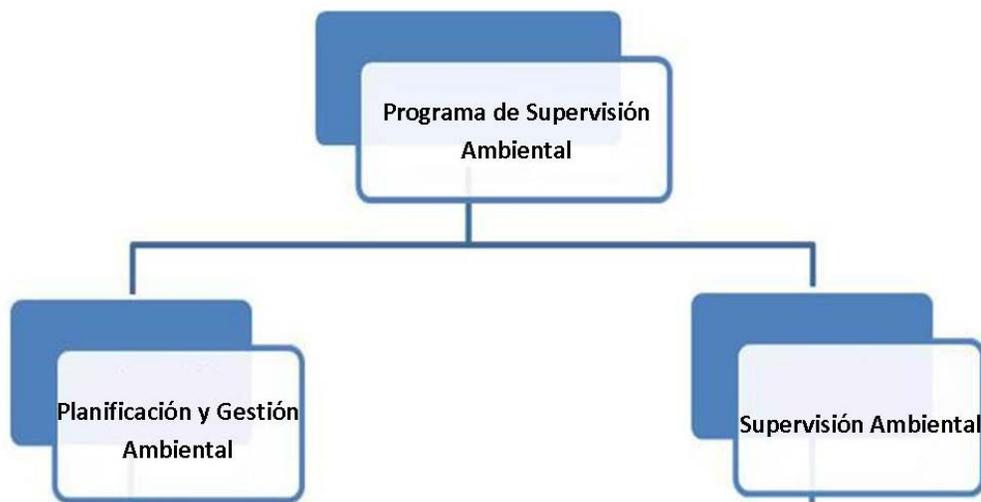


Figura VI. 2. Principales ejes del Programa de Supervisión Ambiental del Proyecto.

Este programa se establece con el objetivo de dirigir y regular las actividades incluidas en el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental. Los objetivos y metas de todos los programas y componentes son verificados por este programa, consecuentemente el PSA representa la herramienta de medición que permite evidenciar el nivel de cumplimiento o desviación respecto a las obligaciones ambientales y detectar áreas de mejora, para lo cual se compone de dos partes

Planificación y Gestión Ambiental

La finalidad de la planificación y gestión ambiental es la definición tanto de estrategias como de medidas específicas que permitan orientar y conducir la correcta implementación de las obras y actividades previstas en el Proyecto hacia esquemas conceptuales y metodológicos de desarrollo sostenible, incluyendo la previsión y realización de la gestión interna o externa necesaria, considerando los siguientes objetivos y acciones para alcanzarlos:

✓ *Ajustes a proyectos y procedimientos*

Participación activa y directa desde la concepción del diseño y desarrollo del Proyecto hasta su implementación y operación.

Comprende trabajo sistemático y continuo con el personal encargado del diseño, construcción y operación del proyecto y cada uno de sus componentes. Este mecanismo asegura que cuando se presenten ajustes y problemas en la construcción y operación del proyecto, se identifiquen e implementen las medidas con el menor impacto ambiental posible y pueda tramitarse ante las instancias que correspondan las autorizaciones respectivas:

✓ *Buenas prácticas y desarrollo sostenible*

Identificación e implementación de buenas prácticas en términos de conservación de flora y fauna, manejo integral de residuos, y sistemas de construcción y operación de infraestructura de bajo impacto ambiental, entre otros. Incluye asimismo:

- a) la atención y resolución de conflictos ambientales,
- b) la definición e implementación de convenios de colaboración con instancias académicas, organismos no gubernamentales y autoridades ambientales a nivel federal y estatal sobre acciones de manejo y desarrollo sostenible de interés compartido,
- c) el fortalecimiento de la pertinencia social del proyecto y
- d) la implementación de programas de turismo responsable en el Proyecto.

Supervisión Ambiental

La supervisión ambiental del Proyecto se contempla como la herramienta de verificación directa de los aspectos planificados y gestionados de acuerdo con los objetivos planteados en el punto anterior, y se basa en los siguientes objetivos:

- a) vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de construcción, operación y mantenimiento,

- b) supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del proyecto,
- c) ejecutar el sistema de manejo ambiental del Proyecto y
- d) vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en la propiedad del Proyecto.

Las acciones específicas para alcanzarlos son las siguientes:

- ✓ *Cumplimiento de obligaciones ambientales*

Verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo las medidas de mitigación que se contemplan en la presente MIA-R.

- ✓ *Supervisión del proceso constructivo y de operación*

Establecimiento de acuerdos específicos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante la etapa de construcción y su seguimiento con el responsable de la obra para que las determinaciones contempladas en los procesos de planeación y gestión sigan las rutas previstas, dando especial atención a la identificación de cambios que requieran autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales que aseguren la menor afectación ambiental.

La Tabla de integración de impactos ambientales y programas constituye la síntesis integrada de las acciones, medidas y compromisos que establece la promotora para el manejo y mitigación de los impactos ambientales previstos con la implementación del proyecto del proyecto. En ella se vinculan dichos impactos con las acciones para mitigarlos o manejarlos, en el marco de operación del Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental del proyecto planteado para el proyecto.

La implementación de dicho Plan representa la garantía de la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados con la construcción y operación del proyecto otorgándole la viabilidad ecológica necesaria en cada una de las etapas de su implementación.

VI.4 Programas

CARACTERIZACIÓN Y DIAGNOSTICO

El municipio de Tamazunchale se localiza en el sureste del Estado de San Luis Potosí, en los límites con los estados de Hidalgo y Veracruz, en una zona de transición entre la Sierra Madre Oriental y el pie de ésta.

El proyecto “Libramiento Tamazunchale” es parte de los programas que desarrolla la SCT en distintas zonas del país; es bien sabido que este tipo de obras permite mejorar significativamente la circulación por las carreteras y evita el ingreso de vehículos de todo tipo a las localidades, donde ocasionan problemas de tránsito y afectaciones a la infraestructura vial urbana, lo que propicia un incremento en su mantenimiento; además al evitar el ingreso de vehículos a las poblaciones se mejoran las condiciones ambientales y el bienestar de los habitantes.

El proyecto “Libramiento Tamazunchale” presenta dos ramificaciones:

3. El Tramo poniente inicia con un puente sobre el río Moctezuma, aguas arriba del municipio de Tamazunchale para formar parte de la Carretera Federal No. 85 que comunica a Zimapán, Hgo., con Tamazunchale, S.L.P.; el libramiento pasará por la margen izquierda del río, hasta alcanzar la misma carretera en su ruta a Ciudad Valles, S.L.P.
4. El Tramo oriente (que cuenta con dos opciones), se inicia con un puente también sobre el río Moctezuma, aguas abajo de Tamazunchale y formará parte de la Carretera Federal No. 102 que comunica a Huejutla, Hgo., con Tamazunchale, S.L.P.; el libramiento pasará por la margen derecha del río, para posteriormente cruzarlo e integrarse al libramiento Poniente.

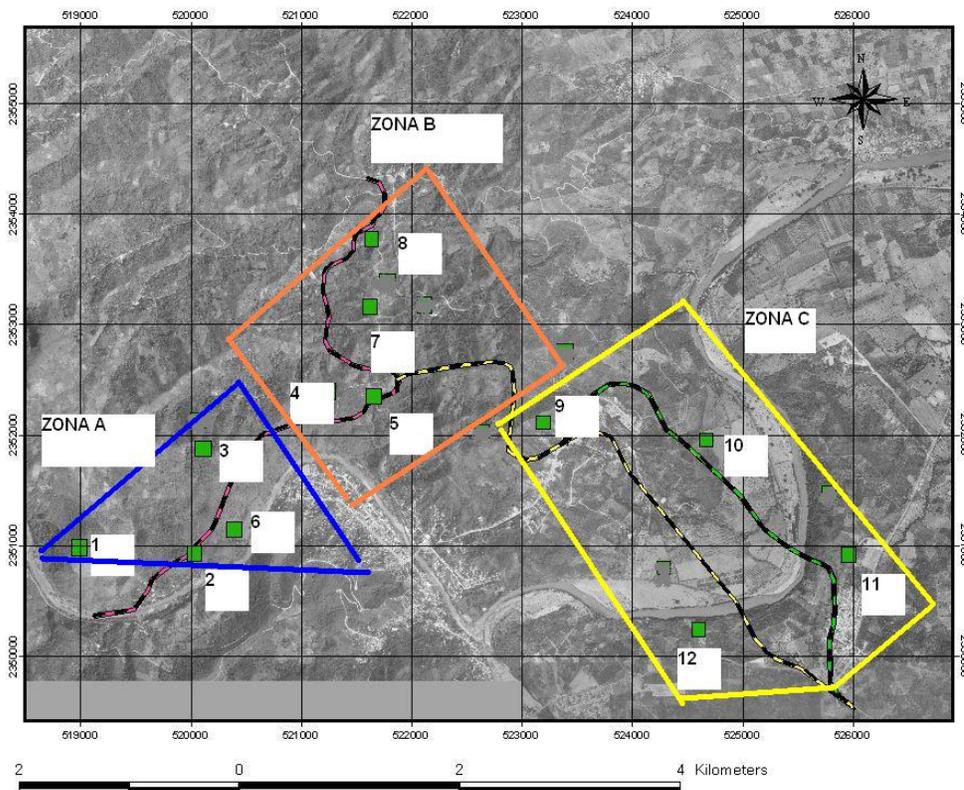
El SAR se encuentra en la porción centro sur de la cuenca Río Moctezuma. El relieve de la zona es predominantemente accidentado pues en la transición de la Sierra Madre Oriental y un lomerío que se extiende al pie de ésta. Como muestra se tiene el cerro de La Cruz, al norte de Tamazunchale, que alcanza una altura de 705 m.

El rasgo hidrográfico más relevante en la zona y que resulta ser la corriente receptora de todo el escurrimiento que se genera en las microcuencas estudiadas, es el río Moctezuma, que recibe de manera directa el 80% del drenaje, mientras que es restante 20% llega a éste por medio de su afluente derecho, el río Amajac.

Fue posible establecer que dentro del SAR delimitado para el proyecto “Libramiento Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí” se registró un total de 88 especies de flora, pertenecientes a 46 Familias y 81 Géneros, asimismo de dicho total se encontró únicamente 2 bajo algún estatus de protección de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2001** (*Eritrina coralloides* y *Ceratozamia mexicana*).

De acuerdo con el registro de especies observadas en campo, la especie *Philodendron scandens* fue la que se encontró en más cuadrantes, seguida de la especie *Bauhinia divaricata*.

En resumen se establecieron tres tipos de zonas:



Donde la **zona A** es la que presenta la vegetación más conservada, la **zona B** donde se presenta algunas especies correspondientes a la vegetación original, así como especies que indican diversos grados de perturbación y la **zona C** que corresponde a una sección del área donde casi no encontramos especies propias del área y si muchas especies tanto introducidas como de especies invasoras que indican una perturbación mayor.

Por su parte, con respecto al factor de fauna, fue posible reconocer 31 especies, de las cuales 20 corresponden a Aves, 7 a mamíferos, 2 a Reptiles y 2 a Anfibios, y 2 de ellas se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2001** (*Buteo albicaudatus* y *Buteo albonotatus*).

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO EN EL SAR DEL PROYECTO

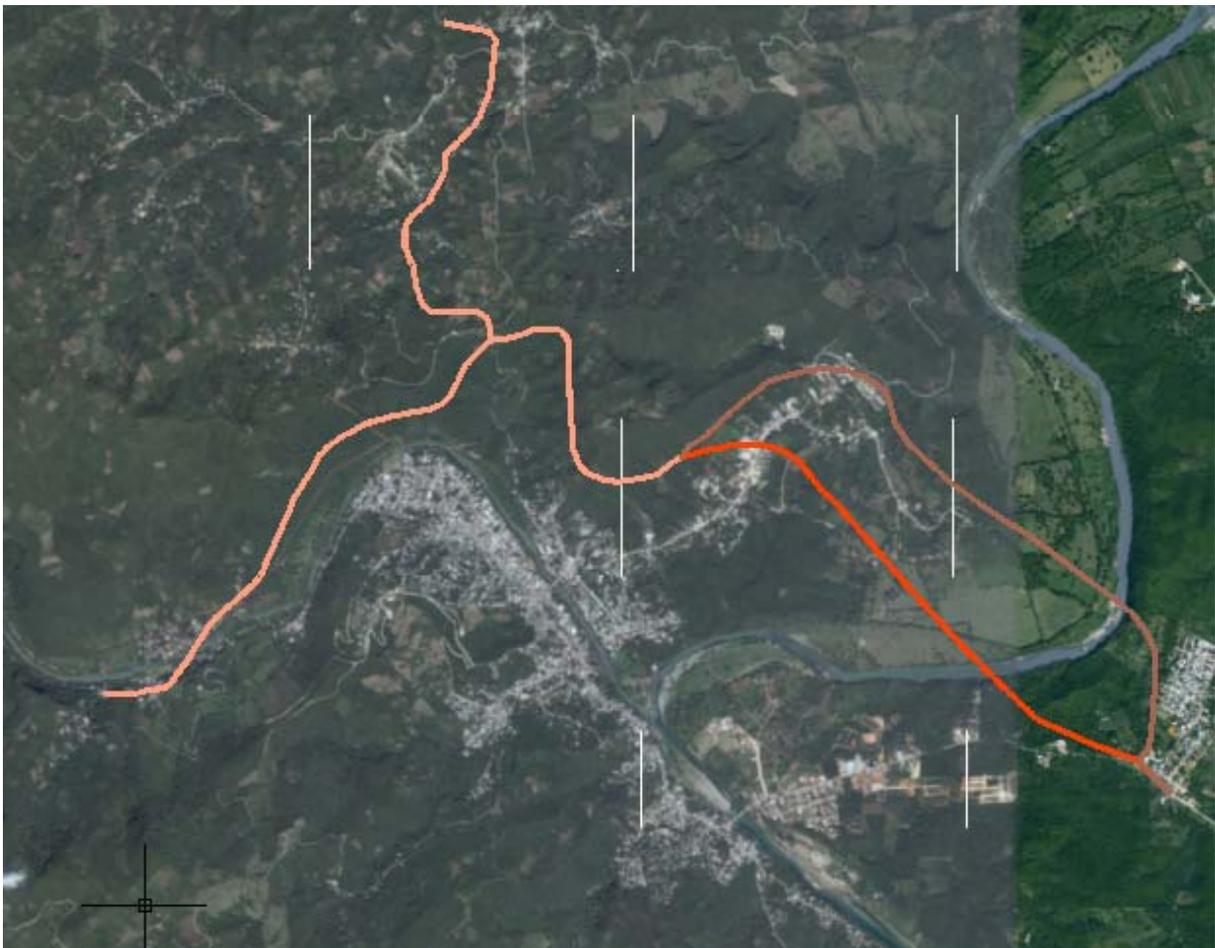


Figura.VI.3 Se muestran las condiciones ambientales que presenta la vegetación a lo largo del trazo del Libramiento Tamazunchale y su Ramal.

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

El objetivo principal de la restauración es conservar o recuperar el potencial productivo de un ecosistema, lo cual se logra principalmente de dos maneras: a través de la recuperación de la vegetación y, de manera más apremiante, a partir de la conservación y mantenimiento del suelo. Suelo y vegetación, a su vez promoverán la permanencia de otros integrantes del ecosistema como la fauna y de procesos y funciones inherentes al mismo.

Una visión fundamentalista de la restauración consiste en considerar que las comunidades vegetales podrán regresar a las condiciones que originalmente tenían. En otros casos es posible aplicar una opción más práctica que puede combinarse con actividades productivas. En este caso la restauración ecológica estaría dirigida a tratar de recuperar las principales funciones del ecosistema original. Lo cual permitiría recuperar la fertilidad del suelo, aunque parte de la diversidad se haya perdido (Sánchez, et. al., 2005).

Los niveles de destrucción de la cubierta vegetal del suelo y de la capacidad de regeneración de la vegetación nativa serán la base para establecer cuáles especies podrán utilizarse bajo estas condiciones. Sitios con un nivel de deterioro relativamente bajo podrían conservar sus mecanismos naturales de regeneración, como la presencia de un banco de semillas, lluvia de semillas y un suelo no tan perturbado. Un nivel de deterioro mayor requerirá un manejo que incluye el mejoramiento ambiental del sitio, mediante el uso de plantas que mejoren las características del suelo y del microclima, combinadas con la reactivación de la lluvia de semillas procedentes de áreas conservadas cercanas.

Deberán tenerse siempre en consideración dos reglas generales: la conservación del suelo y la promoción del desarrollo de especies nativas al ecosistema en cuestión.

La ejecución de actividades de restauración, puede tener fines diversos, tales como producción de leña o madera, estantes para cerca, forraje para ganado, o bien para mejorar el hábitat de fauna silvestre. El tipo de restauración más común es la reforestación con especies arbóreas y arbustivas con adaptaciones a condiciones de perturbación son una alternativa viable para restaurar estas zonas altamente perturbadas. Con el tiempo la biomasa que producen estas especies permitirá la recuperación de la fertilidad del suelo, generarán un microclima similar al original y restablecerán al menos parte de la flora y la fauna de la región. Esta reconstrucción resulta lenta y costosa, por lo que con frecuencia lo

que se hace es rehabilitar los ecosistemas a partir de la introducción de organismos clave como lo son las plantas pioneras de los ecosistemas. Una vez establecidas éstas, los procesos naturales llevarán al ecosistema al nivel de biomasa y diversidad biológica de la región. Se hace también muy necesario contrarrestar los efectos negativos del impacto. Así, por ejemplo la presencia de ganado en ambientes con efecto de sobrepastoreo deberá evitarse; mientras que en sitios con erosión de suelo, ésta deberá detenerse con uso de diversos métodos de control de erosión físicos y biológicos.

Antes de iniciar una restauración deberán tenerse en cuenta los objetivos de ésta, ya que de ellos dependen tanto las especies a utilizar como la densidad de la misma.

La restauración en su sentido más amplio se define como la rehabilitación de un paisaje natural a partir de la promoción del crecimiento vegetal. Esto se logra de diversas maneras, según los objetivos y las condiciones del sitio a restaurar. Las técnicas más comúnmente empleadas son la plantación de árboles de uno a tres años de edad que han sido cultivados en viveros. En épocas recientes existen otras formas para rehabilitar el paisaje como la promoción del crecimiento vegetal que existe en el sitio ya sea con mejoramientos del suelo o con exclusiones de fauna doméstica o silvestre, que naturalmente inhibe por ramoneo y pisoteo el crecimiento de las plantas.

Los ecosistemas naturales tienen la tendencia a recuperarse una vez que han sido perturbados; sin embargo, dicha recuperación en casos con alto impacto en el suelo puede tomar siglos y hasta milenios, por lo cual la reforestación se utiliza como un mecanismo de acelerar el proceso natural de recuperación. Es importante entender esto pues así se puede trabajar a favor de los procesos naturales del ecosistema y no en contra de éstos. Por ejemplo promoviendo el desarrollo de las especies que naturalmente crecen en ese ecosistema y protegiendo al suelo.

En el presente escrito se capitulan las actividades a seguir durante la aplicación del programa de restauración de vegetación, para las áreas de influencia del proyecto, Con el fin de establecer áreas de compensación por la remoción de cobertura vegetal de las localizaciones de obras proyectadas.

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN

El Programa de Restauración deberá contener, al menos, los siguientes rubros:

- a) Selección del área de influencia del proyecto donde se realizarán las actividades de restauración.
- b) Croquis de ubicación
- c) Descripción de las técnicas y metodologías a utilizar, garantizando que las características de dichos sitios presenten condiciones similares para el éxito de la sobrevivencia de los individuos trasplantados y sembrados.
- d) Cronograma de trabajo
- e) Indicadores de resultados esperados
- f) Alternativas ante resultados desfavorables

OBJETIVOS

Restaurar las áreas perturbadas que se generen dentro y fuera del derecho de vía, por la construcción del proyecto, con la finalidad de mitigar y compensar los daños causados por las actividades de desmonte y despalme. Entre las que debe considerarse las siguientes áreas:

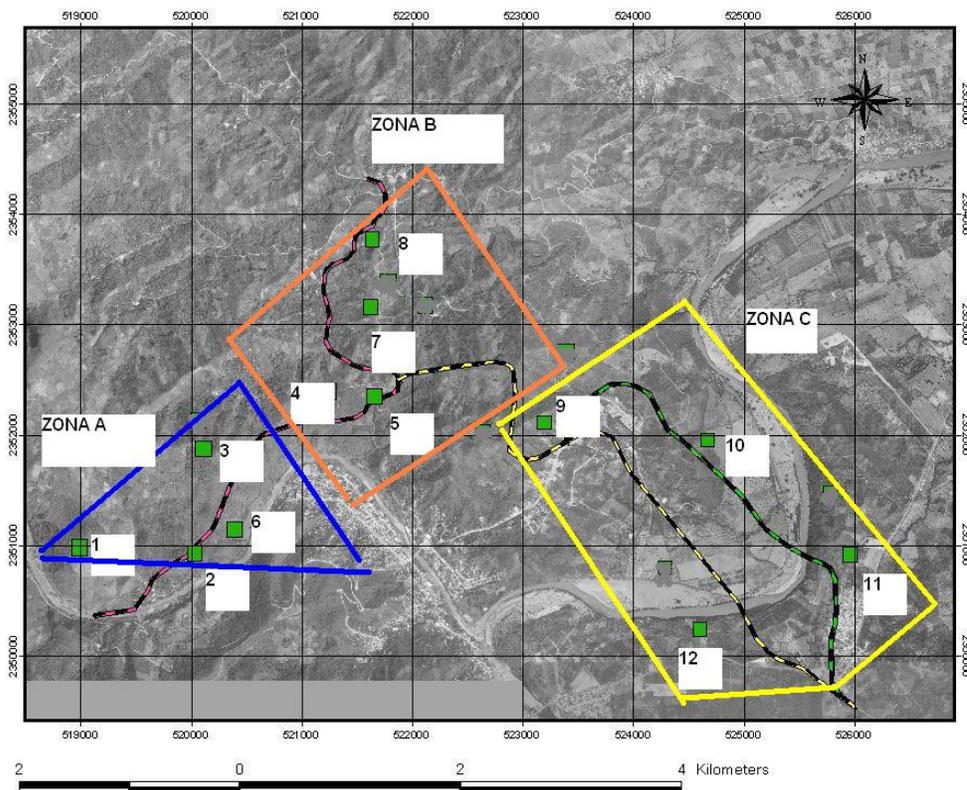
- Derecho de vía a ambos lados del tramo carretero.
- Restauración de superficies desmontadas fuera del derecho de vía y utilizadas por la infraestructura provisional.
- Restauración de bancos de materiales y bancos de tiro.
- Obras asociadas al proyecto como superficies aledañas a puentes, alcantarillas, túneles, taludes y zonas de cortes.

ALCANCES

El presente programa aplica para todo el personal que labore en la obra, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

DELIMITACIÓN, CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y EXTENSIÓN DE LOS POLÍGONOS QUE SERÁ MOTIVO DE LABORES DE RESTAURACIÓN, FORESTACIÓN Y/O DE REFORESTACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

Como se ha indicado en el Capítulo IV, y de los muestreos en campo la vegetación del área de influencia del proyecto es de tipo secundario, derivado de selva mediana caducifolia, vegetación que se ha fragmentado por diversas actividades antrópicas realizadas en el SAR. Durante los recorridos efectuados en el trayecto donde se construirá el libramiento se puede apreciar que por lo menos el 50% de la superficie del trazo carretero presenta vegetación con índices de perturbación (**Zona C**) de tipo secundario, el 15% presenta vegetación conservada (**Zona A**) y el otro 35% vegetación secundaria de selva mediana caducifolia (**Zona B**), tal y como se evidencia en la siguiente figura.



En el capítulo IV de la MIA se presenta un listado florístico de las especies vegetales encontradas en campo y aquellas mencionadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-

SEMARNAT-2001. La mayor parte de los polígonos que conforman el derecho de vía, así como los predios con infraestructura provisional y los bancos préstamo que se establecerán fuera del derecho de vía, serán considerados para implementar las acciones que considera el presente programa.

CRITERIOS DE SELECCIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA MEZCLA DE ESPECIES POR TIPO DE ECOSISTEMA QUE RECORRE EL TRAZO DEL PROYECTO.

Los criterios de selección para determinar las especies arbóreas que serán utilizadas en el Programa de Reforestación, fueron los siguientes:

- Tipo de vegetación existente en el Sistema Ambiental Regional y el área de influencia determinado para el proyecto, el cual es de tipo secundario, derivado de selva mediana caducifolia.
- La estructura y composición florística de este tipo de vegetación representada por tres estratos.
- La selección final de las especies de flora a utilizar en el Programa de Reforestación fue definida en función de la composición florística de este tipo de vegetación y de las especies que serán rescatadas previo a las actividades de desmonte y despalle.

JUSTIFICACIÓN Y CRITERIOS EMPLEADOS PARA DETERMINAR LA PROPORCIÓN O MEZCLA DE ESPECIES QUE SERÁN UTILIZADAS EN CADA POLIGONO SUJETO A FORESTACIÓN O REFORESTACIÓN.

La selección de las especies adecuadas para la reforestación es uno de los principales factores que dictarán el éxito o fracaso de la misma, la selección de las especies deberá basarse tanto en los objetivos de la plantación, así como en la resistencia o adaptabilidad de las plantas a la zona y de la factibilidad técnica para conseguir las plantas. Dentro de la factibilidad técnica deberá considerarse también el factor económico, considerando tanto los costos de producción, como los costos de plantación o la necesidad de personal técnico especializado para el manejo de ciertas especies. Deberán considerarse aspectos tales como: los requerimientos del transporte, la forma de almacenaje y el método de plantación. En

base a la experiencia se recomienda la utilización de especies de la región, preferentemente provenientes de lugares cercanos al lugar donde se hará la plantación.

Por último, pero de igual importancia que los criterios anteriores, es necesario que los habitantes de la zona en que se realizará la plantación den a conocer sus necesidades e intereses, ya que la participación ciudadana es esencial para el éxito de los programas de restauración de la vegetación.

Entre las características de las especies que se utilicen en el proyecto de restauración deberán presentar las siguientes:

- ❖ De fácil propagación
- ❖ Resistir condiciones limitantes como baja fertilidad, sequía y suelos compactados
- ❖ Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica, con hojarasca de preferencia con una alta relación carbono/nitrógeno.
- ❖ Nula tendencia a adquirir una propagación excesiva tipo maleza, incontrolable
- ❖ Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que conservan el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrimentos del suelo
- ❖ Que favorezcan el restablecimiento de la flora y fauna nativa proporcionándoles un hábitat y alimento.

Derivado de los muestreos en campo se obtuvo un listado preliminar de las especies susceptibles a ser rescatadas, el presente listado se presenta de acuerdo a la importancia (riqueza de especie) por tipo de vegetación, es decir, las especies que se encuentran distribuidas en las diferentes zonas en mayor número, de acuerdo a los datos presentados en el Capítulo IV.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2001
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	.....
<i>Bombax ellipticum</i>	Árbol de la brocha de afeitarse	.....
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	.....
<i>Selenicereus spinulosus</i>	Pitahaya de árbol	.....
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Pitahaya	.....
<i>Rhipsalis baccifera</i>	Muerdago Cactus	.....
<i>Nopalea nuda</i>	Nopal	.....
<i>Kalanchoe pinnata</i>	Hoja del aire, hoja fresca	.....
<i>Croton draco</i>	Targúa	.....

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2001
<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo o cuerno de toro	.....
<i>Acacia emarginata</i>	Palo amarillo	.....
<i>Acacia potosina</i>	Acacia	.....
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de venado	.....
<i>Calliandra portorricensis</i>	Copo de nieve	.....
<i>Eritrina coralloides</i>	Colorin	A* no endémica
<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuiananche o cocouite	.....
<i>Leucaena pulverulenta</i>	Tepehuaje	.....
<i>Quercus spp.</i>	Encino	.....
<i>Juglans hirsuta</i>	Nogal de Nuevo León	.....
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste o Parota	.....
<i>Mimosa pudica</i>	Sensitiva o dormilona	.....
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	.....
<i>Chamaedorea pringlei</i>	Palma Camedor	.....
<i>Sabal palmetto</i>	Palma sabal	.....
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	.....
<i>Ceratozamia mexicana</i>	Chamal	A*, endémica

DENSIDAD DE PLANTACIÓN DETERMINADA POR UNIDAD DE SUPERFICIE Y TIPO DE ECOSISTEMA FORESTAL QUE RECORRE EL TRAZO DEL PROYECTO.

La densidad de plantación es indicada por el número de árboles por ha, recomendado por la CONAFOR, así mismo deberá considerarse lo dispuesto en la autorización ambiental, la cual considera en muchas ocasiones que la superficie a compensar por el impacto ocasionado por la superficie de reforestación será en una proporción de 3:1 equivalente a la afectada.

La superficie total de desmonte requerida para el proyecto, correspondiente a la superficie entre línea de ceros será 5.6 ha para la opción 1 y de 6.9 ha para la opción 5 además de 5 ha para obras complementarias. Por lo que la propuesta de reforestar una superficie 60 ha es una suficiente medida, para lo cual se requiere de 67,689 plántulas, cuya densidad por hectárea variará dependiendo de las condiciones del sitio, sin embargo en un estimado con arreglo en tres bolillos se requieren de 1,100 ejemplares por hectárea. Así, determinar el espaciamiento entre los árboles plantados es de vital importancia ya que influye en el proceso regenerativo del área.

Dentro de los factores que inciden en la densidad de la reforestación se encuentra:

- La tasa de crecimiento (cuanto más cerrado el espaciamiento tanto más lenta la tasa de crecimiento).
- Incidencia de malezas y necesidad de deshierbe,
- Sombra lateral por crecimiento natural, esto en el caso de la reforestación en las áreas que presentan claros, ya que los árboles que permanecen en los remanentes de la vegetación aportaría una barrera protectora a las plántulas, debido a que entre las hileras de plantación hay bosque natural, no es necesario usar espaciamientos estrechos para asegurar la buena forma del árbol.

DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE TOTAL MOTIVO DE EJECUCIÓN DE ACCIONES DE FORESTACIÓN Y/O REFORESTACIÓN.

LA SUPERFICIES PROPUESTAS

- ✓ Superficies del derecho de vía que no se verá afectada por ampliaciones futuras del proyecto.
- ✓ Superficies utilizadas por infraestructura provisional.
- ✓ Áreas de bancos de materiales cuando aplique.
- ✓ Bancos de tiro, cuando aplique.
- ✓ Alcantarillas y puentes
- ✓ Área de taludes y cortes
- ✓ Áreas fuera del proyecto que puedan ser rehabilitadas, pero que se ubiquen dentro del SAR, con especial énfasis en las zonas A, B y C.
- ✓ Así mismo deberá considerarse lo que determine la autoridad ambiental, para llevarse a cabo dichas medidas de mitigación y compensación.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE FORESTACIÓN, REFORESTACIÓN Y EN SU CASO DE RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Una vez evaluados los factores físicos, ecológicos, administrativos y sociales del sitio seleccionado o las áreas ubicadas dentro del SAR debe hacerse la preparación del terreno, ya que las condiciones del terreno pueden o no ser buenas para el establecimiento de las plantas. La preparación del terreno da a las plantas recién ubicadas algunas ventajas temporales a las plantas deseadas. La preparación del terreno debe hacerse después de la evaluación de los factores ecológicos, fisiológicos, administrativos y sociales, esta fase debe ser económica y efectiva, pero al mismo tiempo debe producir el mínimo desajuste ambiental.

Durante la fase de preparación del terreno, se deben cumplir los siguientes objetivos:

- Proteger el área para evitar el daño por animales domésticos o silvestres.
- Realizar actividades de control de enfermedades o plagas.
- Limpiar el terreno.
- Reducir la cantidad de malezas
- Preparación del suelo para mejorar las propiedades físicas y químicas.
- Crear microhabitats que favorezcan a la especie plantada.

El terreno puede ser preparado mediante diversos métodos, entre ellos se encuentran: los mecánicos, los químicos y el fuego; las combinaciones entre ellos son casi siempre la mejor opción.

Los métodos Incluyen el derribo de árboles no deseados, la extracción de árboles con todo y raíz, la formación de bordos, surcos o terrazas, además del deshierbe manual y las podas. Los métodos mecánicos son una opción económica y segura para preparar el terreno, sin embargo, las condiciones locales del terreno, como la pendiente y las características físicas del suelo deberán ser la base para determinar el mejor método de preparación a emplear, ya que de hacerse de una manera inapropiada se tendrían consecuencias como la compactación o la erosión del suelo.

Los tratamientos químicos y el uso de herbicidas, reducen la cantidad de malezas y de vegetación indeseable en forma temporal, lo que permite que los árboles recién plantados alcancen rápidamente la ocupación del terreno, eliminando así la competencia. Para los objetivos de este programa, se considerará maleza a toda aquella planta que crezca donde no es deseada y que además interfiera con el crecimiento de la especie deseada.

Generalmente, las malezas son hierbas o arbustos exóticos con una gran capacidad de adaptación y una alta tasa de reproducción, por lo que se hace necesario aplicar un tipo de control sobre ellas. Se recomienda hacer el control de malezas previo a la plantación utilizando machete y azadón a fin de eliminar la competencia y mejorar el crecimiento de la especie a plantar.

Hay numerosas sustancias químicas utilizadas para eliminar malezas y dependiendo del componente activo, de la especificidad y del método de aplicación, pueden usarse antes, durante o después de la reforestación. En este programa se recomienda el uso de métodos mecánicos para la preparación del terreno, siempre que sea posible, por lo que no se tratarán a detalle los métodos químicos. Sólo en caso de que no sea posible la utilización de métodos mecánicos, se podrán utilizar los métodos químicos, pero siempre bajo la asistencia técnica de los proveedores de estas sustancias siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante.

El fuego también puede emplearse como una forma eficiente de preparar el terreno, principalmente eliminando el material muerto que impide o dificulta el acceso al sitio o bien cuando hace más difícil la plantación, no se recomienda la utilización del fuego sin la supervisión de especialistas profesionales.



La aparición de malezas puede impedir o limitar el desarrollo de las especies plantadas.

PLANTACIÓN O SIEMBRA

Es recomendable integrar al personal que realizará la plantación en brigadas, las cuales deberán contar con un jefe o responsable, quien tendrá por obligaciones:

- Contar con la autorización de la autoridad correspondiente para hacer la plantación.
- Contar con un plano en el que se indique con exactitud el diseño de la plantación (cuadrícula, bosquetes, tresbolillo, etc.)
- Verificar el estado sanitario de las plantas antes de que lleguen al terreno.
- Hacer los arreglos necesarios para que las plantas lleguen el día y a la hora acordados.
- Organizar a la cuadrilla para que realice actividades como carga, transporte, descarga y plantación.
- Nombrar un inspector de cuadrillas que verificará que la plantación se haga de forma adecuada siguiendo los lineamientos expuestos en este programa y verifique que en el terreno no queden desechos de los árboles trasplantados como contenedores o bolsas no degradables.

El personal que participará en la plantación deberá saber manejar eficientemente herramientas como palas, azadones y machetes además deberá conocer con antelación los puntos específicos donde se plantarán los árboles y las características de las cepas que deberán hacer, así como los cuidados para que el árbol quede en una posición correcta.

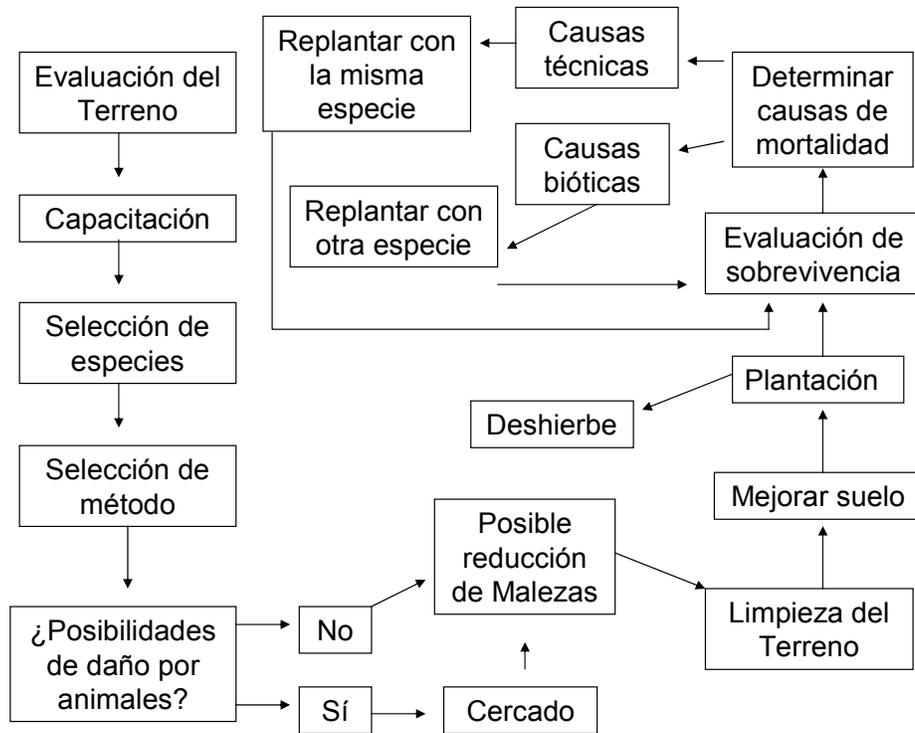


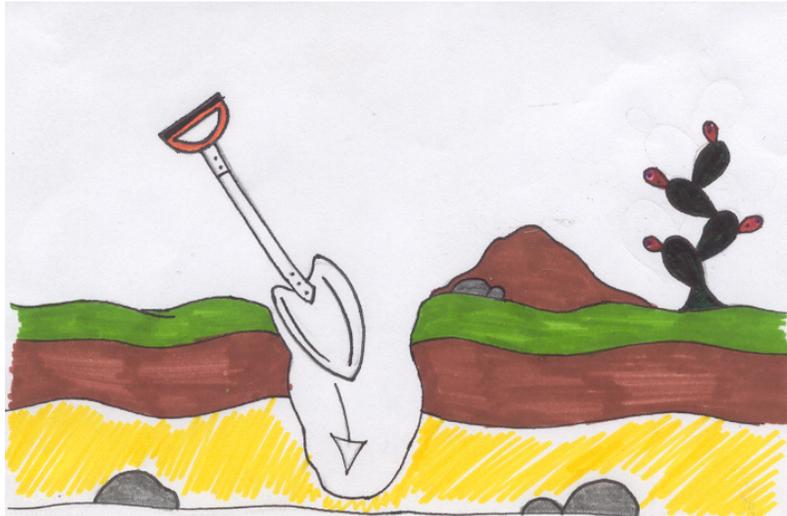
Diagrama de flujo de las actividades para realizar la reforestación.

MÉTODO DE PLANTACIÓN.

La evaluación de la calidad de las plantas es un factor determinante para el éxito de la plantación, se recomienda revisar que las plantas tengan un sistema radicular bien desarrollado y que las raíces no presenten deformaciones debidas al tamaño del envase. Se deben tener cuidados especiales durante el transporte, especialmente con el arreglo de los contenedores en el vehículo así como con el tiempo de transporte y los lugares de almacenaje. Antes de hacer la plantación, deberá cerciorarse de que el tamaño de la cepa sea mayor al tamaño del envase, sin embargo no deberá ser demasiado profunda ya que se dificulta el desarrollo de las raíces. La planta deberá removerse del envase al momento de efectuar la plantación. El envase deberá depositarse en un contenedor especial para su disposición final. La planta deberá colocarse en el centro de la cepa, cubrirse con tierra y apisonar la tierra circundante a la planta. Finalmente deberá hacerse un cajete o borde para retención de agua. Si el terreno está invadido por malezas deberá hacerse un control mecánico, ya sea con machete o rastra (en caso de terrenos de escasa o nula pendiente) antes de iniciar la plantación. En caso de detectarse la presencia de animales domésticos o silvestres que puedan dañar a la plantación deberá cercarse el área antes de hacer la plantación, las cercas podrán retirarse una vez que la plantación se haya establecido y las plantas hayan desarrollado tallos leñosos. Antes de que las plantas lleguen al lugar de la plantación deberán inspeccionarse para que no tengan plagas o enfermedades que puedan afectarlas. Con fin de facilitar la plantación se recomienda limpiar previamente el terreno, removiendo troncos o restos de actividades que el hombre haya realizado en el lugar. Si se observa que el suelo está compactado, es recomendable hacer un roturado utilizando implementos agrícolas (solo en caso de terrenos planos y de pedregosidad baja). En caso de que se juzgue conveniente, podrá utilizarse gel para la retención de agua, mismo que deberá incorporarse al suelo al momento de la plantación.

A continuación se expone la metodología a utilizar para la plantación de las plántulas de árboles y arbustos, mediante pasos sencillos se pretende plantar a los ejemplares que reúnan las características óptimas para su trasplante a las áreas finales donde se desarrollarán y serán evaluadas posteriormente para evidenciar el éxito del programa.

METODO PARA LA PLANTACIÓN



1.-Apertura de la cepa, un poco más grande que el contenedor



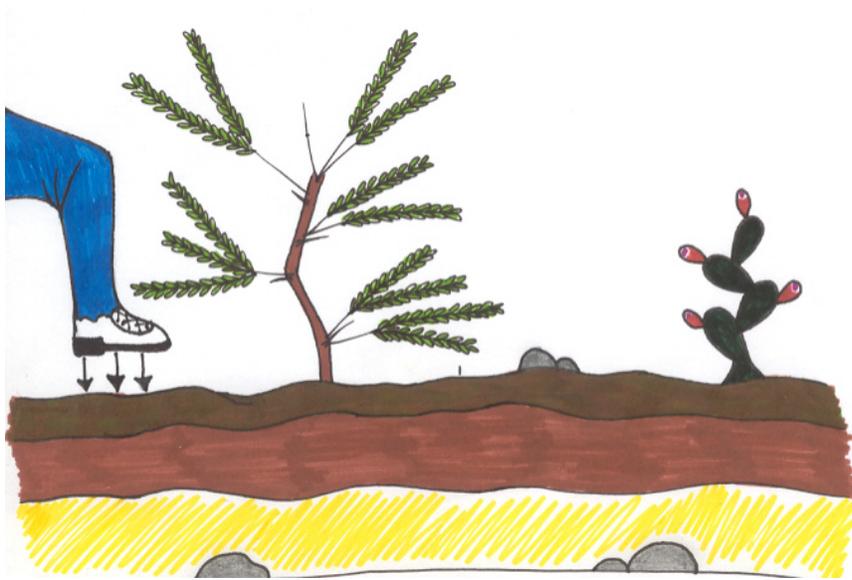
2.-Quitar la bolsa o contenedor de la planta



3) Colocar la planta en el centro de la cepa



4) Cubrir el cepellón completamente con tierra



5) Compactar la tierra alrededor de la planta



6) Hacer un cajete o borde alrededor de la planta

PLANTACIÓN ADECUADA



Debe quitarse la bolsa o contenedor para que las raíces puedan desarrollarse



No debe cubrirse el tallo de la planta, ya que se impide la llegada del agua a las raíces.

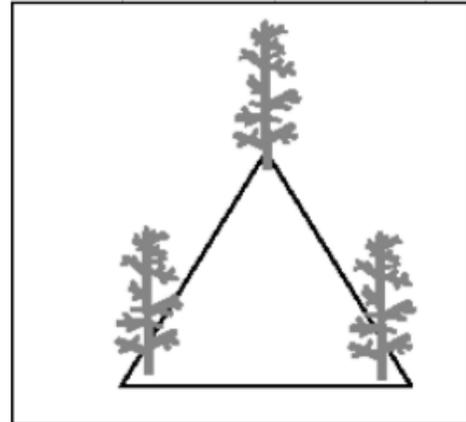
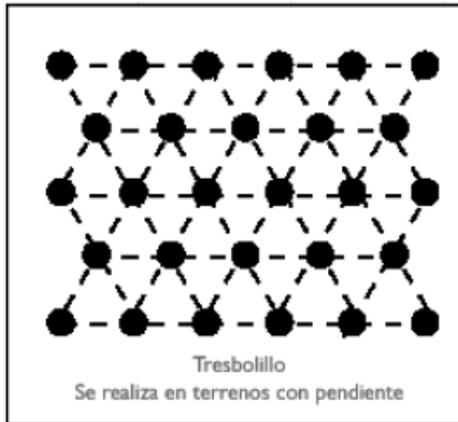


Si la cepa es poco profunda las raíces no se cubren y se aumenta el riesgo de deshidratación.

PATRONES DE SIEMBRA

De acuerdo a la CONAFOR, las plantaciones de restauración o protección no requieren un trazo específico, pues aquí lo importante es cubrir los espacios vacíos y buscar los sitios en donde el suelo tenga las características básicas para asegurar la sobrevivencia de la planta. Así, de acuerdo con el MIA-R, se encuentran en la mayor parte del Sistema Ambiental Regional del proyecto suelos de tipo Regosol, Acrisol y Cambisol, los dos primeros son susceptibles a la erosión, la cual se incrementa en las zonas de mayor pendiente y sobre todo al estar desprovistos de cobertura vegetal, por lo que es vital importancia implementar actividades de reforestación en el área del proyecto y contribuir a la regeneración de las áreas que funcionen como corredores naturales o bien que sean refugios para las especies de fauna silvestre.

Para las áreas donde se presenten pendientes se aplicará el diseño de Tres Bolillo (triángulos equiláteros) el cual deberá plantarse en curvas de nivel para aprovechar los escurrimientos y disminuir el arrastre de suelo. A continuación se muestra la distribución en campo. El arreglo triangular representa una distancia de 3 x 3 o 2x 3 a fin de que las especies que ahí se planten no compitan entre sí por los nutrientes necesarios y se maximice el éxito del programa.

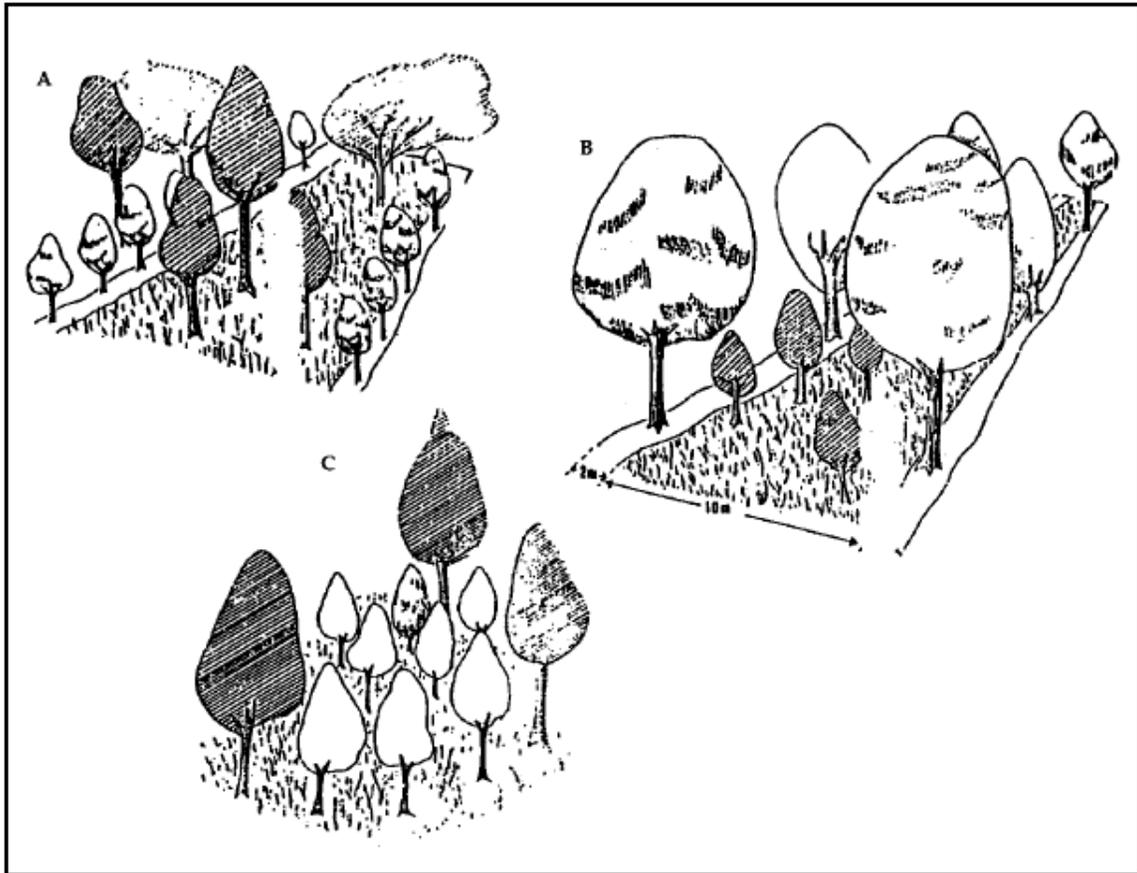


El diseño tres bolillos será aplicado para aquellas pendientes o áreas que se encuentren despojadas de la cobertura vegetal, en contraste para las áreas donde se presentan manchones de vegetación, o se encuentren un área que funcione como corredor entre otros factores, se utilizarán las plantaciones intercaladas.

La plantación de intercalar implica un enriquecimiento de la vegetación de selva mediana caducifolia existente con especies de árboles nativos, esta técnica se utiliza en áreas que si bien se presentan en una etapa de proceso regenerativo, y contribuir al aceleramiento de éste. La plantación intercalar puede hacerse en las aperturas naturales dentro de las áreas de la selva en la Zona A o en claros que se abren dentro de esta zona. Se considera reforestación solamente en el sentido en que estas aperturas se cubrirán de árboles.

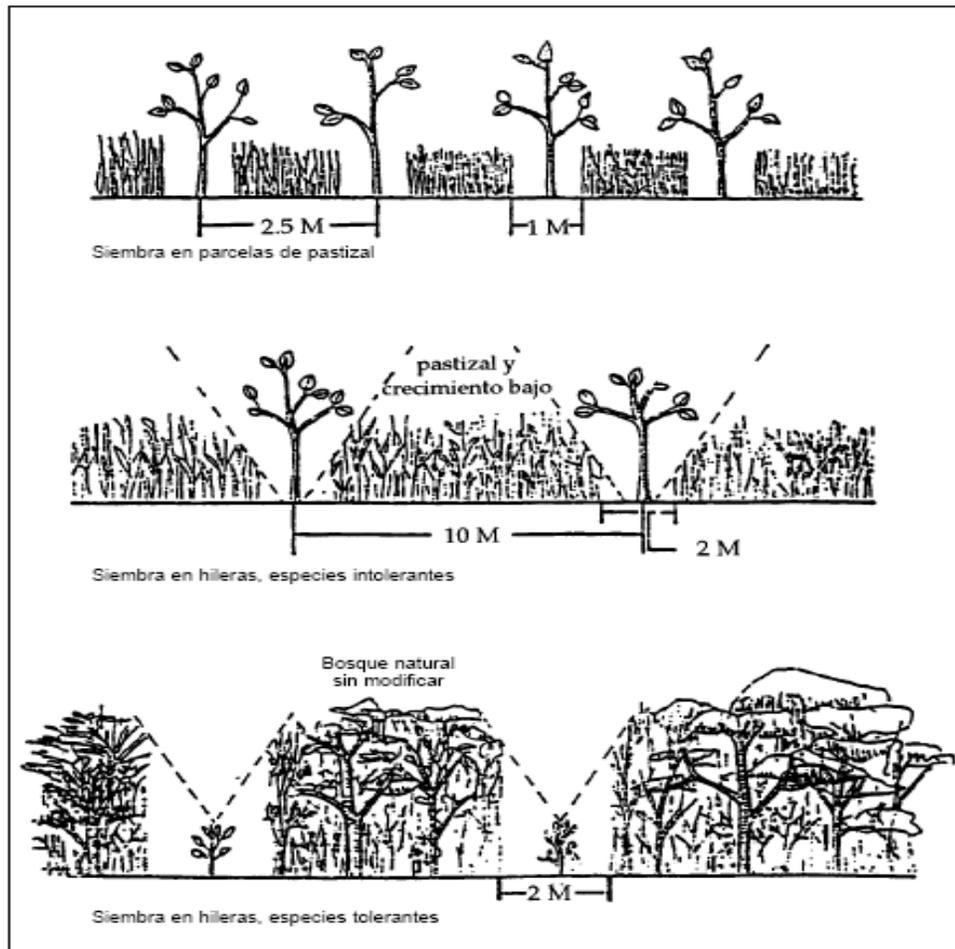
Las plantaciones intercaladas comúnmente siguen uno de los siguientes tres patrones:

- **Plantación en grupo.** En este caso, las áreas de selva mediana caducifolia perturbadas o degradadas se encuentran en manchas y la siembra se concreta en estos lugares. Los árboles se siembran en líneas dentro de la mancha utilizando espaciamientos similares o los de las plantaciones en hileras.



Se muestran las plantaciones en hileras o grupos. A) A los costados de las áreas donde se encuentran los árboles, es decir en un bosque secundario degradado de la región se siembran plantas en líneas paralelas a modo de bordear esta área. B) Aquí se siembran las plantas extraídas del vivero en hileras en un bosque secundario degradado. C) Aquí se identifica un área donde se encuentren claros y en éstos se siembran las plántulas en grupos a modo que estas, no compitan por los nutrientes de tal forma que se optimicen los recursos del área y se asegure el éxito de la reforestación.

- **Plantaciones en hileras.** En esta situación, se han identificado extensas áreas de bosque degradado. Una serie de líneas paralelas se limpian en el bosque y las plántulas de especies valiosas se siembran a intervalos regulares dentro de cada hilera. La distancia entre hileras puede ser ajustada para acomodar la copa de los árboles adultos.



Se muestra un esquema de la siembra en parcelas donde se encuentran áreas de pastizales y se recurre a sembrar en hileras las especies tolerantes a la sombra.

- **Plantaciones de Anderson.** En esta práctica, se siembran las plántulas en agrupaciones. Esto asegura que por lo menos una de éstas se desarrollará hasta la madurez. Las ventajas principales de las plantaciones intercaladas sobre la sucesión natural y las plantaciones cerradas son:
 - La intercalación provee una transición gradual a un nuevo bosque de composición controlada sin exposición indebida del lugar a la erosión o la súbita pérdida de nutrientes.
 - Se mantiene un dosel o segundo nivel vegetal hasta que la plantación está bien establecida y necesita despejo, de modo que se provee protección continua para la eventualidad de que la siembra falle.

En caso de considerar especies de difícil regeneración como las Cactáceas, posterior al traslado al área donde serán plantadas, se realiza lo siguiente:

1. Retiro de contenedores

Al igual que en las plántulas, en las cactáceas son retiradas las bolsas de polietileno donde fueron mantenidas en el vivero, con ayuda de una tijera de podar o una herramienta a fin, se realiza una abertura sobre un costado de la bolsa y se retira el cepellón cuidadosamente.

2. Extracción con cepellón (la tierra adherida a las raíces de la planta).

Posteriormente se extrae la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema radical o de raíces, lo que puede realizarse manualmente o con la ayuda de herramientas. Una vez extraídas son transportadas de inmediato a sitios cercanos, en áreas que no serán afectadas por la construcción del proyecto, donde son plantadas nuevamente.

MANEJO TÉCNICO DE LA FORESTACIÓN Y/O REFORESTACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS TEMPORALMENTE, DESDE LA FASE DE PLANTACIÓN HASTA LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO DEL ARBOLADO O LAS ESPECIES PLANTADAS.

El objetivo principal de la reforestación es conservar o recuperar el potencial productivo de un ecosistema, lo cual se logra principalmente de dos maneras: a través de la recuperación de la vegetación y, de manera más apremiante, a partir de la conservación y mantenimiento del suelo. Suelo y vegetación, a su vez promoverán la permanencia de otros integrantes del ecosistema como la fauna y de procesos y funciones inherentes al mismo.

Para asegurar el éxito de la reforestación se tendrán en cuenta tanto los cuidados de las plántulas en el vivero como posteriores a estos (es decir después de plantarla en el área a reforestar). Las acciones a implementar para el mantenimiento de las plantas sembradas serán las siguientes:

CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Debido a que en las actividades de plantación interviene gente que en la mayoría de los casos no cuenta con experiencia en actividades de reforestación, se hace necesaria la capacitación del personal, para lo cual se recomienda un curso inductivo, el cual deberá incluir como temas principales las actividades que habrán de realizarse, las formas en que debe hacerse, lo que se debe evitar, la forma de prevenir accidentes y finalmente los resultados esperados.

En el curso inductivo deberá participar todo el personal, desde las personas que cargan las plantas para ser transportadas, los transportistas, las personas que prepararán el terreno, los que harán la plantación, los encargados de las cuadrillas y el coordinador de la plantación en el campo.

TRANSPORTE DE LAS PLANTAS

Durante el traslado de las plantas desde vivero hasta el lugar en que se realizará la plantación, deberán tenerse cuidados especiales, entre ellos deberán considerarse al menos los siguientes:

- a) No realizar el transporte de las plantas durante las horas más calurosas del día.
- b) Deberá proteger las plántulas con lonas o mallas para evitar la desecación por el viento.
- c) Minimizar el tiempo de transporte realizando actividades como carga de combustible o revisión del motor antes de cargar las plantas.
- d) Si es necesario detener el vehículo durante el transporte de las plantas al lugar de plantación, deberá hacerse en lugares sombreados y durante el menor tiempo posible.
- e) El manejo del vehículo por lugares accidentados o caminos en malas condiciones deberá hacerse con cuidado, minimizando el movimiento de las plantas a fin de evitar daños al cepellón y como consecuencia a las raíces.
- f) Una vez en el lugar de la plantación, el vehículo deberá estacionarse en un lugar sombreado, procurando que la plantación se haga en el menor tiempo posible.

PROTECCIÓN CONTRA FAUNA Y GANADO

Se recomienda hacer una evaluación del área para determinar la presencia de ganado o de grandes poblaciones de fauna silvestre como liebres, conejos, pecaríes o venados. En caso de encontrar ganado doméstico será necesario hacer compromisos con los propietarios para evitar que sus animales pasten en esas áreas.

Los primeros meses después de la plantación las plántulas son muy susceptibles a daños por ganado o por fauna silvestre. Los daños ocasionados pueden ir desde la compactación del suelo, el daño mecánico al pisar las plantas, hasta la ingestión parcial o total de la planta.

Además, será necesario cercar las áreas de manera temporal, con alambre de púas hasta que exista la presencia de material leñoso. Después de esto, los materiales utilizados en el cercado pueden retirarse y utilizarse en nuevas áreas a restaurar.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

El método más efectivo en el manejo de plagas y enfermedades es la prevención y esta puede lograrse desde la inspección de las plantas en el vivero, antes de que lleguen al lugar de plantación. Existen pocas enfermedades y plagas de importancia que ataquen especies nativas, sin embargo, deberán buscarse síntomas o signos de enfermedades tales como cambios de coloración, hojas o ramas muertas, marchitamiento, manchas en las hojas o bien la presencia de insectos que se alimentan de plantas principalmente Hymenópteros, Hemípteros, Homópteros y Ortópteros.

En caso de encontrar algunas plantas con estas características, es recomendable eliminarlas antes de que lleguen al campo o bien solicitar a los proveedores se realice una fumigación 15 días antes de transportar las plantas hasta su destino final.

ACTIVIDADES DE LIMPIEZA

En campo pueden existir objetos tales como troncos, escombros, basura o restos de actividades previas; es recomendable antes de iniciar la plantación realizar actividades de limpieza a fin de facilitar el acceso, crear mejores condiciones para las plántulas y seguir adecuadamente el diseño de plantación propuesto para el área.

Se recomienda hacer la limpieza del terreno de manera manual, ya que el uso de maquinaria compactaría el terreno y dificultaría la plantación. Solo en casos excepcionales, donde exista mucha acumulación de desechos podrá hacerse utilizando maquinaria tras de lo cual deberán realizarse actividades de des-compactación del suelo.

En ocasiones material como ramas o troncos pueden utilizarse para proteger a las plantas de la radiación solar directa y del ganado y fauna silvestre.

MEJORAMIENTO DEL SUELO

Gran cantidad de factores como la deforestación, el sobrepastoreo y diversas actividades humanas ponen en riesgo la permanencia o conservación del suelo. Estos factores se ven agravados o disminuidos por condiciones propias del sitio como la pendiente, la textura del suelo y el clima en general. Siendo los lugares más susceptibles al deterioro los lugares con pendientes pronunciadas o lugares con lluvias torrenciales.

El suelo tiene numerosas funciones que ayudan a la sobrevivencia de las especies, es además uno de los recursos más importantes para el éxito de la reforestación. Algunas decisiones como el método de preparación del terreno, la selección de las especies a plantar y la forma como se han de plantar estarán basadas en el tipo y en las propiedades físicas y químicas del suelo.

Por su naturaleza, o bien porque sus propiedades han sido modificadas por el hombre, algunas veces los suelos no tienen características adecuadas para el desarrollo de las plantas. En algunos casos, estas propiedades pueden modificarse con relativa facilidad, ya sea creando lugares para la acumulación de agua, de tal manera que la planta pueda utilizarla, removiendo las capas superficiales compactadas a fin de aumentar la velocidad de infiltración o bien aplicando sustancias (gel) que ayuden a mantener la humedad en el suelo. Teniendo en cuenta que a medida que el suelo se vuelve más profundo, menos pedregoso y con una mejor dotación de agua y nutrientes las probabilidades de sobrevivencia y crecimiento de las plantas serán mayores.

MANTENIMIENTO

El Deshierbe sirve para eliminar la competencia que se establece entre las plantas introducidas y las malezas por luz, agua y nutrientes. En muchos casos la competencia es una de las causas por la que las plantas presentan crecimientos deficientes. Sin embargo, no se deben ignorar las ventajas que el crecimiento de la vegetación nativa tiene para la recuperación del terreno, por lo que se recomienda sólo realizar el deshierbe alrededor de las plantas introducidas y dejar que en los demás sitios las malezas crezcan favoreciendo la recuperación y protección del suelo y la infiltración de la lluvia.

Esta actividad debe realizarse con regularidad. El número de deshierbes a realizar en el año depende de qué tan abundante sea el crecimiento de las malezas. En climas muy húmedos se hace necesario realizarlo cada mes en la temporada de lluvias. Pero en climas secos, basta con un deshierbe al inicio de las lluvias y otro a mitad de la estación.

Los deshierbes deben dejarse de practicar hasta que el tamaño de la planta sea suficiente para librar la competencia por luz. Una práctica que es muy recomendable y que, a mediano plazo puede evitar la realización de los deshierbes es depositar la materia vegetal desechada en la base de la planta, con esto se fomenta una cubierta densa que impide el crecimiento de las malezas, proporciona además nutrientes a la planta y capta humedad. Si el terreno es pedregoso conviene colocar en la base de la planta piedras que inhiban el crecimiento de las malezas.

DELIMITACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE SITIOS DEGRADADOS COMO SUPERFICIES ALTERNATIVAS, PARA EN SU CASO, LLEVAR A CABO LA REALIZACIÓN DE ACCIONES DE FORESTACIÓN Y/O DE REFORESTACIÓN.

La delimitación y la evaluación de las características de los sitios así como de la factibilidad técnica para realizar las actividades de restauración deberán considerarse los siguientes puntos:

- Si el suelo presenta condiciones de encostramiento que inhiben la germinación espontánea de semillas, se recomienda la roturación local o generalizada del primer centímetro del suelo. Esta técnica solo deberá emplearse en suelos planos sin riesgo de erosión por escorrentía.

- Si el sitio presenta buenas condiciones de suelo y no tiene crecimiento vegetal se recomienda la exclusión de herbívoros domésticos (ganado) y fauna silvestre (venados, liebres y conejos), y permitir que germinen las semillas presentes en el suelo.
- Si el sitio no presenta vegetación circundante que aporte semillas naturalmente al suelo éstas deberán agregarse artificialmente.
- Si el sitio presenta pendiente mayor a 30º y suelo somero (menos de 30 cm) se recomienda el uso de especies de raíz superficial que ayuden a retener el suelo como nopales y agaves.
- Si se requiere de resultados visibles a corto plazo se recomienda la reforestación con plantas producidas en viveros de uno a dos años de edad.
- Si se cuenta con recursos suficientes y se desea obtener resultados a más corto plazo se recomienda el uso de reforestación con árboles. Para éste y el punto anterior se deberán considerar costos de mantenimiento, incluyendo riegos y la inclusión de productos que retengan humedad en el suelo.
- El uso de cercas de exclusión de ganado y fauna nativa se recomiendan para todos los sitios de restauración.

A continuación se presentan los diagramas de flujo que apoyará en la toma de decisiones acerca del mejor método de restauración. Se incluyen tres tipos principales: Reforestación con semillas; reforestación con plántulas o árboles; y reforestación con agaves y nopales.

Los parámetros discriminantes utilizados son únicamente la pendiente, el suelo y la vegetación circundante, por lo tanto son recomendaciones generales que pueden cambiar de acuerdo al criterio del personal técnico que aplique el presente programa.

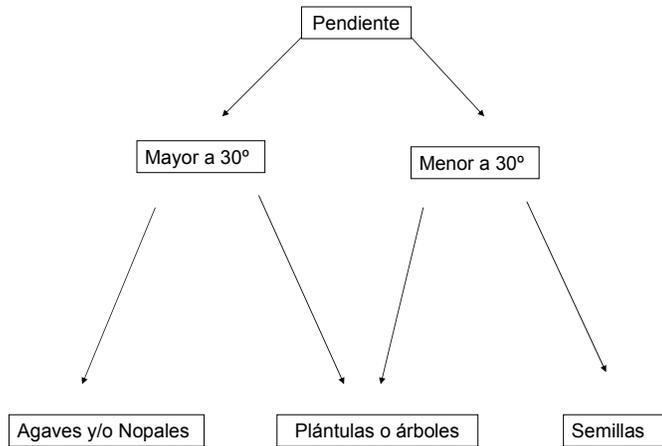
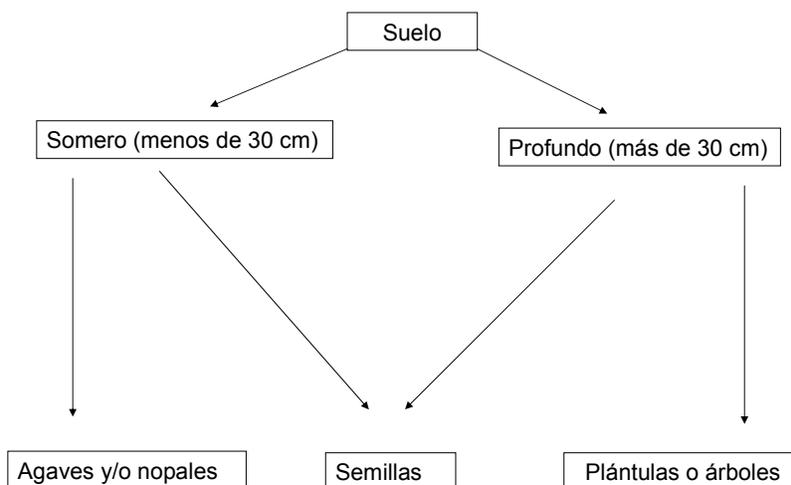
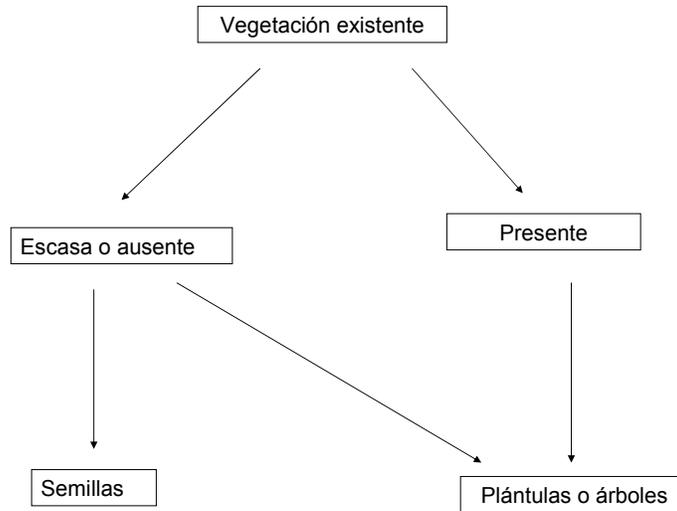


Diagrama de flujo en el que se utiliza la pendiente como factor discriminante para elegir el mejor método de restauración.



La profundidad del suelo como factor discriminante



La vegetación existente del sitio como factor discriminante

MEDIDAS DE CORRECCIÓN EN CASO DE SOBREVIVENCIA MENOR AL 80% DE INDIVIDUOS PLANTADOS EN LOS SITIOS DEFINITIVOS.

Manejo Técnico y Traslado desde el sitio de rescate y/o el vivero de rehabilitación, hasta el sitio de plantación definitivo, así como procedimiento de reposición de arbolado o especies plantadas muertas.

En términos generales las semillas contienen un embrión vegetal deshidratado con la cantidad de nutrimentos suficientes para desarrollar una pequeña plántula que a partir de su contacto con el sol y a través de la fotosíntesis se independizará y formará una nueva planta. La mayoría de las semillas pierden agua y tiene acumuladas reservas para iniciar el crecimiento de una plántula una vez que tengan condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Las semillas se separan de la planta madre y son dispersadas por factores físicos como el viento, la gravedad o las corrientes de agua a otros sitios en donde podrán germinar, otras semillas son transportadas por aves, mamíferos o insectos. La mayoría de las semillas son consumidas por animales que se alimentan de ellas, perdiéndose así el potencial de germinación. Muchas semillas llegan a sitios en donde la germinación no es posible por condiciones especiales de sitio como gran exposición de rocas, o alta competencia con la vegetación establecida. Algunas semillas sin embargo tienen requerimientos especiales para germinar, como la presencia de nutrimentos en el suelo o el requerimiento de asociarse a hongos para poder desarrollar una nueva plántula.

En términos económicos, dispersar semillas sobre el suelo es menos costoso que plantar árboles desarrollados en vivero. Sin embargo evaluar el impacto resulta difícil, en particular por el pequeño tamaño de las plántulas recién germinadas. En el Noreste de México el mercado de semillas de especies nativas en grandes cantidades no siempre resulta fácil, por lo cual con frecuencia se recomienda la colecta de semilla de sitios aledaños. Las semillas deberán colectarse de tantas plantas como sea posible y tan cerca de la madurez como el tiempo lo permita. Algunas especies requieren de tratamientos para promover la germinación, pero la mayoría de las semillas nativas incorporadas al suelo germinarán en la época adecuada sin necesidad de tratamiento. Debe aclararse que en general se requiere de especialistas para la identificación, colecta, y tratamiento de las semillas así como para las

gestiones ante autoridades competentes. Por lo anterior se recomienda contratar los servicios de productores de especies nativas.

La mayor parte de los ecosistemas degradados tienen semillas en el suelo, y un punto importante sería determinar si se puede promover la germinación de las mismas. Esto en ocasiones se logra con roturación mecánica de un centímetro superior del suelo. La mayor parte de las semillas se encuentran en la superficie del suelo, así que remover mayores profundidades del suelo no es necesario, y puede por otro lado promover la erosión. En ocasiones las semillas germinan pero las plántulas son pisoteadas o consumidas por ganado o fauna silvestre, por lo que se recomiendan medidas de protección como cercas para ganado y corrales para excluir a la fauna silvestre de las plántulas. Las semillas son consumidas por una gran cantidad de depredadores, por lo que conviene dispersarlas de manera uniforme en el suelo y no amontonadas para que no resulten muy atractivas para la fauna. Por otro lado de muchas semillas juntas solo una planta podrá establecerse.

Las semillas pueden esparcirse en suelo recién mojado por la lluvia, pero esto no siempre resulta práctico, por lo que es recomendable esparcir semillas con ayuda de un rodillo roturador de suelo, que incorpore las semillas al suelo, protegiéndolas de depredadores y de corrientes superficiales de agua poco antes de la época de lluvias.

Dentro de cualquier proceso de restauración de hábitat se recomienda la colecta de semillas en los distintos estratos de la vegetación. Se sugiere cosechar germoplasma de herbáceas, arbustivas y arbóreas. Dicho material deberá colectarse en las áreas cercanas y en ecosistemas similares al tipo de vegetación que desea restaurarse. Posteriormente se deben hacer pruebas de germinación y viabilidad del material colectado. La dispersión de semillas se deberá realizar de acuerdo a la conformación de la vegetación, considerando la abundancia, dominancia y frecuencia de especies, así como las condiciones del sitio, selección y tratamiento (escarificación, estratificación, inoculación, luminosidad, etc.) de semillas, porcentaje de germinación y el presupuesto correspondiente. Esta técnica de restauración se recomienda cuando el responsable del área afectada tiene el conocimiento de manera puntual, de las especies que ocurren en el ecosistema a rehabilitar. Es importante considerar la asesoría técnica para la identificación de las especies, formas de escarificación, almacenamiento de semillas, etc.

Las probabilidades de éxito de una plántula están en relación directa del tamaño de la semilla se deberá considerar la siguiente proporción de semillas. Por cada metro cuadrado: con semillas con un peso superior a 10 mg (por ejemplo mezquite y huizache), alrededor de 10 semillas por m², semillas con un peso inferior a un mg (por ejemplo cenizo, y algunas herbáceas) alrededor de 100 semillas por m². Las semillas deberán agregarse al suelo de tal manera que no queden amontonadas sino dispersas, puede ser a mano (voleo) o con ayuda de implementos agrícolas. Deberán mezclarse semillas de diferentes especies, se recomienda un número de 10 especies para contribuir al restablecimiento de la diversidad biológica. Debido al alto riesgo de depredación por pequeños mamíferos se recomienda cercar las áreas donde se dispersen las semillas.

Conveniencia del Uso del Rodillo Aereador

El uso de rodillo aereador se recomienda cuando las áreas a restaurar son extensas y se quiere aprovechar el germoplasma que está presente en el suelo haciendo labor de volteo, rupturado y aireado de la capa superficial, necesario cuando han ocurrido eventos de quema de la vegetación herbácea circundante o el suelo este compactado por sobrepastoreo. Cuando se pretende la recuperación de áreas degradadas en donde la vegetación que esta presente en el ecosistema no se regenera por sí misma y a la vez se quiere hacer resiembras con gramíneas nativas. En este sentido el efecto del rodillo sobre el suelo permite la rápida germinación, aunado a la captación de agua, obteniendo muy buenos resultados. Se recomienda la resiembra de especies como *Setaria macrostachya*, *Bouteloua gracilis* (navajita azul), *Hilaria mutica*, *Bouteloua curtipendula*, entre otras dependiendo del área a razón de 3.5 a 5 kg /ha. Si el área en que se pretende trabajar haciendo labores de restauración presenta pendiente pronunciada se debe descartar para usar rodillo, ya que se corre el riesgo de fomentar la erosión, al quedar el predio desprovisto de vegetación después del paso de este implemento mecánico. Otro factor que excluye el uso de rodillos aereadores es la pedregosidad. Si el lugar en donde se tiene contemplado trabajar contiene mucha piedra, y más aún si presenta roca madre aflorando sobre la superficie del suelo la labor del rodillo sería inútil, y no se obtendrían los resultados esperados sino un daño a este implemento. Otro aspecto a contemplar en lugares en donde se ha restaurado con este implemento es que se debe tratar de excluir estas áreas al pastoreo por los animales domésticos con la finalidad de dar oportunidad de que se presente la germinación de las semillas sembradas y las que se encuentran en el suelo, así como la presencia de rebrotes de la vegetación que se encontraba en el lugar antes del paso del rodillo.

PRODUCCIÓN EN VIVERO

Con frecuencia resulta más económico establecer viveros propios que comprar plantas para reforestación. Una de las formas de obtener plantas, quizás la más importante, es a partir de semillas. La semilla es de vital importancia para la conservación del ecosistema. En la actualidad se ha incrementado el uso de contenedores especialmente diseñados para la producción de plantas forestales como una actividad relativamente reciente en México; mientras que la bolsa de plástico ha sido principalmente utilizada en las regiones más secas. Los problemas de deformaciones de raíz que provoca la bolsa de plástico y la necesidad de una mejora en la calidad de las plantas han provocado un cambio hacia la utilización de contenedores especiales. La planta a raíz desnuda se utiliza masivamente en las zonas más húmedas de México. Existen diversos métodos de producción de plantas, dependiendo del tipo de reproducción de las plantas, de la técnica de producción, de la infraestructura necesaria y de los recursos económicos con que se cuente. Una clasificación general de los métodos es la siguiente:

a) Métodos que requieren de vivero.

1) Método de plántulas producidas a partir de semillas. Es el más conocido y empleado en la reforestación. Permite seleccionar e introducir las especies y variedades más idóneas para el tipo de condición ambiental particular que se tenga, controlando la calidad y vigor de las plantas.

2) Método de propágulos producidos vegetativamente. Se puede utilizar en los casos en que se cuenta con especies que se propagan sin semilla como por ejemplo por estacas. Presenta la ventaja de tener un buen tamaño inicial pero la desventaja es la falta de variación genética y la desproporción raíz-copa en las fases iniciales.

b) Métodos que no requieren de vivero.

1) Método de siembra directa de la semilla en el terreno. Se ha empleado muy poco en nuestro país.

2) Método de reforestación con renuevo natural. Es poco usado y consiste en obtener el material a propagar de las plántulas que se encuentran en el bosque; generalmente se emplea en repoblamiento de bosques raros, que presentan dificultades para hacerlo naturalmente.

COLECTA DE SEMILLAS Y PROPÁGULOS

El éxito de la plantación dependerá en gran medida de la recolección de semillas, si las semillas recolectadas provienen de árboles de mejor calidad, se tendrá como resultado que se eleve la calidad de los ecosistemas resultantes. Sin embargo, muchas veces es difícil obtener semillas que provengan de individuos de buena calidad, ya sea por que es difícil coleccionar semillas de buenos elementos o porque no existen suficientes para cumplir con las necesidades. En este caso, deberá procurarse que las semillas provengan de lugares cercanos a donde se hará la plantación, a fin de asegurar que la especie está adaptada al medio en que se desarrollará.

En general, se recomiendan las siguientes condiciones para la colecta de semilla (Daniels, 1979):

- a) Colectar semillas en un límite de 150 km a la redonda de donde se hará la reforestación.
- b) Las diferencias en altitud no deberán ser mayores a 300 m.
- c) Evitar coleccionar en áreas que presenten características poco usuales de tipo climático, topográfico o edáfico.

CALIDAD DE LAS PLANTAS

Generalmente los parámetros usados para determinar la calidad de las plántulas, son: a) Los morfológicos, que se basan en el aspecto y b) Los fisiológicos, en aspectos “internos” de las plántulas. Dentro de los primeros se puede mencionar la altura de la plántula y el diámetro en el cuello de la raíz, generalmente se utilizan ambos ya que se ha comprobado que las plántulas con diámetros mayores presentan mejor apoyo y resistencia a las torceduras, son más tolerantes a los insectos y a daños por animales, además de ser más resistentes a la deshidratación.

Un nuevo parámetro adicional de evaluación de las plantas es el volumen de raíz; se ha observado que un volumen grande de raíces mejora notablemente la sobrevivencia y el crecimiento de las plántulas, a este factor hay que agregar la forma del sistema radicular, ya

que plantas con raíces deformadas por el tamaño o la forma del envase aún cuando sean abundantes no significa que sean plantas de buena calidad.



Las raíces deformadas por pasar demasiado tiempo en un envase pequeño pueden causar la muerte de la planta en los primeros años de plantada

TRANSPORTE DE LAS PLANTAS

Este es un aspecto que debe ser muy bien cuidado para evitar el maltrato de las plantas con las que se va a realizar la restauración. Se ha comprobado que un traslado inadecuado puede disminuir la sobrevivencia de las plantas en la reforestación. Existen varias formas de llevar las plantas al sitio de la plantación, éstas dependen de la infraestructura con que se cuente, del medio en que hayan crecido las plantas y de lo alejado y accesible que esté el sitio.

Almacenamiento temporal

Llegadas al sitio de plantación, las plantas que no pueden ser plantadas en el día de la extracción, se colocan en lugares estratégicos y se cubren con mediasombra para disminuir la transpiración y la exposición al sol. Lo ideal es elegir un sitio sombreado para el almacenaje

de las plantas pero esto no siempre se puede conseguir. En síntesis, en cada una de las etapas de este proceso, las pautas a considerar para disminuir los riesgos de daño, son:

- Reducir al mínimo posible el tiempo de exposición de las raíces al aire
- Proteger las plántulas del viento
- Protegerlas del sol y del calor.
- Manipular suavemente para no provocar lesiones.

Teniendo en cuenta todos estos cuidados durante el proceso de extracción, acondicionamiento traslado y almacenaje, se podrá disminuir sustancialmente el porcentaje de fallas de la plantación.

PROGRAMA DE MONITOREO DE LA PLANTACIÓN

El éxito de una plantación no podrá medirse con base solamente en el número de individuos plantados, sino de manera fundamental según la sobrevivencia de éstos. El desarrollo de la plantación deberá monitorearse al menos durante los siguientes seis meses a la plantación.

El monitoreo consistirá en la evaluación de la sobre-vivencia de las plantas o bien en la germinación y la adecuada distribución de las plántulas si es que el sistema de reforestación fue a través de semillas. Para el caso de reforestación con plantas, se espera que al menos el 70% de las plantas estén vivas y desarrollándose durante el primer semestre. Si se detecta mortalidad mayor al 20% durante el primer mes, deberán determinarse las causas de la mortalidad. Si las causas de mortalidad son debidas a factores como mal manejo, trasplante mal realizado, o condiciones de clima adversas, es recomendable sustituir las plantas muertas por la misma u otra de las especies recomendadas a fin de aumentar el porcentaje de éxito. En caso de que las causas de muerte sean debidas a factores bióticos, se recomienda sustituir las plantas muertas por plantas de otra especie o bien controlar los factores y plantar la misma especie. Si se decide cambiar la especie deberá ser por alguna especie nativa seleccionada de común acuerdo. Durante el monitoreo deberá hacerse una evaluación de factores potenciales de daño a la plantación, como la presencia de malezas, insectos o enfermedades. Si estos factores logran determinarse y corregirse a tiempo, las pérdidas serán menores y los costos de replantación serán por consiguiente menores. Además es recomendable considerar la posibilidad de riegos de auxilio durante los primeros meses. En caso de ser necesarios se harán solo cuando la sobrevivencia de la plantación esté en riesgo y como una medida alternativa a la pérdida de la plantación.

Nota: se presenta formato de campo para el registro inicial y para el monitoreo de la plantación.

Registro inicial de Reforestación

Localidad: _____

Coordenadas _____

UTM: _____

Fecha: _____ Hora de inicio: _____ Hora de conclusión: _____

Número de hectáreas reforestadas		Temperatura ambiente	
¿Se detecta humedad en el suelo? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Pendiente	Suelo	Vegetación existente	
Tipo de Reforestación a) Semillas al voleo b) semillas con rodillo c) plántulas d) árboles d) agaves y nopales-----e) estacas (otros)			
Árboles Número: Altura: Diámetro:	Plántulas Número: Altura: Diámetro:	Semillas kg:	Agaves y nopales Número:
Densidad de plantación		Densidad de siembra	
Especies Utilizadas 1) _____ 2) _____ 3) _____ 4) _____ 5) _____ 6) _____ 7) _____ 8) _____ 9) _____ 10) _____			
Diseño de plantación:			
¿Se aplicó riego de auxilio? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Plagas		Enfermedades	

Observaciones:

Formato de Monitoreo

Localidad:

Coordenadas

UTM:

Fecha de plantación: _____ Fecha de monitoreo: _____

No. de hectáreas reforestadas: _____

Tipo de Reforestación		
a) Semillas al voleo	b) semillas con rodillo	c) plántulas
d) árboles	d) agaves y nopales	
Árboles vivos	Plántulas vivas	Porcentaje de Germinación
Número:	Número:	
Altura:	Altura:	
Diámetro:	Diámetro:	Agaves y nopales
% de sobrevivencia:	% de sobrevivencia:	Número:
		% de sobrevivencia:
Presencia de Enfermedades		
Presencia de Plagas		
Muertes por factores técnicos:		
Muertes por factores abióticos:		
Especies Afectadas:		
Acción Propuesta:		

Observaciones:

INDICADORES DE DESEMPEÑO Y ÉXITO PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DEL PROGRAMA

Para dar seguimiento y cuantificar los resultados de la aplicación del programa de reforestación debe establecerse una serie de indicadores de seguimiento que en conjunto permitirán definir procedimientos de control, que faciliten el monitoreo y evaluación de todas las acciones vinculadas a las medidas de control de impactos que serán implementadas, y que fueron precisadas tanto en la MIA-Regional; y que serán complementadas conforme la autoridad ambiental lo determine.

Los indicadores de seguimiento ambiental deben ser estadísticas o parámetros que proporcionen información y/o tendencias de cambio sobre las condiciones ambientales y su significado debe ir más allá de la estadística misma, pretendiendo proveer información que permita tener una medida de la efectividad de las medidas aplicadas para un proyecto. Estos indicadores se presentan usualmente en forma de tablas, gráficas complementados con textos, cartas temáticas, entre otros.

Los indicadores de Seguimiento Ambiental tienen como valor principal proporcionar a los tomadores de decisiones y al público en general una herramienta mediante la cual se presente información concisa y sustentada científicamente, de manera que pueda ser entendida y usada fácilmente (SEMARNAT, 2005).

En sentido estricto un indicador proporciona la forma de medir la consecución de los objetivos en diferentes momentos, la medida pueden ser cuantitativa, cualitativa, de comportamiento, etc. La definición y observación de los indicadores permite, por tanto, conocer el grado de integración ambiental logrado por el Proyecto. En principio para cada elemento sujeto a vigilancia debe existir un indicador en el que expresar su comportamiento ambiental, de los valores tomados por estos indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras de carácter complementario.

El número de indicadores ha de ser lo más reducido posible, debiendo procurar que un mismo índice sirva para la estimación de varios factores. En su definición deben intervenir al lado de los criterios de exactitud, los de sencillez de determinación y de representatividad de la calidad ambiental.

Los indicadores que se utilizarán para verificar el resultado favorable de la reforestación está dada por el crecimiento de las plantas mismo que será evaluado mediante el conteo, dicho seguimiento está incluido dentro de los indicadores de seguimiento descritos en la siguiente sección.

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN

Indicador de seguimiento ambiental	Indicador de éxito (Umbral esperado)	Acciones que se deberán implementar en caso de incumplimiento
<p>% de Superficie de superficie cubierta por acciones de reforestación, ponderada en función del índice de interés de las especies existentes, calculado de la siguiente manera:</p> $P.S.C.= 100/St [\sum Si \times K]$ <p>Siendo St la superficie total considerada que presenta cobertura vegetal, Si la superficie cubierta por cada tipo de vegetación presente y K es el interés de la cubierta vegetal el cual corresponde a la calidad o categoría de riesgo de las especies presentes dentro del SAR. De esta expresión se deduce que la unidad de medida será porcentual (%).</p>	<p>EL porcentaje de superficie cubierta por acciones de Reforestación o restauración será una proporción de 3:1 de la superficie de afectación de construcción del proyecto.</p> <p>La superficies a considerar en el programa pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superficies entre línea de ceros que será afectada por las actividades de desmonte y despilme del proyecto. • Áreas de bancos de materiales, de obras asociadas, bancos de materiales y sitios de tiro en caso de requerirse. • Áreas de vegetación del SAR con altos índices de perturbación, con especial énfasis en la zona A. • Así mismo deberá considerarse lo que determine la autoridad ambiental, para llevarse a cabo dichas medidas de mitigación y compensación. 	<p>De no ser así se deberá revisar las acciones del programa que no se están cumpliendo en conjunto con el Programa de conservación de suelos, y Programa de rescate de especies de flora.</p>

Los criterios para definir los valores de K serán los siguientes:

Especies	Criterio*	K
Peligro de extinción ¹¹	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.	1
Protección especial ¹²	Aquellas especies o poblaciones que podrían llegarse a encontrar amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	0.8
Poco Común	Conjunto de individuos de diversas especies que sirven actualmente como hábitat para la fauna existente en la zona, los cuales se comportan como metapoblaciones.	0.6
Frecuente	Conjunto de individuos de diversas especies que conforman relictos de vegetación sin conectividad, que representan un reservorio de biodiversidad que potencialmente pueden integrarse como una unidad funcional intercambiando materia, energía o información, tanto entre sus componentes, como entre el ecosistema y el exterior..	0.4
Muy común	Zonas de Agricultura y asentamientos humanos	0.1

¹¹ Considerar las especies endémicas encontradas en el SAR que serán potencialmente afectados por el proyecto, por tal razón se estableció con la escala más alta aquellas especies en peligro de extinción.

¹² Es importante mencionar que para las especies raras se deberá considerar lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Presencia de fauna

Se sabe que los animales utilizan diferentes áreas dentro de un mismo ecosistema para anidación, refugio, área de paso, entre otras, por lo tanto cualquier disturbio dentro en estas provocará una dispersión de estas especies buscando nuevas áreas que presenten las mismas características que antes tenían sus nichos. Así, es indispensable realizar un monitoreo de fauna en las áreas reforestadas por lo menos un mes después de haber reforestado (sin embargo, tres días después de la reforestación se efectuarán los seguimiento de supervivencia de las diferentes especies). Esto con la finalidad de detectar la presencia de fauna silvestre por medio de huellas, excretas, nidos, madrigueras, que indiquen indirectamente la funcionalidad de las áreas reforestadas.

CATALOGOS DE CONCEPTOS DE TRABAJO

CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DEL PROGRAMA						
Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO CON LETRA	CON NÚMERO	IMPORTE EN PESOS
1	COLECTA DE GERMOPLASMA	MES	6.00	TREINTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO PESOS 5/100 M.N.	\$ 34,445.05	\$ 206,670.30
2	CONSTRUCCION DE VIVERO	VIVERO	4.00	CINCUENTA Y SIETE MIL CIENTO TREINTA Y TRES PESOS 56/100 M.N.	\$ 57,133.56	\$ 228,534.24
3	SUPERVISION Y MANTENIMIENTO DE VIVERO	MES	36.00	VEINTIDOS MIL CIENTO VEINTINUEVE PESOS 7/100 M.N.	\$ 22,129.07	\$ 796,646.52
4	SEGUIMIENTO A LA EJECUCION DEL PROGRAMA	MES	48.00	VEINTIDOS MIL CIENTO CUARENTA Y DOS PESOS 9/100 M.N.	\$ 22,142.09	\$ 1,062,820.32
5	INFORMES DE SEGUIMIENTOS Y EJECUCION DEL PROGRAMA	INF/SEM	10.00	TREINTA MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS 85/100 M.N.	\$ 30,944.85	\$ 309,448.50
Costo total del Programa						\$ 2,604,119.88

Requerimientos de personal, materiales y equipo.

Para la realización de las diferentes actividades establecidas en el presente Programa de reforestación e requiere de una serie de recursos tanto humanos como materiales, los cuales se especifican a continuación:

Recursos humanos (por frente de trabajo):

Personal permanente
1 Biólogo/Especialista Técnico
1 Supervisores
3 Técnicos

Materiales y equipo (por frente de trabajo):

Los materiales que se utilizan para realizar esta obra son:

- Zapapico.
- Pala cuadrada.
- .. Pinzas de corte núm. 9 (de electricista).
- Ganchos de fierro.
- Barra de línea de 60 centímetros.

Memoria de cálculo de precios unitarios integrados para ejecutar las obras de conservación y restauración de suelos.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Materiales					
0.0012	Bolsa de polietileno	Kg	20.00000	\$ 30.43	\$ 608.60
0.0015	Fertilizante para plantas 20-20-20, mca. Miracle	Kg	5.00000	\$ 113.21	\$ 566.05
0.0020	Tierra negra para vivero	M3	1.00000	\$ 250.50	\$ 250.50
0.0003	Agua	M3	1.25000	\$ 10.00	\$ 12.50
0.0016	Frascos	Pza	10.00000	\$ 19.50	\$ 195.00
	Suma de Materiales				\$ 1,632.65
Mano de Obra					
0.0023	Especialista agronomo	Jor	5.00000	\$ 556.01	\$ 2,780.05
0.0029	Obrero	Jor	25.00000	\$ 182.63	\$ 4,565.75
0.0024	Auxiliar tecnico	Jor	10.00000	\$ 291.53	\$ 2,915.30
	Suma de Mano de Obra				\$ 10,261.10
Herramienta					
0.0032	Herramienta menor	(%)mo	0.10000	\$ 10,261.10	\$ 1,026.11
0.0031	Equipo de seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 10,261.10	\$ 513.06
	Suma de Herramienta				\$ 1,539.17
Equipo					
0.0037	Camioneta tipo pik-up, marca: toyota linea: hylux	Hora	16.00000	\$ 191.33	\$ 3,061.28
0.0041	Bomba aspersora para fumigar	Hora	30.00000	\$ 8.27	\$ 248.10
0.004	Bomba autocebante	Hora	30.00000	\$ 12.63	\$ 378.90
0.0039	Camion pipa de 10000 litros marca internacional motor diesel 140 h.p. ford	Hora	10.00000	\$ 263.69	\$ 2,636.90
	Suma de Equipo				\$ 6,325.18
	Costo Directo				\$ 19,758.10
	Indirectos			% 12.00	\$ 2,370.97
					\$ 22,129.07
PRECIO UNITARIO					
VEINTIDOS MIL CIENTO VEINTINUEVE PESOS 7/100 M.N.					

PROGRAMA DE RESTAURACION Y CONSERVACIÓN DE SUELOS

El suelo es un cuerpo natural tridimensional que forma parte de la superficie de la tierra, está constituido por material de origen orgánico y mineral. Es un componente ambiental muy importante para la vegetación, el suelo sirve para dar soporte, oxígeno, agua y nutrimentos esenciales para el crecimiento de las plantas. Es un recurso básico para las actividades humanas y como sistema integrado incluye especies vegetales, animales y microorganismos diversos que interactúan mediante procesos físicos y biológicos. Estos procesos ayudan a mantener los ciclos de agua, energía y nutrimentos que son la base de los ecosistemas. También actúa como un filtro para proteger y amortiguar a otros componentes del ecosistema de diversos daños o de la contaminación (Brady, 1999).

Debido a ello debe ser protegido para mantener sus propiedades y funciones en el largo plazo. El manejo del suelo debe ser cuidadoso para afectar de menor manera sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Cualquier cambio en sus propiedades puede traer como consecuencia la pérdida de su productividad y funcionamiento. Tres puntos básicos que habría que evitar son la compactación, la pérdida de la estructura y la erosión. Debe evitarse en la medida de lo posible compactar el suelo puesto que tienen una estructura débil. La compactación aumenta la densidad de los suelos por la reordenación de las partículas y disminuye el espacio poroso que se requiere para que las raíces de las plantas puedan desarrollarse. La compactación también favorece el escurrimiento superficial, aumentando el riesgo de erosión. Es muy importante que una vez que se haya colocado el suelo en los sitios determinados para su almacenamiento, se cubra con acolchados orgánicos (puede ser el rastrojo de las cosechas de maíz, coco, paja o cualquier otro residuo orgánico), también pueden incorporarse los residuos triturados provenientes del desmonte, o incluso pueden colocarse semillas de especies arbustivas secundarias de rápido crecimiento. Lo importante es evitar que el suelo este directamente expuesto a los factores que producen la erosión como son la lluvia y el viento.

La materia orgánica proveniente de las hojas y raíces de plantas en descomposición tiende a acumularse en los horizontes superficiales del suelo, dando una coloración más oscura que los horizontes subsuperficiales. Los horizontes ricos en materia orgánica cercanos a la superficie son nombrados como horizontes O y A.

El SAR correspondiente al trazo propuesto para construir del Libramiento Tamazunchale se localiza en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental y planicies, con cañones orientados con cañones orientados en dirección sureste, noreste, hacia el este, noreste y sureste, se transforma en fondos amplios de valle. El tipo de suelo presente en el área de estudio y zona donde se pretende construir la obra es del tipo Luvisol Órtico asociado con Regosol calcárico de clase textural gruesa a media ($Lo+Rc+1/2$), son de origen residual y coluvial derivados de la roca caliza, esto debido a la temperatura y precipitación presentes en el área de estudio, estos factores han ejercido una influencia importante en la disgregación de la roca así como la acumulación de materiales finos de arcilla y óxidos del Hierro y Manganeseo principalmente. Tienen poco desarrollo, de color pardo-rojizo (Luvisol Órtico), alto contenido de Materia Orgánica y su PH es ligeramente alcalino. Por lo general son poco profundos, a 100 cm. encontramos el material lítico en la mayoría de ellos. También suelen presentarse suelos del tipo

Tipos de suelo que se distribuyen a lo largo del trazo del Libramiento Tamazunchale

REGOSOL

Los suelos encontrados en el trazo del proyecto corresponde a Regosoles, son suelos conformados por materiales sueltos no consolidados carentes de horizontes más que un A ótrico eventual hacia un A mólico o úmbrico provenientes de depósitos aluviales, torrenciales recientes. La evolución del perfil es mínima como consecuencia de su juventud, o de un lento proceso de formación por una prolongada sequedad, su uso y manejo varían muy ampliamente. Bajo regadío soportan una amplia variedad de usos, si bien los pastos extensivos de baja carga son su principal utilización. Existen regosoles éutricos, calcáreos, dístricos, y gélicos.

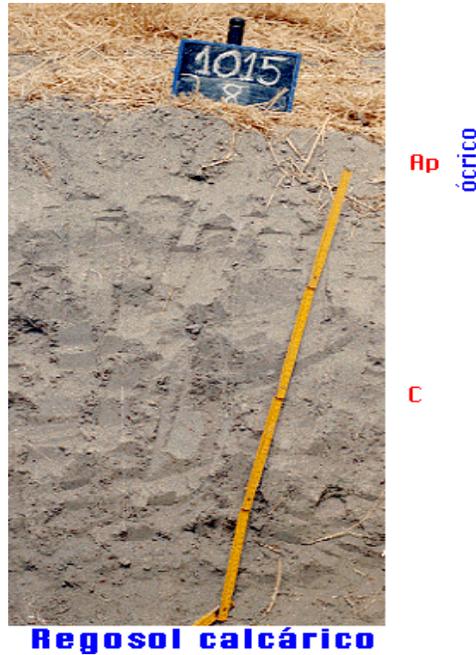


Foto 1. Perfil de suelo de un regosol calcárico localizado en el SAR del proyecto.

LUVISOL

Son suelos que se caracterizan por la acumulación de arcilla por iluviación con alto porcentaje de saturación de bases y una capacidad de intercambio catiónico menor al 50% conocida como la propiedad de la arcilla y de la materia orgánica de adsorber y desadsorber cationes de la fase líquida. Se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes del SAR, el perfil es de tipo ABtC. Sobre el horizonte árgico puede aparecer un álbico, en este caso son integrados hacia los albeluvisoles. El amplio rango de materiales originales y condiciones ambientales, otorgan una gran diversidad a este Grupo. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación.

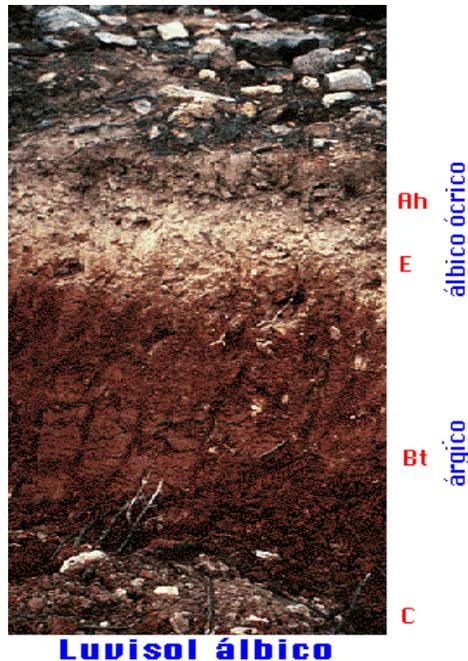


Foto 2. Perfil de suelo de un luvisol localizado en el SAR del proyecto.

FLUVISOLES.

Son suelos formados a partir de materiales fluviales recientes, cercanos a ríos, la materia orgánica decrece irregularmente o es abundante en zonas muy profundas. El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino, se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática. El perfil es de tipo AC con evidentes muestras de estratificación que dificultan la diferenciación de los horizontes, aunque es frecuente la presencia de un horizonte Ah muy conspicuo. Los rasgos redoximórficos son frecuentes, sobre todo en la parte baja del perfil. Suelen utilizarse para cultivos de consumo, huertas y, frecuentemente, para pastos. Es habitual que requieran un control de las inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío. Cuando se drenan, los Fluvisoles tíonicos sufren una fuerte acidificación acompañada de elevados niveles de aluminio.

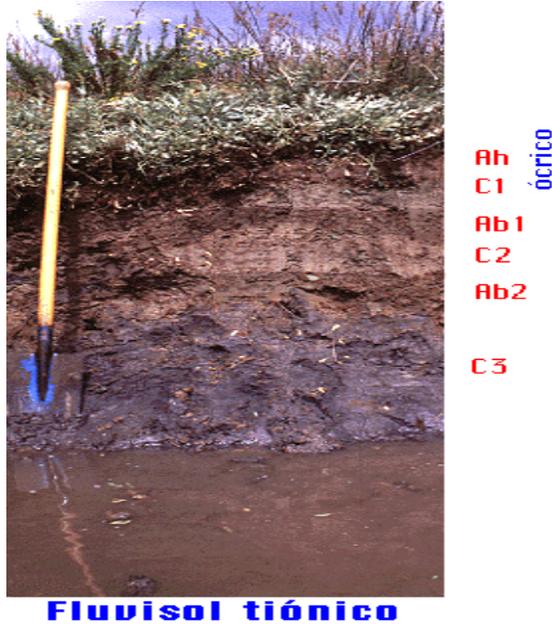


Foto 3. Perfil de suelo de un Fluvisol localizado en el SAR del proyecto.

Como medida de mitigación de los impactos ocasionados por la construcción del libramiento es necesario recuperar y conservar los horizontes orgánicos del suelo que se localiza a lo largo del trazo. El manejo del suelo debe ser cuidadoso para afectar de menor manera sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Cualquier cambio en sus propiedades puede traer como consecuencia la pérdida de su productividad y funcionamiento. Tres puntos básicos que habría que evitar son la compactación, la pérdida de la estructura y la erosión. Debe evitarse en la medida de lo posible compactar el suelo puesto que tienen una estructura débil. La compactación aumenta la densidad de los suelos por la reordenación de las partículas y disminuye el espacio poroso que se requiere para que las raíces de las plantas puedan desarrollarse. La compactación también favorece el escurrimiento superficial, aumentando el riesgo de erosión. Es muy importante que una vez que se haya colocado el suelo en los sitios determinados para su almacenamiento, se cubra con acolchados orgánicos (puede ser el rastrojo de las cosechas de maíz o cualquier otro residuo orgánico), también pueden incorporarse los residuos triturados provenientes del desmonte, o incluso pueden colocarse semillas de especies arbustivas secundarias de rápido crecimiento. Lo

importante es evitar que el suelo este directamente expuesto a los factores que producen la erosión como son la lluvia y el viento.

Considerando las características ambientales que prevalecen en el SAR determinado para el proyecto se propone de primera instancia que las superficies donde se llevaran a cabo las actividades de conservación de suelos sean las siguientes:

- Superficies entre línea de ceros que será afectada por las actividades de desmonte y despalme del proyecto.
- Áreas de bancos de materiales, de obras asociadas, bancos de materiales y sitios de tiro en caso de requerirse.
- Áreas de vegetación del SAR con altos índices de perturbación, con especial énfasis en la zona A.
- Así mismo deberá considerarse lo que determine la autoridad ambiental, para llevarse a cabo dichas medidas de mitigación y compensación.
- Considerar de manera adicional aquellas superficies que de manera accidental se contaminen por aceites, grasas o combustibles.

OBJETIVOS

1) Establecer las acciones a seguir para remover, transportar y conservar en las mejores condiciones posibles los horizontes orgánicos de los diferentes tipos de suelos existentes en el SAR determinado y que se verán directamente afectados por las actividades de desmonte y despalme del proyecto.

2) Acumular la mayor cantidad de suelo orgánico para una vez concluida la etapa de construcción del proyecto sea empleado para cubrir áreas perturbadas, y como acolchado en las cepas elaboradas para la reforestación con especies nativas.

3) Propiciar la revegetación de las áreas desprovistas de cobertura vegetal por medio de la reforestación, como son los sitios de tiros, bancos de materiales, patios de maniobras, áreas de almacén.

- 4) Estabilizar los taludes por medio de la reforestación con especies nativas.
- 5) Supervisar las actividades de mantenimiento de maquinaria a fin de que se lleven a cabo dentro de los parámetros establecidos, y así evitar un derrame de residuos líquidos sobre el suelo.
- 6) Colocar estratégicamente contenedores de basura en los diferentes frentes de trabajo, con el objeto de evitar la perturbación al medio con los residuos domésticos.

ALCANCES

El presente programa aplica para todo el personal de la obra, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

IV. Obras o actividades determinadas para la conservación y restauración de suelos por sitio específico.

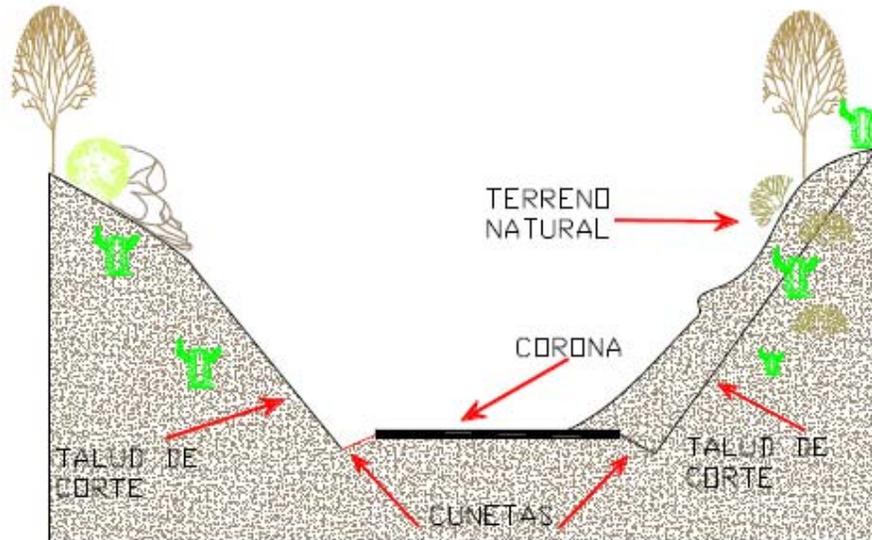
MÉTODO

LA SUPERFICIES PROPUESTAS

- ✓ Superficies del derecho de vía que no se verá afectada por ampliaciones futuras del proyecto.
- ✓ Superficies utilizadas por infraestructura provisional.
- ✓ Áreas de bancos de materiales cuando aplique.
- ✓ Bancos de tiro, cuando aplique.
- ✓ Alcantarillas y puentes
- ✓ Área de taludes y cortes
- ✓ Áreas fuera del proyecto que puedan ser rehabilitadas, pero que se ubiquen dentro del SAR, con especial énfasis en las zonas A, B y C.
- ✓ Así mismo deberá considerarse lo que determine la autoridad ambiental, para llevarse a cabo dichas medidas de mitigación y compensación.

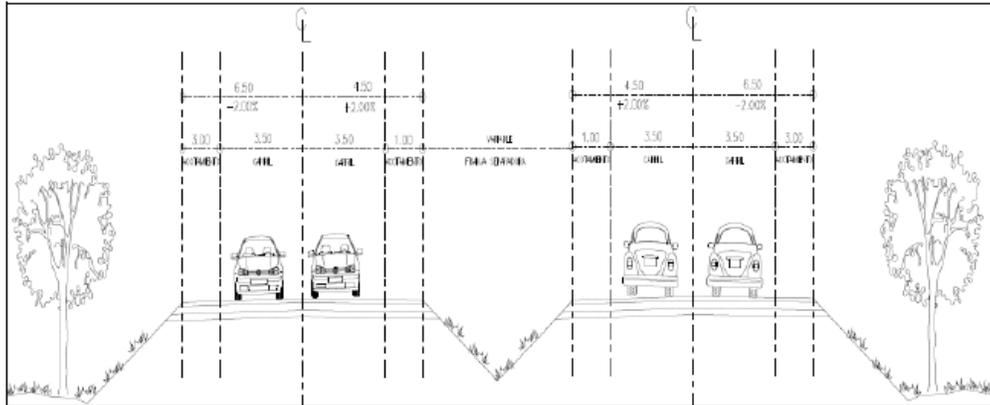
Obras o Actividades Determinadas para la Conservación y Restauración de Suelos por Sitio Específico

En pendientes muy inclinadas la velocidad de la escorrentía aumentará con la pendiente, y también aumentará la capacidad de transporte de las partículas sueltas. En esta situación la cobertura que está en contacto con el suelo es muy importante, más aún que la cobertura aérea. La cobertura de contacto no solamente disipa la energía de las gotas de lluvia, sino que también reduce la velocidad de la escorrentía y consecuentemente las pérdidas de suelo por un menor transporte de partículas (Paningbatan, et al., 1995). La presencia de una cobertura protectora también reduce la erosión eólica al disminuir la velocidad del viento sobre la superficie del suelo, con esto también se evita la formación de costras y mantiene una mayor tasa de infiltración, como se muestra en la siguiente figura.



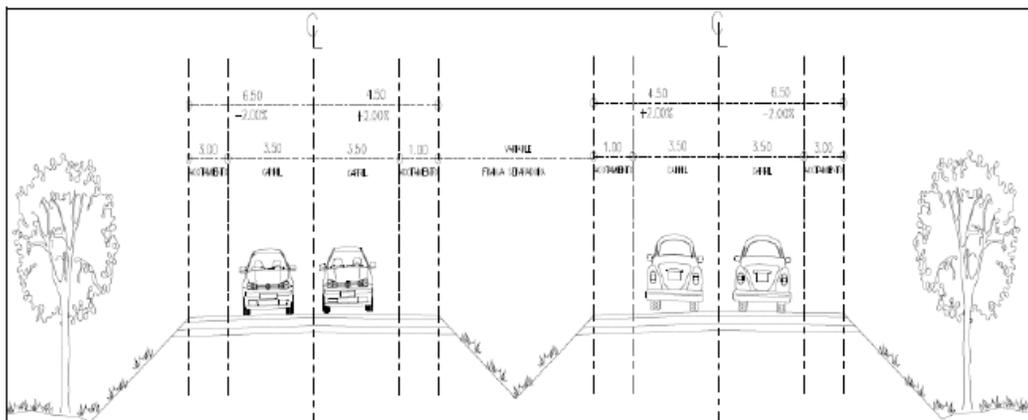
La construcción de cualquier infraestructura carretera inicia con el desmonte y despalme del derecho de vía. Estas actividades exponen al suelo directamente a factores ambientales como son la lluvia, el viento, la compactación, la deshidratación, la pérdida de nutrimentos y la susceptibilidad de contaminación por las actividades humanas desarrollados en todo el proceso de construcción de la autopista. Para recuperar y conservar el suelo orgánico producto del despalme es necesario aplicar acciones sencillas, encaminadas a preservar sus propiedades fisicoquímicas. A continuación se describen las más importantes:

1. Realizar un listado de los principales tipos de suelo existentes en el SAR, apoyado de mapas, recorridos en campo y fotografías aéreas.
2. De ser posible realizar una estimación aproximada de la cantidad de suelo orgánico que se pretende remover como resultado del despalme. Éste deberá almacenarse adecuadamente en los sitios previamente establecidos. Una vez que concluya la etapa de construcción del proyecto el suelo podrá emplearse para las actividades de reforestación o restauración según sea el caso en el derecho de vía o de las zonas aledañas al trazo del proyecto.



Características de una sección tipo que muestran las áreas donde se puede llevar a cabo la reforestación, utilizando el material producto del desmonte y el suelo removido.

3. Previo al despalme se establecerán los sitios para el almacenamiento temporal del suelo orgánico, delimitándolos de las áreas de construcción por medio de estacas, cinta preventiva, algún medio visual como letreros, etc. Los sitios más recomendables para llevar a cabo el almacenamiento del suelo, son los costados del derecho de vía que no vayan a ser afectados por la construcción de la autopista, que carezcan de vegetación y que preferentemente tengan una topografía plana o con una muy ligera pendiente.



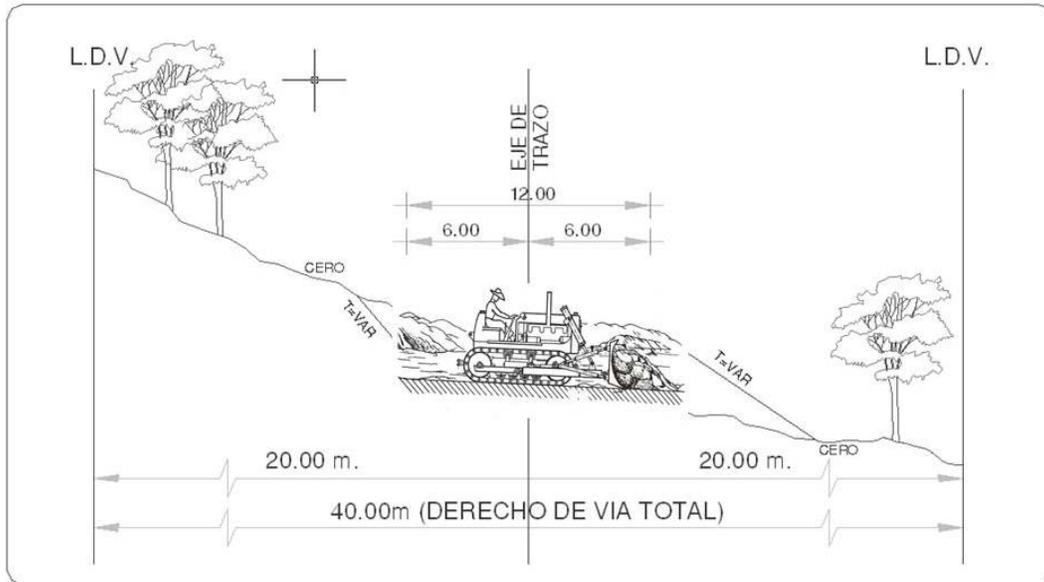
Sección tipo donde se puede observar la pendiente del terreno es muy ligera.

4. El personal destinado a las labores de despalme y movimiento del suelo orgánico deberá ser capacitado previamente.
5. Realizar el despalme necesario, respetando los límites del derecho de vía. Evitar el despalme en las áreas de almacenamiento temporal del suelo orgánico.



El despalme en el área del proyecto deberá llevarse a cabo sólo en las áreas destinadas para ello. La foto es ilustrativa.

6. La capa superficial del suelo orgánico será removida (entre 20 y 30 cm de espesor) utilizando maquinaria adecuada, evitando en todo momento la compactación. La remoción del suelo se hará desplazándolo con cuidado y tratando de compactarlo lo menos posible, se colocará en el derecho de vía en el área destinada previamente para ello.



Sección de suelo orgánico por remover

- Es necesario resguardar el suelo acamellonado por medio de estacas o colocando un cerco provisional que delimite esta área. Esto evitará afectaciones o mal uso del suelo. Debe evitarse que el suelo acamellonado sea utilizado como depósito de residuos inorgánicos y de materiales de construcción. De esta forma se fomentará y conservará de la mejor manera posible el suelo.



Almacenamiento de suelo removido.

- Los residuos vegetales producidos por el desmonte y que no sean maderablemente útiles deberán ser triturados con un equipo adecuado.

9. Inmediatamente después de que el suelo sea removido y almacenado, deberá cubrirse con algún material orgánico durante todo el tiempo que duren las obras de construcción y hasta su reaprovechamiento en las labores de reforestación.

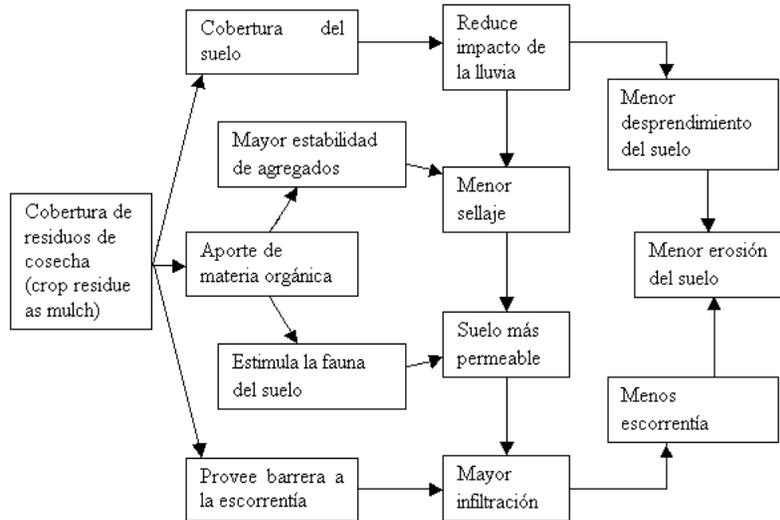
Pueden utilizarse los siguientes materiales orgánicos:

- Acolchado producido con el material de despalme. El material vegetal triturado resultado del despalme, será colocado sobre los montículos del suelo orgánico acamellonado, cubriendo la superficie lo más homogéneo posible.
- Colocación de rastrojos del maíz o desechos orgánicos de otras cosechas. El material vegetal que surge cuando los agricultores llevan a cabo sus cosechas, podrá utilizarse para formar una capa protectora del suelo almacenado. Los residuos se colocarán de forma homogénea y tendrán un espesor suficiente para evitar los efectos de erosión sobre el suelo.
- Siembra de semillas de especies de leguminosas u otras especies que protejan el suelo. Sobre la superficie del montículo de acamellonamiento se sembrarán semillas de las especies determinadas homogéneamente y se propiciará su crecimiento. Se recomienda colocar especies que requieran pocos cuidados en su cultivo.

Estas acciones tienen como propósito generar una cubierta que proteja los suelos. Este es el principio más importante en el manejo sostenible de suelos porque conlleva múltiples beneficios como la reducción de la erosión hídrica y eólica así como la preservación de las propiedades fisicoquímicas. Estas acciones se realizarán inmediatamente después de haber acumulado el suelo para evitar la pérdida de humedad, la producción de polvo y el arrastre del suelo por acción del viento. Los acolchados protegerán al suelo de la fuerza de las gotas de lluvia y disminuirá la separación de las partículas de los agregados de suelo, que es el primer paso en el proceso de la erosión hídrica.

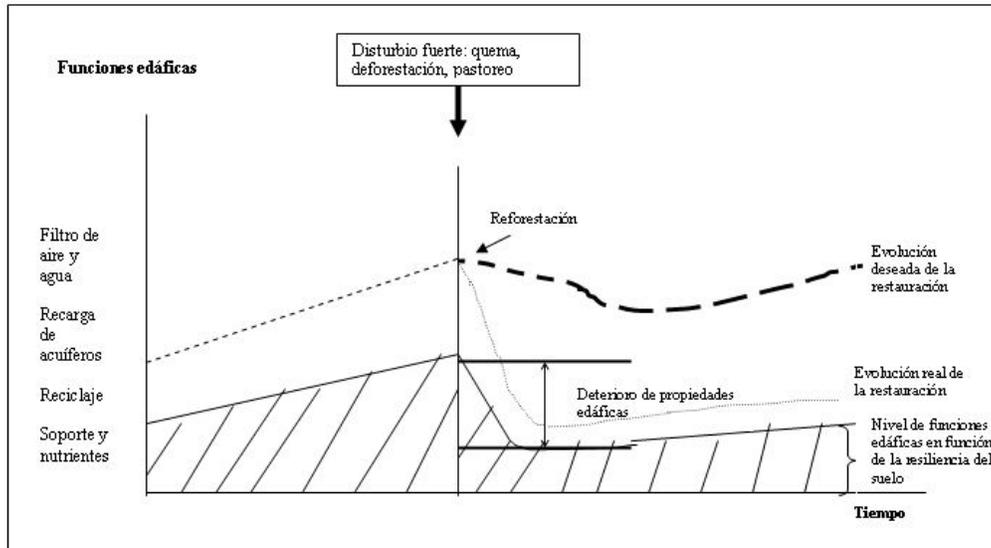
Cuando la erosión es causada por una combinación de procesos como la erosión ocasionada por las gotas de lluvia y por la escorrentía, se requiere que el suelo esté cubierto en más del 60 % para reducir significativamente las pérdidas de suelo.

Se muestra el efecto de conservación del suelo por la cobertura de residuos de cosecha



Efectos benéficos de la cobertura del suelo con residuos vegetales

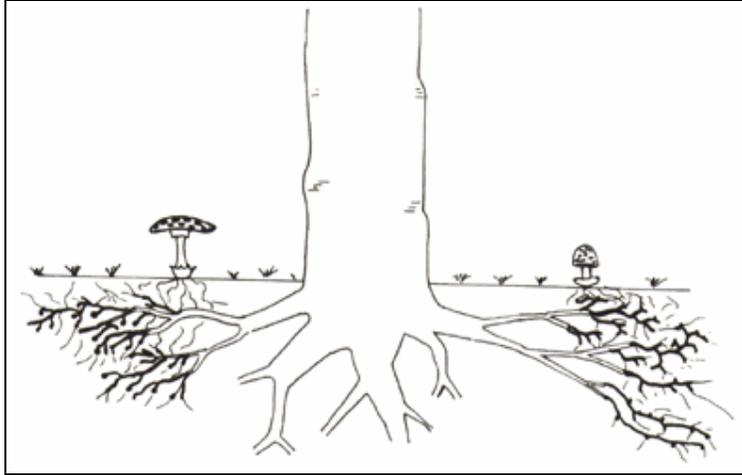
Siendo el suelo un recurso de carácter no renovable en términos de la escala temporal humana, su correcto manejo permitirá disminuir los cambios en sus características físicas, químicas y biológicas, permitiendo así aprovecharlo íntegramente en las acciones de reforestación una vez concluidas las etapas de construcción de cualquier proyecto carretero.



Efectos positivos sobre la conservación del suelo cuando se realizan actividades de reforestación.

La aplicación de medidas de conservación sencillas y específicas para los suelos que se distribuyen a lo largo de la autopista contribuirá a conservar de manera relevante el suelo orgánico resultado del despalme. Específicamente los acolchados colocados en la superficie del suelo limitarán la evaporación, el sellado del suelo, mejorarán la infiltración y limitarán la erosión. Si el manejo del suelo es adecuado, entonces se podrá evitar la mineralización del suelo y con esto evitar que una parte de las 1515 toneladas de Carbono estimadas para este suelo pasen a la atmósfera.

El empleo del suelo resultado del despalme en las actividades de reforestación permitirá mantener las comunidades de microorganismos en el suelo. Para muchas especies de pino y encino, las micorrizas que se encuentran en éste, son fundamentales para llevar a cabo una mayor absorción de nutrimentos. Esto junto con la disponibilidad de nutrimentos que promueve la materia orgánica favorecerá el crecimiento y la supervivencia de los árboles, por ejemplo las micorrizas.



Construcción de terrazas de seto o cerco vivo, terrazas de formación sucesiva, terrazas individuales

Técnicas que combinan vegetales y elementos clásicos de construcción: Muros verdes, ecológicos y jardineras, etc.

Se trata de sistemas que emplean elementos constructivos típicos (piedra, roca, mallazo, geosintéticos, gaviones, hormigón, madera, etc.) y técnicas de revegetación. Utilizados en alturas de hasta 25 m.

- Muros verdes: combinan estructuras de contención, que sujetan la tierra formando una especie de muro, con elementos vegetales que proporcionan un aspecto externo verde. Se utilizan de forma creciente en contención de desmonte y terraplenes y como revestimiento de taludes rocosos y pueden ser utilizados como barrera antiruido.

Indicadores de seguimiento

La evaluación de los resultados se reflejará directamente en el manejo de los residuos de desmonte de la manera en que se ha indicado anteriormente y que deberá redundar en un mayor éxito de las acciones de reforestación y restauración propuestas.

Para conocer la eficiencia de esta práctica pueden ser evaluados por medio de la observación, probablemente por personal de Supervisión ambiental, especializado y

dedicado a vigilar y verificar que sean puestas en práctica las medidas de mitigación, prevención y control propuestas en la MIA-Regional. Tomando evidencia de las acciones ejecutadas para tal fin y por medio de una lista de puntos a vigilar, por la propia consultora ambiental.

1. El desmonte se realizó respetando la línea de ceros del Proyecto.
2. Las instalaciones provisionales han respetado la superficie permitida para su establecimiento y se han preferido sitios perturbados.
3. Se llevo previamente al desmonte, la conservación del horizonte orgánico, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento específico.
4. La capacitación y asignación personal para las labores de desmonte.
5. La facilitación de los instrumentos y herramientas adecuadas para el desmonte.
6. La vegetación arbórea de mayor envergadura se derribo conforme a lo establecido en el procedimiento y con las herramientas necesarias.
7. El otorgamiento de los árboles con valor comercial a los propietarios de los terrenos en compensación.
8. El troceo de la madera y leña que no haya sido requerida, para utilizarlos como diques, muros, etc., dentro de las labores de la obra y cuidando los cauces aledaños.
9. El troceo en fragmentos finos de aquello que no pueda ser utilizado como se señalo en el punto anterior, y sea depositado junto con el suelo orgánico.
10. Labores de composta de los residuos forestales finos y el suelo orgánico rescatado del despalme.

Sin embargo, durante el desarrollo del trazo carretero, podrá existir un mayor número de actividades a considerar para la mejora de las condiciones ambientales, por evidenciar y reportar e informar a las autoridades competentes.

INDICADORES DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUELOS

Indicador de seguimiento ambiental	Indicador de éxito (Umbral esperado)	Acciones que se deberán implementar en caso de incumplimiento
Registro del volumen de suelo orgánico que sea despalmado y acamellonado en cada sitio rescatado (horizonte A), en m ₃ .	Volumen de suelo orgánico rescatado y conservado > 90 %	De no ser así se deberá revisar las acciones del programa que no se están cumpliendo durante las actividades de desmonte y despalme del proyecto.
<p>Superficie de revegetación en taludes con especies nativas.</p> <p>Erosión del suelo en Porcentaje P.E. = $100 * Sc / St$ Sc= Superficie del proyecto afectada por procesos de erosivos. St= Superficie total del SAR, previo a las actividades de desmonte</p>	<p>Superficie que presenta cobertura total con especies nativas en las superficies del terraplén de la carretera.</p> <p>Porcentaje de cubierta herbácea y grado de consolidación >85% después de las actividades de reforestación en las zonas delimitadas para ello, superficie en taludes</p> <p>Obras especiales que se hayan determinado para evitar la erosión del suelo en zona de taludes.</p>	<p>En caso contrario verificar las causa de los aclareos de superficie en el talud.</p> <p>Revegetar las superficies de aclareo en el taludes.</p> <p>Verificar la protección del suelo a los agentes erosivos como el aire y el agua para evitar pérdidas</p> <p>Desarrollo adecuado de las obras especiales para la estabilización de taludes como bermas o hidrosiembra.</p>

Catálogo de Conceptos de Trabajo

CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DEL PROGRAMA						
Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO CON LETRA	CON NÚMERO	IMPORTE EN PESOS
1	COLECTA DE GERMOPLASMA	MES	6.00	TRENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO PESOS 9/100 M.N.	\$ 34,445.05	\$ 206,670.30
2	CONSTRUCCION DE VIVERO	VIVERO	4.00	CINCUENTA Y SIETE MIL CIENTO TRENTA Y TRES PESOS 56/100 M.N.	\$ 57,133.56	\$ 228,534.24
3	SUPERVISION Y MANTENIMIENTO DE VIVERO	MES	36.00	VEINTIDOS MIL CIENTO VEINTINUEVE PESOS 7/100 M.N.	\$ 22,129.07	\$ 796,646.52
4	SEGUIMIENTO A LA EJECUCION DEL PROGRAMA	MES	48.00	VEINTIDOS MIL CIENTO CUARENTA Y DOS PESOS 9/100 M.N.	\$ 22,142.09	\$ 1,062,820.32
5	INFORMES DE SEGUIMIENTOS Y EJECUCION DEL PROGRAMA	INF/SEM	10.00	TRENTA MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS 85/100 M.N.	\$ 30,944.85	\$ 309,448.50
Costo total del Programa						\$ 2,604,119.88

Requerimientos de personal, materiales y equipo.

Para la realización de las diferentes actividades establecidas en el presente Estudio Prospectivo Plan de Rescate de Fauna se requiere de una serie de recursos tanto humanos como materiales, los cuales se especifican a continuación:

Recursos humanos (por frente de trabajo):

Personal permanente
1 Biólogo/Especialista Técnico
1 Supervisores
3 Técnicos

Materiales y equipo (por frente de trabajo):

Los materiales que se utilizan para realizar esta obra son:

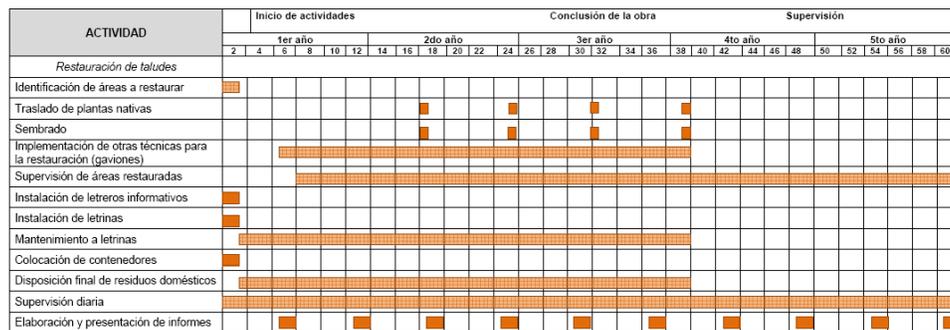
- Zapapico.
- Pala cuadrada.
- .. Pinzas de corte núm. 9 (de electricista).
- Ganchos de fierro.
- Barra de línea de 60 centímetros.

Memoria de cálculo de precios unitarios integrados para ejecutar las obras de conservación y restauración de suelos.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Materiales					
0.0012	Bolsa de polietileno	Kg	20.00000	\$ 30.43	\$ 608.60
0.0015	Fertilizante para plantas 20-20-20, mca. Miracle	Kg	5.00000	\$ 113.21	\$ 566.05
0.0020	Tierra negra para vivero	M3	1.00000	\$ 250.50	\$ 250.50
0.0003	Agua	M3	1.25000	\$ 10.00	\$ 12.50
0.0016	Frascos	Pza	10.00000	\$ 19.50	\$ 195.00
Suma de Materiales					\$ 1,632.65
Mano de Obra					
0.0023	Especialista agronomo	Jor	5.00000	\$ 556.01	\$ 2,780.05
0.0029	Obrero	Jor	25.00000	\$ 182.63	\$ 4,565.75
0.0024	Auxiliar tecnico	Jor	10.00000	\$ 291.53	\$ 2,915.30
Suma de Mano de Obra					\$ 10,261.10
Herramienta					
0.0032	Herramienta menor	(%)mo	0.10000	\$ 10,261.10	\$ 1,026.11
0.0031	Equipo de seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 10,261.10	\$ 513.06
Suma de Herramienta					\$ 1,539.17
Equipo					
0.0037	Camioneta tipo pik-up, marca: toyota linea: hylux	Hora	16.00000	\$ 191.33	\$ 3,061.28
0.0041	Bomba aspersora para fumigar	Hora	30.00000	\$ 8.27	\$ 248.10
0.004	Bomba autocebante	Hora	30.00000	\$ 12.63	\$ 378.90
0.0039	Camion pipa de 10000 litros marca internacional motor diesel 140 h.p. ford	Hora	10.00000	\$ 263.69	\$ 2,636.90
Suma de Equipo					\$ 6,325.18
Costo Directo					\$ 19,758.10
Indirectos				% 12.00	\$ 2,370.97
					\$ 22,129.07

PRECIO UNITARIO
VEINTIDOS MIL CIENTO VEINTINUEVE PESOS 7/100 M.N.

Programa de Actividades a Realizar (Diagrama de Gantt)



Responsable de las Acciones

El responsable directo para la verificación de la ejecución de las actividades para la ejecución del Programa de Conservación y Restauración de Suelos, será el Residente de Obra de la empresa constructora y será auxiliado por el personal especializado (Biólogo y/o Ingeniero Forestal) quien será la persona o personas responsables de coordinar y dar seguimiento a todas las acciones y actividades requeridas para el cumplimiento de las tareas señaladas en este documento, indicando el cargo, la dirección del centro de trabajo y las funciones que va a desempeñar el personal designado o contratado para la realización de las actividades programadas.

PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE

Con la finalidad de mitigar al máximo posible los impactos a la fauna, particularmente las especies de fauna silvestre que se distribuyen potencialmente en el SAR determinado que se encuentran o no bajo alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2001.**, se considera la implementación del Programa de Protección y Conservación de especies de Fauna Silvestre que contempla el Manejo y Rescate de individuos.

OBJETIVO

Identificar y preservar individuos de especies de fauna silvestre, presentes en el área de desarrollo del Proyecto; consideradas o no bajo algún estatus de protección, con base en los listados de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2001**, y/o aquellas que en el ámbito local o regional estén consideradas bajo condición restringida en cuanto a su distribución y abundancia, y/o por sus características de lento desplazamiento.

ALCANCES

Este programa de Protección y dispersión, aplica para las especies de fauna silvestre con las características anteriormente descritas, que pudieran verse afectadas o desplazadas por la ejecución de actividades de las obras a ejecutar, por el proyecto carretero dentro del SAR determinado.

Considerando las características ambientales que prevalecen en el SAR delimitado para el proyecto en cuestión es de esperarse que la fauna características de este tipo de ecosistemas se ha desplazado a áreas que presentan mejor estado de conservación de la vegetación de selva mediana, no obstante lo anterior, fue posible registrar la presencia de 34 especies de fauna, entre las que destaca la presencia de 5 especies de aves (*Ardea herodias*, *Buteo albicaudatus*, *Buteo albonotatus*, *Leptotila verreauxy* y *Vireo griseus*), por encontrarse bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001.

ESTUDIO PROSPECTIVO DE FAUNA

El estudio prospectivo de fauna silvestre contempla una visita de campo para determinar de manera preliminar las especies presentes en el área de proyecto. La integración de la información de dicho estudio se hará mediante técnicas directas (observación, captura y liberación de vertebrados terrestres), e indirectas (búsqueda de rastros: huellas, excretas, cadáveres o entrevistas informales con gente de la región), utilizando sitios de muestreo estratégicos dentro del área de proyecto.

Relación de especies de fauna silvestre registradas en el SAR como resultado del trabajo de campo se registró en el área de estudio.

Las especies de fauna silvestre identificadas en el SAR, basado en la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional; y que están bajo algún estatus en la norma oficial mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2001** se registran un total de especies, bajo el siguiente esquema (Tabla 1):

Tabla 1.-Relación de especies de Fauna silvestre bajo algún estatus de protección por la Norma Oficial Mexicana.

Grupo de vertebrados	NOM-059-SEMARNAT-2001		
	Pr	A	P
Anfibios			
Reptiles			
Aves			
Mamíferos			
Total			

SIMBOLOGIA: Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo. NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF, 2002): **A.-** Amenazado, **P.-** Peligro de extinción y, **Pr.-** Protección especial.

Con base en el listado de obras y previo a la ejecución de éste, la promotora o empresa constructora, realizará los recorridos de campo para identificar y localizar las especies sujetas a protección, dentro del área de ubicación de la obra, mas una franja de 10 m respecto al límite de la obra a manera de amortiguamiento.

Durante esta actividad, se anotarán las características del entorno del hábitat de los individuos localizados, tales como refugios, percha, madrigueras, número de

individuos, crías, huevos, ubicación georeferenciada del sitio, asociación vegetal, tipo de suelo, etc., el mayor número de elementos físico y ecológicos que nos permitan una mejor toma de decisiones para su reubicación si el caso fuera necesario, quedando todo bien documentado en su bitácora de campo.

Posteriormente se elaborará el plano definitivo donde se especifique la presencia probable de corredores biológicos y/o cruces preferenciales de fauna detectados sobre la ruta del trazo y el SAR del proyecto.

Esta información será corroborada mediante un estudio prospectivo, con el que se determinarán las especies que ocurren en la zona del proyecto y se ubicarán geográficamente en campo los sitios específicos que funcionan como corredores de fauna silvestre. Se anotarán todas las características ambientales pertinentes del sitio donde se hagan las observaciones.

Crterios para determinar y seleccionar las especies sujetas de rescate y reubicación

La metodología para confirmar la presencia de fauna silvestre puede ser de manera directa (observación, captura-liberación) o por medios indirectos (huellas, excretas, cadáveres, indicios auditivos etc.).

Registro de especies por métodos directos

Para caracterizar a la fauna presente en el área de estudio, se procederá a la captura (de manera directa o con ayuda de trampas) y registro de especies (con ayuda de cámaras digitales y/o trampa cámara).

Captura y registro de especies

Para los anfibios y reptiles se procederá a la captura manual directa y en el caso de especies peligrosas (serpientes) se realizará a través de pinzas o ganchos herpetológicos. En el caso de las aves y mamíferos voladores, se emplearán redes de niebla para su captura e identificación. Se usarán trampas Sherman para la captura de mamíferos pequeños no voladores, como marsupiales pequeños, ratones y ratas, mientras que para mamíferos de talla mediana y grande se emplearán trampas Tomahawk.

a) Anfibios

Para confirmar la presencia de este grupo de vertebrados se procederá a la búsqueda, observación, captura y liberación de anfibios, en el hábitat específico de estas especies (humedales), mediante muestreos nocturnos, de las 20:00 a 24:00 hrs.

b) Reptiles

El registro de las distintas especies de reptiles se realizará mediante transectos al azar en los diferentes tipos de vegetación presentes en la zona del proyecto. Se realizarán dos sesiones de muestreos diarias, de las 10:00 a las 12:00 hrs. y de las 16:00 a las 18:00 hrs. Además, se realizarán algunos muestreos durante la noche, con el fin de detectar a los reptiles de actividad nocturna. Con la técnica de transecto se camina lentamente a través del área elegida, revisando troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, charcas temporales y permanentes, que constituyen los microhábitat potenciales de los reptiles

La colecta de los ejemplares se realizará directamente con la mano o con ayuda del gancho y/o pinzas herpetológico. En otros casos se registrará la presencia de las especies por métodos indirectos, tales como entrevistas informales con gente de la región, cadáveres, huesos, mudas, etc.

c) Aves

Se realizará la búsqueda utilizando vocalizaciones de aves y observaciones directas para documentar la presencia de especies. Estos dos métodos son complementarios debido a que algunas especies se registran mejor con redes de niebla y otras por medio de vocalizaciones y observaciones visuales. Las observaciones y colecta de aves se efectuarán en los puntos de muestreo para cada tipo de vegetación o en su caso en puntos estratégicos.

Para los avistamientos de aves se utilizarán binoculares con aumento de 10 x 50; mientras que para la captura, se emplearán redes ornitológicas de 9 y 12 metros, tanto en la tarde como en la mañana. Las especies focales del muestreo serán (*Ardea herodias*, *Buteo albicaudatus*, *Buteo albonotatus*, *Leptotila verreauxy* y *Vireo griseus*), por encontrarse bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001.

d) Mamíferos

El registro de mamíferos dentro del área de proyecto, se realiza por medio de observaciones en las zonas aledañas al sitio de estudio. Los mamíferos serán caracterizados mediante tres metodologías propias a sus hábitos de vida. Los mamíferos medianos y grandes se identifican sin tener que capturarlos, pero las especies pequeñas, como murciélagos, roedores y otros, serán atrapadas para su identificación.

Registros por métodos indirectos

El registro de los mamíferos de talla mediana y grande se realiza a través de recorridos tanto diurnos como nocturnos a lo largo del área de estudio de manera que se incluyan las distintas especies presentes en las zonas de muestreo. Durante los recorridos se registran diversos tipos de evidencias de la presencia de mamíferos como: huellas, restos óseos, cadáveres, refugios, pieles y excretas. Se camina lentamente, haciendo paradas cada 50 m para observar con mayor atención el lugar. Las caminatas diurnas se realizan de 6:00 a 10:00 horas, mientras que las caminatas nocturnas se realizan de las 19:00 a las 23:00 horas.

Igualmente, se utilizarán estaciones olfativas, las cuales consisten en trampas de arena con carnadas y esencias atrayentes de carnívoros y omnívoros, para el registro de especies por medio de sus huellas. Asimismo se aprovecharán las zonas con sustratos óptimos para el registro de huellas, tales como las orillas de los cuerpos de agua, entre otros.

Adicionalmente, se realizaran entrevistas informales a cazadores y pobladores locales para obtener información sobre la presencia de mamíferos grandes, hábitos, consumo local, frecuencia de caza, tiempo invertido en la caza, etc. Posteriormente, se identificarán las especies con ayuda del manual “Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México”.

Criterios para determinar y seleccionar las especies sujetas a rescate, amedrentamiento y reubicación.

Para el caso de las especies de fauna consideradas para rescate y reubicación, se tomará como criterio primordial, las especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos que presenten alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Sin embargo, los mecanismos y acciones de protección y/o rescate considerados en este programa podrán ser aplicados a otras especies de los cuatro grupos zoológicos

(anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que aunque no se encuentren listadas en la normatividad, pudieran ser afectados por las actividades de la obra. El siguiente criterio a emplear será el tipo de desplazamiento y la movilidad que presenta cada especie en particular. De esta manera, toda especie que presente desplazamientos cortos y una baja movilidad será objeto de rescate y reubicación.

Técnicas propuestas para ahuyentar a la fauna silvestre de la ruta del trazo.

En el caso de observarse la presencia de fauna silvestre cerca del sitio, esta será ahuyentada hacia áreas de igual o mayor calidad ambiental fuera de la zona del proyecto. Esto se realizará mediante las técnicas de persecución y producción de ruido. Siempre se establecerán acciones de ahuyentado de fauna previo al inicio de la obra y durante el desmonte y despalme. Las especies venenosas y de alta movilidad (serpientes y mamíferos de talla mediana o grande), que se encuentren en la zona de proyecto dentro de alguna etapa de la obra, serán ahuyentadas o reubicadas usando las técnicas de rescate que se describen en el siguiente capítulo.

Registro de especies y número de individuos ahuyentados de la zona de proyecto.

Para contar con evidencia tangible de la ejecución y desempeño de las actividades de realizadas, el estudio prospectivo plan de rescate de fauna silvestre llevará una bitácora de registro de las especies ahuyentadas de la zona, en un formato que contenga como información mínima, la Localidad, Coordenadas geográficas, Etapa de la obra, Fecha y hora del suceso, Nombre científico y común de la especie, Características del hábitat y Registro fotográfico de la actividad.

TÉCNICAS PROPUESTAS PARA CAPTURA, MANEJO Y TRANSLADO DE ESPECIES SUJETAS DE RESCATE, CON Y SIN ESTATUS DE PROTECCIÓN EN LA NOM-059-SEMARNAT-2001.

Los aspectos que se considerarán para realizar el rescate de especies faunísticas dependerán de los resultados obtenidos durante el estudio prospectivo. Se tendrán mayores cuidados con los individuos rescatados pertenecientes a especies que encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Con la finalidad reducir el estrés de captura y la mortandad de animales se procederá a su reubicación lo más pronto posible, después de realizado el rescate. A continuación se describen las técnicas a utilizar para los diferentes tipos de vertebrados.

Anfibios y Reptiles

Para este grupo se procederá a su rescate considerando lo siguiente:

- a) La captura se realizará manualmente cuando sean pocos ejemplares de tamaño pequeño; en caso de que se encuentren muchos individuos será por medio de una red de cuchara con la finalidad de manipularlos con mayor facilidad y cuidado.
- b) Para la extracción y manipulación de ejemplares de tamaño grande se utilizará la manipulación directa con pinzas y ganchos herpetológicos.
- c) Una vez capturado el individuo se realizará la determinación taxonómica con ayuda de guías y claves de campo (Lee, 2000; Behler et al., 2000 y Flores-Villela, et al. 1995).
- d) Se colocará a los individuos capturados en bolsas de manta, para posteriormente ser liberados en algún sitio que no ponga en riesgo su supervivencia.
- e) Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

Aves

Se estima que las aves que habitan en la zona dentro del proyecto serán las menos afectadas, ya que tienden a huir ante la presencia de ruidos y actividad humana. La captura de aves sólo se considerará si existe la presencia de nidos activos. Dicha actividad se realiza con ayuda de redes de niebla y manipulación directa, como se describe a continuación:

- a) Se colocarán redes de niebla en los sitios con mayores probabilidades de capturar a las aves, tales como bordes de vegetación y de cuerpos de agua.
- b) Una vez capturado el individuo se realizará la determinación taxonómica con ayuda de guías y claves de campo (Howell y Web, 1995 y Sibley 2000).
- c) Se colocará a los individuos capturados en bolsas de manta, para posteriormente ser liberados en algún sitio que no ponga en riesgo su supervivencia.

- d) Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

Mamíferos pequeños y medianos

Los procedimientos para rescatar y reubicar especies de mamíferos de talla pequeña y mediana se describen a continuación:

Se realizará la captura de los mamíferos presentes en el área del proyecto, antes del inicio de las actividades para el emplazamiento del mismo. Para dichas

- a) capturas se emplearán técnicas y métodos de captura que eviten lastimar y estresar a los individuos que potencialmente se encuentren en el sitio.
- b) Se colocarán trampas en sitios estratégicos cerca de las madrigueras y veredas de paso de animales que se identifiquen a lo largo del trazo carretero.
- c) Una vez extraídos o ahuyentados los animales de sus madrigueras, éstas serán cerradas, para evitar que los individuos que habitan en ellas regresen o sean utilizadas por otros, con el fin de evitar que puedan ser lastimados durante las distintas etapas del proyecto.
- d) Las especies de mamíferos rescatados se determinarán con ayuda de guías taxonómicas y de campo (Hall, 1981; Aranda *et al.*, 1987; Medellín *et al.*, 1997; Whitaker, 2000; Reid, 1997).
- e) Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

Nidos y Madrigueras

- a) Se inspeccionarán sitios potenciales de madrigueras para verificar que no se encuentren individuos en su interior. En caso contrario se procederá al rescate y el cierre de la madriguera para evitar que los ejemplares regresen y puedan ser afectados por las obras.
- b) Al encontrarse individuos o madrigueras durante la limpieza del terreno o durante el desmonte y despalme, se procederá al rescate de los organismos, teniendo cuidado durante la manipulación de las diferentes especies,

empleando guantes de cuero para evitar lastimarlo o que pueda morder, especialmente con mamíferos pequeños (Romero-Almaraz *et al.*, 2000).

- c) De encontrarse nidos, éstos se rescatarán y se ubicarán en lugares estratégicos con hábitats similares. En caso de que se encuentren ocupados con huevos y/o polluelos, se capturaran para reubicarlos en un sitio aledaño fuera del área de obras.
- d) Los nidos que se encuentren en estratos altos, medios y al ras de suelo dentro del predio del Proyecto y que deban ser reubicados, se buscará en la medida de lo posible que sean colocados en la misma posición y altura en la que se encontraban.
- e) Cuando los nidos contengan polluelos, cuando sea posible, se capturará a los progenitores junto con el nido, con la finalidad de que al remover el nido y colocarlo en otro sitio no sea abandonado por los padres.
- f) En el caso de polluelos con plumas que estén próximos a volar, se colocarán en jaulas y se les proporcionaran los cuidados necesarios para que sobrevivan, liberándolos a la brevedad cuando sean independientes.
- g) En todos los casos se registrarán los datos en una libreta de campo, se tomarán fotografías de evidencia y se efectuará su determinación taxonómica con ayuda de guías de campo y (Peterson y Chalif, 1998; Howell y Web, 1995).

MEDIDAS PREVENTIVAS

El programa de actividades para el rescate se complementará conforme a lo establecido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental al emitirse en el resolutivo. Enseguida se listan y describen las actividades principales para la ejecución del programa.

- a. Establecer reglamentos internos para evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal de todas las empresas constructoras en este proyecto. Teniendo como base la protección de las especies de fauna, es decir, que no se deberá, perseguir, capturar, cazar, coleccionar, comercializar, traficar y perjudicar especies de fauna silvestre, que habitan en la zona de estudio, acciones normadas por la Ley General de Vida Silvestre.

- b. Evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal a su cargo sobre las poblaciones de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas y especialmente sobre aquellas que se encuentran en categoría especial de conservación, según lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, y otras disposiciones aplicables en la materia.
- c. Todas estas especificaciones generales también aplican en las actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.
- d. Ley General de Vida Silvestre (D.O.F. 26-01-2006).- Capítulo II Política Nacional en Materia de Vida Silvestre y su Hábitat en su Artículo 5, versa “...Teniendo como objetivo la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, en su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable...”

SITIOS PROPUESTOS PARA LA LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN DE ESPECIES CAPTURADAS

Medidas para garantizar la sobrevivencia de ejemplares capturados para su reubicación

Los puntos donde se realizará la liberación y reubicación de los organismos deberán cumplir con las condiciones mínimas necesarias que aseguren su supervivencia y se determinarán directamente en campo, después de hacer un reconocimiento minucioso de los sitios propuestos. Estos serán caracterizados en función del tipo de hábitat que ofrecen para poder asignar cada uno de los organismos rescatados al hábitat correspondiente, asimismo deberán contener las condiciones ambientales similares a las del lugar o sitio de rescate. Los puntos de reubicación identificados y clasificados por tipo de hábitat serán señalados y georreferenciados en una carta topográfica para facilitar el seguimiento al éxito del rescate y serán consideradas como zonas de protección.

MEDIDAS EMERGENTES PARA CORREGIR SOBREVIVENCIA MENOR AL 80% DE INDIVIDUOS CAPTURADOS PARA SU LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN EN EL SAR DE PROYECTO

Manejo y rehabilitación de organismos dañados durante la captura y rescate

Manejo y rehabilitación de organismos dañados durante el traslado para su liberación y reubicación en el SAR de proyecto

INDICADORES DE DESEMPEÑO Y ÉXITO DE LAS ACCIONES

Justificación y definición de indicadores de seguimiento, parámetros de evaluación de los mismos y umbrales de alarma determinados para evaluar el éxito y la eficacia de las acciones de rescate

Para el seguimiento para la protección de la fauna, también se basará en la formulación de dos indicadores de éxito de los rescates (realización y seguimiento):

El indicador de realización cuantifica el número de rescates de fauna completados con respecto a los grupos faunísticos y a las distintas etapas de la obra. El indicador de seguimiento evalúa la eficiencia de las técnicas utilizadas para el rescate, en cuanto a la supervivencia de los individuos a las acciones de manejo y manipulación de los animales.

Entre las distintas medidas de la efectividad se encuentran:

- Número de ejemplares rescatados (por especie).
- Proporción de ejemplares capturados en relación al total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie.
- Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total del proyecto.
- Número de capturas en días sucesivos; para el caso de rescate en días consecutivos, en los que se determina el número acumulado de capturas, de tal forma que se pueda estimar el nivel de saturación de capturas, a partir del cual se puede determinar que ya se han rescatado o ahuyentado la mayor parte de los individuos.

- Proporción de capturas en los diferentes períodos de muestreo; para rescates que constan de más de un período de captura.
- Número de especies y de ejemplares endémicos, amenazados y restringidos rescatados, conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
- Condiciones de la estructura poblacional de las especies rescatadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.
- Número de ejemplares muertos como consecuencia de la captura y/o estrés en las condiciones de cautiverio temporal.

Para evaluar el cumplimiento de los objetivos del Plan de Rescate se usará el siguiente indicador de supervivencia:

Índice de supervivencia = MI/Mr

De manera más formal este índice se define como:

$$\phi_t = \frac{\text{Tamaño de la población liberada}}{\text{Tamaño de la población rescatada}}$$

Donde: ϕ_t = Probabilidad de supervivencia para el muestreo t_f a el muestreo t_i

Es decir:

$$\phi_t = \frac{\hat{M}l}{\hat{M}r}$$

Ml = Tamaño de la población liberada

Mr = Tamaño de la población rescatada

Nota: Ml puede ser igual, pero nunca mayor a Mr

Esta fórmula puede representarse en porcentajes de la siguiente
forma:

Donde: $\phi_t =$ Probabilidad de $\phi_t = (100) \frac{\hat{M}l}{\hat{M}r}$ supervivencia para el muestreo t_i a el muestreo t_f

Para determinar el porcentaje de efectividad de supervivencia de las diferentes especies de vertebrados en los que se aplicará, se presenta la siguiente escala:

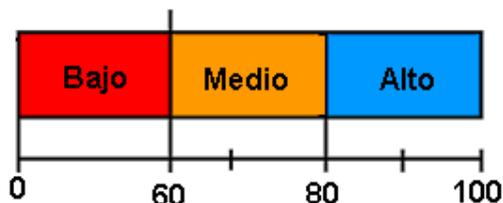


Figura. Escala porcentual del índice de supervivencia

Esto nos indica la efectividad sobre la ejecución del Plan de Rescate de Fauna Silvestre.

Recursos de instrumentación del programa

Para la realización de las diferentes actividades establecidas en el presente Estudio Prospectivo Plan de Rescate de Fauna se requiere de una serie de recursos tanto humanos como materiales, los cuales se especifican a continuación:

Recursos humanos (por frente de trabajo):

Personal permanente
1 Biólogo
1 Supervisores
3 Técnicos

Materiales y equipo (por frente de trabajo):

Para la ejecución del programa se empleara el siguiente material y equipo

Material	Equipo
1 juego de cartas topográficas Esc. 1: 50, 000	2 unidades GPS
5 pares de guantes de carnaza	2 cámaras digitales
20 bolsas de manta	4 Trampas Tomahawk

5 Lámparas	40 Trampas Sherman
2 pinzas herpetológicas	3 redes de Niebla
2 ganchos herpetológico	1 camioneta
5 pares de protectores contra mordeduras de víbora	2 binoculares
4 porta-reptiles de acrílico	2 radios de comunicación
2 agarra perros expandibles	
Guías de campo de fauna	

Programa de Actividades a Realizar (Diagrama de Gantt)

Calendarización de actividades

La instrumentación de las tareas del Plan de Rescate de Fauna Silvestre para el Proyecto "Libramiento Tamazunchale y ramal El pinal", se realizará durante las actividades de desmonte y despalme, de excavación de cortes y obras de drenaje, puentes y túnel en los diferentes frentes de trabajo, conforme al calendario que a continuación se presenta. Cabe señalar que: (a) que el programa iniciará de manera paralela a las actividades de preparación del sitio y (b) que las tareas de rescate y reubicación de fauna silvestre se establecerán directamente en el sitio del proyecto de interés.

Tabla. Cronograma del Programa de Protección y conservación de Especies de Fauna silvestre

Conceptos	Mes												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Selección de sitios de muestreo en gabinete													
Estudio Prospectivo de Fauna													
Registro de datos y archivos fotográficos													
Registro de especies en área de estudio													
Identificación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001													
Identificación de las áreas de reubicación de especies													
Planeación de las estrategias de rescate													
Ejecución del plan de rescate de fauna silvestre													
Monitoreo de indicadores de supervivencia													
Entrega de resultados del Plan de Rescate de Fauna													
La aplicación de las estrategias de rescate, liberación y reubicación de fauna silvestre están propuestas para su realización un mes antes del inicio de obra y durante la ejecución de las distintas etapas del proyecto.													

Programa de protección de la fauna				
Aspectos generales				
Programa	Actividades	Particulares	Normativos	Técnicos
Programa de Trabajo para el rescate y reubicación	1.- Estudios de Campo (particular).	Área de desmonte y despalme del proyecto y área de influencia.	Aplicar la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.	Calendarización de actividades Métodos de recolección de ejemplares en campo. Identificación taxonómica. Identificación de formas de vida. Capacitación de personal. Técnicas de rescate (captura, inmovilización, traslado de individuos juveniles y adultos). Programa de reubicación de las especies (áreas no susceptibles de cambio de uso del suelo).
	2.- Inventario Faunístico.	De los sitios muestreados, ubicarlos en la carta de vegetación del área de estudio. Lista de especies que requieren rescate.		
	3.- Técnicas de Rescate.	Utilizar la literatura especializada, referida al reconocimiento de las características de estructura, composición y función de los sistemas ambientales terrestres, y de la fauna en particular.		
	5.- Áreas de Reubicación de Especies.	Llevar a cabo convenios de colaboración con los gobiernos a nivel federal.		

SITIOS PROPUESTOS PARA LA LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN DE ESPECIES CAPTURADAS

La selección del sitio de reubicación es otra de las actividades de vital importancia para asegurar la supervivencia de los individuos trasladados, por lo que siempre se deben seleccionar sitios que presenten características similares al lugar de donde fueron extraídas, libres de alguna otra alteración del medio físico. Dentro de un radio de 1000 m, como máximo para la mayoría de las especies que requieran su reubicación; además será de suma importancia contemplar que las futuras actividades del proyecto no afecten a su reubicación.

Responsable de las Acciones

El responsable directo para la verificación de la ejecución de las actividades para la ejecución del Programa de Conservación y Restauración de Suelos, será el Residente de Obra de la empresa constructora y será auxiliado por el personal especializado (Biólogo y/o Ingeniero Forestal) quien será la persona o personas responsables de coordinar y dar seguimiento a todas las acciones y actividades requeridas para el cumplimiento de las tareas señaladas en este documento, indicando el cargo, la dirección del centro de trabajo y las funciones que va a desempeñar el personal designado o contratado para la realización de las actividades programadas.

Anexo 1 - Se elaborará una ficha técnica de las especies de fauna silvestre a rescatar incluidas o no en la **NOM-059-SEMARNAT-2001**.

Ejemplo de la ficha técnica



Nombre común: Rana leopardo, Río Grande Leopard Frog

Nombre técnico: *Rana berlandieri*

Descripción: Rana de tamaño mediano (5.7-11.4 cm) con variabilidad en colores desde verde olivo, marrón grisáceo hasta el color aceituna, manchas pequeñas difusas de un color más oscuro que el resto de la piel, una línea clara por el costado que desaparece o se decolora a la altura del ojo, ventralmente es color amarillenta.

Hábitos: Acuática, típicamente una rana de charco., encontrado raramente lejos del agua, pero puede tolerar condiciones bastante secas. Puede ser activa en el día y más probables en la noche, y casi todo el año. Alimentaciones una variedad de presa terrestre (insectos) y acuática (peces), incluyendo otras ranas.

Estatus de conservación: Protección especial

Técnica para su manejo: Captura directa o con trampas tipo embudo dentro del agua, en márgenes de cuerpos de agua.

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA SILVESTRE

La construcción y operación del proyecto implica necesariamente la afectación parcial de áreas caracterizadas por presentar cobertura vegetal. Con la finalidad de atenuar los impactos por la pérdida de vegetación y asegurar tanto el mantenimiento de las áreas de conservación, como el menor impacto posible por el mantenimiento de las áreas verdes, se han integrado estos aspectos por medio de la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre.

OBJETIVO

Identificar y preservar individuos de especies presentes en el SAR del proyecto, consideradas o no en cualquier estatus de protección, con base en los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, y/o aquellas que en el ámbito local o regional estén consideradas bajo condición restringida en cuanto a su distribución abundancia o por sus características de difícil regeneración, contribuyendo así a la conservación, desarrollo y evolución de las especies, promoviendo la sustentabilidad de los recursos naturales, la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

El rescate de plantas a lo largo del trazo carretero se realizará previo a las actividades de de desmonte y despalme que conllevará el proyecto. Así mismo se pretende dar cumplimiento a lo establecido por la MIA-R y lo establecido en la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto

ALCANCES

Este programa de rescate, aplica para las especies de flora silvestre con las características anteriormente descritas, que pudieran verse afectadas por las actividades de desmonte y despalme del proyecto carretero dentro del SAR determinado.

LOCALIZACIÓN GEOREFERENCIADA, DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LAS ÁREAS AFECTADAS ENTRE LÍNEAS DE CEROS Y/O LAS ÁREAS DE OCUPACIÓN Y AFECTACIÓN.

Considerando las características ambientales que prevalecen en el SAR determinado para el proyecto se propone de primera instancia que las superficies donde se llevaran a cabo las actividades de conservación de suelos sean las siguientes:

- Superficies entre línea de ceros que será afectada por las actividades de desmonte y despalme del proyecto.
- Áreas de bancos de materiales, de obras asociadas, bancos de materiales y sitios de tiro en caso de requerirse.
- Áreas de vegetación del SAR con altos índices de perturbación, con especial énfasis en la zona A.
- Así mismo deberá considerarse lo que determine la autoridad ambiental, para llevarse a cabo dichas medidas de mitigación y compensación.

CRITERIOS DE SELECCIÓN Y UBICACIÓN ACTUAL DE LAS ESPECIES SUJETAS DE RESCATE.

El rescate de plantas a lo largo de cualquier trazo carretero se ha implementado como una medida de mitigación con la finalidad de contribuir a la conservación de especies de flora y compensar la pérdida de ejemplares adultos que conforman los diferentes tipos de vegetación encontrados en el SAR. Los individuos de especies de flora rescatados serán utilizados en las actividades de reforestación.

Los criterios de selección de las especies de flora a rescatar serán:

- Especies contempladas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (*Eritrina coralloides* y *Ceratozamia mexicana*).
- Especies de lento crecimiento o que sean difíciles de propagar, de ornato o con importancia comercial por los pobladores de la región (referidas en el Capítulo IV de la MIA-R del proyecto), así mismo deberán ser identificadas en campo previo a las actividades de desmonte y despalme del proyecto.
- Para especies arbóreas, el rescate considerará individuos juveniles de 10 a 150 cm.
- Especies endémicas y de distribución restringida.

El número de ejemplares de las especies florísticas se obtendrá previo a las actividades de desmonte y despalme del proyecto, en la Tabla 1 se indica las especies susceptibles a rescate.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”

Especies que se localizan potencialmente en la zona del SAR susceptibles a ser rescatadas.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2001
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	Cuajilote	.....
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	.....
Bombacáceo	<i>Bombax ellipticum</i>	Árbol de la brocha de afeitarse	.....
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Bromelia	.....
Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Xeen	.....
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	.....
Cactaceae	<i>Selenicereus spinulosus</i>	Pitahaya de árbol	.....
Cactaceae	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Pitahaya	.....
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i>	Muerdago Cactus	.....
Cactaceae	<i>Nopalea nuda</i>	Nopal	.....
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo o cuerno de toro	.....
Fabaceae	<i>Acacia emarginata</i>	Palo amarillo	.....
Fabaceae	<i>Acacia potosina</i>	Acacia	.....
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de venado	.....
Fabaceae	<i>Calliandra portorricensis</i>	Copo de nieve	.....
Fabaceae	<i>Eritrina coralloides</i>	Colorin	A* no endémica
Fabaceae	<i>Glicidía sepium</i>	Cacahuiananche o cocouite	.....
Fagaceae	<i>Quercus spp.</i>	Encino	.....
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste o Parota	.....
Mimosaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	.....
Palmae	<i>Chamaedorea pringlei</i>	Palma Camedor	.....
Rubiaceae	<i>Hamelia erecta</i>	Café cimarrón	.....
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	.....
Zamiaceae	<i>Ceratozamia mexicana</i>	Chamal	A*, endémica

Con la finalidad de que el personal reconozca las especies por rescatar, se elaborarán fichas técnicas que ayuden a reconocerlas, así como la forma de extracción y los cuidados que se deben tener en su manejo. La información que se compile incluirá una descripción botánica de las estructuras vegetativas más evidentes como hojas, corteza, forma del árbol, altura; y sexuales como flores, frutos y semillas así como los nombres comunes.

Localización de especies susceptibles de rescate y reubicación detectadas entre líneas de ceros y/o las áreas de ocupación y afectación temporal.

Antes del inicio de las obras, se deberán realizar recorridos de campo para identificar y localizar las especies sujetas a protección dentro del área de ubicación de la obra, mas

una franja de 10 m respecto a los límites de la obra, así como el área de influencia incluyendo caminos de acceso.

Durante esta actividad, se anotarán las características fenológicas de los individuos localizados, como especie, número de organismos, asociación vegetal, ubicación del sitio, tipo de suelo, así como la fecha y el colector.

Los datos obtenidos de esta prospección de campo, deberá identificarse en mapas, planos, ortofotos o imágenes de satélite recientes, la localización y distribución espacial de las especies de valor ambiental que deberán ser rescatadas y trasplantados de manera inmediata y/o que deberán ser rehabilitadas y almacenadas temporalmente, para su posterior reubicación a lo largo de la ruta del trazo o en áreas deterioradas presentes en el SAR de proyecto.

METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS EMPLEADAS PARA EL RESCATE DE ESPECIES

Justificación y metodologías o técnicas utilizadas para la extracción y rescate de especies listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2001, especies de interés comercial y especies de cactáceas.

Al respecto debe indicarse que la metodología propuesta es utilizada de manera general para el rescate de especies de flora considerando mas los aspectos fenológicos de las especies, forma biológica (árbol, arbusto, etc.), características reproductivas, etc., con especial interés en las especies de lento crecimiento (cactáceas).

A continuación se presenta el procedimiento para llevar a cabo el rescate de plantas que se localizaban a lo largo del trazo del Libramiento.

- 1) Establecimiento del vivero (ver anexo I).
- 2) Llenado y acomodo de bolsas en el vivero.
- 3) Localización y reconocimiento de las plántulas en el campo, para lo cual se recurrió previamente a la descripción proporcionada para cada especie.
- 4) Extracción de las plántulas.
- 5) En el suelo se delimita un espacio con una pala recta de punta. La pala se hiende alrededor de la plántula que se desea transplantar marcando el límite de lo que será el cepellón.

- 6) La profundidad a la que se hiende la pala y el tamaño del cepellón varían dependiendo del tamaño de las plántulas, se han establecido 2 categorías de tamaño según el siguiente cuadro:

TAMAÑO DE LAS PLÁNTULAS	TAMAÑO DEL CEPELLÓN		
	Ancho	Largo	Alto
Plántulas de 10 a 35 cm de altura	10 m	10 cm	20 cm
Plántulas de 35 a 150 cm de altura	15 cm	15 cm	25 cm

- 7) Se hace palanca hacia arriba con la pala para extraer el cepellón, teniendo cuidado para evitar que se deshaga el cepellón. Este paso es de suma importancia puesto que las raíces de las plántulas se deshidratan rápidamente cuando son expuestas directamente al aire o insolación. La exposición de las raíces al aire puede ocasionar una recuperación lenta de la plántula o incluso su muerte. Por ello mismo antes de llevar a cabo el rescate se tendrán listas las bolsas para el trasplante.
- 8) Traslado de plantas al vivero. Una vez que se han acumulado varios cepellones con plantas se colocarán en costales. Los cuales se acomodarán en un vehículo de tal forma que las plantas tengan el menor movimiento y maltrato posible.
- 9) Manejo de plántulas al llegar al vivero. Las plántulas provenientes del campo se colocarán en un área de descarga, posteriormente se clasificarán por especie y se distribuirán en las diferentes platabandas. La función de las platabandas es proteger a las plántulas de los excesos de insolación y viento. Las plántulas extraídas del campo están estresadas y son susceptibles de ser afectadas por estos factores. Es necesario instalar una malla de plástico con una cobertura del 70%.
- 10) Sustrato a emplear en el llenado de bolsas. El suelo orgánico proveniente del despalme puede emplearse como sustrato para las plantas rescatadas. Los horizontes superficiales de suelos poseen propiedades favorables para el crecimiento de las plántulas.
- ❖ Presentan una buena capacidad de retención de humedad.
 - ❖ No presentan niveles de salinidad altos.
 - ❖ Contienen una cantidad importante de materia orgánica por lo que el nitrógeno y el fósforo están disponibles para las plántulas.
 - ❖ Alta capacidad para intercambiar cationes.

- ❖ Una ventaja de emplear el mismo suelo de la región es que posee micorrizas y bacterias nativas y no es necesario inocular microorganismos exóticos (de otras regiones).
 - ❖ Se preparará una mezcla de 60% suelo orgánico y 40% de hojarasca, con lo cual se trata de impedir la compactación del suelo y favorecer el desarrollo de las raíces, además es lo suficientemente poroso para permitir un drenado adecuado del agua.
- 11) Se emplearán bolsas de polietileno con fuelle para mantener las plantas de las distintas especies arbóreas en el vivero. La elección de bolsas de polietileno se debe a las ventajas que se obtienen al emplear este tipo de envases. Impiden el contacto directo con el suelo del vivero, haciendo que el combate a plagas sea más sencillo; la raíz se mantiene intacta disminuyendo el estrés al momento de llevar a cabo el trasplante en campo y facilitan el riego y la aplicación de fertilizantes promoviendo el crecimiento homogéneo de la producción. El tamaño de las bolsas se ha establecido con base en el tamaño de los cepellones de las plántulas rescatadas, se determinaron dos categorías:

TAMAÑO DE LAS PLÁNTULAS	TAMAÑO DE LA BOLSA	
	Ancho	Alto
Plántulas de 10 a 35 cm de altura	15 cm	27 cm
Plántulas de 35 a 150 cm de altura	17 cm	30 cm

- 12) El tamaño de las bolsas es lo suficientemente grande para evitar malformaciones en las raíces y permitirán mantener las plántulas en el vivero hasta el momento de ser transplantadas al campo. Las bolsas deberán poseer perforaciones en la base y paredes.
- 13) Trasplante de los cepellones en las bolsas. Antes de introducir el cepellón a las bolsas se les colocará una capa de 4 cm de sustrato en la base para asegurar un relleno completo del envase. Las plántulas se colocarán dentro de la bolsa, tratando de mantener la forma del cepellón. Conforme las bolsas se van llenando se golpean ligeramente en su base contra el piso y se aprieta la tierra con las manos para obtener una compactación adecuada. La compactación excesiva de la tierra impide el crecimiento adecuado de las raíces por lo que deberá evitarse. Se dejará un espacio de 3 a 4 cm en la parte superior de la bolsa, para permitir la acumulación momentánea de agua cuando las plántulas se rieguen en el vivero.

- 14) Defoliación de las plantas en las platabandas. En el vivero los tallos de las plantas leñosas serán defoliadas para disminuir la transpiración en las plántulas. La poda se llevará a cabo con tijeras evitando el maltrato sobre todo en los ápices del tallo.
- 15) Se aplicará una dosis ligera de enraizador (radix 10,000) para promover la formación de las raíces puesto que algunas de estas son afectadas en el transplante. La generación de raíces finas repercute directamente en el crecimiento de las plántulas, éstas son las que absorben los nutrimentos esenciales para el crecimiento de las plántulas.
- 16) Poda de rebrotes. Las plántulas leñosas extraídas del campo algunas veces poseen dos o más tallos, por ello serán podados con el fin de que el crecimiento de la planta se concentre en un solo eje y se obtengan mejores tasas de crecimiento. La poda de rebrotes se llevará a cabo una vez que las plántulas estén bien establecidas en el vivero y se hayan recuperado del estrés ocasionado por el transplante.

MEDIDAS PARA GARANTIZAR LA SOBREVIVENCIA DE LOS EJEMPLARES RESCATADOS

INSTALACIÓN DE UN VIVERO RÚSTICO PROVISIONAL

INTRODUCCIÓN

Independientemente del origen de una planta, ya sea a partir de una semilla, de un segmento o por cultivo de tejidos, los primeros días de vida son los más críticos para su sobrevivencia. Con el propósito de lograr que un mayor número de plantas sobreviva a esta etapa se utilizan instalaciones especiales en las que se manejan las condiciones ambientales y se proporcionan las condiciones de crecimiento más favorables para que las nuevas plantas continúen su desarrollo y adquieran la fortaleza necesaria para transplantarlas al lugar en el cual pasarán el resto de su vida. Por esto, el diseño de un vivero es un aspecto fundamental para llegar a obtener plantas listas para su siembra.

El vivero es el conjunto de instalaciones que tiene como función la producción de plantas. La producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies que puedan emplearse en los programas de restauración de las áreas afectadas por el proyecto.

1. OBJETIVO

Establecer un vivero temporal cercano al área del proyecto para depositar en él, las plantas susceptibles a ser rescatadas, así como llevar a cabo la propagación de plantas nativas por medio de semillas o alguna parte vegetativa, con la finalidad de dar

cumplimiento a las medidas de mitigación indicadas en la MIA-R y las condicionadas por la autoridad.

2. CRITERIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO

Al establecerse un vivero deben considerarse los siguientes criterios que se indican en el cuadro siguiente:

Criterios a considerar para el establecimiento de un vivero

<i>Criterios</i>	<i>Características</i>
Selección de sitio	Ubicación, forma del terreno (idealmente regular), topografía adecuada.
Pendiente y textura del terreno	Para pendientes de 0-1% textura arenosa, de 2-3% textura fina
Drenaje del terreno	Adecuado
Agua	Abastecimiento adecuado y de buena calidad
Clima	Adecuado para las especies a propagar. También afecta las épocas de riego de las plántulas
Actividades previstas a su construcción	Limpieza del terreno, particularmente si ha habido un uso previo
Mano de obra	Disponible y con una preparación mínima sobre el manejo del vivero y de las especies a propagar

Una vez que se elige el terreno donde se construirá el vivero se inicia una serie de actividades relacionadas con la instalación y construcción de la infraestructura necesaria para su funcionamiento. La limpieza del terreno es una actividad muy importante ya que facilita las labores en el vivero, evita la competencia de la vegetación original del terreno con las plantas que se producen, y facilita el control de insectos existentes en el sitio elegido, ya que permitirá elegir las técnicas de manejo y fumigación necesarias que aseguren la producción exitosa de plántulas con alta calidad, sobre todo en cultivos a pie desnudo.

Básicamente el vivero debe contar con las siguientes instalaciones:

- ✓ Semilleros.
- ✓ Área de envasado.
- ✓ Platabandas (estructuras que sombrean a las plantas).

- ✓ lotes de crecimiento.
- ✓ bodega y equipo e infraestructura de riego.

3. MÉTODOS

Previo a la instalación del vivero

Una vez elegido el sitio del terreno donde pretende instalarse el vivero deberán llevarse a cabo las siguientes actividades:

a. Acondicionamiento y limpieza del terreno.

Es necesaria la remoción total de piedras y cubierta vegetal (herbácea y arbustiva), los árboles pueden quedar de pie para dar sombra. El desmonte puede hacerse manualmente o con la ayuda de yuntas o tractores. La limpieza del terreno es una muy importante ya que facilita las labores en el vivero, evita la competencia de la vegetación original del terreno con las plantas que se producen y facilita el control de insectos (hormigas, grillos, etcétera).

b. b) Plagas y enfermedades.

Antes de iniciar la producción de plántulas en el vivero, es necesario identificar las malezas, nemátodos, hongos, parásitos e insectos presentes en el área, con el propósito de elegir el método de control más eficaz, principalmente cuando se pretende establecer el vivero en terrenos que con anterioridad se dedicaron a la agricultura. Esto es debido a que siempre se encuentran asociados a los cultivos agrícolas semillas de malezas, nemátodos, hongos e insectos que puedan atacar a las plántulas enfermándolas y/o provocando su muerte, lo cual finamente incrementa los costos de producción y disminuye su calidad. Por ello, el conocimiento del uso previo al que se sometió el suelo y su condición actual, son dos factores importantes de considerar al establecer el vivero, estos indicarán las necesidades de preparación del terreno para la siembra, sobre todo si la producción se obtendrá a través de camas de crecimiento. Este criterio no debe ser desechado cuando se prepare el medio de germinación y crecimiento para el caso de siembra en semilleros y envases de crecimiento.

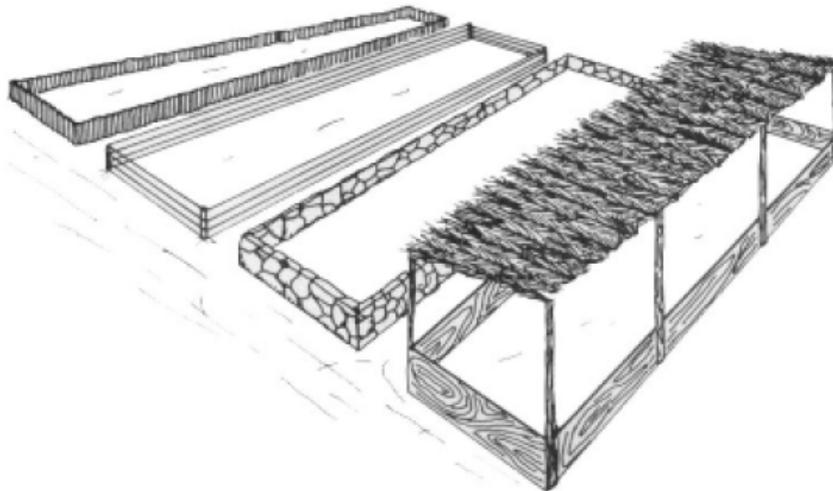
c. c) Cercado de terreno.

El objetivo de cercar la zona que compete al vivero es fundamental el proteger a las plantas tanto de animales que pueden dañarlas, como de las corrientes fuertes de aire (no necesariamente cualquier tipo de cerca cubre esto último). El tipo de cerca que puede ser utilizada está en función del presupuesto y el material disponible en la zona de asentamiento. Con base en esto se sugiere los siguientes tipos de cerca como:

- ✓ Enramadas (utilizando plantas espinosas).
- ✓ Cerca viva de especies con crecimiento arbustivo.
- ✓ Cortinas rompevientos, sembrando dos hileras de árboles plantados
- ✓ Alambradas.

d. Construcción de platabandas.

La función de las platabandas es la de dar el sostén a los envases que contienen las plántulas, protección del exceso de agua de lluvias e insolación; pues en las primeras etapas de crecimiento las plantas son muy susceptibles de sufrir daños por estos agentes. Asimismo, para proteger a las plantas de los vientos es recomendable que tanto las platabandas como los semilleros se ubiquen en el sentido de los mismos. Para su construcción se requiere de horcones o postes, largueros, travesaños, estacas, alambre recocado, guarniciones de cemento, ladrillos y algún tipo de material que pueda formar un techo que asegure una sombra homogénea, por ejemplo carrizo, hojas de plátano, ramas de árboles etcétera.



e. Abastecimiento de agua y calidad de agua de riego

Uno de los aspectos fundamentales que debe considerarse al planear al es

CAPITULO VII

*PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU
CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS*

VII.1 Pronóstico del escenario.

Tomando en cuenta el escenario actual del sitio, descrito en el capítulo IV, que ocupa el proyecto y considerando las medidas de mitigación aplicadas, descritas en el capítulo VI, se prevé el escenario futuro acorde a las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto.

El proyecto “Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí.”, se encuentra ubicado en los límites de la RTP “Sierra Gorda-Río Moctezuma” y no representa a la vegetación característica de la Región Prioritaria, y no obstante de que dicha zona es parte de la RTP, está se presenta con gran fragmentación producto de las actividades agrícolas y ganaderas, que se consideran como principales actividades en el municipio de Tamazunchale.

Durante las distintas etapas del proyecto objeto de estudio, se implementarán diferentes medidas de mitigación para evitar o disminuir el impacto sobre los diferentes componentes ambientales, agua, aire, suelo, flora y fauna (Ver capítulo VI medidas de mitigación).

Se estima que el proyecto en lo general propiciara una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo, considerando los resultados de los análisis se identificaron los impactos ambientales determinando cuales son significativos sin medidas, y que derivado de la aplicación de las mismas, ningún impacto se consideró relevante. En adición a lo anteriormente expuesto, en el capítulo (VI) se presentan las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se espera que se genere impacto sobre la calidad del aire, sin embargo los niveles de ruido estarán por debajo de las normas oficiales mexicanas correspondientes y solamente se deberán al tráfico de vehículos. Otros impactos a la calidad del aire serán las emisiones de polvos y gas en el sitio del proyecto y su zona de influencia, lo anterior derivado del movimiento de materiales y el tránsito de vehículos, sin embargo, dichos impactos serán atenuados de manera natural por la dispersión propia de la zona.

El impacto sobre la pérdida de suelos, ocurre principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo la superficie de suelo alterada por la remoción de vegetación, no es significativo, no solo por la superficie de afectación, si

no por el poco grado de fragmentación al que serán sometidos. Con esto se garantiza la continuidad de los ecosistemas.

El proyecto no se presenta como una actividad que ejerza presión sobre los recursos hídricos, como se explica en el capítulo VI el proyecto realizara una serie de acciones encaminadas a prevenir cualquier afectación a este recurso, y para las actividades que ejercen presión en los procesos hidrológicos se establecerán acciones de compensación.

La pérdida de la cobertura vegetal y la pérdida de individuos de especies, será resultado del desmonte y despalme del terreno sin embargo de ninguna manera el proyecto ocasionará la pérdida de alguna especie, aunado a esto se implemento un programa de manejo correspondiente, con el que se previene, mitiga, y compensan los impactos derivados de la remoción de la vegetación, en particular para el rescate y reubicación de dichas especies.

El desplazamiento de fauna y la pérdida de individuos de especies animales es resultado de casi todas las actividades del proyecto y de la pérdida de cobertura vegetal. Se considera que una vez finalizada la etapa de construcción del proyecto y durante la etapa de operación, la fauna recobrarán los espacios que haya abandonado por la presencia de maquinaria y equipo de construcción. De igual forma como atenuante a los posibles impactos que sobre este componente se pudiesen generar, durante las etapas del proyecto, se considera la implementación de un Programa de Rescate de Especies Animales.

La disminución de la biodiversidad por la pérdida de la cobertura vegetal, será compensada con un programa de manejo, que permitirá la continuidad de los ecosistemas respetando su integridad funcional.

La construcción del libramiento Tamazunchale, en el estado de San Luis Potosí, además de ofrecer una vía más ágil y segura entre las poblaciones cercanas, permitirá beneficios económicos y desarrollo a la región mediante la apertura de fuentes de empleo, así como la utilización de materiales para construcción y servicios diversos que ocasionaran una derrama económica también importante para el municipio.

El pronóstico del escenario tanto a corto, mediano y largo plazo evaluando las alternativas del proyecto y las medidas de mitigación son las siguientes:

- La superficie afectada no es significativa lo cual garantiza la continuidad de los ecosistemas
- Recuperación parcial del paisaje a mediano plazo.
- Recuperación de la vegetación y fauna
- No se afectarán los cuerpos de aguas tanto superficiales como subterráneas.

VII.3 Conclusiones

Tras el análisis integral del proyecto, en relación con los componentes ambientales físicos, biológicos y socioeconómicos de las disciplinas científicas: geología, hidrología superficial y subterránea, edafología, clima, tipos de vegetación, flora, fauna, paisaje, sociología y economía; se concluye que el proyecto es viable, técnica y ambientalmente teniendo como sustento los siguientes aspectos:

- a) El área impactada no es significativa.
- b) El proyecto genera empleos, impulsando la economía local y regional.
- c) Desde el punto de vista hidrológico y edafológico para todos los impactos ambientales negativos identificados existen medidas de prevención y mitigación aplicables.
- d) Para la biodiversidad existen medidas de protección efectivas que garantizan su conservación.

En términos generales, este estudio (Impacto ambiental) sugiere la ejecución del proyecto, bajo las siguientes bases:

El proyecto no implica la pérdida de la productividad del ecosistema, ni afecta su capacidad de amortiguación de los procesos degenerativos.

Los beneficios económicos y sociales resultan valiosos local y regionalmente.

El proyecto ofrecerá una mejor vía de acceso que comunicara a las poblaciones cercanas.

Se puede concluir que el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental, ya los impactos que se ejercen sobre los elementos ambientales son mitigados con los programas que se plantean, y con esto los impactos disminuyen en gran proporción, por otra parte satisface las necesidades de accesibilidad mediante un servicio ágil y seguro que permita el ahorro de tiempo y energía en la transportación de bienes y personas.

CAPITULO VIII

*IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE
SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS
FRACCIONES ANTERIORES*

De acuerdo con los reportes realizados es en el capítulo IV donde se utilizaron las siguientes metodologías:

Hidrología

Tomando en cuenta que el proyecto se encuentra colindante con el río Moctezuma se realizó un estudio hidrológico el área de estudio se dividió en pequeñas microcuencas que serán modificadas con la construcción del proyecto doce corresponden al trazo del libramiento y las otras ocho tienen relación con una o ambas opciones del ramal del mismo, tal y como se analiza en el Capítulo IV de esta MIA-R.

La metodología utilizada para el estudio de las características fisiográficas de la cuenca se describen a continuación.

Pendiente media

El cálculo de la pendiente media se realiza mediante la aplicación del criterio de Taylor-Schwarz, que propone calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión. La velocidad de recorrido del agua en el tramo i puede calcularse:

$$V_i = k\sqrt{S_i}$$

Donde k es un factor que depende de la rugosidad y de la forma de la sección transversal y S_i es la pendiente del tramo i , además tenemos que:

$$V_i = \frac{\Delta x}{t_i}$$

En donde Δx es la longitud del tramo i y t_i es el tiempo de recorrido en ese tramo, igualando ambas ecuaciones y despejando t_i , tenemos que:

$$t_i = \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Por otro lado la velocidad media de recorrido en todo el cauce dividido en m tramos es:

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
"Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí"

$$V = \frac{L}{T} = k\sqrt{S}$$

Donde L es la longitud total del cauce, T es el tiempo total de recorrido y S la pendiente media buscada. El tiempo T será:

$$T = \sum_{i=1}^m t_i = \sum_{i=1}^m \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Y la longitud L:

$$L = \sum_{i=1}^m \Delta x = m\Delta x$$

Utilizando las tres últimas ecuaciones se obtiene:

$$S = \left[\frac{m}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Mediante un razonamiento semejante, en caso de que los tramos no sean iguales se obtiene la siguiente ecuación:

$$S = \left[\frac{L_T}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Aplicando el método a las corrientes principales de la zona de estudio se obtienen los resultados de las.

Tiempo de concentración

La condición más desfavorable en cuanto al escurrimiento se presenta cuando la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración (T_c), el cual se determina a continuación mediante el criterio de Kirpich, cuya fórmula se expresan como sigue:

Kirpich
$$T_c = 0.0662 \cdot \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right)$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración

L: longitud de la trayectoria

S: pendiente media del cauce

Los valores obtenidos para las zonas evaluadas, varía entre 0.83 horas (50 minutos) para la microcuenca A y 0.03 horas (5 minutos) para algunas de las microcuencas más pequeñas, como la D y la E.

Estimación del Ecurrimiento

El análisis detallado de las condiciones de la cuenca hidrográfica es base fundamental para el conocimiento del comportamiento del agua en una zona determinada. En este caso se realizó el análisis a detalle de 20 microcuencas. Estos datos son fundamentalmente de dos tipos: escurrimientos y precipitaciones. Un análisis del primer tipo de datos tendrá como resultado directo un parámetro de diseño, que es el gasto máximo, mientras que el segundo proporcionará datos con los cuales será necesario alimentar un modelo de la relación lluvia-escurrimiento, para obtener una avenida de diseño.

Volumen de Ecurrimiento

De acuerdo a esta fuente de información (carta de Aguas Superficiales escala 1:250,000), la superficie comprendida por la zona en estudio, se ubica en unidades de escurrimiento, cuyo coeficiente de escorrentía varía entre de 5 y 30%, lo que permite estimar el volumen medio anual de escurrimiento en la zona de interés.

La evaluación de estos coeficientes se obtiene mediante un método de tipo indirecto que toma en cuenta la permeabilidad de las distintas unidades de roca y suelo que conforman el relieve, la densidad de la cubierta vegetal, la precipitación media anual y las características de la topografía.

Con esta información y la precipitación media anual estimada en 1,800 mm, se calculó el volumen de escurrimiento anual, que se obtuvo mediante la tabla de cálculo que integra la conversión de los datos en millones de m³, a litros por segundo, para tener

una mejor idea de las cantidades de agua que en promedio se generan en cada una de las veinte microcuencas analizadas.

Determinación del gasto máximo

En razón que se carece de información hidrométrica en las microcuencas estudiadas, se desarrolla a continuación un método de cálculo para la estimación del escurrimiento; dicho método involucra características de las microcuencas de aportación, cobertura del suelo y datos de lluvia (intensidad). El cálculo se realizó a través del método Racional Americano.

Este análisis hidrológico requiere asignar un periodo de retorno a la avenida de diseño, en función de las obras hidráulicas involucradas, para esto se empleó la recomendación que hace la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR), de la Comisión Nacional del Agua.

Método racional americano

Este método, basado en las características de las microcuencas y en la intensidad de lluvia correspondiente, permite cuantificar la fracción de la precipitación que escurre por la superficie del suelo, desde un punto de vista racional. Este es el método más utilizado, sin embargo algunos autores limitan su aplicabilidad en función del tamaño de la cuenca.

La fórmula Racional es:

$$Q = 0.278 C i A$$

Donde:

Q: gasto máximo o de pico, en m³/seg.

C: coeficiente de escurrimiento

i: intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración, en mm/hora

A: área de la cuenca, en Km²

Coefficiente de escurrimiento

El método Racional Americano integra una tabla donde se relacionan diferentes condiciones del suelo y asigna un coeficiente de escurrimiento propio para la obtención de un gasto máximo. En este caso se consideró que las condiciones actuales que presenta la zona de estudio están relacionadas con agricultura.

El coeficiente de escurrimiento estimado para las condiciones naturales de las zonas de aportación (microcuencas), a partir de sus diferentes cubiertas: zonas suburbanas (0.45), cultivos (0.30) y selva (0.25), está entre 0.251 (G) y 0.403 (O2)

Duración de la tormenta

Se considera que el gasto máximo es alcanzado cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración. El tiempo de concentración utilizado para las diferentes microcuencas de aportación corresponde al calculado por el criterio de Kirpich. Para las microcuencas, el tiempo considerado oscila entre 5 a 50 minutos.

Intensidad de lluvia

Como se mencionó anteriormente, se dedujo la ecuación de intensidad de lluvia con base en datos de lluvias ocurridas en el Observatorio Tierra Blanca. Aplicando dichos parámetros para las duraciones de tormenta correspondientes a las diferentes zonas de estudio, para periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 500 años, se determinaron los valores de intensidad de lluvia correspondientes.

Criterio de Talbot

La fórmula empírica de Talbot es una de las de mayor uso debido a su simplicidad, en el cálculo del área hidráulica de las alcantarillas en caminos. Está basada en las características de intensidad de lluvia del orden de 100 mm/Hr y una velocidad del agua dentro de la obra de drenaje de 3.0 m/seg.

La expresión de Talbot es:

$$a = 0.183 C A^{3/4}$$

Donde:

a = área hidráulica de la alcantarilla, en m²

A = área de la microcuenca por drenar, en hectáreas

C = coeficiente cuyo valor indica condiciones de topografía, para nuestro caso varía entre 0.50 y 1.0.

Vegetacion

Para determinar el tipo de vegetación en el área de estudio se obtuvo la Ortofoto digital del Área de Estudio, con clave F14D31E.

La caracterización de vegetación se efectuó a través de una prospección del área del trazo marcando en un plano geo-referenciado los cuadrantes con base a las variaciones topográficas presentes, lo anterior, permitió ubicar en un plano las asociaciones y especies vegetales característicos del predio.

El levantamiento en campo se realizó en 12 cuadrantes de 100 m² ubicaron en los tipos representativos de vegetación existentes en el predio, lo anterior permitió reconocer los patrones de abundancia de las especies dominantes y calcular diversos parámetros ecológicos como diversidad y equitatividad de las comunidades vegetales presentes.

Con la información obtenida en campo, se construyó un listado con la vegetación que se encuentra en el lugar, incluyendo su nombre científico, nombre común, y estatus de protección con base a la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Con base en los datos de riqueza de especies de flora se estimó la abundancia relativa de las especies por muestreo (número de individuos por especie/muestreo), y de manera global (número de individuos por especie/total de muestreos). La diversidad alfa se calculó por medio de los Índices de Margalef, (Clifford y Stephenson, 1975), de acuerdo a la siguiente relación:

$$D_m = (S-1)/\ln N$$

Donde:

S = Número de especies

N = Número total de individuos de todas las especies

y con el índice de Shannon y Wiener, 1963, y la equitatividad según Pielou (1969). de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Donde:

$$P_i = \frac{\text{no. de individuos de la especie } i}{\text{no. total de individuos}}$$

\log_2 = logaritmo base 2 del valor p_i de cada especie

- Equitatividad (J') de Pielou; considerando la siguiente fórmula:

$$H'$$
$$J' =$$

$$H'_{\max}$$

Donde:

H' = diversidad estimada para un muestreo

H'_{\max} = diversidad máxima esperada para el muestreo, calculada como:

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

Donde: S= número de especies por un muestreo

La aplicación de índices para el cálculo de los valores numéricos fue hecha utilizando el programa para Análisis de Comunidades ANACOM 3.1 (De la Cruz 1994).

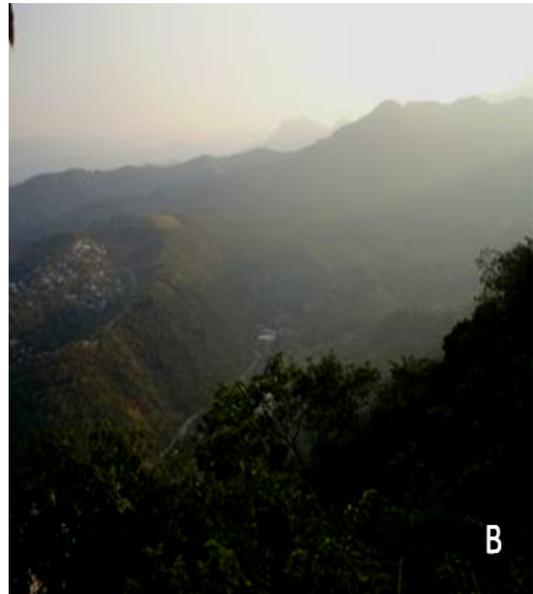
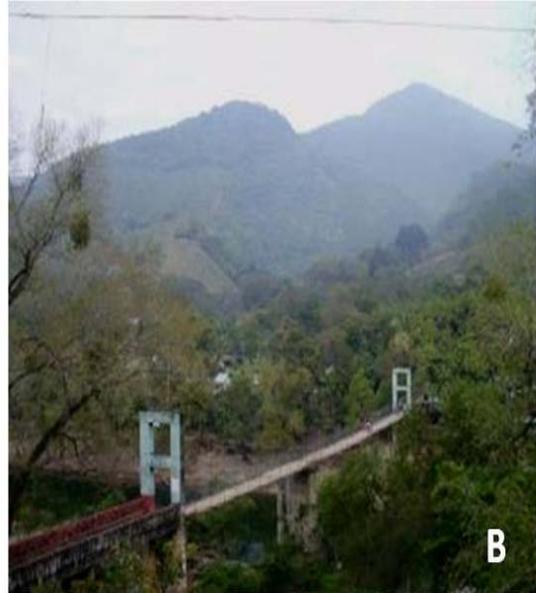
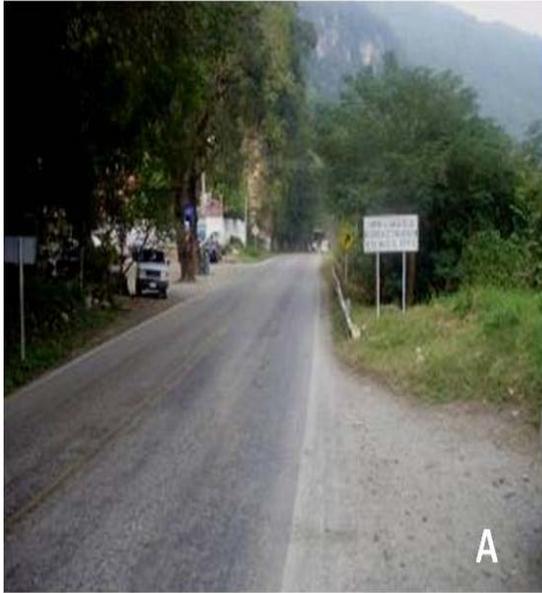
El análisis de similitud efectuado a los resultados obtenidos de los cuadrantes por el método aglomerativo de Sokal y Sneath y de unión media ponderada permitió obtener el dendrograma.

Para conocer de forma específica la diversidad de grupos de fauna que se distribuyen en el área de estudio, se efectuó un registro en campo en donde los avistamientos de fauna se marcaron en un plano georreferenciado, los registros se efectuaron tomando en cuenta las características de los grupos observados.

A partir de las características topográficas del área, se realizaron 4 transectos donde se reconocieron las distintas especies de vertebrados (Aves, Reptiles, Anfibios y Mamíferos).

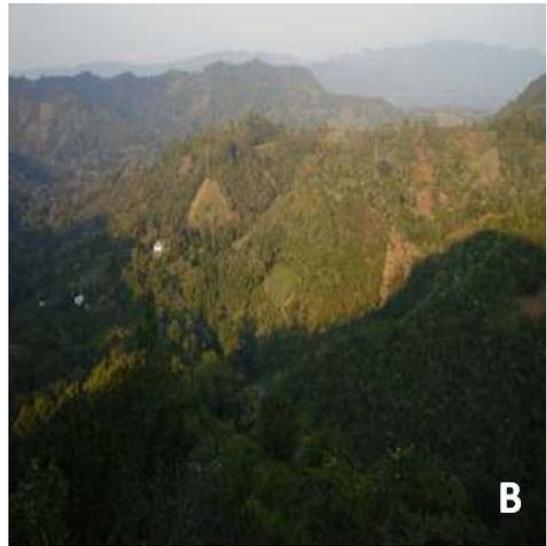
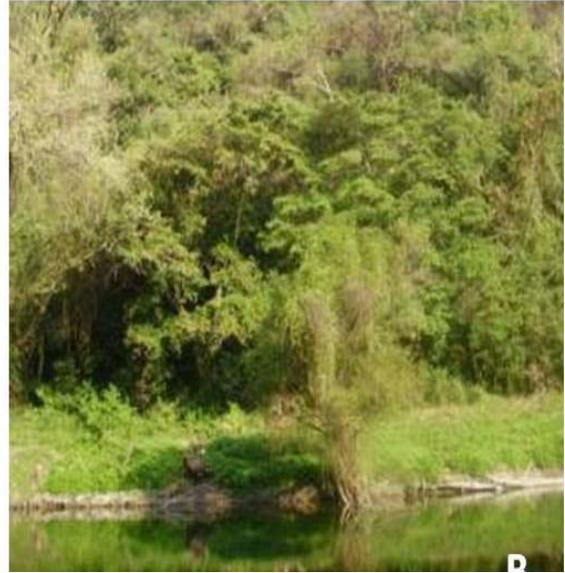


VIII.1 Fotografías





Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
"Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí"





VIII.2 Listas de flora y fauna

Listado florístico

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2001
Amarathaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quintonil	.....

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”

Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	Chiromoya	.....
Araceae	<i>Philodendron scandens</i>	Hoja acorazonada	.....
Areceae	<i>Syngonium podophyllum</i>	Singonio	.....
Asclepiadaceae	<i>Asclepia curasavica</i>	Flor de sangre	.....
Aspleniaceae	<i>Asplenium trilobum</i>	Helechito trilobulado	.....
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco	.....
Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i>	Flor de muerto	.....
Asteraceae	<i>Zinnia multiflora</i>	Teresita	.....
Asteraceae	<i>Braccharis trinervis</i>	Hierba de Santo Domingo	.....
Begoniaceae	<i>Begonia spp.</i>	Begonia	.....
Bignoniaceae	<i>Cidysta potosina</i>		.....
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i>	Cuajilote	.....
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	.....
Bombacácea	<i>Bombax ellipticum</i>	Árbol de la brocha de afeitar	.....
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Bromelia	.....
Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Xeen	.....
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	.....
Cactaceae	<i>Selenicereus spinulosus</i>	Pitahaya de árbol	.....
Cactaceae	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Pitahaya	.....
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i>	Muerdago Cactus	.....
Cactaceae	<i>Nopalea nuda</i>	Nopal	.....
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papayo	.....
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Zapotillo	.....
Compositae	<i>Stevia monardifolia</i>	Panalillo	.....
Compositae	<i>Eupatorium glabratum</i>	Chamizo blanco	.....
Compositae	<i>Helenium quadridentatus</i>	Herbacea	.....
Crassulaceae	<i>Kalanchoe pinnata</i>	Hoja del aire, hoja fresca	.....
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melon amargo	.....
Tectariaceae	<i>Tectaria heracleifolia</i>	Helecho trilobulado	.....
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	Mala mujer	.....
Euphorbiaceae	<i>Croton draco</i>	Targúa	.....
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentata</i>	Hierba del chicle	.....
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo o cuerno de toro	.....
Fabaceae	<i>Acacia emarginata</i>	Palo amarillo	.....
Fabaceae	<i>Acacia potosina</i>	Acacia	.....
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de venado	.....
Fabaceae	<i>Calliandra portorricensis</i>	Copo de nieve	.....
Fabaceae	<i>Eritrina coralloides</i>	Colorin	A* no endémica
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuiananche o cocouite	.....
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Rabo de mono	.....
Fabaceae	<i>Leucaena pulverulenta</i>	Tepehuaje	.....
Fabaceae	<i>Phaseolus spp.</i>	Judía o frijol	.....
Fagaceae	<i>Quercus spp.</i>	Encino	.....
Juglandaceae	<i>Juglans hirsuta</i>	Nogal de Nuevo León	.....

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”

Lamiaceae	<i>Salvia patens</i>	Labiada	.....
Lauraceae	<i>Persea spp.</i>	Aguacate	.....
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Acerola	.....
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Paraíso	.....
Mimosaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cola de tijereta	.....
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste o Parota	.....
Mimosaceae	<i>Mimosa albida</i>	Vergonzosa	.....
Mimosaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza o mimosa	.....
Mimosaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Sensitiva o dormilona	.....
Mimosaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	.....
Moraceae	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Mora amarilla	.....
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higuerón	.....
Moraceae	<i>Ficus spp</i>	Ficus	.....
Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i>	Palo de mora	.....
Musaceae	<i>Musa sapientum</i>	Plátano o banana	.....
Myrtaceae	<i>Carpodiptera ameliae</i>	Pimienta dioica	.....
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	.....
Nictaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	.....
Palmae	<i>Chamaedorea pringlei</i>	Palma Camedor	.....
Palmae	<i>Sabal palmetto</i>	Palma sabal	.....
Passifloraceae	<i>Passiflora exudans</i>	Pasiflora	.....
Piperaceae	<i>Piper medium</i>	Pimienta negra	.....
Poaceae	<i>Paspalum spp.</i>	Pasto	.....
Poaceae	<i>Zea mayz</i>	Maíz	.....
Polypodiaceae	<i>Polypodium fratermum</i>	Helecho spp.	.....
Pterosida	<i>Adiantum andicola</i>	Helecho adiantun	.....
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	.....
Rubiaceae	<i>Faramea occidentalis</i>	Hierba santa cimarrón	.....
Rubiaceae	<i>Hamelia erecta</i>	Café cimarrón	.....
Rutaceae	<i>Citrus nobilis</i>	Naranja dulce	.....
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Mandarina	.....
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	Hierba de la cucaracha	.....
Sapotaceae	<i>Sideroxylon tempisque</i>	Tempisque	.....
Selaginellaceae	<i>Selaginella rupestris</i>	Doradilla, siempreviva	.....
Solanaceae	<i>Cestrum dumetorum</i>	Huele de día	.....
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	.....
Tiliaceae	<i>Heliocarpus spp.</i>	Burio	.....
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	.....
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	Uva	.....
Zamiaceae	<i>Ceratozamia mexicana</i>	Chamal	A*, endémica

Listado de Aves

ORDEN	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2001
-------	---------	-----------------------

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
“Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí”

Ciconiiformes	<i>Bubulcus ibis</i>	.....
	<i>Ardea herodias</i>	Pr
	<i>Coragyps atratus</i>	.....
	<i>Cathartes aura</i>	.....
Falconiformes	<i>Buteo albicaudatus</i>	Pr
	<i>Buteo albonotatus</i>	Pr
Columbiformes	<i>Columbina inca</i>	.....
	<i>Zenaida asiatica</i>	
	<i>Leptotila verreauxy</i>	Pr
Passeriformes	<i>Vireo griseus</i>	A
	<i>Vireo olivaceus</i>	.....
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	.....
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	.....
	<i>Tyrannus tyrannus</i>	.....
	<i>Tyrannus crassirostris</i>	.....
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	.....
	<i>Mniotilta varia</i>	.....
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	.....
	<i>Icterus gularis</i>	.....
	<i>Molothrus aeneus</i>	

Listado de Mamíferos

ORDEN	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2001
Cingulata	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	.....
	<i>Canis latrans</i>	.....
	<i>Bassariscus astutus</i>	.....
	<i>Nasua narica</i>	.....
Lagomorpha	<i>Silvilagus floridanus</i>	.....
Rodentia	<i>Sciurus aureogaster</i>	.....
	<i>Cuniculus paca</i>	.....

Listado de reptiles

ORDEN	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2001
Squamata	<i>Sceloporus variabilis</i>	.....
	<i>Aspidoscelis gularis</i>	.....

Listado de Anfibios

ORDEN	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2001
Anura	Hyla picta	.....
	<i>Cranopsis Valliceps</i>	.....

VIII.3 Otros anexos

Ver video en CD anexo.

VIII.5 Bibliografía

Álvarez Jesús P.A., Juan E.R. Panta, Carlos R. Ayala y Elizabeth H. Acosta. 2008. Calidad Integral del Agua Superficial en la Cuenca Hidrológica del Río Amajac. Información Tecnológica Vol. 19(6), 21-32. doi:10.1612/inf.tecnol.3975it.07

American Ornithologists' Union, 1999, Check-list of North American Birds 48th suplement. American Ornithologists' Union Edition

Aparicio M. J. 1997. Fundamentos de hidrología de superficie.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México. 212 pp.

Behler, J. L. y F. W. King. 2002. Field Guide to Reptiles and Amphibians os North America. The National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. Published, New York, 744 pp.

Berlina, J. D. Desmonte y movimiento de tierras. Editorial Trillas. México.

Brady, N. C. 1999. *The Nature and Properties of Soil*. McMillan Publishing Company. New York, E.U.A. 881 pp.

Chow Ven Te. 1959. Open Channel Hydraulics.

Chow Ven Te. 1994. Hidrología aplicada.

CONAFOR, SEMARNAT. 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obra y prácticas. México, D.F. 298 p.

Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UAN L. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy- Programa México, Pronatura, A.C.,

Comisión Federal de Electricidad, 1981. Manual de diseño de obras civiles, sección de hidrotecnia. CFE.

Comisión Nacional del Agua. ERIC III Extractor rápido de información climatológica v. 2.0. IMTA 2007. Recomendación de periodos de retorno para la estimación del gasto máximo de diseño en las obras hidráulicas. Dirección local san Luis Potosí. Información climatológica autorizada. CONAGUA

Cornell Lab Of Ornithology, All About Birds: Bird Guide, <http://www.birds.cornell.edu/AllAboutBirds/BirdGuide/>

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 127 p.

FAO. 2000. Manual on integrated soil management and conservation practices. *Land and water bulletin* 8, FAO, Rome. 204 pp.

Flores-Villela, O. A., F. Mendoza-Quijano, G. González-Poreter. 1995. Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. Publ. Esp. Museo Zool., Univ. Nac. Aut. México 10:1-285.

Gaviño G.J.C. y H.H. Figueroa. 1982. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y campo. 2a. Edición. Edit. LIMUSA. México, D.F. 195-201 Pp.

Gómez de Silva, H., A. Oliveras de Ita y R. A. Medellín. 2005. *Sturnus vulgaris vulgaris*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

Gómez, O. D. Recuperación de espacios degradados. Editorial Mundi Prensa. España. 583pp.

Gómez-Orea, Domingo. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa.

Gonzalez Medrano F, D. Piñero Dalmau, A. Valiente-Baulnet. 1995. La vegetación selvática de la región de Gomez Farías, Tamaulipas, México. *Acta Botánica* 33:1-36

Gudynas E. y G. Evia. 1993. *Ecología Social, Manual de Metodologías para Educadores Populares*. Capítulo I. Editorial Popular, Madrid.

Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. Vols. I y II. 2a. ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1181 pp.

Halffer, G. & E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la Biodiversidad? *Acta Zoológica Mexicana*. Vol. Especial-La Diversidad Biológica de Ibero América.

Howell, S. N.G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, 851 pp.

INEGI. Carta Magnética Hoja Cd. Valles F14-8. México

INEGI. Carta topográfica Esc. 1:50, 000 hojas Tamazunchale Chapulhuacán, F-14-D-31 y 41, versión 2002.

INEGI. Carta topográfica Esc. 1:250, 000, hoja ciudad valles F-14-8, 1997.

INEGI. Carta hidrológica de aguas superficiales Esc. 1:250, 000, hoja ciudad valles F-14-8, 1983.

INEGI. Carta geologica Esc. 1:250, 000, hoja ciudad valles F-14-8, 1983.

INEGI. Carta de climas Esc. 1:1'000,000, hoja Monterrey. 1980.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
"Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí"

INIFAB.2005. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de San Luis Potosí (período 1961-2001) Libro técnico 2. Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo experimental San Luis.

Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática. 1982. Metodología para la elaboración de la carta hidrológica de aguas superficiales, escala 1:250, 000.

Knudsen, J. W. 1966. Biological techniques. Harper and Row. New York, USA. 185 pp.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988, Reformada el 05 de julio de 2007.

Marten Gerald G., Luis A. Sancholuz.1981. Estudio ecologico de las zonas cafetaleras de Veracruz, Puebla, Hidalgo y Tamaulipas. Evaluacion estadistica de los muestreos. BIOTICA. Vol 6 Num. 1: 7-36

Medellín, R., H.T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México. Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México, 83 pp.

Métodos hidrológicos para la revisión de escurrimientos. 1992. Plano 50 LIB. Tamazunchale. Jpg

Navarro N. R. 2002. Agricultura campesina tradicional y desarrollo sustentable. Estudio de caso: Poxantla San Luis Potosí, México. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. CIEMAD IPN, México.

Norma Oficial Mexicana 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. Diario Oficial de la Federación, 03 de junio de 1998.

Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. Diario Oficial de la Federación, 22 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de

los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Diario Oficial de la Federación 06 de marzo de 2007.

Norma Oficial Mexicana Norma NOM-044-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg. Diario Oficial de la Federación, 12 de octubre de 2006.

Norma Oficial Mexicana Norma NOM-045-SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Diario Oficial de la Federación, 13 de septiembre de 2007.

Norma Oficial Mexicana Norma NOM-050-SEMARNAT-1993. Que 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. Diario Oficial de la Federación, 22 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana Norma NOM-076-SEMARNAT-1995. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. Diario Oficial de la Federación, 26 de diciembre de 1995.

Norma Oficial Mexicana Norma NOM-077-SEMARNAT-1995. Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible. Diario Oficial de la Federación, 17 de octubre de 1995.

Norma Oficial Mexicana Norma NOM-052-SEMARNAT-1993. 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. Diario Oficial de la Federación, 23 de junio de 2006.

Norma Oficial Mexicana Norma NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, 13 de enero de 1995.

Norma Oficial Mexicana Norma NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, 13 de enero de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección Ambiental – Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres – Categorías de Riesgo y Especificaciones, para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002, Segunda Sección.

Paningbatan, E.P. Ciesiolka, C.A., Coughlan, K.J. y Rose, C.W. 1995. Alley dopping for managing soil erosion of hilly lands in the Phillipines. Soil Technology, **8**: 193-204.

Pennington T.D; Sarukhán J. 1998. Árboles tropicales de México. Fondo de cultura económica. México, D.F. 519 p.

Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1998. Aves de México, Guía de campo de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador. World Wildlife Fund. Diana México, 473 pp.

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012

Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012

Plan Estatal de Desarrollo de San Luis Potosí 2003-2009

Plan Municipal de Desarrollo de Tamazunchale, San Luis Potosí 2007-2009

Puig, H. 1991. *Végétation de la Huasteca, Mexique*. Mission Archoelgique et Ethnologique Française au Mexique. Collection Etudes Mesoamericaines. Vol. 5. México, D.F. 527 pp

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas Diario Oficial de la Federación, 30 de noviembre de 2000, Reformada el 28 de diciembre de 2004.

Ramírez, B.P.,M.A. De Sucre. y G.D. Verona 1996, Manual de Ornitología, UNAM. ENEP – Izatacala.

Rzendowsky J.1978. El extremo boreal del bosque tropical siempre verde en norteamerica continental.Vegetatio 11:173-198

Rzedowski Jerzy.1994. Vegetación de México. Limusa Noriega editores. México, D.F.432 p.

Robert, M. 1996. Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Dunod/Masson, Paris 240 pp.

Secretaría de comunicaciones y transportes. 2000. Isoyetas de intensidad-duración-periodo de retorno para la República Mexicana.

Sibley, D. A. 2000, The Sibley Guide to Birds, national Audubon Society / Knopf, U.S.A. 546 p.

Siebe, C., R. Jahn y K. Stahr. 1996. *Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Publicación Especial N° 4. Chapingo, México. 57 pp.

Shoji, S., M. Nanzyo y R. Dahlgren. 1993. *Volcanic ash soils: genesis, properties and utilization*. Elsevier. New York, E.U.A. 288 pp.

Springal G. R. Hidrologia. 1975. Primera parte. Facultad de Ingeniería UNAM.

Subsecretaría de Energía. 1990. Manual de gestión ambiental de centrales térmicas convencionales para generación de energía eléctrica. Argentina.



Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional
"Libramiento de Tamazunchale, en el Estado de San Luis Potosí"

Theng, B. K. G. 1980. *Soils with variable charge*. New Zealand Society of Soil Science, Palmerston North, New Zealand. 301 pp.

UNAM, 1985. Facultad de Ingeniería.

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion>

<http://www.conanp.gob.mx/sig/decretos>

<http://www.sanluispotosi.gob.mx>

http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/manuales_gestion_ambiental/Centrales%20Termicas.doc.