

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD GENERAL EN LA CONSTRUCCION
DE UNA CARRETERA

Por

JOSE ALFONSO ROBLEDO AGUILAR

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS
CONESPECIALIDAD EN INGENIERIA AMBIENTAL

MAYO DE 2009

T

QH77.M4

R6

2009

c.1

109



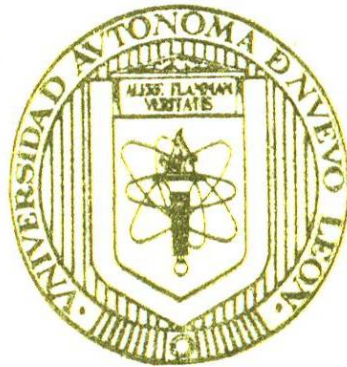
1090020086

T
QH77.M4
R6
2009
c.1



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



T
QH 77.M4
R.6
2009
c.1

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD GENERAL EN LA CONSTRUCCION
DE UNA CARRETERA

Por

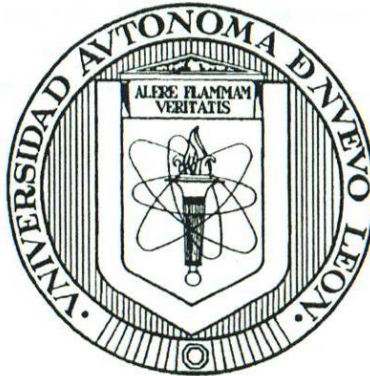
JOSE ALFONSO ROBLEDO AGUILAR

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA AMBIENTAL

MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD GENERAL EN LA
CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA.**

Por

JOSÉ ALFONSO ROBLEDO AGUILAR

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con especialidad en
Ingeniería Ambiental**

Director de tesis

Dr. VÍCTOR HUGO GUERRA COBIÁN

Co-Director de tesis

M.I. DANIEL SALAS LIMÓN

Mayo del 2009

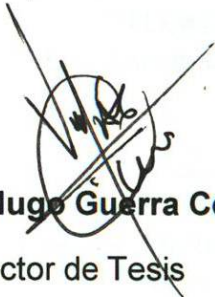
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, a 20 de mayo del 2009

Dr. Pedro L. Valdez Tamez
Subdirector de Estudios de Posgrado e Investigación
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León.

Estimado Dr. Valdez:

Por este conducto nos permitimos comunicarle que se han efectuado las correcciones que los evaluadores sugirieron que se realizaran a la tesis: "***Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General en la Construcción de una Carretera***", la cual ha sido realizada por el estudiante de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental **Ing. José Alfonso Robledo Aguilar**. Por tal motivo, le solicitamos de la manera más atenta las indicaciones para la **PRESENTACIÓN** del examen de grado.

Agradeciendo de antemano las atenciones prestadas, quedamos a sus apreciables órdenes para cualquier comentario.



Dr. Víctor Hugo Guerra Cobián
Director de Tesis



M.I. Daniel Salas Limón
Co-Director de Tesis

Dr. Pedro L. Valdez Tamez
Subdirector de Estudios de Posgrado e Investigación
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León

Estimado Dr. Valdez Tamez:

En atención a su oficio, en el que me informa que he sido designado como Evaluador de la tesis **“MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD GENERAL EN LA CONSTRUCCION DE UNA CARRETERA ”** que presenta el **Ing. José Alfonso Robledo Aguilar**, como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental, comunico a Usted que he leído y evaluado la calidad de dicha tesis, considerándola como **APROBADA**.

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración que considere pertinente.

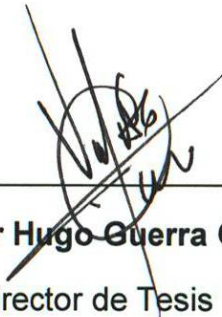
A T E N T A M E N T E
“ALERE FLAMMAM VERITATIS”
Cd. Universitaria, 19 de mayo del 2008.



ING. EDGAR AMAURI ARTEAGA BALDERAS, M. EN C.
Evaluador de Tesis de Maestría

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD GENERAL EN LA
CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA.**

Aprobación de la tesis:



Dr. Víctor Hugo Guerra Cobián
Director de Tesis



M. I. Daniel Salas Limón
Co-Director



M. C. Edgar Amauri Arteaga Balderas
Evaluador



Dr. Pedro L. Valdez Tamez
Subdirector de Estudios de Posgrado e Investigación

ING. LÁZARO VARGAS GUERRA

Director del Departamento de Escolar y de
Archivo de la UANL
PRESENTE.-

Estimado Ing. Vargas:

Por este conducto me permito comunicarle que el **Ing. José Alfonso Robledo Aguilar**, pasante de la **Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental**, ha solicitado su examen de grado, para lo cual a cubierto la totalidad de los requisitos académicos y administrativos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales y el Reglamento General de Estudios de Posgrado de nuestra Institución.

De la manera más atenta, le solicito su colaboración para que se de el trámite correspondiente en el Departamento a su digno cargo.

Sin más por el momento, quedo a sus apreciables órdenes para cualquier duda o aclaración.

ATENTAMENTE,
"ALERE FLAMAM VERITATIS"
Cd. Universitaria a 25 de mayo del 2009.



DR. PEDRO L. VALDEZ TAMEZ.
Subdirector de Estudios de Posgrado e Investigación



SUB DIRECCION DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACION

C.c.p. Archivo.
Rtp.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Victor Hugo Guerra Cobián por su ayuda invaluable.

Al Sr. Ramiro Torres Pérez, que sin su intervención hubiese sido difícil la meta.

DEDICATORIA

Con mi amor para mi esposa Emma del Carmen Leal

Del Bosque y para mis hijos:

Ernesto Alfonso

Mario Alberto

Efrén Ricardo

María del Carmen

RESUMEN

Ing. José Alfonso Robledo Aguilar

Fecha de graduación mayo del 2009

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Civil

Título del estudio: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD GENERAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA.**

Número de páginas: 111

Candidato para el grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental.

Área de estudio:

Ingeniería Ambiental.

Propósito y método del estudio: Se realiza el Estudio de Impacto Ambiental como requisito legal para el permiso de construcción de la Autopista Saltillo-Monterrey, en el tramo que limita los estados de Coahuila y Nuevo León, con el objetivo de describir el entorno de influencia del tramo carretero de 22.08 km, identificar y valorar los impactos ambientales potenciales del proyecto y evaluar las medidas para mitigarlos, aplicando las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas y la congruencia con Planes y Programas de Desarrollo, y de Ordenamiento Ecológico vigentes.

Contribuciones y conclusiones: Se concluye después de realizar el estudio de Impacto Ambiental, y una vez analizada la matriz causa-efecto, que la Autopista proporcionará más beneficios a la región, que los impactos adversos poco significativos y temporales generados por la construcción. Una vez que la carretera este operando se beneficiará a la población del Área Metropolitana de Monterrey debido a la disminución de los tiempos de recorrido, así como a la seguridad que representa la Autopista; el nuevo trazo con pocas curvas y rectas dará fluidez al tránsito vehicular, facilitará el intercambio comercial y de servicios. Asimismo, el tramo carretero atraviesa un espacio con cualidades paisajísticas que se pueden acentuar con las labores de revegetación del derecho de vía, brindando al usuario un recorrido agradable y paisajísticamente armónico.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	Página
Resumen	IV
Lista de tablas	VIII
Lista de figuras	IX
Nomenclatura	X
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	3
1.2 Justificación	9
1.3 Hipótesis	10
1.4 Objetivo	10
2. Marco teórico	11
2.1 Etapas a desarrollar en un estudio de impacto ambiental para la construcción de una carretera	10
2.1.1 Técnicas de investigación	10
2.1.1.1 Trabajo de gabinete	11
2.1.1.2 Trabajo de campo	11
2.1.2 Análisis de la investigación	11
2.1.3 Conclusiones y recomendaciones	12
2.2 Estudios preliminares de impacto ambiental para la construcción de una carretera	13
2.3 Métodos de evaluación de impactos ambientales	13
2.3.1 Matriz de Leopold	13
2.3.2 Técnicas para evaluar los impactos ambientales	16
2.3.3 Criterios para clasificación y definición de los tipos de impactos	17

2.3.4 Características de los impactos	18
3. Metodología	20
3.1 Delimitación preliminar del área de estudio	20
3.2 Caracterización y análisis de sistema ambiental regional	20
3.2.1 Medio físico	20
3.2.1.1 Clima	20
3.2.1.2 Aire	24
3.2.1.3 Geología y geomorfología	25
3.2.1.4 Suelos	26
3.2.1.5 Hidrología superficial y subterránea	30
3.2.1.6 Unidades geohidrológicas	33
3.2.2 Medio biótico	34
3.2.2.1 Vegetación terrestre	34
3.2.2.2 Fauna terrestre de la región	43
4. Resultados	55
4.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional	55
4.1.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto	55
4.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos	58
4.2 Impactos ambientales generados	62
4.2.1 Identificación de impactos	62
4.2.2 Selección y descripción de los impactos significativos	66
4.2.2.1 Cortes y terraplenes	66
4.2.2.2 Generación de sustancias peligrosas y combustibles	68
4.2.2.3 Desmonte y despalme en el derecho de vía	69
4.3 Impactos positivos	70
5. Medidas de mitigación de impactos	73
5.1 Clasificación de las medidas de mitigación	73
5.2 Descripción de las estrategias de medidas de mitigación	76
5.2.1 Cortes y terraplenes	79

5.2.2 Restauración de bancos de préstamo en las riberas de arroyos	86
5.2.3 Manejo de residuos no peligrosos	90
5.2.4 Manejo de sustancias peligrosas y combustibles	92
5.2.5 Mantenimiento a la carretera	93
5.2.6 Revegetación en el derecho de vía	94
5.2.7 Recomendaciones adicionales	96
6. Conclusiones	104
Referencias	107
ANEXOS	112

LISTA DE TABLAS

Numero	Descripción	Página
1.1	Normas oficiales mexicanas	5
1.2	Límites máximos de ruido en vehículos automotores	6
1.3	Límites máximos de ruido en motocicletas y triciclos	6
1.4	Límites de ruido de fuentes fijas	6
3.1.	Principales características fisiográficas de las cuencas	31
3.2	Composición de la cubierta vegetal	41
3.3	Composición de la vegetación en estado sucesional	42
3.4	Especies florísticas en riesgo y aprovechamiento tradicional de las especies nativas	43
3.5	Mamíferos de la región	45
3.6	Aves predominantes en la zona de estudio	46
3.7	Especies permitidas y época de captura	47
3.8	Estatus de especies que se encuentran en algún nivel de riesgo	49
4.1	Factores y atributos del medio natural y socioeconómico presentes en el área de estudio	63
4.2	Actividades por etapa de la obra	64
4.3	Matriz de identificación de impactos	65
5.1	Clasificación de las medidas de mitigación	74

LISTA DE FIGURAS

Numero	Descripción	Página
3.1	Climograma de la estación Santa Catarina, N. L. para el periodo 1964-1980, 19-006, 685 msnm	22
4.1	Fuentes de cambio durante la preparación del sitio	59
4.2	Fuentes de cambio en la etapa de construcción	59
4.3	Fuentes de cambio en la etapa de infraestructura provisional y procesos comunes a todas las etapas	60

NOMENCLATURA

Simbología	Descripción
°	Grados angulares
°C	Grados Celsius
%	Por ciento
AMM	Área Metropolitana de Monterrey
cm	Centímetro
CNA	Comisión Nacional del Agua
dB	Decibeles
FHWA	Federal Highway Administration
Ha	Hectárea
IMECA	Índice Metropolitano de la calidad del Aire
INE	Instituto nacional de ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
km/hr	Kilómetro por hora
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
m	Metro
m ³	Metro cúbico

MIA	Manifestación de impacto ambiental
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
NOM	Norma
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PPM	Partes por millón
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PST	Partículas suspendidas totales
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIMA	Sistema Integral de Monitoreo Ambiental
SOP	Secretaría de Obras Públicas
spp	Especie

CAPÍTULO 1

Introducción

La evolución económica y social del país, impulsó la modernización y la expansión de los transportes y de las comunicaciones, así como el desarrollo integral y equilibrado de su infraestructura, en función de las prioridades y objetivos nacionales. Las prioridades se orientaron a satisfacer las necesidades más urgentes entre otros: modernizar, rehabilitar, ampliar y conservar la infraestructura carretera existente, para lograr mayores niveles de bienestar para la población y responder a las necesidades de la actividad productiva.

De acuerdo con el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988) que dice, "... quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades (artículo 29, inciso 1.- Obras de vías generales de comunicación) requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)".

El artículo 30, párrafo primero de la LGEEPA, señala que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28, los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, documento que deberá contener por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Asimismo el Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, en los artículos 5, 9 y 10 establece el contenido y modalidad de dichas manifestaciones.

Se realiza el Estudio de Impacto Ambiental de la construcción de la Carretera Saltillo-

Monterrey, tramo límite de estados Coahuila-Saltillo / Nuevo León-Monterrey, con el fin de describir el entorno de influencia del tramo carretero de 22.08 km, identificar y valorar los impactos ambientales potenciales del proyecto y evaluar las medidas para mitigarlos, aplicando las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas y la congruencia con Planes y Programas de Desarrollo, y de Ordenamiento Ecológico vigentes.

1.1 Antecedentes

Durante el proceso de elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, la construcción del tramo carretero Límite de estados Coahuila/Nuevo León - Monterrey del km 60+920 al km 83+000 el proyecto se encuentra en etapa de estudios preliminares de campo (geotecnia y topografía). En la longitud total del tramo de 22.08 km no se ha iniciado otro tipo de trabajos.

El proyecto consiste en la construcción de un cuerpo carretero nuevo de 21.00 m de ancho de corona, para alojar dos calzadas de 7.00 m con dos carriles de 3.50 m cada uno, en ambos sentidos de circulación, casi en toda su longitud corre paralela a la carretera existente la federal No. 40.

Las etapas en las que los trabajos se realizarán son: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Los procesos de la construcción serán: desmonte y despalme excavación, compactación, formación de terracerías y pavimentación mediante carpeta de concreto asfáltico; construcción de obras de drenaje menor y edificación de puentes, pasos vehiculares y peatonales, así como la señalización y mantenimiento del mencionado tramo carretero Todas las obras previstas se realizarán dentro del derecho de vía.

En la construcción de la carretera, se utilizarán materiales para la formación de las terracerías para el cuerpo de terraplén y para la capa de transición y capa subrasante se aprovechará el material producto: de cortes, de excavación de cajas de desplante y el faltante se extraerá de bancos de préstamo a lo largo del trazo. Además para los pavimentos (sub-base, base y carpeta asfáltica, así como para concreto hidráulico) se obtendrá material de un manto rocoso.

Los contaminantes que generará la construcción y operación de la carretera es el ruido, que según datos estimados, los niveles promedio de emisión a 15 m de la fuente de origen para vehículos en carretera, son: 74 dB para automóviles, 81 dB para autobuses y 82 dB para camiones.

De acuerdo con la "Federal Highway Administration" (FHWA, 1987) de los Estados Unidos, los niveles de ruido en carreteras de altas especificaciones y considerando el límite máximo permisible para interferir con las actividades humanas es de 55 dB, éste se alcanza a distancias que van de los 260 m hasta los 1 410 m a partir del eje de la carretera.

Con respecto a las normas de calidad del aire, los valores máximos permisibles de concentración de contaminantes (Secretaría de Salud Diario Oficial de la Federación, 1994). Estos índices que se utilizan para fijar el valor 100 en el Índice Mexicano de Calidad de Aire (IMECA) o tabla de referencia de 0 a 500, la que representa gráficamente la medición obtenida:

- 1) Partículas suspendidas totales (PST) un promedio diario de 260 microgramos por metro cúbico.
- 2) Bióxido de azufre (SO_2) un promedio diario máximo de 0.13 ppm (partes por millón)
- 3) Monóxido de carbono (CO) un promedio en ocho horas máximo de 11 ppm
- 4) Bióxido de nitrógeno (NO_2) un promedio máximo de 0.21 ppm (1 hora)
- 5) Ozono (O_3) un promedio diario máximo de 0.11 partes por millón.

Las Normas Oficiales Mexicanas que rigen el proceso constructivo de estos trabajos se muestran en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Normas Oficiales Mexicanas.

NORMA (NOMENCLATURA ACTUAL)	NORMA (NOMENCLATURA ACTUAL)
En materia de atmósfera	Criterio para evaluar el aire ambiente
NOM-034-SEMARNAT/1993	NOM-024-SSA1/1993
NOM-035-SEMARNAT /1993	NOM-025-SSA1/1993
NOM-036-SEMARNAT/1993	Residuos municipales y peligrosos
NOM-037-SEMARNAT/1993	NOM-052-SEMARNAT/1993
NOM-038-SEMARNAT/1993	NOM-053-SEMARNAT/1993 Anexo 3. Tabla 2
NOM-086-SEMARNAT/1994	NOM-083-SEMARNAT/1996
Límites máximos permisibles	NOM-055 a 058-SEMARNAT/1993
NOM-043-SEMARNAT/1993	NOM-54-SEMARNAT/1993
NOM-085-SEMARNAT/1994	Protección de especies
NOM-041-SEMARNAT/1999	NOM-059-SEMARNAT/2001
NOM-045-SEMARNAT/1996	Manejo de recursos naturales
NOM-048-SEMARNAT/1993	NOM-003-RECNAT-1996
NOM-050-SEMARNAT/1993	NOM-004-RECNAT-1996
Calidad del agua residual	NOM-005-RECNAT-1997
NOM-001-SEMARNAT/1996	NOM-007-RECNAT-1997
NOM-002-SEMARNAT/1996	NOM-008-RECNAT-1996
NOM-003-SEMARNAT/1997	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
Contaminación por ruido	NOM-011-STPS-1993
NOM-080-SEMARNAT/1994	Normas emergentes
NOM-081-SEMARNAT/1994	NOM-EM-138-ECOL/2002

Para los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de fuentes móviles, se aplica a vehículos automotores (autos, camionetas, tractocamiones) de acuerdo a su peso bruto vehicular (Tabla 1.2), motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre (Tabla 1.3), exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción.

Tabla 1.2 Límites máximos de ruido en vehículos automotores.

Peso bruto vehicular (kg)	Límites máximos permisibles en dB(A)
Hasta 3,000	70
Más de 3,000 y hasta 10,000	81
Más de 10,000	84

Tabla 1.3 Límites máximos de ruido en motocicletas y triciclos.

Desplazamiento del motor en centímetros cúbicos	Límites máximos permisibles en dB(A)
Hasta 449	96
De 450 en adelante	99

Para los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de fuentes fijas, se aplica en actividades en la vía pública, de toda instalación establecida en un solo lugar que tenga como finalidad desarrollar actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera (Tabla 1.4).

Tabla 1.4 Límites de ruido de fuentes fijas.

HORARIO	Límites máximos permisibles
De 6:00 a 22:00	68 dB
De 22:00 a 6:00	65 dB

A fin de contar con la información necesaria para la elaboración del presente estudio de impacto ambiental, se realizaron una serie de actividades, las que en forma paralela y/o en secuencia, permitieron obtener la caracterización ambiental y socioeconómica, identificar y analizar los impactos ambientales potenciales, proponer las medidas de restauración y/o compensación para los daños y plantear las recomendaciones para optimizar los beneficios.

De este modo, el sitio donde se emplazará el nuevo tramo carretero ha sido modificado con anterioridad. Uno de los factores de cambio y desencadenador de cambios ha sido la presencia de la carretera actual desde la década de 1940, lo que en su momento propició entre otras circunstancias el asentamiento de pequeñas poblaciones en sitios donde la topografía y la presencia de agua lo han facilitado. De manera paralela a la carretera y debido a la importancia de las ciudades de Saltillo y Monterrey al ser las capitales de los estados de Coahuila y Nuevo León respectivamente y tener zonas industriales de relevancia nacional e internacional se han realizado obras de infraestructura paralelas a la carretera actual.

El relieve al constituirse como la principal condicionante para el emplazamiento de estas obras nuevamente éstas se han localizado ya sea en la parte baja del valle intermontano o en las laderas de menor pendiente. Así, se pueden encontrar gasoductos y oleoductos que tienen trayectorias paralelas a la carretera actual y entre sí, y en algunos tramos se unen para formar un poliducto. En un caso similar se encuentran las líneas de conducción eléctricas, de telégrafo y telefónicas, presentando en algunos tramos trayectorias conjuntas, es decir, líneas del mismo tipo paralelas o derivaciones de una principal que se vuelven a unir; sólo en el caso del telégrafo, éste mantiene su trazo paralelo al camino siguiendo un criterio de la época del gobierno de Porfirio Díaz.

El marco natural ha estado sujeto a diferentes modificaciones en distintos momentos e intensidades principalmente por causas de origen humano. Estas acciones han tenido consecuencias en más de dos componentes del ambiente como efectos secundarios indirectos.

Un claro ejemplo de estos cambios indirectos producto de otras acciones y/o circunstancias dentro del área de estudio es la proliferación de desarrollos residenciales así como zonas de recreo pasivo que se ubican en la periferia de la Zona Metropolitana

de Monterrey como resultado del acelerado crecimiento de ésta aunado a la búsqueda de espacios tranquilos para “estar en contacto con la naturaleza”. En este caso en la zona poniente del área metropolitana a partir de la salida a Saltillo a un lado de la carretera No. 40 Saltillo-Monterrey, las empresas inmobiliarias y desarrolladoras han estado adquiriendo terrenos que se caracterizan por presentar pendientes suaves y amplias vistas hacia las montañas y los cuales se ubican en el pie de monte de la Sierra Madre Oriental en la subprovincia de la Gran Sierra Plegada.

1.2. Justificación

La construcción de la carretera Saltillo-Monterrey, tramo límite estados Coahuila/Nuevo León-Monterrey, beneficiará a las ciudades de Saltillo y de Monterrey las que mantienen importantes vínculos comerciales e industriales, lo que ha incrementado su aforo principalmente de transporte de carga pesada, asimismo el tramo carretero servirá para conectar estas dos ciudades con la vía troncal de acceso directo a uno de los corredores territoriales del Tratado de Libre Comercio, vía que conecta hacia el norte a México con Estados Unidos, a través de la carretera 85 Monterrey-Nuevo Laredo, con Laredo, Texas, de ahí por la supercarretera interestatal 35 hasta Minnesota en la frontera con Canadá, y hacia el sur vía Monterrey se llega a la Ciudad de México a través de la carretera 57

La construcción de esta carretera beneficiará directamente a habitantes del AMM, así como a los del área de influencia, facilitando su crecimiento industrial y comercial, además de hacer más segura y eficiente la comunicación y el acceso a las dos capitales de estado que une, de ahí al resto del país y al mercado norteamericano.

Por lo tanto, la realización de las acciones necesarias para llevar a cabo el presente Estudio de Impacto Ambiental en modalidad General permitirá mitigar los efectos al medio ambiente debidos a la construcción de la Carretera.

1.3. Hipótesis

Si se realiza adecuadamente el estudio de impacto ambiental en modalidad general al proyecto de construcción de una vía de comunicación; entonces se podrán determinar los principales impactos al ambiente así como su mitigación, con lo cual se estará cumpliendo con la normatividad actual en materia de impacto ambiental.

1.4 Objetivo

Determinar el grado de afectación al ambiente y las probables medidas de mitigación en la construcción de una Carretera mediante el estudio de impacto ambiental en su modalidad general.

CAPÍTULO 2

Marco teórico

2.1 Etapas a desarrollar en un estudio de impacto ambiental para la construcción de una carretera.

Las etapas que se llevan a cabo para el estudio de impacto ambiental en la construcción de una carretera consisten en una serie de puntos, los cuales se enumeran a continuación.

2.1.1. Técnicas de investigación.

2.1.1.1 Trabajo de gabinete.

- a) Datos generales del solicitante, acreditación de la tenencia de la tierra, representante legal, realizador del estudio, registro del elaborador del estudio.
- b) Recopilación y selección de información técnica, bibliográfica y cartografía temática.
- c) Elaboración de croquis y planos de trabajo.
- d) Sobre posición de planos temáticos para determinar unidades ambientales.

2.1.1.2 Trabajo de campo.

- a) Obtención de información con responsables del proyecto y ante autoridades estatales y locales.
- b) Observación del medio natural.
- c) Observación del medio físico.

- d) Observación del medio socioeconómico.
- e) Levantamiento fotográfico.

Cabe mencionar que, antes de desarrollar el estudio de Impacto Ambiental, la empresa solicitante debe estar legalmente constituida y deberá justificar legalmente la acreditación de la tierra y, quienes ejecuten el proyecto deben ser profesionales (con grado de Maestría o Doctorado) y contar con registros ante dependencias oficiales.

2.1.2. Análisis de la investigación.

- a) Selección y revisión de la información obtenida en gabinete y campo.
- b) Revisión y selección de técnicas de evaluación.

2.1.3. Conclusiones y recomendaciones

- a) Determinación de los impactos ambientales provocados por la obra.
- b) Determinación de medidas de mitigación y restauración de los impactos
- c) Elaboración del las estrategias
- d) Programa de revegetación.

2.2. Estudios preliminares de impacto ambiental para la construcción de una carretera.

Con respecto a la construcción de la carretera, se deberán llevar a cabo una serie de acciones, como por ejemplo: La liberación del derecho de vía plantea la expropiación o compra de los terrenos, así como el pago de daños a los bienes diferentes a la tierra sobre la franja de emplazamiento del proyecto, por lo que hay que hacer un diagnóstico preventivo de afectaciones para conocer la problemática inmobiliaria, el régimen de la tenencia; propiedad social (ejidal y comunal), privada y otras, número de predios afectados totalmente, en forma parcial o subdivididos, su regularidad, los costos de la adquisición y de la gestión indemnizatoria, así evitar conflictos potenciales como reclamo de propietarios y especulación.

2.3 Métodos de evaluación de impactos ambientales.

2.3.1 Matriz de Leopold.

Una forma de evaluar los impactos ambientales consiste en la aplicación de las matrices de Leopold (Leopold *et al.*, 1971), diseñadas a partir de la Evaluación de Impacto Ambiental de una mina de fosfatos de California. Consiste en un cuadro de doble entrada cuyas columnas están encabezadas por una amplia relación de factores ambientales y cuyas entradas por filas están ocupadas por otra relación de acciones causa de impacto; ambas listas de factores y acciones tienen carácter de listas de chequeo entre las que se seleccionan los relevantes para cada caso; en este sentido conviene advertir de que su origen supone el peligro de ignorar aspectos que no siendo importantes allí puedan serlo en otros países. La matriz no es propiamente un modelo para realizar el MIA, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios; así la matriz de Leopold sólo tiene sentido cuando va acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control. En suma se

trata de una matriz de relación causa-efecto que añade a su papel en la identificación de impactos la posibilidad de mostrar la estimación de su valor.

Para realizar este tipo de matrices es necesario definir los impactos y caracterizarlos. A la hora de caracterizar un impacto tenemos una serie de criterios legales muy definidos, y que son los siguientes:

- Presencia (Notable/Mínima).
- Carácter genérico (+/-).
- Tipo de acción (directa/indirecta).
- Sinergia (simple/acumulativo/sinérgico).
- Temporalidad (corto/medio/largo plazo).
- Duración (temporal/permanente).
- Reversibilidad (Reversible/irreversible) del sistema: si el medio natural es capaz por sí solo de volver a la calidad original del sistema.
- Recuperabilidad (Recuperable/Irrecuperable): vuelta a la calidad original mediante medidas correctoras.
- Continuidad (Continuo/ Discreto).
- Periodicidad (Periódico/Aperiódico).

La valoración se puede realizar con la siguiente clasificación:

- Compatible: de rápida recuperación sin medidas correctoras.
- Moderado: la recuperación tarda cierto tiempo pero no necesita medidas correctoras o solo algunas muy simples.
- Severo: la recuperación requiere bastante tiempo y medidas correctoras más complejas.

- Crítico: supera el umbral tolerable y no es recuperable independientemente de las medidas correctoras (este es el tipo de impactos que, en teoría al menos, hacen inviable un proyecto y lo paran).

Es difícil determinar la diferencia entre severo y crítico, sobre todo porque el ser recuperable o no por medidas correctoras depende del presupuesto que se maneje. A la hora de valorar se utilizan diversas metodologías:

- a) Enjuiciamiento directo.
- b) Aspectos cualitativos. Criterios simples sobre características no cuantificables y que pueden definirse mejor empleando clases.
- c) Sistemas cuantitativos:
 - Parciales: aplicación de modelos, tipos.
 - Globales: se realizan modelos específicos para actuaciones concretas.

La gravedad de un impacto va a venir determinada por sus características magnitud (en cuanto a su intensidad y extensión). Hay que transformar esto en un valor de modo aproximativo. Para una concreción mayor existen fórmulas para asignar valores simples a los descriptores o características de los impactos para llegar a un valor estandarizado de todos los impactos.

(E) Extensión (puntual o amplia, con valores de 1,3).

(D) Distribución (puntual o continua, con valores de 1 y 0.5).

(O) Oportunidad (oportunas o inoportunas, con valores de 1 y 2).

(T) Temporalidad (Infrecuente, frecuente y permanente, con valores de 0.5, 1 y 2). (R)

Reversibilidad (reversible e irreversible, con valores de 1 y 2).

(S) Signo (+ ó -).

(M) Magnitud (baja, media, alta, con valores de 1,3,5).

Con estos valores calculamos el Índice Total de Impacto (IT), que tiene la siguiente ecuación:

$$IT = [(M * T + O) + (E * D)] * R * S \quad (2.1)$$

Que se valora de la siguiente manera:

30-50 Crítico.

15-30 Severo.

5-15 Moderado.

< 5 Compatible.

Éste sería el impacto sin las medidas correctoras, tras la aplicación de las medidas correctoras (que se restarían, -MC). Se trata de un análisis cuantitativo para luego llegar a un valor semicuantitativo.

2.3.2. Técnicas para evaluar los impactos ambientales.

La matriz con cuadros de doble entrada en una de las cuales con base en el inventario ambiental, se pone la lista de factores relevantes y sus atributos receptores de los efectos, y en la otra se disponen las acciones del proyecto causa del impacto. En las casillas de intersección se señala donde se pueden producir una interacción, las cuales

identifican impactos potenciales, cuya significación se evalúa en términos básicos de sus características; naturaleza del impacto, importancia y duración.

Con ayuda del listado que incluye los factores y atributos ambientales presentes en el área de estudio y, otro listado simple relativo a las actividades inherentes a las etapas de la obra desde; estudios preliminares de campo, preparación del sitio, construcción y, operación y mantenimiento, se elabora una matriz de interacción y se identifican los impactos de una manera cualitativa es decir, los valores asignados reflejan las posibles interrelaciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. La simbología empleada es la siguiente: **A** si el impacto es adverso significativo; **a** si es adverso poco significativo; **B** si es benéfico significativo; **b** si es benéfico poco significativo; **T** si el impacto es temporal y **P** si es permanente.

La identificación y asignación de valores cualitativos a los posibles impactos se efectúa de manera interdisciplinaria; los impactos identificados se evalúan y se describen, para posteriormente especificar la etapa del proyecto y sitio en que se podrían originar, el factor ambiental afectado y las medidas para mitigarlos.

2.3.3. Criterios para la clasificación y definición de los tipos de impacto.

La construcción de toda obra ocasiona impactos en el entorno ambiental y social de diferentes magnitudes e intensidades, es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza y estos pueden ser:

- Impacto ambiental acumulativo. El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la

interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **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.
- **Impacto ambiental residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

2.3.4. Características de los impactos.

- **Naturaleza del impacto.** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **Duración.** El tiempo de duración del impacto; permanente o temporal.
- **Importancia.** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en al ambiente, para ello se considera lo siguiente:

La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

- Irreversible. Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- Magnitud. Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- Urgencia de aplicación de medidas de mitigación. Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.
- Reversibilidad. Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de auto depuración del medio.

CAPÍTULO 3

Metodología

3.1 Delimitación preliminar del área de estudio

Los límites del área de influencia se hicieron en base a criterios físico-geográficos partiendo principalmente de la topografía y la red hidrográfica superficial. La ubicación geográfica del nuevo tramo carretero dentro de un valle inter montano facilita esta delimitación ya que por un lado, se considerarán los parteaguas de las elevaciones que conforman este valle como los límites norte y sur del área de influencia cerrando la poligonal al seguir escurrimientos temporales y permanentes en los extremos este y oeste definiendo de este modo una microcuenca. Cabe resaltar que esta microcuenca en realidad son tres pequeñas cuencas que drenan hacia el Golfo mediante tres arroyos principales en diferentes puntos y direcciones. Sin embargo, esta delimitación por un lado coincide con los límites de la cuenca visual que este valle intermontano presenta y por otro, permite identificar procesos e interrelaciones locales y regionales que inciden en la construcción y operación del tramo carretero en estudio (Anexo, Plano 1).

3.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

3.2.1. Medio físico

3.2.1.1. Clima

Las condiciones climatológicas que se presentan en el municipio de Santa Catarina son similares a las que se presentan en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) ya que en ambos lugares debido a su cercanía además de compartir la conformación orográfica regional se presentan fenómenos regionales que ejercen influencia

significativa sobre las condiciones locales. Así, aunado a la topografía y a la posición latitudinal, el comportamiento climático está influenciado por masas de aire marítimo continental modificado por la circulación superior de la atmósfera definiendo dos temporadas muy marcadas.

a) La circulación de verano. Esta circulación está determinada principalmente por el desplazamiento hacia el norte sobre el Golfo de México del “Anticiclón Bermuda-Azores” en el verano, generando la penetración profunda de los vientos alisios. Al chocar éstos con la Sierra Madre Oriental producen en ella abundante precipitación provocando las lluvias de junio. Durante el transcurso del verano hasta principios del otoño, se produce la entrada de la circulación ciclónica, que por provenir del sureste tiene una penetración más profunda y por ello no sólo produce las mayores cantidades de precipitación sino también las lluvias más intensas, las cuales se presentan básicamente durante el mes de septiembre.

b) La circulación de invierno. A finales del otoño la circulación ciclónica decrece como consecuencia del desplazamiento hacia el sur de la zona subtropical de alta presión. Entonces se inicia la penetración de vientos del oeste, que son típicos de la circulación de latitudes medias. En su base, estos vientos son menos húmedos que los alisios e imprimen al ambiente la sequedad que dura hasta la primavera. Durante esta época se presentan también las invasiones de masas de aire frío generadas en el centro norte de Estados Unidos y de Canadá, e incluso del límite polar. Dichas masas de aire frío y polar generan fuertes descensos térmicos y precipitaciones de tipo frontal cuando actúan como “nortes”, es decir, cuando se trata de masas de aire que han transitado por el Golfo de México y se han atemperado y cargado de humedad.

De acuerdo a la clasificación de Köppen y modificada por Enriqueta García (García, 1987), el municipio de Santa Catarina presenta un clima seco árido (Figura 3.1), el más

seco del grupo, presentando una oscilación térmica de 14°C, régimen de lluvias en verano con canícula y una precipitación invernal respecto a la anual menor de 18%.

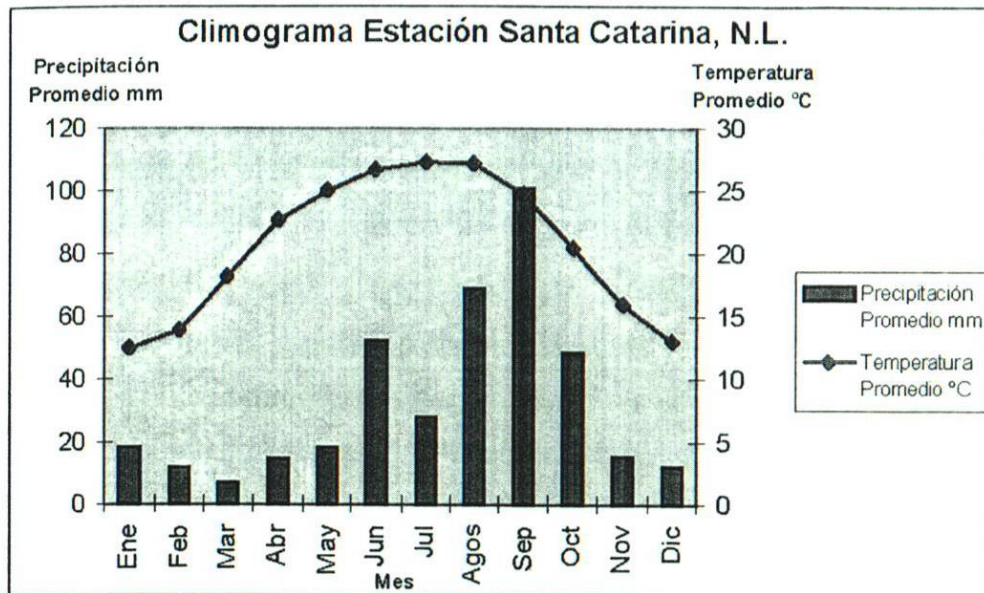


Figura 3.1. Climograma de la estación Santa Catarina, N. L. para el periodo 1964-1980, 685 msnm.

La temperatura promedio anual registrada en esta estación para el periodo comprendido entre 1964 – 1980 es de 20.6°C y una precipitación promedio anual de 95.8 mm. Para este año y de conforme a los datos obtenidos del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA, 2008), la temperatura promedio hasta el mes de septiembre es de 22.37°C con una máxima de 37.18°C para el mes de mayo mientras que la temperatura mínima registrada para este periodo fue de 0.2°C en enero, en cuanto a los datos de precipitación éstos no están disponibles. Las precipitaciones de verano se inician en junio con la entrada de los vientos alisios, decrecen en julio y agosto como consecuencia de la canícula y vuelven a incrementarse en septiembre por la influencia de la circulación ciclónica. Para la época fría del año, las precipitaciones son de menor intensidad e importancia, provocadas por frentes fríos o descensos bruscos de temperatura relacionados con la penetración de “nortes” o masas de aire frío continental y polar.

Los vientos dominantes en la región son del noreste y sureste debido a la ubicación geográfica de la carretera dentro de un área de alta presión, los cuales son más intensos en la mitad caliente del año. Estos últimos vientos provenientes del sureste son reforzados por la circulación anticiclónica proveniente del Golfo de México con una marcada intensidad sobretodo al final del verano.

Sin embargo, durante los meses de invierno (octubre a diciembre) la circulación del viento cambia hacia el suroeste, oeste y noroeste; cuando se presentan masas de aire frío, los vientos provienen del norte y noroeste, los cuales aun cuando registran un descenso en la velocidad durante esta época son muy importantes por los efectos de enfriamiento que a su vez provocan heladas y lluvias.

Los vientos dominantes para este año hasta el mes de septiembre para esta estación climatológica se registraron con una dirección predominante de sureste a noroeste (111.123° Azimut) con una velocidad promedio de 6.92 km/hr.

La ubicación del nuevo tramo carretero dentro de un valle intermontano influye en las condiciones climáticas regionales presentándose de este modo un microclima debido principalmente a la significativa diferencia altitudinal entre el piso del valle y la cima de las elevaciones que lo delimitan así como por la angostura del mismo valle. Esta situación geográfica provoca que en el valle se presenten vientos locales determinados por la topografía; cuando el gradiente de presión en la región es débil entonces predominan las corrientes de montaña y valle, así los vientos de montaña convergen hacia el valle durante la noche mientras que durante el día, el aire se calienta y en su ascenso se dirige laderas arriba, generalmente éstos vientos son débiles o de muy baja intensidad.

La frecuencia de fenómenos especiales que se presentan en la región es la presencia de granizadas de entre 0.83 y 2.82 días al año; las heladas se presentan entre 6.16 y 16.6 días al año; respecto a las tormentas eléctricas estas se presentan entre 6.85 y 17.65 días al año, y las nevadas entre 0.03 y 0.90 días al año. Aunque estos fenómenos no siguen un patrón regular, la frecuencia de granizo se incrementa en la época de lluvias; las heladas y nevadas en invierno; y las tormentas eléctricas a lo largo de todo el año.

3.2.1.2. Aire

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) es una de las cuatro zonas conurbadas del país que cuenta con un sistema integral de monitoreo ambiental (SIMA), el cual a su vez tiene una red de monitoreo para la evaluación de la calidad del aire. Esta red consta de 5 estaciones, una de las cuales se encuentra en el centro del municipio de Santa Catarina a una distancia de 9 km aproximadamente del tramo. Aunque la distancia es considerable, es importante destacar que en la porción oeste del AMM en ambos costados de la carretera Federal No. 40 Saltillo – Monterrey se encuentran varios parques industriales de gran importancia. Asimismo esta estación está localizada a favor de los vientos de la mayoría de las fuentes industriales de Monterrey, San Pedro Garza García y Santa Catarina, razón por la cual el análisis y lectura de los datos que se registran en ésta son un indicador de la calidad y situación del aire en una porción de la nueva carretera (6 km aprox.).

Debido a las condiciones geográficas y meteorológicas, el área metropolitana incluyendo la porción este de la carretera en estudio se halla sujeto a la influencia de sistemas anticiclónicos procedentes del Golfo de México que provocan una gran estabilidad atmosférica, inhibiendo el mezclado vertical del aire. La presencia de elevaciones tales como la Sierra Madre Oriental, el Cerro de la Silla, el Cerro de las

Mitras y el Cerro del Topochico constituyen una barrera física natural para la circulación del viento e impiden el desalojo del aire contaminado hacia el exterior de la zona.

La dirección de los vientos dominantes es de 90° azimutales, es decir de este a oeste. Sin embargo, durante los meses de invierno, cuando se presentan las masas de aire frío, los vientos provienen del norte y noroeste con velocidades muy bajas lo que provoca entre otros factores a una mayor acumulación de contaminantes y una lenta dispersión de éstos.

3.2.1.3. Geología y geomorfología

La carretera se encuentra dentro la Región Fisiográfica denominada Provincia Sierra Madre Oriental, en la frontera de la parte norte de la Subprovincia Gran Sierra Plegada y al suroeste de la Subprovincia Pliegues Saltillo-Parras (Anexo, Mapa 6).

La subprovincia Gran Sierra Plegada, se inicia inmediatamente al este de Saltillo, Coah., se flexiona con la integración de un gran arco al sur de Monterrey, N.L., y se prolonga hasta la ciudad Valle S.L.P., de tal manera que abarca territorios de los estados mencionados y de Tamaulipas. En ella dominan las capas plegadas de calizas con predominantes ejes estructurales de anticlinales y sinclinales.

La región flexionada que se encuentra al este de Saltillo y sur de Monterrey se conoce como anticlinorio de Arteaga; un anticlinorio es una sucesión estructural de pliegues que, juntos, integran una anticlinal general. Una gran falla inversa corre sobre los bordes orientales de la sierra, en tanto que algunas otras, de menor tamaño, se extienden más o menos paralelas a aquélla y a los ejes estructurales. También hay afloramientos yesíferos paralelos en el mismo sentido, particularmente del lado

occidental de la sierra, y fosforitas. Hacia los bordes occidentales se presentan algunas fallas normales importantes.

De acuerdo con INEGI (1981), los sistemas de topo formas donde se desarrolla el tramo carretero en esta subprovincia son:

1. Sierra Pliegue Flexionada, la cual se caracteriza por presentar una orientación semicircular oeste-este-sureste conformado por una sucesión de anticlinales de origen sedimentario marino con pendientes muy abruptas.
2. Valle Intermontano, el cual esta asociado con lomeríos cuyo origen es resultado de la erosión de los anticlinales y de pliegues más complejos de rocas sedimentarias marinas. La orientación es circular y el rasgo geológico más sobresaliente es el plegamiento complejo presentando pendientes suaves y de geometría generalizada convexa.

3.2.1.4. Suelos

El régimen climático en el cual se han formado los suelos se identifica por una evotranspiración mayor a la precipitación pluvial que cae durante la mayor parte del año por lo que el agua no alcanza a percolar a través de todo el perfil del suelo, de manera que el agua aprovechable por las plantas es mínima y por periodos cortos a excepción de los sitios que se encuentran bajo riego. La mayor parte de los suelos presentan características de poco profundos y de texturas gruesas o con subsuelos duros y poco permeables, presentando una morfología de perfiles variada, donde los horizontes o capas que los constituyen se han formado en el medio actual o bien, son relictos de un régimen anterior más húmedo (Anexo, Mapa 5). Las asociaciones de suelos presentes en el tramo carretero son:

Xerosol haplico + Regosol calcárico + Rendzina- Fase física petrocálica. Esta asociación presenta una capa de caliche dura que se encuentra a menos de 50 cm de profundidad, la cual limita la capacidad del suelo para prácticas agrológicas y se caracteriza por ser una capa cementante y endurecida con carbonatos

Xerosol haplico – Fase gravosa. Este tipo de suelo presenta una fase física que se caracteriza por la presencia de gravas, es decir, piedras menores de 7.5 cm de largo en la superficie del terreno o cerca de ella.

Fluvisol calcárico + Xerosol haplico - Fase pedregosa. Esta asociación de suelos presenta fragmentos de roca mayores a 7.5 cm de largo en la superficie del terreno o cerca de ella.

Regosol calcárico - Fase lítica. Este suelo presenta una capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de raíces.

Regosol calcárico + Fluvisol calcárico. Fase pedregosa. Asociación de suelos que presenta fragmentos de roca mayores de 7.5 cm de largo en la superficie del terreno o cerca de ella.

Rendzina + Litosol – Fase petrocálica. Esta asociación se caracteriza por presentar una capa de caliche duro, la cual esta cementada y endurecida con carbonatos.

Xerosol Háplico + Regosol calcárico. Fase petrocálica. Esta asociación se caracteriza por presentar una capa de caliche duro, la cual esta cementada y endurecida con carbonatos.

Feozem calcárico + Regosol calcárico. Fase petrocálica. . Esta asociación se caracteriza por presentar una capa de caliche duro, la cual esta cementada y endurecida con carbonatos.

Fluvisol calcárico. Fase pedregosa. Esta asociación de suelos presenta fragmentos de roca mayores a 7.5 cm de largo en la superficie del terreno o cerca de ella.

Fluvisol calcárico + Feozem háplico. Fase pedregosa. Esta asociación de suelos presenta fragmentos de roca mayores a 7.5 cm de largo en la superficie del terreno o cerca de ella.

Litsoles y Rendzinas. Estos suelos forman la asociación de suelos más común en la Sierra Madre, y en otras de las sierras neoleonesas. Se caracterizan por ser suelos someros alternados con abundantes afloramientos rocosos, sobre las calizas que constituyen los macizos serranos, en zonas con pendientes moderadas y fuertes. Son de color oscuro y su textura es de migajón arcilloso o más fina; tiene un alto contenido de materia orgánica y estructura migajosa o en pequeños bloques. La profundidad del litosol es menor a 10 cm, las rendzinas miden en promedio, unos 25 cm desde la superficie hasta la roca. Los minerales que constituyen estos suelos son fundamentalmente residuos de la disolución de las calizas. Ambos suelos son fértiles y frecuentemente calcáreos, pero inapropiados en su mayoría para la agricultura, debido a la poca profundidad y las pendientes pronunciadas en las que se les encuentra. Son altamente susceptibles a la erosión.

Regosol calcárico se presentan como suelos de textura gruesa derivados de materiales coluviales gravosos y pedregosos no consolidados, ubicados en las faldas de la Curvatura de la Sierra Madre Oriental al sur de Monterrey. Son suelos calichosos con moderada cantidad de materia orgánica. La cantidad de agua aprovechable es muy baja por su reducida proporción de arcillas, materia orgánica y alta pedregosidad. Es importante señalar que estos suelos son los más fértiles de los regosoles.

Fluvisol calcárico se presentan a lo largo de los cauces de los ríos Santa Catarina, Pesquería, Las Tinajas así como en algunos escurrimientos temporales de dimensiones considerables tales como el denominado Ranchero, Cortinas y San Juan entre otros. Son suelos desarrollados sobre sedimentos fluviales depositados recientemente. El material parental está compuesto de depósitos de grava empaquetados en muchas partes por material más fino de texturas medias a finas y de colores ocre a pardos. Por su condición de ser terrenos inundables no presentan una vegetación cerrada. Son suelos muy poco desarrollados y se caracteriza por contener cantidades altas de cal.

Xerosol háplico. Estos suelos son típicos de las zonas áridas y semiáridas que se han desarrollado sobre sedimentos aluvio-coluviales y depósitos descompuestos de lutitas y margas calizas. Tienen un bajo contenido de material húmico y de arcilla aluvial. La traslocación de arcilla es testigo de periodos climáticos más húmedos antecedentes al clima semiárido presente. Tienen un color claro, una estructura laminar o poliédrica-subangular, una textura media en el suelo superficial y más fina en el subsuelo con una fuerte acumulación de carbonatos de calcio o concentraciones de carbonatos pulverulentos y muy dispersos. Los xerosoles son suelos con baja susceptibilidad a la erosión, salvo cuando están en pendientes y sobre caliche tepetate, en donde si presentan este problema.

Feozem calcárico. Estos suelos se caracterizan principalmente por la presencia de una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Cuando se presentan en laderas y pendientes, tiene rendimientos bajos para la agricultura y se erosionan con mucha facilidad. Este tipo de suelo presenta cal en todos sus horizontes, son los más fértiles de los feozems cuando son profundos y se presentan en zonas planas.

Otra de las características que presentan en común las asociaciones de suelos dentro del área de estudio es la que se refiere a la fase física, ya que como se puede observar a partir del pie de monte y muy probablemente como resultado de la erosión en las partes altas y abruptas de las sierras se han acumulado en la parte baja una cantidad importante de fragmentos de roca, ya sea formando una capa continua o alternando con los suelos. En el caso de los escurrimientos predomina la presencia de gravas en la capa superficial o muy cerca de ésta. En ambos casos, los fragmentos de roca se presentan dentro de los primeros 50 cm del horizonte. Esta característica de los suelos los hace susceptibles a erosionarse con mayor facilidad, este riesgo se acentúa conforme la pendiente aumenta.

La vegetación también juega un papel muy importante en la susceptibilidad a la erosión. Por un lado se desarrolla en condiciones muy adversas debido a la dificultad de que las raíces penetren a través de las capas duras del suelo, razón por la cual, la mayoría de las plantas presentan un sistema radicular extendido y superficial, lo que les permite la búsqueda y provisión de agua para su subsistencia. Asimismo, las plantas presentan hojas pequeñas o en su caso espinas para reducir la evotranspiración y su ciclo de vida es lento. Así, la presencia o ausencia de una cubierta vegetal sobre las laderas reduce o aumenta el riesgo de erosión de las mismas.

3.2.1.5. Hidrología superficial y subterránea

El nuevo tramo carretero se ubica en un valle intermontano dentro de la Región Hidrológica "Río Bravo-San Juan" No.24B (Anexo, Mapa 2).

La mayoría de los escurrimientos presentes en el área de estudio son de carácter temporal, es decir, sólo durante la temporada de lluvias llevan agua en su cauce

mientras que en el resto del año el agua que llega a correr por ellos es mínima y se mantiene bajo la superficie por lo que no es visible a primera vista.

Con respecto a los escurrimientos que cruzan por la carretera en proyecto de construcción se tiene que, son básicamente seis los escurrimientos importantes (Anexo). En la tabla 3.1 se muestran los principales parámetros fisiográficos de las cuencas de aportación, así como el gasto asociados a diferentes periodos de retorno. Los gastos se calcularon utilizando el método racional tomando como dato de intensidad de la lluvia las curvas de Intensidad-Duración-Período de retorno de la estación climatológica Santa Catarina.

Tabla 3.1 Principales características fisiográficas de las cuencas.

Cuenca	Area Km ²	Perímetro Km	Longitud del cauce principal Km	Pendiente	Caudal en m ³ /s			
					Tr en años			
					20	50	100	500
C1	04.87	10.75	03.63	0.1162	38.45	45.77	51.31	64.17
C2	14.89	19.66	05.69	0.1898	107.54	128.03	143.52	179.51
C3	23.98	24.25	08.30	0.1903	146.03	173.84	194.88	243.74
C4	11.80	17.50	06.39	0.2691	87.46	104.11	116.71	145.97
C5	17.36	21.49	07.18	0.2367	118.73	141.36	158.46	198.18
C6	19.06	21.20	04.67	0.2184	154.60	184.05	206.33	258.06

El agua de la región tiene la tendencia natural de fluir hacia el Golfo de México; el drenaje de las sierras es tipo rectangular, mientras que en los valles es paralelo y subparalelo. La permeabilidad en el área de estudio es muy variable. Así, las lutitas que se encuentran en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental se consideran de baja permeabilidad. De igual modo, las intercalaciones de lutita y arenisca que forman las sierras alargadas también se consideran como de baja permeabilidad. En el caso de las calizas, las cuales conforman las sierras principales se consideran como de permeabilidad media, por presentar fracturas, disolución y estar situadas, algunas de

ellas, en estructuras favorables a la infiltración. Los valles que se presentan en el área están formados por suelos aluviales y algunas formaciones de conglomerado y arenisca-conglomerado, poseen una permeabilidad importante, debido a la granulometría de los suelos y a la escasa compactación de las formaciones. Las unidades de escurrimiento son áreas en las que el escurrimiento tiende a ser uniforme debido a las características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media, principalmente. Como resultado del análisis de estos factores se obtiene un coeficiente que representa el porcentaje del agua que escurre superficialmente.

Así, para el área de estudio el relieve juega un papel muy importante por un lado ya que las sierras localizadas al sur de Monterrey, que forman parte de la Sierra Madre Oriental funcionan como barrera que detiene la humedad proveniente del Golfo de México, dando como resultado escasez de humedad al poniente del área y propiciando un clima árido a semiárido. Otro aspecto que influye en los coeficientes de escurrimiento es la pendiente generalizada de las geoformas presentes en la zona.

En cuanto a los sustratos litológicos, las rocas que afloran en el área son, en su totalidad, sedimentarias marinas de edad Jurásica y Cretácica. En la parte occidental del área hay un predominio de rocas carbonatadas, mientras que hacia la parte oriental de la ciudad de Monterrey las rocas predominantes son las arcillosas. Los suelos son en su mayoría aluviales, siendo sus componentes calcáreos-arcillosos.

De acuerdo con la carta de Hidrología superficial de INEGI (1976) Esc 1:250 000, el tramo carretero atraviesa las siguientes unidades de escurrimiento:

Coeficiente de escurrimiento del 10 al 20%. Se presentan en las formaciones impermeables de la Sierra Madre Oriental, donde se registran precipitaciones promedio

de 400 mm, ubicándose en el pie de monte de la subprovincia Gran Sierra Plegada en la porción este rumbo a la cabecera municipal de Santa Catarina.

Coefficiente de escurrimiento del 5 al 10%. Esta unidad se ubica en porciones cubiertas por pastos o matorrales que presentan permeabilidad y lluvia menor de 300mm, en el pie de monte y lomeríos.

Coefficiente de escurrimiento del 0 al 5%. Se encuentran en valles de origen aluvial y alta permeabilidad, distribuidos en toda el área; en la zona de la sierra, donde se presenta en pequeños valles intermontanos de permeabilidad alta

Con respecto a la hidrología subterránea (INEGI, 1976) , las rocas que afloran varían de edad desde el Mesozoico hasta el Cenozoico. La era Mesozoico está representada principalmente por rocas sedimentarias marinas tales como calizas, lutitas y areniscas pertenecientes a las formaciones Zuloaga, Casita, Taraises, Cupido, La Peña, Aurora, Cuesta del Cura, Indidura, Parras y Difunta. (Anexo, Mapa 2). Las formaciones aparecen en la mayoría de las sierras. El Cenozoico está representado por gravas, arenas y limos en espesores reducidos pero con gran extensión localizándose en las planicies y en los abanicos aluviales; estos sedimentos descansan discordantemente sobre formaciones cretácicas principales.

3.2.1.6. Unidades Geohidrológicas

Material Consolidado con posibilidades bajas, está ampliamente distribuida en toda el área, la constituyen caliza, arenisca y lutita del Jurásico superior y Cretácico superior.

Estos materiales se presentan fuertemente plegados con gran cantidad de fallas y fracturas que en consecuencia le dan permeabilidad variable.

La caliza presenta una permeabilidad alta. Sin embargo, debido a su relieve elevado y posición estratigráfica funciona como área de recarga, donde el agua migra hacia los valles situados en estructuras sinclinales, en los cuales al perforarse sobre ellos, se obtienen buenos gastos.

La unidad de arenisca se le considera con permeabilidad baja por el fuerte de compactación e intercalación con lutita. La lutita presenta estratificación en capas delgadas y fisilidad, en ella existe una gran cantidad de manantiales que brotan, generalmente, en el contacto de caliza y lutita-arenisca; la calidad del agua de dichos manantiales varían de tolerable a dulce y el uso a que se destinan es doméstico y pecuario.

Material No consolidado con posibilidades altas. Esta unidad la constituyen depósitos aluviales de composición areno-arcillosa que rellenan, por lo general, estructuras sinclinales y tienen permeabilidad alta.

3.2.2. Medio biótico

3.2.2.1. Vegetación terrestre

Dos son los factores determinantes de la distribución, tipo y densidad de la vegetación (Alanís, 1996) de esta región del estado de Nuevo León: el clima expresado por la distribución de la humedad y la profundidad del suelo que influye en la capacidad de almacenamiento del agua. En términos generales se puede decir que la distribución de

las comunidades vegetales se establece según el patrón de humedad de la región. Esta situación es más nítida en las plataformas inferior y superior, en las que la repartición de la humedad va de mayor en la parte sur y sureste a menor en la parte norte y noroeste. Con este mismo patrón la ocurrencia de los matorrales va de caducifolio en el sur y sureste a caducifolio y crasirrosulifolio en el norte y noroeste.

Así, y conforme a la carta de Vegetación y Uso del Suelo de INEGI escala 1:50 000 (INEGI, 1981), el tramo carretero atraviesa dos comunidades vegetales principalmente: Matorral submontano y Matorral desértico rosetófilo.

a) Matorral Submontano

Esta es una formación arbustiva muy rica en formas de vida. El vigor, talla y distribución de las especies dominantes y codominantes están supeditados a la disponibilidad de agua y al grosor y fertilidad del suelo. Las formas dominantes son micrófilas (hojas pequeñas), caducifolias y espinosas, y también se caracterizan por presentar ramificación desde la base. El matorral submontano se establece en lomeríos de suaves o fuertes pendientes, sobre los plegamientos de las faldas de la Sierra o de las principales elevaciones, hacia los anticlinales. Esta zona es caracteriza por los flancos del Cretácico Superior, con rocas muy arcillosas o lutitas calcáreas y calizas arcillosas. Los suelos son aluviales y de coluvión, de textura arenosa o areno-arcillosa. En las laderas que están orientadas hacia el Norte, existe una mayor vegetación que aquellas laderas de las mismas regiones que están expuestas hacia el Sur. También se desarrollan en los taludes inferiores y de hecho forman un extenso umbral que separa los elementos del matorral xerófito espinoso de las planicies y los bosques subhúmedos de *Quercus* en los taludes superiores de la Sierra Madre Oriental.

Las condiciones de grosor, alcalinidad y humedad del suelo, así como las diferencias de exposición a la insolación, son determinantes para diferenciar la composición florística de estas comunidades y el tamaño de los elementos que las integran.

En las partes de las planicies y en los taludes medios e inferiores se observa la influencia edáfica, pues las características físicas y químicas del suelo constituyen las condiciones más importantes en la distribución y desarrollo de las especies del matorral submontano. Los suelos de textura gruesa arenosa a limoarenosa y arcillosa permiten comunidades densas y cerradas, mientras que los suelos pedregosos y esqueléticos constituyen medios de comunidades pobres y muy abiertas. Así, en los suelos delgados poco desarrollados como los litosoles de las cadenas montañosas, los taludes y lomeríos próximos al valle, así como en partes de la planicie, el matorral adquiere características arbustivas con tallas menores a dos metros y con dos o tres especies representativas, generalmente de *Leucophyllum spp* (cenizo), *Cordia boissieri* (anacahuita) y *Acacia spp* (chaparro prieto).

b) Asociación de matorral submontano inerme

Se encuentra en laderas y planicies con suelos de texturas finas y ocupa pequeñas extensiones de tierra. Fisionómicamente, corresponde al matorral parvifolio propuesto por (Miranda, 2004) , el cual se caracteriza por ser una comunidad formada por más el 70% de plantas sin espinas.

c) Asociación de matorral submontano subinerme.

Este tipo de comunidad se distribuye por el talud inferior norte de la Sierra Madre Oriental y el de las montañas aisladas. Este tipo de vegetación se caracteriza por alcanzar las mayores alturas como comunidad vegetal dentro de los matorrales y por estar compuesta por plantas espinosas o inermes cuya proporción de una a otras es mayor del 30% y menor del 70%. Existe estratos superior, medio y uno bajo bien diferenciados. Este matorral se distribuye desde 700 hasta 1,700 msnm.

d) Asociación de Matorral Submontano Subinermes y Bosque de Encino

En el segundo subtramo de este nuevo proyecto carretero, que coincide con la microcuenca del Arroyo Las Tinajas (Obispo) se presenta otra variante del Matorral Submontano que se localiza en sitios protegidos tales como los escurrimientos los cuales se caracterizan por mantener abundante humedad y suelos profundos. En estos pequeños hábitats se desarrolla una asociación de Matorral submontano con Bosque de Encino donde se puede encontrar agrupaciones pequeñas de encino molino.

e) Matorral Desértico

Este subtipo se presenta mezclado en sitios muy perturbados y erosionados, sustituye parcialmente al matorral espinoso y se compone por un matorral desértico rosetófilo y el matorral desértico micrófilo. Su distribución es irregular ya que está condicionada por la humedad, la salinidad y la profundidad del suelo. Las alturas que presentan varían entre 15 y 20 cm hasta más de 1.50 metros. Los suelos de textura arenosa a limo-arenosa y arcillosa, que tienen la capacidad de retener una mayor cantidad de humedad, sustentan comunidades densas y cerradas, mientras que en los suelos pedregosos que retienen poca agua presentan comunidades vegetales pobres y muy abiertas.

f) Matorral Desértico rosetófilo

Esta comunidad fue descrita por Rzedowski y Equihua (1987), equivale a los matorrales crasi-rosulifolios espinoso de Miranda (2004).

Esta comunidad se presenta en la parte media de los taludes de las elevaciones mayores y menores, en que existen afloramientos rocosos suelos esqueléticos de litosoles donde el matorral pierde vigor y cobertura, disminuyendo su riqueza florística y el tamaño de las principales especies. La comunidad es dominada por matorrales que presentan hojas suculentas agrupadas en rosetas con espinas terminales.

g) Matorral Desértico Micrófilo

Este tipo de vegetación se caracteriza porque las especies predominantes poseen hojas pequeñas y hojas compuestas por folíolos diminutos. Estas especies alcanzan hasta 1.5m de altura presentan un estrato inferior bien definido que alcanza los 0.50 m de altura según INEGI (1977). Corresponde la matorral inerme o subinerme caracterizado por Miranda (2004). En esta comunidad se encuentran abundantes cactáceas de tallos esféricos o planos; asimismo plantas tipo palma china o palma ixtlera se localizan abundantemente en terrenos planos o en abanicos aluviales de lomas o cerros entre otros municipios el de García y Santa Catarina.

Las especies predominantes en el estrato superior son *Larrea tridentata* (gobernadora), *Flourensia cernua* (hojasén), *Mimosa malacophylla* (uña de gato), *Acacia rigidula* (chaparro prieto). En el estrato inferior, se encuentran *Agave lecheguilla* (lechuguilla), *Guaiacum angustifolia* (guayacán).

Por su escasa productividad y predominio de especies con hojas glutinosas no son aptas para pastoreo y son, por lo tanto, comunidades en buen estado de conservación.

Dentro del área delimitada para este estudio INEGI (1981) ha identificado otros dos tipos de vegetación:

1. Bosque de Pino.

2. Chaparral.

En ambos casos se presentan formando pequeños manchones en el pie de monte superior así como en las partes más altas de las sierras incluso en la cima de éstas, prefiriendo las laderas con orientación norte.

Bosque de Pino: Este tipo de vegetación se encuentra en colindancia con los matorrales de la zona árida por lo que es común encontrar elementos típicos del desierto dentro de esta comunidad que se distribuye desde los 1,850 a los 2,300 msnm. Estos bosques representan un área de transición entre los bosques de pino y encino que se encuentran en las zonas más altas y la vegetación xerófila del antiplano mexicano.

En el caso del Bosque de Pino, INEGI reporta al *Pinus cembroides* como el principal componente del estrato arbóreo que caracteriza esta comunidad. Sin embargo, tal como lo señala Velazco Macías (1999) para esta misma zona específicamente en algunos cañones de los municipios de Santa Catarina y García en Nuevo León así como en el municipio de Ramos Arizpe en Coahuila una nueva especie de pino denominada como *Pinus catarinae*. Algunos de estos bosquetes se han identificado con mayor precisión en las siguientes cañadas dentro del área de estudio:

- Cañada Cabrillas de En medio
- Cañada San Juan
- Cañada Cortina.

Chaparral: Este tipo de vegetación prospera en las partes más altas de las sierras entre 1800 y 2800 msnm, localizándose en terrenos escarpados y los macizos rocosos. Estos encinares se caracterizan por presentar hojas duras y tiesas, quizá como una adaptación a las condiciones desérticas. De acuerdo con el borrador del Plan de Manejo del Parque Nacional “Cumbres de Monterrey”, esta comunidad se encuentra entre el Matorral Submontano y el Bosque Mixto. Estos chaparrales se caracterizan por alcanzar alturas de hasta 4.5. m.

h) Especies Dominantes

En el caso de la comunidad vegetal denominada Matorral Desértico Rosetófilo se han retomado algunos de los muestreos realizados en la Manifestación de Impacto Ambiental de la Carretera Saltillo-Monterrey (Tabla 3.2), ya que varios de estos se efectuaron para los bancos de material para la modernización de esa carretera y actualmente se localizan sobre el nuevo trazo. Es importante señalar que muchos de estos bancos no fueron aprovechados quedando de este modo su cubierta vegetal intacta y los cuales a raíz de este proyecto carretero serán modificados.

El método cuantitativo empleado de muestreo es el del cuadrado (Moscovich y Brena, 2006), el cual permite determinar con precisión la densidad, la cobertura y frecuencia de las especies dentro de la comunidad vegetal en estudio. El tamaño de la muestra fue un cuadrado de dimensiones variables dependiendo de la pendiente y accesibilidad al sitio. En esta muestra se contó la presencia de cada especie por el área muestreada para determinar la frecuencia. Para el cálculo de la Abundancia relativa y la Densidad relativa se aplicó la ecuación 3.1 siempre considerando el área del sitio muestreado:

Tabla 3.1 Composición de la cubierta vegetal.

$$DR = \frac{N_i}{N_t} 100 \quad (3.1)$$

Donde:

N_i = Número de individuos de una especie.

N_t = Número total de individuos.

DR = Densidad relativa.

Así, para el Matorral Desértico Rosetófilo, se tomaron como muestras cuadrados de 100 x 200 m = 20 000 m² equivalentes a dos hectáreas para el primer cuadrante aquí expuesto mientras que para las otros dos se consideró un área de 2.4 Ha (24 000 m²) dando como resultado lo siguiente:

Matorral de *Agave lecheguilla* y *Yucca carnerosa*: La vegetación en este punto ha sido alterada con anterioridad debido a su ubicación entre los dos cuerpos de la actual carretera Saltillo – Monterrey, se trata de un terreno federal ubicado en el km 26+800 de dicha carretera que presenta modificaciones en la cubierta vegetal, la cual no alcanza el 100% debido a la presencia de caminos de acceso.

Matorral secundario de *Agave lecheguilla* y *Opuntia* spp.

El cuadrante se localiza en El tendido de una línea de transmisión de alto voltaje provocó la vegetación de izotal presente en la zona, sobretodo la ubicada en el derecho de vía, por lo que se tiene una vegetación en estado sucesional (Tabla 3.3).

Tabla 3.2 Composición de la cubierta vegetal.

No.	Nombre Científico	Cobertura %	Frecuencia	Abundancia Relativa	Densidad Relativa
01	<i>Agave lecheguilla</i>	25	2500	6000	55.30
02	<i>Agave falcata</i>	10	300	720	6.63
03	<i>Yucca carnerosa</i>	10	300	720	6.63
04	<i>Larrea tridentata</i>	1	60	144	1.32
05	<i>Opuntis</i> spp.	5	100	240	2.21
06	<i>Dodonea viscosa</i>	5	100	240	2.21
07	<i>Mimosa biuncifera</i>	2	50	120	1.10
08	<i>Ephedra</i> spp.	2	500	1200	11.06
09	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2	60	144	1.32
10	<i>Parthermium stramonium</i>	10	300	720	6.63
11	<i>Pinus arizona</i>	16	200	480	4.42
12	<i>Nicotiana glauca</i>	1	10	24	0.22
13	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	1	40	96	0.88
	TOTAL	90	4520	10848	100

Tabla 3.3 Composición de la vegetación en estado sucesional.

No.	Nombre Científico	Cobertura %	Frecuencia	Abundancia Relativa	Densidad Relativa
01	Agave lecheguilla	25	3000	6000	53.14
02	Agave falcata	2	30	60	0.53
03	Parthenium stramonium	3	300	600	5.31
04	Larrea tridentata	10	500	1000	8.85
05	Dasyliros longissimum	5	60	120	1.06
06	Dodonea viscosa	10	100	200	1.77
07	Opuntia spp.	20	300	600	5.31
08	Karwinskia humboldtiana	1	20	40	0.35
09	Condalia spathulata	1	25	50	0.42
10	Jatropha cardiophylla	2	40	80	0.70
11	Mammillaria spp.	1	80	160	1.41
12	Saueda torreyana	1	50	100	0.88
13	Zinnia pumilla	1	50	100	0.88
14	Blepharoneuron tricholepsis	3	300	600	5.31
15	Atriplex spp.	1	50	100	0.88
16	Eysenhardtia spp.	1	30	60	0.53
17	Fraxinus greggii	5	100	200	1.77
18	Buddleja spp.	1	70	140	1.24
19	Hechtia glomerata	1	10	20	0.17
20	Prosopis glandulosa	2	30	60	0.53
21	Dalea spp.	1	250	500	4.42
22	Acacia spp.	1	50	100	0.88
23	Echinocactus spp.	2	200	400	3.54
	TOTAL	100	5,645	11290	100

i) Vegetación Endémica y/o en Peligro de Extinción

Dentro del derecho de vía del nuevo tramo carretero no se observaron ni se registraron especies alguna que se encuentre en peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-059-SEMARNAT-2001. Sin embargo, dentro del área de influencia del proyecto y que se ha delimitado para este estudio, se han reportado las siguientes especies, las cuales se menciona en la Tabla 3.4 su estatus conforme a la normatividad ambiental vigente.

3.2.2.2. Fauna terrestre de la región.

El estado de Nuevo León ocupa el 12º lugar por superficie en México (INEGI, 2008), presentando una biodiversidad media para el país. Lo que mejor se conoce son los grupos de los vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), en comparación con los insectos y otra fauna menor.

De acuerdo con el Borrador del Plan de Manejo del Parque Nacional “Cumbres de Monterrey”, la fauna de la zona es una mezcla de elementos neárticos y neotropicales, y es precisamente en esta área donde se presenta el límite septentrional de la distribución de algunas especies de afinidad tropical. Esto se debe particularmente a las condiciones fisiográficas de la Sierra Madre Oriental, ya que funciona como corredor biológico en la porción oriental con orientación Norte-Sur; pero al cambiar de dirección (en el arco de Monterrey), se presenta un límite a la distribución de especies con afinidades neotropicales o poco resistentes a las condiciones xéricas que se distribuyen al Norte de Monterrey (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Especies florísticas en riesgo y aprovechamiento tradicional de las especies nativas.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estatus o riesgo	Uso tradicional
Agavaceae	Agave bracteosa		Amenazada	
Agavaceae	Agave victoria-reginae	Pintilla	Peligro de extinción	Mezcal, ornato
Cactaceae	Astrophytum capricorne		Amenazada, endémica de México	
Cactaceae	Coryphanta difficilis		Endémica de México	Ornato
Cactaceae	Epithelanta micromens		Rara	Ornato
Cactaceae	Ferocactus haematacanthus	Viejito	Rara, endémica de México	Ornato
Cactaceae	Lophophora williamsii	Peyote	Protección especial	Ornato
Cactaceae	Mammillaria candida	Biznaga	Amenazada, endémica de México	Ornato
Cactaceae	Mammillaria plumosa	Biznaga	Amenazada	Ornato
Cochlospermaceae	Amoreuxia wrightii		Peligro de extinción	
Cornaceae	Cornus florida var. urbiniana		Rara	
Fagaceae	Quercus canbyi	Encino	Endémica de N. L.	Maderable

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estatus o riesgo	Uso tradicional
Fagaceae	<i>Quercus cupreata</i>	Encino	Endémica de N. L.	Maderable
Fagaceae	<i>Quercus monterreyensis</i>	Encino	Endémica de N. L.	Maderable
Juglandaceae	<i>Juglans major</i>	Nogal	Amenazada	Maderable, comestible
Palmae	<i>Brahea berlandieri</i>	Palmito	Rara, endémica de México	Ornato
Pinaceae	<i>Abies vejari</i>	Gayame	Amenazada, endémica de México	Maderable
Pinaceae	<i>Picea martinenzii</i>	Abeto	Peligro de extinción	Maderable
Pinaceae	<i>Picea mexicana</i>		Peligro de extinción	Maderable
Pinaceae	<i>Pinus catarinae</i>		Protección especial, endémica de México	Maderable

La Sierra Madre constituye el primer macizo montañoso con hábitat de bosque que en la ruta de migración invernal, fundamentalmente para aquellas especies que provienen de las zonas montañosas del noreste de Estados Unidos y Canadá como la mariposa monarca (*Danaus plexipus*) y diversas especies de patos.

El estado de Nuevo León se encuentra ubicado dentro de la región zoogeográfica denominada Neártica en la que se localizan tres provincias: provincia Chihuahua-Potosina-Zacatecana y Tamaulipeca, provincia de la Sierra Madre Oriental y provincia Austro-Central. El valle intermontano donde se ubicará el nuevo tramo carretero se localiza dentro de la primera y tercera provincia. Conforme a la Manifestación de Impacto Ambiental de la carretera Saltillo – Monterrey estas provincias constituyen en conjunto una de las regiones áridas emplazadas en el antiplano mexicano en la cual aún se puede encontrar algunas especies de la fauna nativa que la caracterizaba sobretodo en las partes altas de las sierras y en el Parque Nacional “Cumbres de Monterrey”. A continuación se presentan en la Tabla 3.5 las especies reportadas para esta región, es importante mencionar que algunas de ellas se encuentran en las zonas más protegidas y mejor conservadas del Parque Nacional restringiéndose su distribución a esos sitios reduciendo así la posibilidad de presencia de dichas especies en la periferia del mismo.

El oso negro ha sido reportado en la Sierra Madre Oriental; en el caso del ocelote no se han realizado estudios que determinen su estado, sin embargo, se ha identificado como su corredor natural los límites entre Nuevo León y Tamaulipas en zonas tropicales o de transición. En cuanto al jaguarundi, este prefiere el matorral denso, los mezquitales, áreas con cactus en la planicie y en las laderas de la Sierra (Borrador del Plan de Manejo del Parque Nacional “Cumbres de Monterrey”). El último reporte de jaguar es el que proporciona González (1996), donde señala que esta subespecie se puede observar con mayor frecuencia en Bosques de Encinos, de Pino-Encino y en menor frecuencia en Matorral Submontano. La sección sur del Parque Nacional “Cumbres de Monterrey” forma parte del hábitat que frecuenta, junto con la continuación de la Sierra Madre Oriental hacia Tamaulipas.

Tabla 3.5 Mamíferos de la región.

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Ammotragus lervia</i>	Borrego silvestre
<i>Antilocapra americana</i>	Berrendo
<i>Bassariscus astutus flavus</i>	Cacomixtle
<i>Canis latrans</i>	Coyote
<i>Conepatus mesoleucus mearnsi</i>	Zorrillo espalda blanca
<i>Cynomys mexicanus</i>	Perro de las praderas
<i>Didelphys virginiana californica</i>	Tlacuache
<i>Dipodomys merriami</i> spp.	Rata canguro
<i>Herpailurus yagouaroundi cacomitli</i>	Jaguarundi
<i>Leopardus pardalis albescens</i>	Ocelote
<i>Lepus californicus</i> spp.	Liebre
<i>Mephitis mephitis varians</i>	Zorrillo listado
<i>Odocoileus hemionus crooki</i>	Venado bura
<i>Odocoileus virginianus</i> spp.	Venado cola blanca
<i>Panthera onca veraecrusis</i>	Jaguar
<i>Procyon lotor</i>	Mapache
<i>Spilogale putorius leucoparia</i>	Zorrillo manchado
<i>Sylvilagus floridanus</i> spp.	Conejo
<i>Taxidea taxus berlandieri</i>	Tlalcoyote
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
<i>Ursus americanus eremicus</i>	Oso negro
<i>Vulpes velox zinseri</i>	Zorra del desierto

La Sierra Madre Oriental presenta una gran variedad de hábitats resultado de una compleja fisiografía aunada a las condiciones climáticas y los diferentes tipos de vegetación que se desarrollan en los mismos. Este conjunto de condiciones y características origina la presencia de fauna migratoria y local que se refleja en una gran diversidad de especies de aves, la Tabla 3.6 incluye las que predominan en el área de estudio.

Tabla 3.6 Aves predominantes en la zona de estudio.

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Amphispiza bilineata</i>	Chiero
<i>Anas diazi</i>	Pato triguero
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa
<i>Colaptes auratus</i>	Pájaro carpintero
<i>Chondestes grammacus</i>	Chindiquito
<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolotes
<i>Mergus merganser</i>	Mergo
<i>Vireo bellii</i>	Vireo
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas
<i>Zenaida macroura</i>	Huilota

En lo referente a la herpetofauna, ésta no ha sido ampliamente estudiada y tan sólo se conocen 99 especies, que incluyen 6 tortugas, 35 lagartijas y 58 serpientes. Algunas de las especies se tiene conocimiento de uno o dos ejemplares y muchas de ellas se conocen menos de 10 ejemplares, entre los más numerosos se pueden mencionar la tortuga del desierto (*Xerobates berlandieri*), la víbora de cascabel (*Crotalus atrox*) y el coralillo (*Micrurus fulvius tener*) (Manifestación de Impacto Ambiental de la Carretera Saltillo-Monterrey, 1998)

La fauna de anfibios conocida en la región abarca 25 especies: 3 salamandras, 22 sapos y ranas, uno de los sapos esta representado por dos subespecies, al igual que

los reptiles los anfibios carecen de nombre común, por lo que la gente sólo las conoce como salamandras, sapos y ranas. Entre las especies mejor representadas se encuentran las salamandras (*Pseudocurycea galeanae*), ranas (*Rana catesbyiana*) y sapos (*Bufo spp.*)

a) Especies de valor comercial

El calendario para la captura, transporte y aprovechamiento racional de aves canoras de ornato establece, para el estado de Nuevo León las especies permitidas y las épocas hábiles de captura, las cuales se muestran en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Especies permitidas y época de captura.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ÉPOCA HÁBIL
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Coquita, tonto	Sep - feb
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Checla	Sep - enero
Muscicapidae	<i>Myadestes occidentalis</i> (= <i>obscurus</i>)	Jilguero común	Sep - feb
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	Sep - feb
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche común	Sep - feb
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estomino	Ago - feb
Emberizidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Calandrita	Oct - feb
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Duraznero	Oct - feb
	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal común	Oct - feb
	<i>Cardinalis simuatus</i>	Zaino	Oct - feb
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Tigrillo degollado	Oct - feb
	<i>Pheucticus melacephalus</i>	Trigillo	Sep - feb
	<i>Passerina (=Guiraca) caerulea</i>	Azulejo maicero	Oct - feb
	<i>Passerina cyanea</i>	Azulito	Nov - feb
	<i>Passerina versicolor</i>	Gorrión morado	Nov - feb
	<i>Passerina ciris</i>	Siete colores, mariposa	Nov - feb
	<i>Spiza americana</i>	Gorrión cuadrillero	Oct - feb
	<i>Sporophilla torqueola</i>	Collarejito	Oct - feb
	<i>Tiaris olivacea</i>	Zacatero oliváceo	Oct - feb
	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatero corona rojiza	Oct - feb
	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatero garganta negra	Oct - feb
	<i>Chondestes grammacus</i>	Zacatero, chindiquito	Oct - feb
	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Zacatero mixto	Oct - feb

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ÉPOCA HÁBIL
	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo charretero	Sep – feb
	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla	Sep – feb
	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojos amarillos	Ago – feb
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Ago – feb
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	Ago – feb
	<i>Molothrus ater</i>	Tordo negro	Ago - feb
	<i>Icterus galbula</i>	Calandria cañera	Oct – feb
Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión mexicano	Oct – feb
	<i>Carduelis pinus</i>	Dominiquito pinero	Oct – feb
	<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico dorado	Oct – feb
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión inglés	Ago – feb

El ganado bovino y caprino forman parte de la fauna inducida aunque para el desarrollo de la ganadería existen plantas tóxicas que limitan su productividad ya que causan a los animales graves daños llegando incluso a la muerte, un ejemplo es la tullidora o coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*), la cual es la planta tóxica más abundante en la región.

b) Especies de interés cinegético

El estado de Nuevo León se encuentra dividido en siete regiones cinegéticas. El proyecto carretero en estudio así como su área de influencia se encuentran ubicados dentro de la región denominada Parque Nacional “Cumbres de Monterrey”, en la cual esta incluido el Parque Nacional así como un área de influencia donde no esta permitido el aprovechamiento de la fauna silvestre.

c) Especies amenazadas o en peligro de extinción

Para el área de estudio y zonas aledañas, especialmente para el Parque Nacional “Cumbres de Monterrey” se han documentado e identificado un total de 588 especies pertenecientes a 412 géneros, los cuales pertenecen a 98 familias, de las cuales 57 especies se encuentran en algún nivel de riesgo (Tabla 3.8).

Tabla 3. 8 Estatus de especies que se encuentran en algún nivel de riesgo.

Nombre científico	Nombre común	Orden	Estatus
<i>Amazona viridigenlalis</i>	Cotorro	Ave	Peligro de extinción, endémica
<i>Falco mexicanus</i>	Halcón pálido	Ave	Amenazada
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Ave	Peligro de extinción
<i>Rhynchopsitta terrisi</i>	Cotorra serrana	Ave	Peligro de extinción
<i>Strix occidentalis</i>		Ave	Amenazada
<i>Danaus plexippus</i>	Mariposa Monarca	Artrópodo	Protección
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	Mamífero	Amenazada
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	Mamífero	Peligro de extinción
<i>Ursus americanus eremicus</i>	Oso negro	Mamífero	Peligro de extinción
<i>Crotalus durissus</i>		Reptil	Protección
<i>Crotalus lepidus</i>		Reptil	Protección
<i>Lampropeltis mexicana</i>		Reptil	Amenazada
<i>Leptophis mexicanus</i>		Reptil	Amenazada

d) Clima – Relieve - Vegetación

De acuerdo con Alanís (1996) la vegetación en el Estado de Nuevo León y su distribución en dicho territorio mantienen una estrecha interrelación con el clima, éste vínculo dentro del área de influencia delimitada para este estudio se puede apreciar con claridad más aún también presenta cierta relación con el relieve. Así, en las laderas con orientación norte principalmente en la Sierra Urbano y la Mesa Los Nogales y en una pequeña porción en la Sierra San José de los Nuncios se desarrolla el matorral submontano y una asociación de matorral submontano y pastizal natural.

En el caso de la porción noreste de la Sierra Urbano y en dirección al Valle de Santa Catarina, el matorral submontano se presenta tanto en el valle intermontano, el piedemonte así como en la parte alta de las elevaciones sin llegar a las cimas. Sin embargo, esta comunidad vegetal ocupa una menor superficie conforme se interna dentro del área de estudio en dirección a Saltillo restringiéndose al piedemonte superior y a las elevaciones en sí, en altitudes de 1200 a 2100 msnm.

En las cimas de las Sierras Urbano y San José de los Nuncios se presenta un chaparral prefiriendo las laderas con orientación sur aunque también se puede desarrollar sobre laderas norte pero sin bajar de los 1600 msnm y en cuencas intermontanas de grandes dimensiones en ambas sierras.

Los bosques de pino, de igual modo, se distribuyen sobre las laderas con orientación norte presentándose únicamente en las Sierras pertenecientes a la Sierra Madre Oriental prefiriendo las partes altas del piedemonte y las elevaciones, se desarrolla desde los 1300 hasta 2800 msnm. En el caso del área de estudio y como interrelación muy particular su distribución espacial también está vinculada a los manchones de suelo Feozem presentes en las laderas de la Sierra Urbano. señala también que éstos bosques se encuentran en el interior de las cañadas donde hay una mayor concentración de humedad. Es importante resaltar que los bosques señalados por Velazco se caracterizan por presentar como especie dominante al *Pinus catarinae*.

En lo referente al Matorral Desértico Rosetófilo, esta comunidad también presenta un patrón vinculado a la orientación de las laderas ya que se desarrolla principalmente sobre laderas con exposición sur. Sin embargo, su distribución también se condiciona por la altitud y por lo tanto a la intercepción de la humedad proveniente del Golfo de México. La orientación de la Sierra Urbano se empieza a modificar a partir de la Cañada El Ranchero la cual junto con la Sierra San José de los Nuncios forman la parte norte de la denominada curvatura de Monterrey. Por lo tanto, las laderas tanto de las elevaciones así como del piedemonte reciben un mayor asoleamiento. Aunada a esta nueva orientación, la humedad y la precipitación de la zona van disminuyendo en dirección a Saltillo, ya que los vientos húmedos son interceptados por las partes más altas de la Sierra Madre Oriental sobretodo en la porción este de la misma y en una menor medida al noreste y norte.

A través del análisis de los diferentes componentes ambientales y la identificación de las diversas interrelaciones que se establecen entre éstos se ha detectado un patrón

constante cuya lectura permite por un lado una mejor integración de la información proveniente de los diferentes componentes y como resultado de ésta una comprensión más clara de los procesos que en esta región se presentan. Así, el relieve (las geoformas) define como primer parámetro las unidades ambientales resultando cuatro grandes unidades:

A. Elevaciones,

B. Piedemonte,

C. Lomeríos y

D. Valle intermontano.

Estas unidades a su vez se subdividieron a partir de los sustratos geológicos presentes quedando tres subunidades para la unidad A: caliza (1), caliza-lutita (2) y lutita-arenisca (3); una subunidad para la unidad ambiental B, aluvial (4); para la unidad C resultaron tres subunidades, conglomerado (5), lutita (6) y Arenisca-conglomerado (7); y por último para la unidad D una sola subunidad, aluvial (8).

Aún cuando la hidrología subterránea presenta un patrón asociado a la permeabilidad de los sustratos geológicos presentes también sólo se empleará para la descripción de cada unidad y al mismo tiempo permitirá identificar las áreas más vulnerables o con riesgo de sufrir daños considerables ante derrames accidentales de combustibles, etc.

En el caso de la vegetación, si bien mantiene una correlación estrecha con los suelos, el principal factor que influye en su distribución es el clima, en menor medida la hidrología superficial, razón por la cual se considerará para fines descriptivos

e) Relieve

El relieve es uno de los componentes ambientales que sufre mayores modificaciones durante la construcción de una carretera. En el caso de la carretera Límite de Estados

Coahuila-Nuevo León – Monterrey, N.L. debido a sus especificaciones técnicas de trazo geométrico y proceso constructivo, la configuración topográfica y la pendiente del terreno son las mayores condicionantes físicas para el desarrollo y ejecución del proyecto carretero en cuestión.

La carretera se localiza dentro de un valle intermontano delimitado al norte por una Sierra Pliegue perteneciente a la Subprovincia Pliegues Saltillo-Parras y al sur también por una Sierra Pliegue pero en este caso denominada Flexionada, la cual pertenece a la Subprovincia Gran Sierra Plegada, ambas subprovincias forman parte de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental. El cuerpo de la carretera se desarrolla principalmente sobre una alternancia de piedemonte, conformado por suelo aluvial, y una serie de lomeríos de conglomerados, arenisca- conglomerado y lutitas. Y sólo un pequeño tramo de 4 km aprox. de longitud se emplaza sobre un valle fluvial, el cual también ha sido denominado como valle intermontano al estar delimitado por ambas sierras arriba mencionadas.

Así en el caso de los lomeríos de conglomerado, al ser este un material poroso y muy duro se considera como estable en cortes abruptos debido a su buen drenaje. Esta misma situación la presentan los lomeríos de arenisca-conglomerado, es importante señalar que la porosidad y dureza de la arenisca está en función de su grado de cementación así como del cementante presente en su composición pudiendo variar su estabilidad. Sin embargo, no representa un alto riesgo.

Los lomeríos de lutita también presentan un perfil predominantemente cóncavo convexo, cóncavo plano y rectilíneo cóncavo aunque con pendientes muy pronunciadas (mayores al 50%) y en laderas de longitud muy cortas. En lo que se refiere a su estabilidad, las lutitas se caracterizan por presentar una estructura laminar la cual permite la realización de cortes y excavaciones con facilidad. Por otro lado, las lutitas presentan intercalaciones de arcillas, las cuales le proporcionan impermeabilidad a todo el sustrato geológico en su conjunto.

Al impedir el paso del agua de lluvia, ésta tiende a correr por la superficie en su camino a los ríos en lugar de penetrar a la tierra y saturarla. Sin embargo, ésta misma cualidad provoca, que cuando las lutitas se dejen expuestas al intemperismo, el agua hidrata esas capas arcillosas expandiéndolas y convirtiéndolas en lodo, lo cual que a su vez se desencadena frecuentemente en deslizamientos de material.

De tal modo, que los lomeríos conformados por lutitas o que se encuentren intercalados con dicho material pueden presentar problemas de inestabilidad de considerable importancia.

Es importante mencionar que aún cuando los conglomerados y la areniscaconglomerado cuentan con una mayor estabilidad, al encontrarse dentro del área de estudio intercaladas con suelo aluvial nuevamente en tramos cortos y ubicados en la parte inferior de laderas de geometría cóncava, concentradoras de agua, se deberá prestar atención para evitar problemas durante la construcción y mantenimiento, estableciéndose así áreas críticas con un riesgo medio en los siguientes puntos (ANEXO 3):

- 65+000 – 66+400
- 67+500 – 68+800
- 70+100 – 70+350

f) Suelos

El suelo se puede considerar como un recurso crítico debido principalmente a las fases físicas de profundidad que presentan las diferentes asociaciones de suelos presentes dentro del área de estudio. Esto es, a excepción del suelo litosol, el cual tiene una profundidad no mayor a 10 cm, el resto de los suelos se caracterizan por presentar en uno o dos de sus horizontes fragmentos de roca y/o gravas o una capa de caliche duro

en los primeros 50 cm de profundidad. Esta característica física de los suelos dificulta por un lado y en la mayoría de los casos la penetración de las raíces mientras que por otro puede incrementar la capacidad de infiltración de los mismos.

Esta presencia de piedras en los suelos impide la práctica de cualquier actividad agrícola con rendimientos aceptables incluso aún cuando, como en el caso del regosol, el suelo tenga una buena fertilidad, éste puede erosionarse muy fácilmente debido entre otros factores a la pendiente y a la exposición de éste al intemperismo como resultado de la pérdida de una cubierta vegetal permanente ocasionada por el desmonte de la vegetación original.

CAPÍTULO 4

Resultados

4.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional.

4.1.1. Construcción del escenario modificado por el proyecto.

En el municipio de Santa Catarina al noroeste de su territorio, entre la carretera federal No. 40 y el área natural protegida "Parque Nacional Cumbres de Monterrey" donde quedará emplazado el cuerpo de la carretera en proyecto, se han detectado una serie de problemas debidos al uso inadecuado del suelo considerado de conservación, como es la construcción de fraccionamientos residenciales y un hipódromo, estos se encuentran colindantes al derecho de vía del tramo carretero, los que representan amenazas en relación con los ecosistemas y su biodiversidad.

Se prevé que la construcción de la carretera enclavada en un área con escaso poblamiento y baja productividad, producirá un fuerte impacto irreversible de ocupación y cambio de uso del suelo actual de preservación ecológica, así considerado en el Plan Director de Desarrollo Urbano del AMM (1988-2010), con el uso permitido para derecho de vía de infraestructura de comunicación terrestre.

La superficie total requerida es de 247.30 ha, para todas las obras previstas del cuerpo nuevo de esta carretera, que se ejecutarán dentro del derecho de vía de 100.00 m de ancho a lo largo de 22.08 km se afectarán 220.8 ha. Más el área afectada directamente fuera de el, por caminos de acceso (3.5 ha), bancos de préstamo (20.00 ha), la que ocuparán las plantas de triturados y dosificadoras de asfalto y concreto hidráulico, los

patios de maquinaria, así como los almacenes de materiales y talleres de mantenimiento (3.00 ha), estas que se propone se ubiquen en el áreas propicias aledañas al derecho de vía, estas superficies quedan dentro de la unidad ambiental B (piedemonte) por su baja pendiente, las oficinas y sitios para alojamiento de personal foráneo se sugiere sean emplazados temporalmente en inmuebles acondicionados para ello en las localidades de Santa Catarina, García y/o la ciudad de Monterrey, por contar estas con la infraestructura y servicios suficientes y no ocasionar déficit de los mismos a la población establecida.

Con la afectación de la tierra para la ejecución del proyecto, se dará un cambio a la tenencia de la misma, que pasará de propiedad social (ejidal o comunal) y privada actual a propiedad federal conforme al artículo 27 constitucional. La liberación del derecho de vía generará indemnización económica a los propietarios afectados, lo que traerá consigo derrama económica sobre la población local.

Con la desaparición de la cobertura vegetal, las obras de despalme, excavaciones y cortes habrá graves alteraciones en la estabilidad de laderas, morfología y paisaje. Asimismo los cambios en el relieve con la remoción de tierra dejará expuesto el suelo inorgánico a la erosión. Las comunidades de matorral desértico rosetófilo y matorral submontano serán afectadas de forma moderada con la construcción del proyecto, dado su estado actual de cobertura (75%), las especies animales que viven en estos ecosistemas también se verán afectadas por encontrar dificultad para efectuar sus movimientos al quedar subdividida el área por el trazo de la carretera.

La creación de caminos de acceso a bancos de material y frentes de obra, puede inducir a la aparición de asentamientos irregulares indeseables, No se prevé que en el futuro la zona aledaña al derecho de vía vayan a desarrollarse centros de población, aunque la accesibilidad a espacios aislados induce frecuentemente a la aparición de urbanizaciones, o como es en este caso al establecimiento de nuevos fraccionamientos, sí puede ocurrir la plusvalía del suelo en el área de influencia.

La extracción de recursos no renovables como son conglomerados, arenas y gravas de las riberas de los arroyos, así como de los mantos rocosos aledaños al derecho de vía, provoca graves alteraciones en la morfología y en el paisaje del sitio, contaminación del aire, suelo y agua por incremento de emisiones de polvo y partículas, así como de emisión de gases de la combustión de hidrocarburos producto de los camiones que realizan los acarreos del material y la planta trituradora.

Por otro lado la construcción de obras de drenaje mayor, con la necesidad de desviar temporalmente los cauces y en algunos casos la canalización y rectificación de estos provoca modificaciones del relieve, así como la ocupación del suelo para el desplante de las estructuras. Asimismo, el aprovechamiento de agua para la construcción, extraída de cuerpos superficiales cercanos, puede generar una sobreexplotación del recurso, si no se cuida la época del año en que su caudal puede ser más intenso. De otra manera podría provocar déficit aguas abajo de la toma y degradación de las riberas del cauce.

En cuanto a los factores sociales, es posible la demanda de mano de obra no calificada, genera un efecto positivo si se emplea población local, coadyuvando a mejorar su nivel de ingresos de manera temporal y posiblemente la oferta de trabajo también beneficie a algunos migrantes de los municipios aledaños, la generación de empleo inducido y la derrama económica beneficiarán otros sectores económicos, no se prevé disminución de actividades primarias en el área de influencia donde son casi nulas.

La ejecución de la infraestructura carretera, traerá beneficios económicos a la región y más allá, pues se convierte en eje de desarrollo y por lo tanto de actividad económica para el sector secundario y terciario. Sin embargo, independientemente de que el proyecto implica mejoramiento para la comunidad, a partir de esta actividad se utilizarán los recursos hídricos de la región, se generarán residuos sólidos y líquidos, así como

emisiones contaminantes, y habrá extracción de materiales sólidos naturales no renovables.

4.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos.

Las fuentes de cambio que se prevén en el presente proyecto carretero son las diferentes actividades involucradas. Se identificaron 21 actividades, una corresponde a la etapa de estudios preliminares de campo, cinco a la etapa de infraestructura provisional y asociada, tres a la de preparación del sitio, cuatro a la fase de construcción, las actividades comunes a todas las etapas tienen tres acciones y por último la fase de operación y mantenimiento con cinco actividades. En la Figura 4.1 se especifican las etapas de la obra con sus actividades correspondientes y la definición de cada una de ellas.

Se considera que la ejecución de estas actividades desencadenará los impactos que se evaluarán más adelante, por tanto, son precisamente estas acciones las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos.

En la etapa de construcción Figura 4.2, se consideran de manera general cuatro fuentes de cambio: excavaciones y usos de explosivos (compactación, cortes y nivelación), estructuras (obras de drenaje menor, puentes y pasos vehiculares), cuerpo de la carretera (terracerías, bases y carpeta asfáltica)

Los efectos primarios ocasionados por las excavaciones son cambios en el relieve, alteración en la estabilidad de laderas y la geomorfología por los cortes y usos de explosivos, los efectos secundarios son: aporte de sedimentos, riesgo de derrumbes o

deslizamientos que a su vez podrían afectar la calidad del aire, suelo y agua, asimismo provocar accidentes. El uso de explosivos alterará la calidad del aire, por las emisiones de gases tóxicos, polvo y ruido, que consecuentemente ahuyentará a la fauna y existe riesgo de accidentes para trabajadores y población cercana.

Las consecuencias primarias de la construcción de las estructuras son diversas, pueden alterar temporalmente la calidad y caudal de los cauces por desviación de los mismos, el suelo por la ocupación directa, compactación y erosión, el arrastre de sedimentos y vertido de residuos sólidos y líquidos, puede obstruir los cauces, disminuir la infiltración y el abastecimiento de agua, asimismo la emisión de gases, polvo y partículas, afectan la calidad del aire, la flora y la fauna y el bienestar social de la población aledaña a consecuencia de la contaminación de la atmósfera.

En el caso de la construcción de terracerías, tendido de bases y carpeta asfáltica, los efectos primarios incluyen cambios en la calidad del aire ocasionada por emisión de gases, humo, polvo, partículas suspendidas, ruido, así como cambios en la calidad del suelo y agua por vertido de residuos sólidos y líquidos, se afectará la infiltración a los mantos acuíferos al perder permeabilidad en el área ocupada por en ancho de la calzada a todo lo largo del trazo. El cuerpo de la carretera provoca el efecto barrera, subdivide los predios, disminuye la movilidad de la fauna y de la población aledaña, así como intrusión visual en el paisaje.

Esta etapa genera efectos benéficos para la población local como son: Demanda temporal de empleo directo, del sector secundario como lo es la industria de la construcción y actividades conexas, en el terciario con el incremento de venta de bienes y servicios, entre lo más relevante, con la derrama económica que esto conlleva.

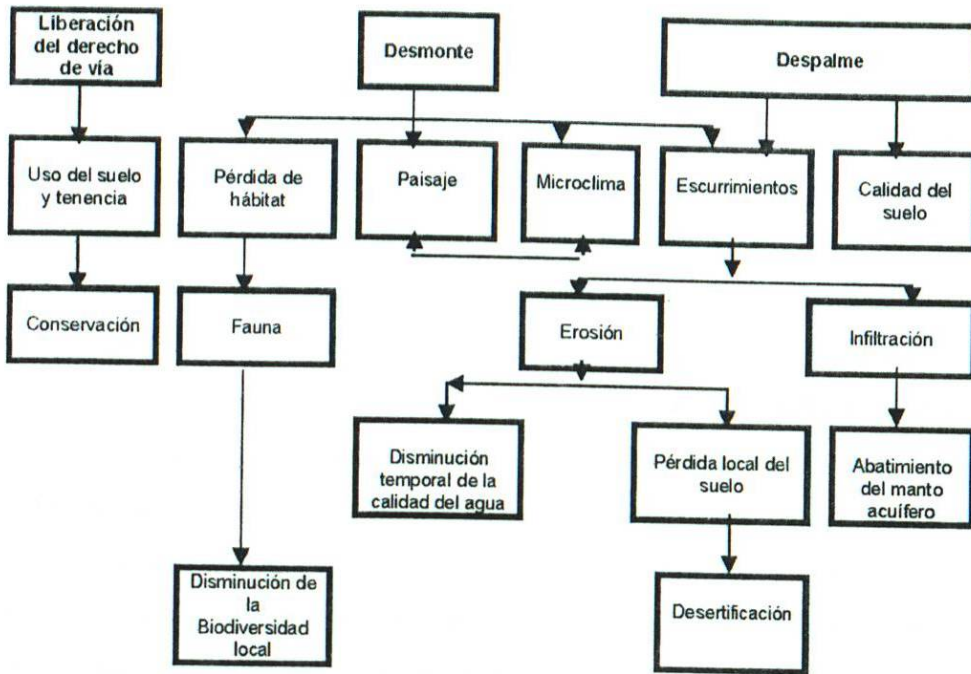


Figura 4.1 Fuentes de cambio durante la preparación del sitio.

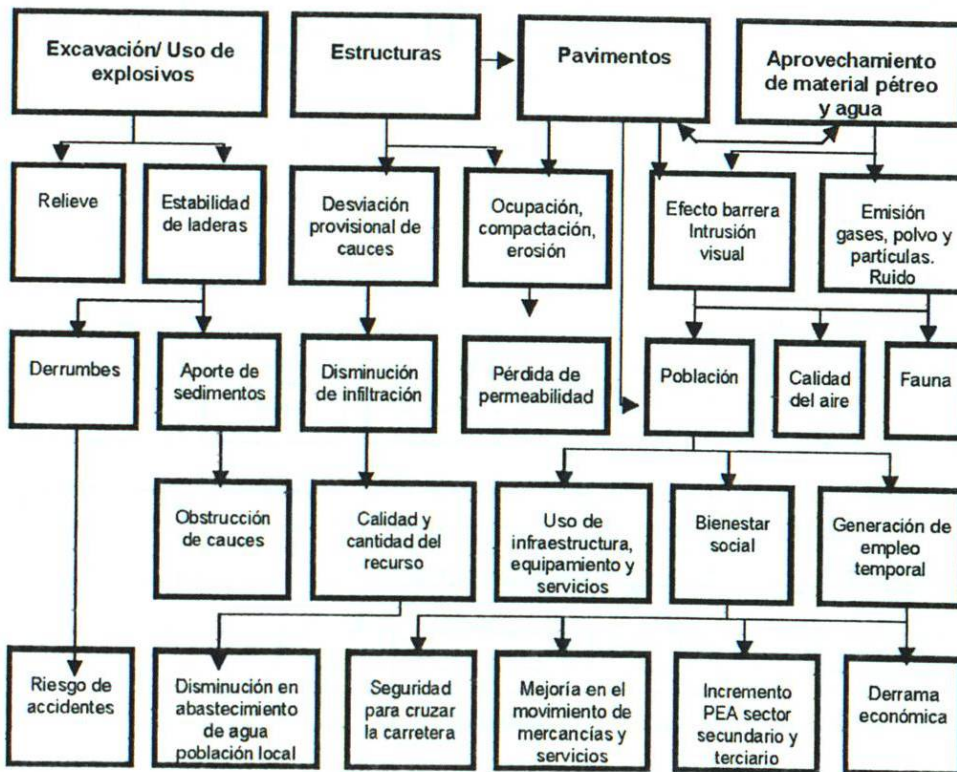


Figura 4.2. Fuentes de cambio en la etapa de construcción.

En la Figura 4.3 se presentan los cambios provocados por la infraestructura provisional de apoyo como: Caminos de acceso, oficinas, patios de maquinaria, almacenes, bodegas y talleres, dormitorios, comedores, servicios sanitarios tanto en estas instalaciones, como en los frentes de obra, así como las plantas dosificadoras de concreto hidráulico y asfáltico, y la de triturados. Asimismo las actividades generales y asociadas como son: la explotación de bancos de material, los acarrees de tierra, materiales pétreos y otros insumos, la operación de equipo y maquinaria. Los efectos primarios son: generación de emisiones gaseosas, polvo, partículas suspendidas y ruido, modificaciones en el relieve, ocupación, compactación del suelo, destrucción de la cubierta vegetal que afecta a la fauna asociada, provoca erosión y cambios en la calidad e infiltración del agua como efectos secundarios, la operación de maquinaria produce emisiones y vertidos accidentales que contaminan el aire, suelo y agua, por último el vertido de residuos tanto sólidos (bancos de tiro) como líquidos producen efectos adversos sobre el aire, el suelo, el agua, la vegetación, y el paisaje.

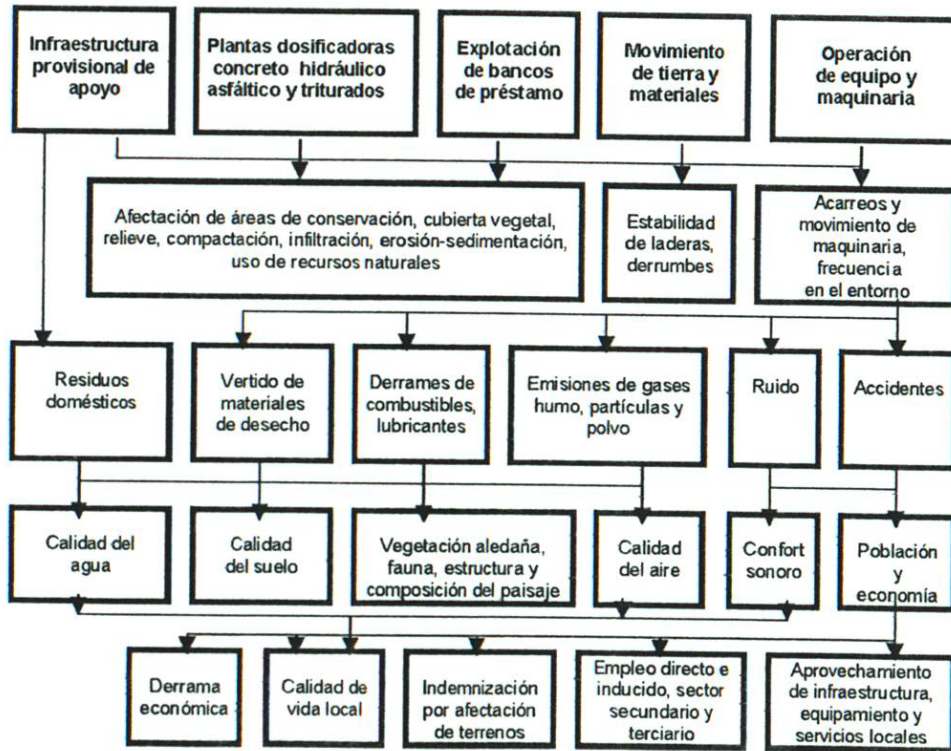


Figura 4.3. Fuentes de cambio en la etapa de infraestructura provisional y procesos comunes a todas las etapas.

4.2 Impactos ambientales generados.

4.2.1 Identificación de impactos.

Se identificaron los impactos directos e indirectos que generarán la construcción y operación de la carretera en el ambiente con base en la técnica antes descrita, los listados simples de confrontación permitieron conformar la matriz de interacción. En las Tablas 4.1 y 4.2 se presentan estos listados y enseguida, en la Tabla 4.3 se muestra la “Matriz de identificación de impactos”.

Tabla 4.1. Factores y atributos del medio natural y socioeconómico presentes en el área de estudio.

MEDIO	FACTOR	ATRIBUTO
1.- Físico.	1.1. Atmósfera:	1.1.1. Microclima 1.1.2. Calidad del aire 1.1.3. Ruido, niveles sonoros
	1.2. Geología/morfología	1.2.1. Estabilidad de laderas 1.2.2. Relieve
	1.3. Suelos	1.3.1. Ocupación directa. 1.3.2. Compactación 1.3.3. Erosión 1.3.4. Calidad
	1.5. Agua superficial:	1.4.1. Flujo, efecto barrera 1.4.2. Erosión-sedimentación 1.4.3. Calidad
	1.6. Agua subterránea:	1.5.1. Flujo 1.5.2. Infiltración 1.5.3. Calidad
2.- Biótico.	2.1. Vegetación:	2.1.1. Cobertura vegetal 2.1.2. Uso vegetación nativa 2.1.3. Calidad
	2.2. Fauna silvestre	2.2.1. Patrón de comportamiento y distribución
3.- Socioeconómico	3.1. Población	3.1.1. Propiedad de la tierra 3.1.2. Uso terrenos de conservación 3.1.3. Requerimientos de infraestructura y servicios 3.1.4. Bienestar social
	3.2. Economía	3.2.1. Afectaciones/Indemnización 3.2.2. Empleo directo e inducido 3.2.3. Actividades sector secundario y terciario 3.2.4. Bienes y servicios
4. Estético perceptual	4.1. Paisaje	4.1.1. Estructura y composición 4.1.2. Integración al medio
	4.2. Valor escénico	4.2.1. Intrusión visual 4.2.2. Puntos y remates visuales

TABLA 4.2. Actividades por etapa de la obra.

ETAPA	ACTIVIDAD
1.-Estudios preliminares de campo	1.1. Liberación del derecho de vía.
2. Infraestructura provisional de apoyo	2.1. Caminos de acceso 2.2. Instalación de: oficinas, almacenes, bodegas y talleres, patios de maquinaria, dormitorio y comedor. Instalaciones sanitarias 2.3.. Plantas de asfalto, concreto hidráulico y de triturados 2.4. Explotación de bancos de material 2.5. Bancos de tiro
3.-Preparación del sitio	3.1. Desmante 3.2. Despalme 3.3. Excavación, cortes y rellenos, uso de explosivos
4.-Construcción	4.1. Obras de drenaje menor y complementarias 4.2. Terracerías: terraplén y subrasante 4.3. Pavimentación: sub-base, base y carpeta asfáltica 4.4. Puentes y obras temporales de desvío de cauces 4.5. Pasos vehiculares
5. Actividades generales	5.1. Movimiento de tierras y acarreo de materiales 5.2. Operación de equipo y maquinaria 5.3. Generación y manejo de emisiones y residuos
6- Operación y mantenimiento	6.1. Afluencia vehicular 6.2. Señalización vial 6.3. Mantenimiento 6.4. Generación y disposición de residuos 6.5. Accidentes y contingencias

Estos listados permitieron conformar una matriz de interacción entre los factores ambientales y las actividades de ejecución del proyecto, los resultados se presentan a continuación en la TABLA 4.3 "Matriz de identificación de impactos".

4.2.2. Selección y descripción de los impactos significativos.

4.2.2.1 Cortes y terraplenes.

El cuerpo de la carretera se ubica en el valle intermontano, conformado por suelo aluvial, y una serie de lomeríos de conglomerado, el cual se caracteriza por ser un material muy poroso y duro, razones por las cuales se considera estable en cortes abruptos debido a su buen drenaje.

El nuevo proyecto carretero también se desarrolla sobre lomeríos de arenisca-conglomerado en cuyo caso su estabilidad puede variar por su composición, sin embargo, no representa un alto riesgo. En el caso de los lomeríos de lutita ésta se encuentra intercalada con arcillas, cuya estructura laminar permite la realización de cortes y excavaciones con facilidad, no obstante, la arcilla le proporciona impermeabilidad a todo el sustrato geológico, esto provoca que cuando las lutitas se intemperizan, el agua hidrata las capas arcillosa convirtiéndolas en lodo, presentando frecuentemente deslizamientos y problemas de inestabilidad de considerable importancia.

Sólo un tramo de 4 km aproximadamente se emplaza sobre un valle fluvial. Cabe señalar que la geoforma donde se realizarán cortes a lo largo del trazo se verá modificada en su estructura de forma significativa y permanente.

En base a estos criterios se han identificado las siguientes áreas críticas, las cuales se han clasificado con tres niveles de riesgo: alto, medio y bajo.

Áreas críticas de alto riesgo (ANEXO, 1):

1. Km 63+600 – 65+000
2. km 66+400 -- 66+850
3. Km 72+800 – 73+000
4. Km 73+500 – 73+700
5. km 74+250 – 74+700

El segundo y tercer subtramo son los más críticos en cuanto a estabilidad, debido a que en dichos lomeríos se encuentran alternando lutitas y conglomerados en tramos de 50 m de longitud en forma de peines entrelazados.

Áreas críticas de riesgo medio:

- km 65+000-66+400
- km 67+500-68+800
- km 70+100-70+350

El área de estudio se caracteriza por presentar un contraste altitudinal muy fuerte, es decir, presenta una diferencia de nivel entre el piso del valle y la cima de las elevaciones de 1000m aproximadamente. Aunada a esta diferencia altitudinal, las laderas que delimitan este valle intermontano tiene pendientes muy fuertes, lo que provoca que en éstas mismas laderas se presenten con una mayor intensidad los diferentes procesos exógenos que las modelan y los cuales a su vez ejercen cierta influencia sobre el cuerpo de la carretera dependiendo de donde se ubique ésta con respecto a toda la ladera.

Así, la intensidad de estos procesos varía con la pendiente, forma y secuencia de laderas. La lectura conjunta de estos procesos y la interrelación de éstos con los demás

componentes ambientales ayudan a comprender de manera global los diferentes procesos que se dan a nivel regional y que pueden tener cierta influencia a nivel local sobre el nuevo proyecto carretero y cómo este a su vez puede alterar el funcionamiento del sistema ambiental regional.

El desplazamiento de material no consolidado o de bloques de rocas del sustrato sobre la ladera y su posterior acumulación al pie de la misma o a mayor distancia tiene varios orígenes ya sea por el transporte de otros agentes de la denudación (ríos, glaciares), por la acción de la gravedad, de derrumbes, caídas, reptación, deslizamientos, solifluxión y por la erosión planar. Todos estos procesos se denominan en conjunto como procesos de ladera y en el caso del proyecto carretero Limite de estados Coahuila/Nuevo León-Monterrey, N.L. no se hace una diferenciación de los mismos sino que se consideran como un solo en el sentido de identificar la presencia e intensidad de los mismos y su posible influencia sobre la carretera en estudio. Cabe señalar que el agua es un factor determinante en el modelado del relieve y aun cuando no se registran precipitaciones muy altas dentro del área de estudio, éstas se presentan en forma torrencial por un lado. Y por otro, la fuerte diferencia altitudinal incrementa la velocidad con que la que el agua baja desde las partes altas de las sierras ya sea a través de los cauces de escurrimientos o por las laderas en forma de lámina

4.2.2.2 Generación de sustancias peligrosas y combustibles.

En cuanto a los residuos peligrosos considerados así en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, y las NOM-SEMARNAT-052-1993, NOM-SEMARNAT-053-1993, se prevé la generación de latas vacías de pinturas, lubricantes,

solventes, aditivos, estopas o trapos impregnados de estos productos, filtros y aceites usados, entre lo más relevante.

Estos residuos se producirán en los patios de maquinaria, talleres de mantenimiento y bodegas, se almacenarán temporalmente dentro de los mismos sitios, donde se estabilizarán los que así lo requieran, posteriormente se embalarán y una empresa autorizada por SEMARNAT los trasladará para su disposición definitiva donde son tratados como residuos peligrosos de acuerdo a los reglamentos mencionados y las normas NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994.

La generación de residuos peligrosos será mínima, se estima que podrá ser entre 60 y 70 k/mes, adicionalmente estos materiales serán residuos de materiales de operación y/o mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos lo que implica una condición de riesgo para el suelo y agua por posibles derrames.

Se deberá desarrollar un programa de seguridad para el manejo de sustancias peligrosas y combustibles, que cumpla con las especificaciones señaladas en las normas correspondientes.

4.2.2.3 Desmonte y despalme en el derecho de vía.

La vegetación deberá ser removida por personal capacitado, para que seleccione las especies que por sus características ecológicas y/o status especial de protección requieran de ser conservadas y no ser dañadas, estas plantas removidas podrán trasplantarse en los sitios idóneos elegidos.

La quema controlada (para evitar que el fuego se disemine), del producto del desmonte generará humos cuyo impacto será temporal y local, los humos serán dispersados en los terrenos abiertos sin ocasionar afectaciones ambientales significativas. Esta medida representa además una ventaja, ya que mediante el aprovechamiento del material desmontado se evita su traslado y depósito en otro sitio como el relleno sanitario del AMM.

4.3 Impactos Positivos.

La ejecución de la obra generará diversos beneficios. Por ejemplo, durante el desarrollo de las diferentes actividades involucradas, se contratará personal para la ejecución de los trabajos. El tipo de mano de obra (calificada y no calificada) dependerá de las labores requeridas. Este impacto positivo se valoró como bajo durante las fases de preparación del sitio y generales, debido a la temporalidad.

En la fase de construcción, en algunas actividades se valoró como moderada, porque será de mayor magnitud y duración que las actividades de la primera etapa. En esta etapa se requerirá de un total de 360 trabajadores entre personal especializado y no calificado, con lo cual se genera en parte empleo para la población local que reúna el perfil necesario para laborar en la construcción. El impacto en este aspecto es benéfico y temporal. También se benefician otras actividades económicas, principalmente de la industria de la construcción y servicios conexos, y el comercio.

Otros impactos positivos se presentarán durante la operación de la carretera, como la mejoría de la vinculación socioeconómica entre las ciudades de Saltillo y Monterrey, el

aumento en la eficiencia y capacidad vial en circulación de personas y mercancías a nivel local, regional y nacional, con el reforzamiento del eje troncal México-Monterrey-Nuevo Laredo y sur de estados Unidos.

En función que los terrenos pasarán a formar parte del Patrimonio Nacional y el uso que sustentarán será el de la carretera y su correspondiente derecho de vía, el impacto será adverso, indirecto y de larga duración, al que se le pueden aplicar medidas de compensación. Para esta actividad se identifican interacciones con factores de índole social y económica por expropiación y compra, y afecta un suelo de preservación ecológica, interacciones tuvieron una significancia de moderada a alta, básicamente por la duración del impacto que será permanente. La distribución de la población, integridad de comunidades y estilo de vida, se ve poco afectado por ser un área con bajo poblamiento y el nuevo trazo no atraviesa localidad alguna. La ejecución del proyecto implica que el suelo dejara su uso actual de conservación, esto tendrá repercusiones moderadas en el medio biótico porque se modificarán el hábitat de flora y fauna, el marco natural ha estado sujeto a diferentes modificaciones en distintos momentos e intensidades principalmente por causas de origen humano.

El acceso al tramo es factible en parte por los caminos y brechas que conducen a las pocas comunidades al sur del trazo, enclavadas en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (DOF, 2000). Todos estos caminos inician en la carretera federal No. 40 y a partir de los mismos se facilitará la apertura de otros hacia bancos de material, instalaciones provisionales de apoyo y frentes de obra, lo que minimizará las afectaciones a terrenos, suelo, escurrimientos superficiales, vegetación y fauna terrestre asociada principalmente. La instalación y operación de oficinas, almacenes, bodegas y talleres, patios de maquinaria, serán provisionales construidas con materiales prefabricados para facilitar su montaje y desmontaje.

El emplazamiento y operación de instalaciones provisionales ocasionará impactos negativos bajos y moderados, los trabajadores podrán frecuentar los alrededores y con ello ahuyentar a la fauna o alterar su hábitat, estos impactos son mitigables, otros impactos son en medio social debido a que probablemente el personal contratado sea ajeno de la población del área, lo que incrementará temporalmente la población, demandará servicios, requerirá bienes de consumo, lo que podría alterar el equilibrio actual. Se minimiza el impacto si el personal es de las localidades cercanas y porque su demanda laboral es temporal.

Compactación del suelo por paso frecuente de vehículos, personas y disposición inadecuada de materiales e incremento de procesos erosivos por ausencia de vegetación. Contaminación potencial del suelo por vertidos accidentales de asfalto, concreto, lubricantes y combustibles, el impacto que generan estas instalaciones será adverso poco significativo y temporal, al que se le pueden aplicar medidas de mitigación y disminuir su significancia.

Se estima que se requerirán 1.5 millones de metros cúbicos de material de bancos, los que se extraerán de los bancos de préstamo detectados en el estudio de geotecnia, en las riberas de los arroyos que cruzan el eje de trazo, así también de alguno de los recomendados en el mismo estudio en explotación comercial. El efecto es adverso significativo y permanente, con medidas de prevención y rehabilitación.

Los materiales de desecho de la obra se dispondrán en sitios apropiados para su disposición final. El establecimiento de bancos de tiro provocará impactos de moderados a altos, empezando por la calidad del aire, vegetación y fauna. Se identificaron impactos altos para la calidad del suelo y del agua.

CAPÍTULO 5

Medidas de mitigación de impactos

5.1 Clasificación de las medidas de mitigación.

Cuando se piensa en medidas de mitigación para minimizar o eliminar los impactos adversos generados por una obra de desarrollo, resulta conveniente partir de la premisa de que es preferible proponer los mecanismos técnicos de control que prevengan alteraciones al ambiente siempre que esto sea factible, en lugar de tener que aplicar una medida correctiva posteriormente para controlar, mitigar o compensar, los daños ambientales que la construcción del proyecto carretero provoque.

Cuando resulta inevitable la aplicación de medidas, es importante tomar en cuenta que éstas tendrán un costo adicional; que deben considerarse de manera conjunta con el diseño del proyecto y que deben ser llevadas a cabo a la mayor brevedad posible a fin de evitar impactos secundarios indeseables. Es importante hacer hincapié en el hecho de que solamente han sido considerados aquellos impactos para los cuales ha sido posible proponer medidas.

Las medidas de mitigación de los impactos se clasificaron de acuerdo a lo siguiente:

Prev. Preventivas

Rem. De remediación

Com. De compensación

Red. De reducción

Reh. De rehabilitación

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos (Tabla 5.1). Por un lado, las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos, en este sentido las medidas de prevención son prioritarias. Otras medidas de mitigación que adquieren gran importancia son aquellas que moderan los impactos significativos.

Tabla 5.1 Clasificación de las medidas de mitigación.

Medida de mitigación	Clasif.	Impactos sobre los que actuará
		Actividad/ factor ambiental
1. Se deberán cumplir las disposiciones y requisitos de los ordenamientos jurídicos del equilibrio ecológico y la protección del ambiente. Oportuna y justa indemnización a los poseedores de los terrenos.	Prev. Com.	Liberación del derecho de vía. Ocupación espacial de la franja de terreno de 100m de ancho que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección de la carretera y sus servicios auxiliares. Cambio de uso/ socioeconómico: suelo de preservación ecológica, afectación de la tenencia de la tierra
2.. Seguridad para el manejo de sustancias y combustibles	Prev.	Uso de explosivos, tendido de carpeta asfáltica, disposición de residuos/calidad del suelo, calidad del agua, vegetación y fauna asociada.
3. Ubicar bancos de tiro fuera de cauces y barrancas	Prev.	Disposición de residuos sólidos/calidad del suelo, calidad y abastecimiento del agua, infiltración.
4. Movimiento de equipo, maquinaria y vehículos, evitando afectar las áreas con vegetación natural.	Prev.	Desmante, despirme, puentes, obras de drenaje, construcción de terraplenes, tendido de bases y carpeta asfáltica, infraestructura provisional de apoyo/matorral submontano, matorral desértico rosetófilo, diversidad y hábitat.
5. Mantenimiento de la carretera	Prev. Red.	Mantenimiento preventivo/calidad del suelo, calidad del agua y seguridad vial.
6. Manejo de residuos	Prev. Red.	Disposición final de residuos domésticos sólidos y líquidos, bancos de tiro de material de desecho/calidad del suelo, agua y aire
7. Seguimiento riguroso de normatividad y reglamentación aplicable	Prev. Red.	Corte, obras de drenaje, uso de explosivos, construcción de terraplenes, tendido de bases, movimiento de materiales, disposición de residuos, bancos de tiro, operación de equipo y maquinaria/calidad del aire, suelo, agua, ruido, estabilidad de laderas, cauces, vegetación, fauna, población y servicios
8. Protección de laderas, taludes de cortes y terraplenes.	Red. Com. Rem. Reh.	Desmante y despirme/relieve, geomorfología y estabilidad de laderas y cauces.

Medida de mitigación	Clasif.	Impactos sobre los que actuará
		Actividad/ factor ambiental
9. Establecer horarios de trabajo Proporcionar mantenimiento al equipo cuidando que siempre esté en óptimas condiciones. Realizar mediciones del nivel de ruido, que no debe rebasar los 68 dB (A) de las 6 a las 22 h y los 65 dB de las 22 a las 6 h en fuentes fijas	Red.	Uso de explosivos, construcción de terraplenes, tendido de carpeta asfáltica, operación de maquinaria, puentes, movimiento de tierra y material, disposición de residuos, bancos de tiro/erosión, cauces, calidad del agua, vegetación, fauna y población.
10. Humedecer áreas de trabajo	Red.	Nivelación y compactación, construcción de terraplenes/erosión, calidad del suelo, aire, agua, vegetación y población.
11. Mantenimiento de equipo y maquinaria	Red.	Operación de equipo y maquinaria/calidad del aire y ruido
12. Cubrir con lona los camiones de acarreo	Red.	Servir materiales de construcción, disposición de residuos sólidos/calidad del aire, suelo, agua y vegetación.
13. Obras de drenaje menor y complementarias	Com. Reh.	Colocación de tubos, construcción de losas, cunetas, contracunetas, bordillos y lavaderos/calidad del agua, cauces, infiltración
14. Restringir la remoción de la cubierta vegetal únicamente a el área de desplante del cuerpo de la carretera	Prev. Red.	Desmonte/vegetación de matorral submontano y matorral rosetófilo subinmerme
15. Restringir el área ocupada por la instalaciones provisionales,	Prev. Red. Com. Reh.	Infraestructura de apoyo/Ocupación del suelo, afectaciones a los poseedores, población ,
16. Restringir el área de trabajo	Red.	Excavación, puentes, obras de drenaje/vegetación, fauna y población
17. Restringir excavaciones	Prev. Red.	Excavación en cortes/Suelo, estabilidad de laderas, escurrimientos, calidad del agua, infiltración.
18. Restringir caminos de acceso	Prev. Red. Reh.	Acceso a frentes de obra, movimiento de equipo, maquinaria, vehículos de acarreo de materiales y tierra/calidad del suelo, de la vegetación, del agua y población.
19. Uso sanitarios portátiles	Prev.Com. Reh.	Instalaciones provisionales/calidad del suelo y agua
20. Uso de protección auditiva	Red.	Uso de explosivos/trabajadores
21. Regeneración del derecho de vía	Com. Rem. Reh.	Desmonte, taludes de cortes y terraplenes/vegetación y fauna
22. Restablecimiento de áreas ocupadas	Com. Rem. Reh.	Desmantelar la infraestructura provisional /restituir uso de suelo y vegetación
23. Programa de rescate de especies endémicas	Prev. Rem.	Desmonte de áreas ocupadas por la carretera e instalaciones de apoyo /vegetación
24. Obras de paso, drenajes y puentes		Efecto barrera/fauna
25. No verter residuos de desmonte, despalme, desechos de obra sobre suelos y vegetación aledaña	Prev,	Desmonte, despalme, excavaciones, cortes, construcción de obras de drenaje y cuerpo de la carretera/vegetación y suelo
26. Acamellonar el suelo orgánico para arropar taludes de cortes, terraplenes y áreas desmontadas	Com.	Desmonte/calidad del suelo, erosión, vegetación y fauna

Medida de mitigación	Clasif.	Impactos sobre los que actuará
		Actividad/ factor ambiental
27. Retirar cualquier animal que se localice entre la vegetación a desmontar y reubicarlo en un hábitat similar al que se encontró	Prev. Red..	Desmonte/fauna
28. Realizar el desmonte en etapas alternando horario diurno y nocturno para permitir que la fauna se desplace a los sitios que aún tengan vegetación	Red.	Desmonte/fauna

5.2 Descripción de las estrategias de medidas de mitigación

Debido a la complejidad ambiental de la zona y a la estrecha interrelación detectada entre los diferentes componentes ambientales se ha determinado que en este caso el diseño de medidas de mitigación se realizará a nivel de recomendaciones ya que la efectividad y buen resultado de las medidas estará en función de que éstas estén inscritas dentro de un proyecto ejecutivo, el cual se sustente en estudios adicionales en puntos específicos (puntos conflictivos), así como en la conformación y colaboración de un equipo multidisciplinario dedicado al desarrollo de este proyecto.

La ejecución en tiempo y espacio adecuados de las diferentes medidas de mitigación diseñadas para este proyecto carretero así como la supervisión y seguimiento de las mismas podrán garantizar en un alto porcentaje el mantenimiento del equilibrio bajo el cual se encuentran actualmente tanto los componentes ambientales como los procesos que se presentan dentro del área de estudio. Sin embargo, es importante mencionar que la construcción de este tramo carretero, como todo este tipo de infraestructura, conlleva la modificación sustancial de algunos componentes más que otros.

Así, el relieve se constituye como el mayor obstáculo y reto en la ejecución de esta obra, razón por la cual se le ha dado un mayor énfasis en el diseño de las estrategias de mitigación debido a que los impactos más significativos están ligados a este componente.

La identificación de unidades ambientales es uno de los instrumentos de apoyo para la comprensión del funcionamiento del sistema ambiental regional y permite una lectura simplificada de su estado actual además al mismo tiempo permite la identificación de impactos y su ubicación espacial y por lo tanto es un apoyo muy importante en el diseño de las medidas de mitigación. En el caso de la carretera Límite de estados Coahuila-Nuevo León – Monterrey, N.L., éstas unidades homogéneas se delimitaron espacialmente en base a la forma del relieve (geoformas), y del análisis de los sustratos geológicos presentes (INEGI, 1975). A partir de estos dos parámetros se encontraron interrelaciones importantes sobretodo con suelos y por último con el tipo de vegetación que en cada una de ellas se desarrolla.

Una vez establecidas éstas unidades y debido a la importancia de la forma y pendiente del relieve en la presencia e intensidad de los procesos de ladera, los cuales inciden entre otros factores en la estabilidad de la misma ladera así como en la de los taludes especialmente en cortes, se ha decidido realizar un análisis morfo métrico del relieve. Es decir, la clasificación del relieve desde el punto de vista geométrico identificando las diferentes formas de las laderas, su longitud y su pendiente media (pendiente promedio).

La comprensión de la geometría del relieve tiene como objetivos principales:

- Identificar de acuerdo con la información disponible en cuanto a los sustratos geológicos presentes incluyendo sus características generales cuáles son las zonas que podrían representar un riesgo durante la etapa de construcción del proyecto carretero sobretodo en la construcción de cortes y terraplenes.
- Coadyuvar a la identificación, diseño y elección en conjunto con otros estudios específicos (geotecnia, geológicos, entre otros) cuál es el método y la solución

más adecuada para proporcionar estabilidad a los taludes tanto de cortes como terraplenes.

- Identificar los sitios idóneos para la ubicación de bancos de tiro y los criterios que se deben seguir para la disposición de material residual producto de los cortes considerando también los posibles impactos que éstos puedan provocar sobre el ambiente.

En lo referente a los suelos y a la vegetación que éstos sustentan, el análisis de laderas también permite establecer cuáles son los sitios más vulnerables a erosionarse pero al mismo tiempo permite definir donde se pueden y deben realizar obras de conservación de suelos que ayuden a evitar el azolve de las obras de drenaje así como a proteger el cauce de los escurrimientos tanto aguas arriba como aguas abajo para reducir los impactos negativos sobre el drenaje superficial del área de influencia del proyecto carretero en estudio. En el caso de la vegetación se pueden identificar en que sitios se debe reforestar para coadyuvar y reforzar la efectividad de otras medidas de mitigación.

Razón por la cual, se debe realizar una lectura conjunta de las unidades ambientales así como del análisis morfo métrico para identificar los procesos que se dan a nivel regional y que pueden influir sobre el proyecto carretero por un lado, Y por otro, permiten identificar cuáles de éstos procesos pueden coadyuvar a reestablecer el equilibrio del sistema ambiental regional y a reducir de manera significativa los impactos ambientales adversos resultado de las diferentes actividades que conlleva una obra de este tipo.

5.2.1 Cortes y terraplenes.

El cuerpo de la carretera se ubica en el valle intermontano delimitado entre dos sierras plegadas, sobre una alternancia de pie de monte, conformado por suelo aluvial, y una serie de lomeríos de conglomerado, el cual se caracteriza por ser un material muy poroso y duro, razones por las cuales se considera estable en cortes abruptos debido a su buen drenaje.

El nuevo proyecto carretero también se desarrolla sobre lomeríos de arenisca-conglomerado en cuyo caso su estabilidad puede variar por su composición, sin embargo, no representa un alto riesgo. En el caso de los lomeríos de lutita ésta se encuentra intercalada con arcillas, cuya estructura laminar permite la realización de cortes y excavaciones con facilidad, no obstante, la arcilla le proporciona impermeabilidad a todo el sustrato geológico, esto provoca que cuando las lutitas se intemperizan, el agua hidrata las capas arcillosa convirtiéndolas en lodo, presentando frecuentemente deslizamientos y problemas de inestabilidad de considerable importancia.

Sólo un tramo de 4 km aproximadamente se emplaza sobre un valle fluvial. Cabe señalar que la geoforma donde se realizarán cortes a lo largo del trazo se verá modificada en su estructura de forma significativa y permanente.

Como fase previa a realizar los cortes habrá que eliminar materiales no deseables, tales como árboles, arbustos y/o ramas para evitar su caída posterior a la vía terrestre, al quedar aquéllos muy cerca de las cabeceras de los cortes.

En la remoción del arbolado en estos sitios, deberán cortarse, a fin de no aflojar la cobertura de terreno en el coronamiento de los cortes. También deberán eliminarse suelos inadecuados para la construcción. Es necesario arropar las excavaciones en cortes para evitar que se provoquen procesos de intemperización y erosión entre otros.

Para el caso motivo de este estudio, con base en el dictamen geotécnico, que tuvo por objeto analizar la estabilidad de cortes e investigar los bancos de materiales y suelos (con ayuda del laboratorio), complementado con la interpretación de los mapas geológicos, edafológicos y de hidrología, se pudieron determinar los tipos de formaciones de suelos y rocas, las propiedades mecánicas de los suelos existentes en el área de proyecto, con dicha información se pueden prever los problemas de estabilidad de las estructuras geológicas, imprescindible en el proyecto de la carretera.

Con estos estudios someros de campo se hicieron las recomendaciones sobre la inclinación de los cortes y terraplenes que no necesitaban un tratamiento especial, fundamentado además en experiencias anteriores y en el conocimiento general de los materiales involucrados. Sin embargo, en el proyecto que nos ocupa habrá algunos cortes y terraplenes en sitios críticos, que requieren de estudios teóricos especiales respaldados por la exploración directa necesaria y por el empleo de laboratorio hasta donde sea posible.

Existe una norma de la anterior SOP que solicita la ejecución de un estudio geofísico en todo lugar donde haya de realizarse un corte de más de 7 m de altura, utilizando la información obtenida tanto para ayudar a fijar la inclinación del corte, como para determinar las condiciones de trabajabilidad de los materiales, a fin de definir el método de ataque más conveniente. Por lo que se recomienda considerar estos estudios como medidas preventivas desde la elaboración del proyecto, con el fin de mitigar los efectos adversos significativos y permanentes que generará la construcción de dichos cortes.

El área de estudio se caracteriza por presentar un contraste altitudinal muy fuerte, es decir, presenta una diferencia de nivel entre el piso del valle y la cima de las elevaciones de 1000 m aproximadamente. Aunada a esta diferencia altitudinal, las laderas que delimitan este valle intermontano tiene pendientes muy fuertes, lo que provoca que en éstas mismas laderas se presenten con una mayor intensidad los diferentes procesos exógenos que las modelan y los cuales a su vez ejercen cierta influencia sobre el cuerpo de la carretera dependiendo de donde se ubique ésta con respecto a toda la ladera.

Así, la intensidad de estos procesos varía con la pendiente, forma y secuencia de laderas. La lectura conjunta de estos procesos y la interrelación de éstos con los demás componentes ambientales ayudan a comprender de manera global los diferentes procesos que se dan a nivel regional y que pueden tener cierta influencia a nivel local sobre el nuevo proyecto carretero y cómo este a su vez puede alterar el funcionamiento del sistema ambiental regional.

El desplazamiento de material no consolidado o de bloques de rocas del sustrato sobre la ladera y su posterior acumulación al pie de la misma o a mayor distancia tiene varios orígenes ya sea por el transporte de otros agentes de la denudación (ríos, glaciares), por la acción de la gravedad, de derrumbes, caídas, reptación, deslizamientos, solifluxión y por la erosión plana. Todos estos procesos se denominan en conjunto como procesos de ladera y en el caso del proyecto carretero Limite de estados Coahuila/Nuevo León-Monterrey, N.L. no se hace una diferenciación de los mismos sino que se consideran como uno solo, en el sentido de identificar la presencia e intensidad de los mismos y su posible influencia sobre la carretera en estudio.

Cabe señalar que el agua es un factor determinante en el modelado del relieve y aún cuando no se registran precipitaciones muy altas dentro del área de estudio, éstas se presentan en forma torrencial, por un lado y por otro, la fuerte diferencia altitudinal incrementa la velocidad con que la que el agua baja desde las partes altas de las sierras ya sea a través de los cauces de escurrimientos o por las laderas en forma de lámina.

Las medidas de mitigación relativas a la construcción de cortes y terraplenes se han diseñado partiendo de estos dos principios arriba expresados y de la necesidad de la carretera de evitar en la medida de lo posible la presencia de agua sobre la estructura de la misma principalmente de los taludes tanto de los cortes como de los terraplenes.

Actualmente las contracunetas tienen como función principal desviar la mayor cantidad de agua superficial para proteger el talud del corte y evitar las filtraciones que alteren la estabilidad del mismo. Tradicionalmente, estas obras de drenaje se ubican escasos metros por arriba de la cabecera del corte y dentro de los límites del derecho de vía. Las obras y acciones aquí propuestas como parte de las medidas de mitigación tienen como objetivo fundamental coadyuvar al mejor funcionamiento de las obras complementarias ya contempladas dentro del proyecto carretero.

De este modo, el objetivo principal de estas medidas de mitigación es por un lado identificar la mejor manera de reencauzar los escurrimientos y el agua superficial desde aguas arriba con el fin de reestablecer en la medida de lo posible el patrón de aguas superficiales aprovechando los cauces naturales y las formas del relieve. Y como consecuencia de esta desviación del agua laderas arriba también se pretende reducir de manera considerable la influencia directa del agua sobre la cabecera del corte y coadyuvar de este modo a la estabilidad del mismo. Sin embargo es importante señalar que esta es una medida de reducción cuya efectividad estará en función de que se

apliquen otras medidas preventivas, remediación y rehabilitación relativas a la protección directa del talud del corte o terraplén según sea el caso.

Este mismo análisis permite identificar y evaluar, en función nuevamente de la forma de las laderas y sus pendientes, los sitios donde se pueden realizar obras de conservación de suelos que permitan frenar la velocidad del agua y poder desviarla hacia los escurrimientos aledaños y del mismo modo también reducir la intensidad de los procesos de ladera. Si la forma de la ladera aguas arriba representa un factor de riesgo para la estabilidad del talud del corte, las obras de conservación involucrarán una modificación del perfil existente sacando partido de un cambio y/o ruptura en el valor de la pendiente de las laderas. Las obras de conservación de suelos no sólo involucran métodos mecánicos para reducir la erosión sino que también contemplan como estrategia vital el establecimiento y desarrollo de una cubierta vegetal densa, convirtiendo la presencia de vegetación en un factor decisivo en la eficacia de la medida.

El área de contacto entre la ladera natural y el talud del corte se puede convertir en un punto conflictivo, cuya problemática estaría en función de la altura del corte y de la forma de la ladera donde éste se ubica. Razón por la cual, se deberá estudiar y diseñar la mejor manera de modelar estas áreas desde el punto de vista geomorfológico y geológico para garantizar la estabilidad tanto de la ladera natural como del talud artificial.

Si bien es cierto que la modificación del relieve por la apertura de cortes y la construcción de terraplenes alteran de manera permanente la red hidrológica superficial, con la ejecución de este tipo de medidas de mitigación se pretende reducir los efectos de estas modificaciones. Estas acciones a su vez también provocan un impacto ambiental sobre el patrón de aguas superficiales, sin embargo, al análisis y

comprensión de este mismo patrón a través de la lectura del relieve permite establecer estrategias similares a las que se presentan de manera natural en el sitio, aprovechando por un lado los recursos existentes y tomando como principio de diseño a la misma naturaleza, reinterpretándola y adaptándola a las nuevas necesidades.

En resumen, la metodología propuesta para el diseño y aplicación de medidas de mitigación en el caso de cortes y terraplenes tiene como punto de inicio la comprensión de los procesos y fenómenos que se dan a nivel regional y que pueden tener influencia directa e indirecta sobre la estabilidad de las estructuras arriba mencionadas.

La clasificación del terreno por tipo de laderas y la identificación de las secuencias de las mismas permiten reconocer los puntos donde se concentra la energía, es decir los puntos críticos tanto aguas arriba como aguas abajo con respecto a la ubicación del nuevo proyecto carretero. Una vez identificados estos puntos se evalúan los sitios por cuya morfología presenten cambios tanto en su forma como en la pendiente donde sea posible implementar medidas preventivas tales como la revegetación de algunas áreas.

La aplicación de estas medidas se ubica por fuera del derecho de vía y zonas aledañas de la carretera. Sin embargo, pueden convertirse en un factor determinante en la estabilidad de taludes en el corto y mediano plazo reduciendo con ello los costos de mantenimiento por deslaves y deslizamientos de material sobre el cuerpo de la carretera y previniendo al mismo tiempo afectaciones mayores sobre el medio físico y biótico. Asimismo algunas de estas estrategias pueden aplicarse de manera previa al inicio de la obras o realizarse de manera paralela a la preparación del sitio. Es importante señalar que estas acciones deberán de ser concertadas con los propietarios de los terrenos donde se pretender ejecutar dichas medidas. Más aún, para que tuvieran un beneficio mayor hacia los dueños de tales predios, deberían de llevarse a cabo proyectos asociados impulsando la creación de fuentes de ingreso o alternativas

de actividades productivas o simplemente el pago de servicios ambientales por conservar esos espacios naturales como tales.

Con esta misma metodología y principios se propone la conformación de terrazas con el material residual producto de los cortes restringiéndolas en las áreas que se encontrarían entre la carretera actual y el nuevo proyecto carretero específicamente en aquellas que se ubican dentro de la unidad B o de piedemonte, donde la pendiente es más suave y presenta una morfología predominantemente convexa plana . Esta ubicación tiene como objetivo confinar y controlar el impacto en una zona previamente alterada. Asimismo se deberán de tomar una serie de acciones previas a la disposición del material y a la conformación de dichas terrazas. Entre esas acciones sobresalen las relacionadas con el despalme y almacenamiento de la capa fértil del suelo y de un rescate de especies con potencial para transplantarse así como la recolección de semillas o esquejes de aquellas plantas ya sea anual o cuyo traslado no garantice su sobrevivencia. En cuanto a los escurrimientos superficiales y los patrones de agua superficial que corre por las laderas en forma de lámina deberán de ser considerados en el diseño, ubicación, forma, etc. de las terrazas para evitar que con las lluvias éstas sean destruidas por las corrientes de agua.

El diseño de las terrazas deberá considerar a su vez las obras de drenaje pluvial que se requiera para su buen funcionamiento. Aún cuando el impacto se amplía por fuera del derecho de vía, el confinamiento controlado de los residuos en zonas específicas podrán garantizar en un alto porcentaje su eficacia, control y monitoreo.

Una vez conformadas las terrazas éstas deberán de ser reforestadas para lo cual, lo primero que deberá hacerse es extender la capa de suelo fértil que se retiró del mismo sitio y después deberán de replantarse las especies rescatadas. De manera previa y durante la plantación deberán de llevarse a cabo acciones tendientes a asegurar el

establecimiento y buen desarrollo de la vegetación. De igual modo deberá programarse la plantación paulatina de especies vegetales, plantando aquellas que toleren mejor situaciones de disturbio para terminar con aquellas de menor resistencia.

5.2.2 Restauración de bancos de préstamo en las riberas de arroyos.

Son muchas las actividades humanas que alteran los componentes de los ecosistemas fluviales y cada vez en mayor medida estas actividades afectan superficies mayores, a grandes distancias de donde se producen y con mayor intensidad en función del creciente poder tecnológico y de desarrollo de los países.

Como es el efecto de la contaminación por disposición ácida en muchos cuerpos de agua, procedentes de zonas industrializadas y que tienen efecto a grandes distancias de donde se originan, así como los cambios de usos del suelo por deforestaciones, vías de infraestructura, alteran el régimen hidrológico y las relaciones suelo-agua en las laderas, teniendo una repercusión inmediata en los cauces en términos de aportaciones totales y carga de sedimentos o erosión neta transportada hacia los cauces.

Pero son las actividades desarrolladas en su interior o en las proximidades de los cauces, las que tienen un impacto mayor y más visible en los ecosistemas de ríos y riberas, como es la extracción de materiales para la construcción (grava y arena) de las riberas y llanuras de inundación, llegando hasta la misma orilla del cauce y provocando erosiones de márgenes y disminución de la fauna asociada a las aguas, especialmente las aves.

Así también la presencia de vertederos de escombros, incorporación de vertidos contaminantes que afectan profundamente su funcionamiento, incorporando elementos

tóxicos o perturbando las interrelaciones entre el cauce y la llanura de inundación a través del movimiento del agua y formación del sustrato alterado por la extracción de materiales.

La restauración y conservación de los sistemas fluviales, nace de la necesidad de adecuar el aprovechamiento de los recursos naturales a su mantenimiento y conservación ("desarrollo sostenible"), reconociendo la utilidad, incluso en términos económicos, de seguir la leyes de la Naturaleza en lugar de contradecirlas.

La restauración de los ríos y riberas, tiene como objetivo retomar el cauce a un estado existente antes de su deterioro. Se trata de restaurar la degradación de los ríos provocada por la extracción de materiales que afecta tanto a la llanura de inundación y vegetación riparia como el estado físico del cauce, dejando aparte la alteración del medio acuático propiamente dicho en relación a la regulación de caudales y al a contaminación de las aguas.

Para este caso se estima que se extraerán 1.5 millones de metros cúbicos de material de bancos. Etapas básicas en la restauración:

- La recuperación de la llanura de inundación, con una vegetación adecuada en las riberas
- La recuperación morfológica del cauce, en relación a sus sección transversal, perfil longitudinal, trazado y redistribución de los sedimentos dentro del lecho.

Metodología básica:

1°.-- Establecimiento o delimitación del espacio ripario, como una banda protectora en cada margen, a lo largo de los cauces, donde no se lleven a cabo actuaciones ajenas a la dinámica fluvial.

Un uso intensivo de la llanura de inundación, fundamentalmente para el caso que nos ocupa con fines de extracción de grava y arena, conduce a la reducción del cauce, aplicar como medida preventiva durante la extracción, el hacer excavaciones someras y alejar dichas acciones dejando una banda protectora entre ambos donde sea posible llevar a cabo actuaciones posteriores, en este caso esta es una medida de restauración importante y prioritaria.

Con dejar esta banda protectora se consiguen varios efectos positivos, como el de la reconsolidación del suelo y mejora de su resistencia a la erosión, y la recuperación gradual de la vegetación riparia.

2°.- Disminución de las pendientes laterales del cauce. Recrear nuevamente la morfología del cauce, abriendo su sección para facilitar el desplazamiento lateral de las aguas aprovechables, determinan procesos de incisión, donde el cauce se hace más profundo y estrecho. Con estas formas más o menos encajonadas del cauce, y dependiendo de las propiedades geotécnicas del material de las orillas, se forman taludes laterales con poca pendiente, no hábiles para el establecimiento de la vegetación.

El rebajamiento de tales pendientes mejora la sección transversal, aumentando la anchura superior del cauce para llegar a perfiles 1:4, conveniente para su estabilidad y favorece el crecimiento de la vegetación, con ello se favorece también la conexión gradual del cauce con su llanura de inundación. Al aumentar la anchura de la sección disminuye el calado y con ello la velocidad de las aguas y su capacidad de transporte.

Progresivamente se pasa del proceso de erosión de fondo a un proceso de sedimentación, a través del cual se va elevando el nivel freático afectando a la llanura de inundación, llegando a quedar comunicada la ribera con el cauce y ser posible su inundación periódica con las crecidas.

La reducción de las pendientes laterales del cauce tiene además otras ventajas, como evitar la rotura de taludes existentes por inestabilidad geotécnica, disminuyendo con ello la incorporación de suelo erosionado a las aguas, y la de permitir que dichas partes laterales del cauce actúen como llanura de inundación, donde el río disipa energía durante las crecidas y sedimenta la carga sólida que transporta de tramos aguas arriba.

3°.- Revegetación del espacio ripario. Esto se logra de forma natural en un tiempo, según sean las condiciones del tramo correspondiente. La plantación o siembra de dicho espacio ripario, con especies nativas acelera este proceso, y debe ser una acción prioritaria en la recuperación de los ríos.

La revegetación de las riberas debe llevarse a cabo siempre después de la restauración de la morfología del cauce, y teniendo la seguridad de que la banda donde se lleva a cabo la siembra está conectado hidrológicamente con el cauce. Las plantaciones deben reforzar la estabilidad de las orillas.

En las fases de restauración descritas se trata de acelerar este proceso de recuperación natural, si bien cuando exista una limitación de medios económicos puede procederse únicamente a evitar hacer excavaciones profundas cercanas al cauce así como la disposición inadecuada de material residual, eliminar protecciones laterales y obras de defensa contra avenidas, y esperar a la recuperación natural.

5.2.3 Manejo de residuos no peligrosos.

El manejo incluye la recolección, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos sólidos y líquidos. Para estos últimos, se deberá contar con contenedores suficientes en número y capacidad para almacenar correctamente las sustancias que se desechen y que puedan ocasionar fugas o derrames.

Durante la construcción de puentes y obras de drenaje pueden ocurrir vertidos accidentales que afecten directamente a los escurrimientos superficiales provocando contaminación del agua por arrastre de materiales y obstrucción de cauces. Durante los trabajos se deberán tomar las previsiones necesarias para confinar dichos derrames, como colocar barrera de malla o gaviones para retener fugas de materiales diversos.

Al final de cada actividad (desmante, despálme, excavaciones, cortes, construcción de terracerías), se deberá retirar todo el material sobrante del derecho de vía. Todos los desechos se depositarán en lugares destinados ex profeso para ello según lo establezca la autoridad municipal.

El producto del desmante se colocará a un lado del camino y aprovecharse mezclado con el suelo orgánico producto del despálme para cubrir los taludes de los terraplenes y cortes cuyas pendientes no sean mayores de 0.5:1, así como en otras áreas desbastadas con motivo de instalaciones de apoyo. No arrojar residuos del desmante sobre la vegetación natural aledaña.

Los materiales sobrantes procedente de bancos de préstamo, no deberán dispersarse en la zona, se depositarán en el banco cuya litología sea común al material residual, así

también el material remanente de los cortes se deberá vaciar en bancos de tiro apegándose a las condiciones que la autoridad municipal establezca.

Los desechos que se produzcan de la elaboración y aprovechamiento del concreto asfáltico e hidráulico, así como producto de demoliciones de obra, serán almacenados en sitios confinados para su posterior acarreo a lugares adecuados para ello. De ninguna manera de deberá dejar residuos de obra en el sitio, ni se verterán sobre lechos de ríos, arroyos o cañadas, ni depositarse a los lados del camino, no obstante que ello implique costos de traslado, por lo que se deberá prever en la ejecución de la obra desde su inicio, la conducción de estos residuos a tiraderos autorizados.

En cuanto al transporte de los materiales arriba mencionado, serán trasladados en camiones de volteo, tapados con lonas bien sujetadas para evitar perder material en el trayecto al banco de tiro donde se depositará el material de manera homogénea, cubriéndolo con el material sobrante del despalme y desmonte, para favorecer la regeneración de la vegetación natural.

La basura doméstica generada en instalaciones de apoyo deberá separarse la orgánica de la inorgánica y clasificarse, colocarse en contenedores con tapa para ser trasladada al relleno sanitario o al sitio donde se lleve a cabo su reciclaje. El servicio de recolección periódica deberá contratarse con la empresa que maneja estos residuos en el AMM. Adicionalmente se recomienda concientizar e informar al personal de la importancia de mantener salubre el entorno del proyecto.

5.2.4 Manejo de sustancias peligrosas y combustibles.

En cuanto a los residuos peligrosos considerados así en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, y las NOM-SEMARNAT-052-1993, NOM-SEMARNAT-053-1993, se prevé la generación de latas vacías de pinturas, lubricantes, solventes, aditivos, estopas o trapos impregnados de estos productos, filtros y aceites usados, entre lo más relevante.

Estos residuos se producirán en los patios de maquinaria, talleres de mantenimiento y bodegas, se almacenarán temporalmente dentro de los mismos sitios, donde se estabilizarán los que así lo requieran, posteriormente se embalarán y una empresa autorizada por SEMARNAT los trasladará para su disposición definitiva donde son tratados como residuos peligrosos de acuerdo a los reglamentos mencionados y las normas NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994.

La generación de residuos peligrosos será mínima, se estima que podrá ser entre 60 y 70 k/mes, adicionalmente estos materiales serán residuos de materiales de operación y/o mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos lo que implica una condición de riesgo para el suelo y agua por posibles derrames, por lo que se recomienda que donde se realicen estas labores se cuele un firme de concreto simple.

Se deberá desarrollar un programa de seguridad para el manejo de sustancias peligrosas y combustibles, que cumpla con las especificaciones señaladas en las normas correspondientes.

Con base en los reglamentos de PEMEX y el de Transporte Terrestre de la SCT, a las NOM-001-SCT2, NOM-020-SCT2-1994 y a la LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para la transportación de gasolina es de 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. Adicionalmente es obligatorio tomar precauciones por los riesgos que implica el manejo de combustibles.

Para prever y atender accidentes, será responsabilidad de todo el personal el utilizar los dispositivos de seguridad correspondientes. Se deberá contar con equipo de primeros auxilios y se localizarán los centros de atención médica u hospitales más cercanos en caso de accidentes mayores.

5.2.5 Mantenimiento a la carretera.

Durante la operación de la carretera, será necesario establecer un programa de mantenimiento y supervisión tanto de los aspectos de la obra como de la funcionalidad de la infraestructura y señalamientos. El mantenimiento debe hacerse adecuadamente, conservando la vegetación, la calidad del pavimento, señalamientos, protecciones, etc.

Este programa deberá incluir como mínimo: Limpieza continua de las alcantarillas y drenes para evitar su obstrucción y conservar en óptimas condiciones su funcionamiento, sobre todo en época de lluvia. Así mismo las cunetas, contracunetas, alcantarillas, bordillos, lavaderos, carpeta asfáltica, etc., para remover acumulación de basura con el fin de evitar sea arrastrada y llegue a un cuerpo de agua superficial o impida la infiltración al manto subterráneo.

Deshierbe y poda de la vegetación, para mantener el paisaje de la carretera sin que obstruya la circulación o la visibilidad. Se deberá evitar el uso de agentes químicos en el deshierbe.

El óptimo mantenimiento de la carretera permitirá el tránsito fluido, disminuirá la posibilidad de accidentes, además evitará la dispersión de basura hacia otros sitios.

5.2.6 Revegetación en el derecho de vía.

El programa para restituir la cubierta vegetal incluye revegetación de taludes de terraplenes, cortes, áreas fuera del derecho de vía ocupadas por las instalaciones de apoyo y bancos de materiales u otras determinadas por la autoridad competente.

En la revegetación de taludes, la vegetación deberá ser removida por personal capacitado, para que seleccione las especies que por sus características ecológicas y/o status especial de protección requieran de ser conservadas y no ser dañadas, estas plantas removidas podrán trasplantarse en los sitios idóneos elegidos.

El resto de la vegetación desmontada deberá desmenuzarse y quemarse, la quema controlada acelera el proceso de desintegración de la vegetación, conservando los elementos esenciales que posteriormente serán incorporados por otros organismos vivos, como parte del ciclo de nutrientes. Las cenizas deben rociarse con agua y almacenarse en recipientes cerrados para evitar pérdidas por viento o lluvia, podrán utilizarse costales o tambos. Una vez que empiece la etapa de despalle el suelo orgánico removido se integrará con las cenizas y trozos de carbón remanentes, acumulando este material en sitios confinados y protegiéndolo con lonas para que la lluvia o el viento no lo erosione, esparza y/o contamine, ya que posteriormente servirá

como fertilizante para facilitar la revegetación de taludes de cortes y terraplenes y el resto del derecho de vía.

La quema controlada (para evitar que el fuego se disemine), del producto del desmonte generará humos cuyo impacto será temporal y local, los humos serán dispersados en los terrenos abiertos sin ocasionar afectaciones ambientales significativas. Esta medida representa además una ventaja, ya que mediante el aprovechamiento del material desmontado se evita su traslado y depósito en otro sitio como el relleno sanitario del AMM.

La restitución de la vegetación debe hacerse bajo un diseño elaborado desde la etapa del proyecto de la carretera por un arquitecto del paisaje, para que la carretera se inserte al paisaje natural. Si bien el impacto sobre el paisaje es irreversible, se debe buscar la manera de minimizarlo en lo posible. Para ello es conveniente establecer los criterios para la revegetación de taludes siempre en interrelación con los biólogos e ingenieros civiles para garantizar que las especies a utilizar no sean introducidas, sino nativas de la zona, y para asegurar el cumplimiento de la normatividad en lo que se refiere a señalización y visibilidad de la carretera. Para estas obras se recomienda pedir asesoría *in situ*.

Para evitar en lo posible la erosión y derrumbes de taludes, sobre todo en época de lluvias, se deberán seguir las especificaciones recomendadas en el estudio geotécnico que dice que las pendientes de los terraplenes deben ser de 1.7:1, aún cuando no son pendientes muy bajas, esta inclinación todavía permite el establecimiento de especies vegetales, evitando la propensión a su erosión. Los taludes se cubrirán con la mezcla de suelo y material carbonizado del desmonte, para favorecer se desarrolle la vegetación.

El manejo de la vegetación que se recomienda en las diferentes estrategias deberá guiarse por los dos siguientes criterios:

1. La plantación o la inducción de una cubierta vegetal deberá de ser con especies vegetales locales (nativas), es decir, que se tengan reportadas e identificadas para la zona. Si bien es cierto que la mayoría de ellas no son comerciales, existen para algunas de ellas investigaciones y experiencias documentadas en cuanto a su recolección, métodos de germinación y propagación que podrán ser útiles para su empleo en la reforestación del derecho de vía, zona aledañas así como sitios ubicados por fuera del derecho de vía.

2. Se deberá analizar la composición paisajística del sitio donde se pretenden realizar las plantaciones así como las modificaciones al relieve para que estas intervenciones se diseñen y ejecuten en armonía con los elementos existentes y el impacto de las mismas no sea tan severo. En este caso, las formas de vida a emplear deberán ser principalmente arbustivas, ya que en la zona los árboles se presentan como eminencias mientras que los arbustos y herbáceas dominan la escena paisajística formando extensos tapetes visualmente homogéneos.

5.2.7. Recomendaciones adicionales.

Es indispensable evaluar el proyecto en términos de integración con su entorno y tomar las medidas preventivas necesarias, para mitigar los efectos adversos de las actividades a realizar sobre el área de proyecto, la de preservación ecológica colindante y la natural protegida cercana, cuyas características son de alta fragilidad física y riesgo ecológico, evitando así problemas ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales por la pérdida de la cobertura vegetal y suelo, la disminución del área de recarga

acuífera, el riesgo de deslaves de laderas y la introducción de elementos discordantes al paisaje natural, a consecuencia de su volumen, forma, material y color, o por el uso de flora exótica intencionada o casual en la restauración de la vegetación en el derecho de vía y aledaños, que provocarían en conjunto la degradación de los ecosistemas y su biodiversidad, del área de influencia.

El agua cruda que se utilizará en la construcción de la carretera, se obtendrá del cuerpo de agua más cercano al trazo previa autorización de la CONAGUA local, será llevada en pipas y de éstas se abastecerá a los frentes de obra, planta trituradora, a la dosificadora de concreto hidráulico y a otros servicios de apoyo.

Durante el proceso constructivo de la carretera, se originarán residuos de la construcción misma como son desechos de materiales pétreos (arena, grava, piedra); aceites y lubricantes usados; envases de materiales (papel, plástico, metales, madera) y sobrantes de concretos hidráulicos y asfálticos. La operación de la maquinaria y el tránsito vehicular al servicio de la obra generarán humos, gases, polvo y ruido.

En los patios de maquinaria, talleres y almacenes así como en las plantas trituradoras, dosificadoras de asfalto y concreto hidráulico, para los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles para los trabajadores, convenientemente localizados (1 por cada 15 trabajadores), con el fin de mantener el entorno salubre al mismo tiempo de ahorrar agua, ya que emplean una reducida cantidad de esta, así como desinfectantes biodegradables. Los residuos generados de estos, serán recolectados por las unidades de servicio de la empresa contratada los que transportarán los desechos para su descarga mediante la autorización correspondiente, en plantas de tratamiento municipales o particulares para su proceso de neutralización y así evitar la disposición inadecuada de los desechos en las áreas aledañas a la obra.

Los residuos sólidos propios de la obra como producto de los cortes y desechos de

materiales pétreos (grava, arena, piedra) así como los residuos de la planta de asfalto y triturados, serán trasladados a bancos de tiro autorizados.

Los envases diversos, filtros, piezas de recambio de equipo, maquinaria y vehículos, solventes, combustibles y lubricantes, así como estopas y trapos usados, generados por el mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos en los talleres, se deberá realizar con especial vigilancia en su manejo, almacenamiento transitorio, traslado a su destino final, con el fin de evitar derrames accidentales, para lo que se podrá contratar los servicios de empresas de manejo de residuos peligrosos, que cuenten con autorización previa de la SEMARNAT (Capítulo III, Artículo 13), asimismo considerar la posibilidad de reciclarlos, empleando el aceite usado como combustible o en la impermeabilización de cimbras y moldes.

Los residuos originados en la etapa de operación y mantenimiento serán principalmente emisiones provenientes de los escapes de los vehículos automotores que transitan por la carretera, por lo que habrá que mantener los equipos en buenas condiciones por medio de su mantenimiento para evitar emisiones contaminantes y, derrame de combustibles y lubricantes. Las emisiones al aire deberán ser menores a los niveles máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por el Instituto Nacional de Ecología, así también la basura desechada por los usuarios, se deberá recolectar en contenedores adecuados y con señalización visible.

La afectación a la vegetación existente será alta por la extensión afectada, aunque es un área que se encuentra muy perturbada por actividades antropogénicas, las especies que se retirarán se encuentran ampliamente representados en toda la región, No encontrándose especies amenazadas, raras o en peligro de extinción, siendo en su mayoría matorrales, por lo que el impacto será adverso, significativo y permanente, al que se le pueden aplicar medidas de mitigación.

Esta actividad tuvo la mayor proporción de impactos adversos altos, los que al considerar su mitigación, pasaron de altos a moderados y bajos. En términos generales el desmonte genera un impacto adverso significativo sobre la vegetación y la fauna asociada, así como sobre las características del suelo y la proporción escurrimiento-infiltración del agua. En general aumenta la susceptibilidad de la erosión. De igual manera, las características del paisaje natural se ven modificadas, esto debido a que se pierde la cobertura vegetal a todo lo largo del derecho de vía.

Con respecto a los impactos moderados, se tiene que la interacción con la calidad del aire resultó moderada ya que se trata de una zona con problemas de contaminación atmosférica y el impacto será temporal. La capacidad de infiltración del agua superficial disminuirá debido a que al eliminar la vegetación, la velocidad de los escurrimientos aumenta y por lo tanto disminuye la cantidad de agua que se infiltra. Los cauces podrán ser afectados por el aporte de sedimentos y vegetación cortada, lo que puede ocasionar obstrucción o modificación en la velocidad y dirección del flujo. Asimismo, con el desmonte se incrementa la insolación y calentamiento del suelo. De esta manera habrá una mayor evaporación que implica pérdida de humedad. Los impactos del desmonte sobre cauces, infiltración, fueron altos básicamente por los efectos acumulativos y sinérgicos.

Se considera que la pérdida de cobertura ocasionada por el desmonte va a tener repercusiones sobre la estabilidad de laderas, erosión y la calidad del agua. Ello se debe a que la ausencia de vegetación traerá como consecuencia pérdida de suelo, arrastre de sedimentos. Estos impactos no se restringirán al punto que se presente el impacto, sino más allá. También se presentarán efectos sinérgicos y acumulativos ya que, por ejemplo, el suelo se puede ir perdiendo constantemente a lo largo del tiempo y esta erosión ocasionaría problemas de calidad del agua y evitaría el establecimiento de la vegetación.

En el contexto socioeconómico, la población del área de influencia directa tiene un alto grado de marginación, es conveniente que los constructores propicien empleos directos e indirectos a esta, para aliviar las condiciones de pobreza de las escasas comunidades rurales cercanas, donde encontrarán mano de obra no calificada, asimismo en el área urbana local donde hallarán oferta laboral especializada.

El despalme se hará hasta una profundidad promedio de 0.30 m y de la manera conveniente para eliminar el material correspondiente al primer estrato, que es suelo con material orgánico, con arcilla de color café oscuro y así realizar el desplante de las terracerías, se escarificará el terreno natural, se aplicará humedad y se homogenizará el material, y se compactará. Los trabajos se harán con maquinaria.

Para esta actividad se detectaron interacciones: de significancia alta, moderada y baja. Los impactos altos fueron para la erosión y calidad del suelo, debido a la remoción de la capa edáfica que incrementará el primero y alterará los demás atributos, por movimiento de tierras y compactación, la extensión de estos impactos no se restringirá a la superficie despalmada. Otro impacto alto se dará sobre los cuerpos de agua aledaños al trazo, básicamente por la suspensión de partículas o polvo producto del despalme que altere la calidad del agua y obstruyan los cauces. Sobre la calidad del aire se causarán impactos moderados por la suspensión de partículas y polvo.

Esta fase comprende la excavación del corte y de los cajones de desplante de las terracerías, la remoción del material producto de los mismos, su traslado al sitio donde será usado para formar terracerías, el acarreo del material desechado al banco de tiro. En los taludes de los cortes existe el riesgo de dejar fragmentos rocosos o porciones considerables susceptibles de desplazarse hacia el camino. En todas estas etapas se usará maquinaria pesada y explosivos, asimismo habrá mucho movimiento tanto de la maquinaria como de los camiones para el acarreo del material producto de la actividad.

Los principales impactos serán sobre la calidad del aire, ruido y estabilidad de laderas. Con las excavaciones y los cortes cambia la geomorfología original, quedando expuesta a la erosión, lo que incrementa el riesgo de deslizamientos o derrumbes de los taludes. Estos impactos en algunos sitios son de significancia alta, aunque pueden ser mitigados, resultando moderados. Los impactos también dependerán del sistema de topo formas donde se realicen las excavaciones: en sitio montañoso escarpado serán de mayor significancia que en pie de monte y que en lomeríos suaves. Además se identificaron impactos moderados sobre la calidad del agua y la recarga de acuíferos.

Por el uso de explosivos se detectaron impactos, los cuales son moderados, esto se debe a que es una actividad que se realizará en sitios no extensos, en un lapso de tiempo corto y no se volverán a utilizar. Dentro de los atributos ambientales que serán afectados se encuentran; calidad de aire y ruido, la estabilidad de laderas, el relieve, la calidad del agua, infiltración, erosión, la fauna y por último el bienestar social.

Afectación a la vegetación aledaña por operación de maquinaria y del tránsito vehicular durante la etapa de construcción. Llevar al cabo la limpieza, nivelación y escarificación de las áreas dañadas y aplicar el programa de revegetación planteado para estas áreas. Se evaluará la alteración de los hábitats directamente relacionados con la eliminación de la vegetación en la fase de construcción y en la operación de la carretera. Evaluar la factibilidad de rescatar a los animales que se encuentren en esas zonas y trasladarlos a lugares contiguos con características ecológicas similares

Al término del aprovechamiento, los caminos de acceso deberán ser escarificados haciendo las labores de restauración necesarias, aplicar el programa de revegetación propuesto y cuidar que se lleve a cabo su conservación.

Con respecto a los cambios de uso del suelo, afectación de bienes diferentes a la tierra. Incremento del efecto barrera, intrusión visual por construcción de estructuras, en este caso se podría incrementar la presión urbana (demográfica y económica) del AMM para el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, industriales y comerciales. Corresponde a las autoridades locales tomar las medidas pertinentes para no permitir el cambio de uso de suelo en las áreas de preservación ecológica, donde se encuentra enclavado el proyecto carretero.

Indemnización oportuna y justa a los poseedores de los predios afectados por el derecho de vía previa a la construcción evitando problemas de posesión de terrenos, así como para los ocupados por plantas de concreto asfáltico e hidráulico y de triturados, y los aprovechados para la extracción de materiales.

Construcción de suficientes pasos vehiculares y peatonales, principalmente en los tramos donde hay población cercana, así como recomendaciones específicas para el mantenimiento de vehículos, señalización adecuada tanto para usuarios como para la población aledaña para evitar los riesgos de accidentes y pérdidas humanas, que pueden disminuir por las altas especificaciones de esta carretera.

Perturbaciones temporales en la salud de la población aledaña por incremento de emisiones contaminantes generadas por la afluencia vehicular y movimiento de maquinaria y equipo.

Los sitios para alojamiento de personal foráneo, así como las oficinas, emplazadas en las ciudades cercanas, en casas o locales rentados y acondicionadas para estos fines,

es conveniente ya que hay fácil acceso a estas localidades y cuentan con la infraestructura y servicios suficientes para cubrir la demanda de agua, energía eléctrica, combustibles, transportes, así como abasto de productos básicos sin crear déficit por el incremento de población temporal generada por la obra.

Se deberán instalar sanitarios portátiles para los trabajadores, cerca de los frentes de obra, con el fin de mantener el entorno salubre al mismo tiempo de ahorrar agua, ya que emplean una reducida cantidad de esta, así como desinfectantes biodegradables, serán rentados incluyendo el servicio de recolección de desechos y limpieza, las unidades de servicio transportarán los desechos para su descarga mediante la autorización correspondiente, en plantas de tratamiento municipales o particulares para su proceso de neutralización y así evitar la disposición inadecuada de los desechos en las áreas aledañas a la obra.

Así se considera que la mayor afectación es al ambiente y paisaje, así generará dolores internos del suelo dentro del desarrollo de vía como degradación química, física y biológica por pérdida de nutrientes y contaminación, además contaminación, abastecimiento de aguas pluviales, a lo contrario de áreas naturales por caminos y canales, en las áreas afectadas por la planta de tratamiento y las instalaciones de drenaje, así como a patrimonio y de otros instalaciones ambientales de apoyo. La vegetación natural afectada al del desarrollo de vía, se eliminará en manera muy significativa evitando las medidas preventivas necesarias.

CAPÍTULO 6

Conclusiones

Con base en un análisis de las características del ambiente socioeconómico y natural tanto físico como biológico del área de estudio donde se emplazará el tramo de la carretera, así como de los impactos que su construcción provoca sobre el medio ambiente y de los beneficios socioeconómicos que conllevará su operación, se puede concluir lo siguiente:

Los impactos ambientales sobre el medio natural ocasionados durante las distintas etapas de construcción del tramo carretero, serán de carácter local, estos se debe a que el área de proyecto ya se encuentra altamente deteriorado por diversas intervenciones antropogénicas a través de varias décadas, y las áreas donde se afectará el matorral submontano y el matorral resetófilo subinermes, así como el suelo que lo sostiene se encuentra degradado en primer lugar por cambio de utilización de terrenos, desplazamiento del material del suelo por erosión hídrica y eólica, pérdida de la capa superficial dentro del sitio, y por depósitos, acumulaciones y tolvaneras fuera del sitio, así mismo por sedimentos en los cauces de los arroyos que lo cruzan.

Así se considera que la mayor afectación es el desmonte y despalme, que generará deterioro interno del suelo dentro del derecho de vía como: degradación química, física y biológica por pérdida de nutrientes y contaminación, además compactación, abatimiento de suelos orgánicos, e incremento de áreas cubiertas por concreto y asfalto, en las áreas ocupadas por la planta de triturados y las dosificadoras de concreto asfáltico e hidráulico y de otras instalaciones provisionales de apoyo. La vegetación natural aledaña al del derecho de vía, se afectará de manera poco significativa aplicando las medidas preventivas indicadas.

La excavación en cortes en sitios escarpados, también ocasionan impactos relevantes como movimiento de grandes volúmenes de tierras y la necesidad de proyectar alcantarillas de alivio, lo que eleva el costo de la construcción, estos daños se mitigan realizando las acciones de restauración y revegetación inmediata.

La explotación de los bancos de préstamo en las llanuras de inundación de los arroyos que cruzan el trazo, deteriora el ecosistema fluvial. Para la restauración de áreas afectadas por la extracción de materiales se deben tomar en cuenta las medidas propuestas para esta fase, así permitir que la dinámica del ecosistema se siga dando.

No habrá afectaciones permanentes en la calidad y flujos de aguas superficiales, ya que se construirán obras de drenaje menor, mayor y complementario, para evitar interrumpir los escurrimientos naturales y drenar adecuadamente el agua de lluvia. Los daños durante las obras serán adversos poco significativos y temporales, superables si se realizan las recomendaciones señaladas. Asimismo estas obras servirán para mitigar en parte el efecto barrera para la fauna de menor talla.

Con respecto al medio socioeconómico, la construcción de la carretera tendrá efectos benéficos para la región. Durante la obra, la demanda de mano de obra no calificada principalmente y el incremento en la venta de bienes y servicios a la población flotante generada por la obra redundará en beneficio del sector terciario.

Las oficinas y campamentos se podrán establecer en las ciudades Santa Catarina, García e incluso Monterrey, las que cuentan con la infraestructura para prestar los servicios requeridos, se dotará de agua y energía eléctrica a través de los servicios.

En la región se realizan actividades productivas en el sector secundario y terciario, las que actualmente son su principal fuente de ingreso y para las que la construcción de la carretera tendrá un impacto positivo; porque estas actividades generan un intenso

movimiento de transporte de carga y ligero; también el movimiento por comercio será importante ya que al aumentar la población permanente y flotante requerirán de bienes de consumo los que se abastecerán de las ciudades cercanas principalmente.

No obstante, durante la operación de la carretera, será cuando se registre el impacto de mayor importancia para los transeúntes locales, que consiste en el efecto barrera, mediante pasos peatonales y señalización adecuada, se evitarán los riesgos de accidentes, principalmente en el cruce por fraccionamientos y otros predios habitados aledaños al trazo.

Por lo que se concluye que la carretera proporcionará más beneficios a la región, que los impactos adversos poco significativos y temporales generados por la construcción. Una vez que la carretera este operando se beneficiará a la población del AMM, el nuevo trazo con pocas curvas y rectas dará fluidez al tránsito vehicular, facilitará el intercambio comercial y de servicios. Asimismo el tramo carretero atraviesa un espacio con cualidades paisajísticas muy importantes que se pueden acentuar con las labores de revegetación del derecho de vía, brindando al usuario un recorrido agradable y paisajísticamente armónico.

Referencias

- Alanís Flores, G. J., 1996. **Vegetación y Flora de Nuevo León**, Fac. Ciencias Biológicas, U.A.N.L., Sn. Nicolás de la Garza, N.L., México.
- García, E., 1987. **Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen**, Enriqueta García, México, 4ª. Edición, México, D.F.
- González de la Rosa, M., 2000. **Deterioro de la Vegetación nativa por el Crecimiento Urbano en el Municipio de Sn. Pedro Garza** García, N.L., Tesis Maestría en Ciencias, Facultad e Ciencias Biológicas, U.A.N.L., San. Nicolás de los Garza, N.L., México,
- Leopold, L. B. et al., (1971). **A Procedure for Evaluating Environmental Impact**. United States Geological Survey, Geological Survey Circular No. 645, Washington, D.C.
- Miranda Linares, E., 2004. **La importancia del manejo del paisaje en carreteras, caso de estudio Carretera Cuacnopalan- Tehuacan-Oaxaca, subtramo km 0+000 – km 60+000**, Tesis Licenciatura Arquitectura de Paisaje, Facultad de Arquitectura, UNAM, México, DF.
- Moscovich, F. A., Brena, D. A., (2006). **Comprobación de cinco métodos de muestreo forestal en un bosque nativo de *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze**, Revista de Ciencias Forestales – Quebracho, No. 13, págs. 7-13.
- Rzedowski, J., Equihua, M., 1987. **Atlas cultural de México, Tomo Flora**, SEP, INAH, Ed. Planeta, México.
- SIMA, (2008). **Bases de datos de monitoreo ambiental**, Sistema Integral de Monitoreo Ambiental, Gobierno del Estado de Nuevo León, en http://www.nl.gob.mx/?P=med_amb_mej_amb_sima (consulta realizada en junio del 2008).

Velazco Macías, G., 1999. **Especies de la Familia Cactaceae Lindley asociadas al Matorral de Pinus catarinae Passini, en los municipios de Santa Catarina y García, Nuevo León y Ramos Arizpe, Coahuila, México**, Tesis Licenciatura Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L., Sn. Nicolás de los Garza, N.L.,

CARTOGRAFÍA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI) CONSULTADA.

INEGI, 1997. Carta Topográfica, escala 1:50 000, Ramos Arizpe G14 C24 y Garza García G14 C25, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadísticas, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1977. Carta Vegetación y Uso del Suelo, escala 1: 50 000, Ramos Arizpe G14 C24 y Garza García G14 C25, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadísticas, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1976.cCarta Geológica, escala 1: 50 000, Ramos Arizpe G14 C24 y Garza García G14 C25, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadísticas, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1977.cCarta Edafológica, escala 1: 50 000, Ramos Arizpe G14 C24 y Garza García G14 C25, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadísticas, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1976.cCarta Geológica, escala 1: 250 000, Monterrey G14-7, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadísticas, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1976.cCarta Hidrología Subterránea, escala 1: 250 000, Monterrey G14-7, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadísticas, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1976.cCarta Hidrología Superficial, escala 1: 250 000, Monterrey G14-7, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadísticas, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1981. Síntesis geográfica del Estado de Nuevo León, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadísticas, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1981. Guías para la interpretación cartográfica, Edafología, México.

LEYES, DECRETOS, PLANES Y REGLAMENTOS CONSULTADOS

Diario Oficial de la Federación, Decreto por el que se declara Área Natural Protegida con el carácter de Parque Nacional la región conocida como “Cumbres de Monterrey”, México, 17 de noviembre de 2000.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988). Reformas a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (DOF 31-XII-2001).

Ley de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano del Estado de Nuevo León. Periódico Oficial del Gobierno del Estado, 3/III/1999.

Ley de Vías Generales de Comunicación. (Diario Oficial de la Federación el 19 de febrero de 1940; actualizada al 29 de junio de 2001).

Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del estado de Nuevo León. Periódico Oficial del Gobierno del Estado, 26/VI/1989.

Plan Director de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Monterrey, 1988-2010.

Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Nuevo León, 2000-2021.

Plan Multidimensional de Desarrollo Urbano de Nuevo León, 1995-2020.

Plan Municipal de Desarrollo, Santa Catarina, Nuevo León, Administración 2000-2003.

Planeación y Proyectos de Ingeniería S.C., Manifestación de Impacto Ambiental, Mod. Regional de la Carretera Saltillo – Monterrey en los Edos. De Coahuila y Nuevo León, México, 1998.

Programa de Administración de la Calidad del Aire del área Metropolitana de Monterrey 1997-2000.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (DOF 30-V- 2000).

Reglamento del Plan Parcial de Desarrollo Urbano Municipal,. Santa Catarina Nuevo León. 20/IX/1994.

Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos (D.O.F. 25/XI/1988).

Reglamento de la Ley Forestal (DOF 25-IX-1998).

Reglamento para el Aprovechamiento del Derecho de Vía de las Carreteras Federales y Zonas Aledañas (DOF. 5-II-1992, actualización 25-I-2001).

Reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental del municipio de Santa Catarina, Nuevo León (PO Gob. Estado 27-VII-2001).

Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo del Municipio de Santa Catarina, Nuevo León. (PO 25-XI-2002).

Reglamento del Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Santa Catarina, Nuevo León. (20 de septiembre de 1994)

Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, Áreas Naturales Protegidas para la conservación Ecológica en el estado de Nuevo León, Subsecretaria de Ecología, Gobierno del Estado de Nuevo León, Monterrey, N.L., 2002.

ANEXOS

Fotográfico



Foto 1. Pié de monte perteneciente a la Sierra Madre Oriental, vista hacia Monterrey sobre la línea de trazo.



Foto 2. Vista hacia Saltillo sobre la línea de trazo. Desarrollo ganadero en la parte inferior derecha de la fotografía.



Foto 3. Matorral desértico rosetófilo secundario de agave lechuguilla y *Larrea tridentata*.

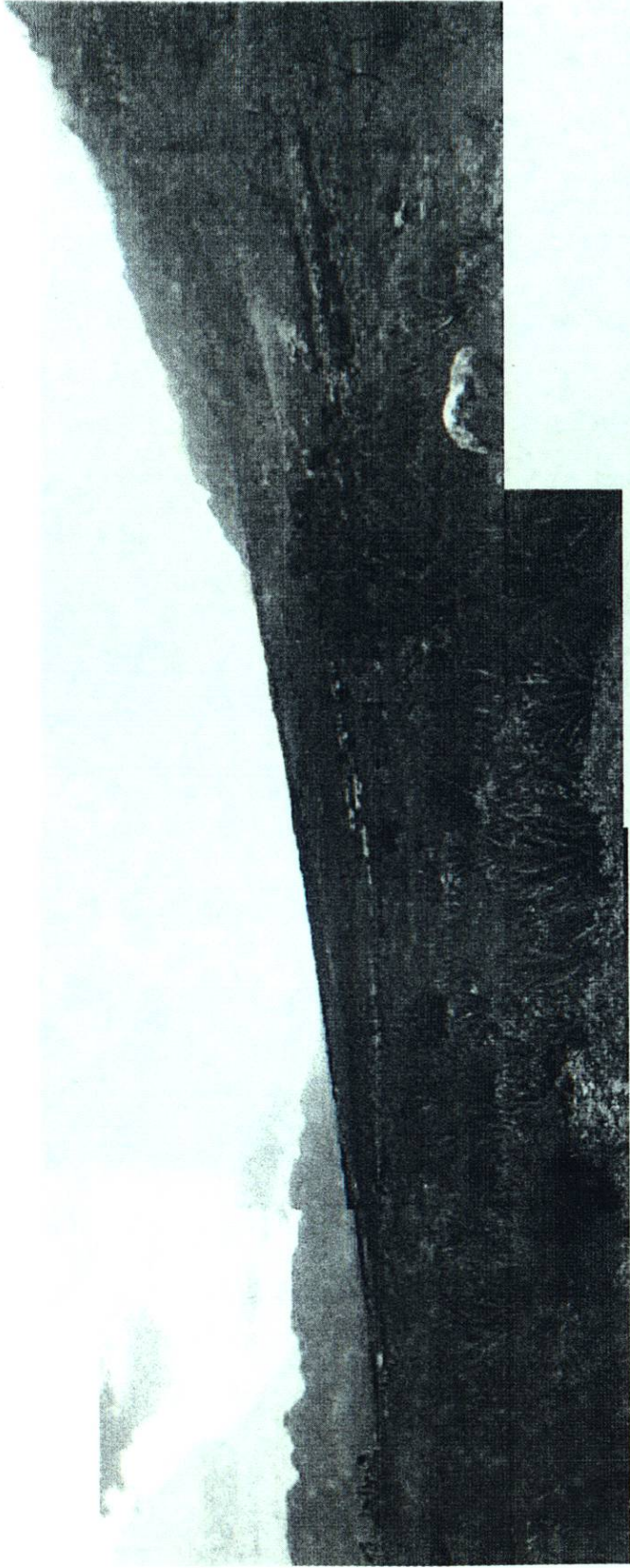


Foto 4. Cañada cortina, vista hacia Monterrey, el contraste que se observa entre los diferentes tonos y textura de verde señala el cambio de vegetación, así las partes más claras corresponden a matorral desértico rosetófilo, mientras que las más oscuras son parte de matorral submontano.



Foto 5. Cañada cortina, vista hacia Saltillo, sobre la línea de trazo.

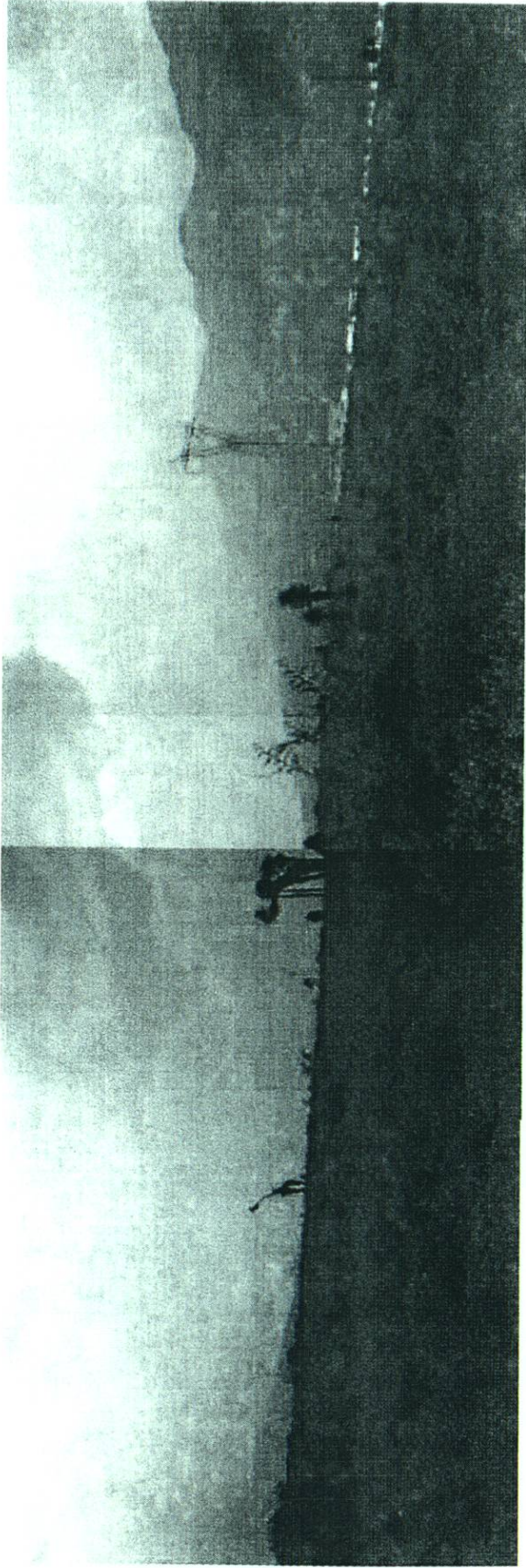


Foto 6. Presencia de *yuca spp.* Como evidencias, presencia visual fuerte de las torres de alta tensión, desde este punto se alcanza a ver hacia la derecha la carretera actual.



Foto 7. En la parte izquierda de la foto se aprecian los postes de un gasoducto de PEMEX.

Foto 8. La vegetación en algunos sitios no está destruida para permitir el acceso de los vehículos a través de ella.



Foto 8. La vegetación en algunos sitios ha sido desmontada para permitir el acceso vehicular hacia las torres de alta tensión.







A.1 Planos y Mapas

Tabla A.1 Relación de planos y mapas utilizados en el estudio.

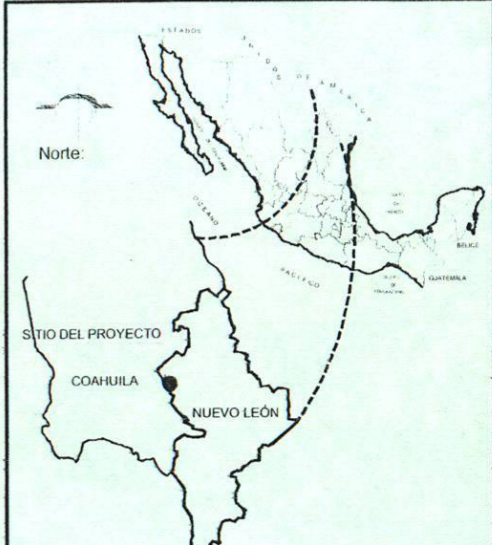
Número	Descripción
Plano 1	Localización
Mapa 1	Carta de hidrología subterránea
Mapa 2	Carta de hidrología superficial
Mapa 3	Carta de uso de suelo
Mapa 4	Carta edafológica
Mapa 5	Carta geológica
Mapa 6	Cuencas hidrológicas

SIMBOLOGÍA

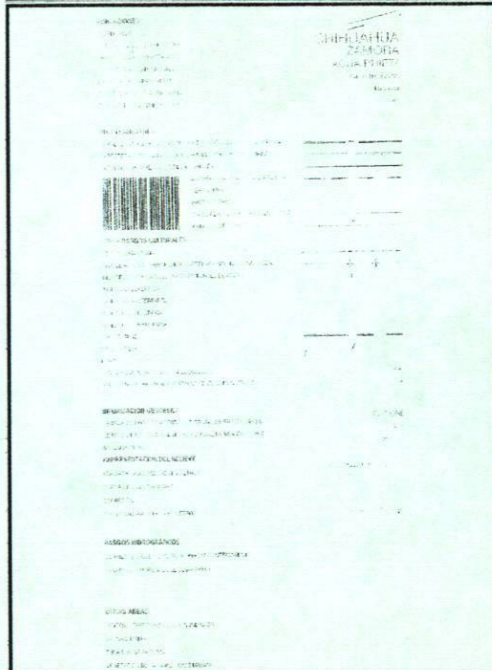
Norte

-  Trazo Carretera en Proyecto
-  Limite A.N.P.
-  Limite Area de Influencia
-  Via del Tren
-  Puentes
-  Localización de Kilometrajes

LOCALIZACIÓN

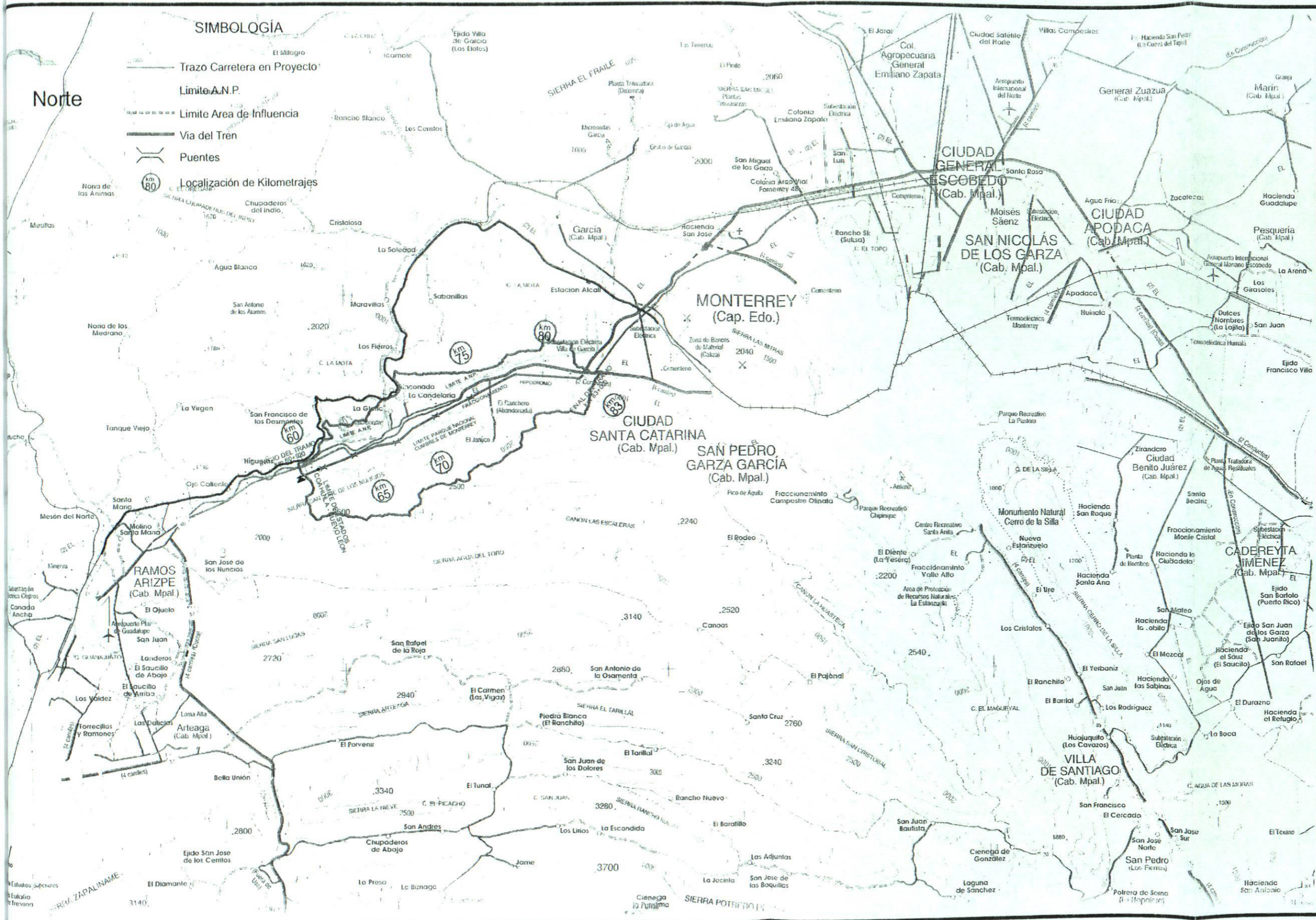


SIMBOLOGÍA

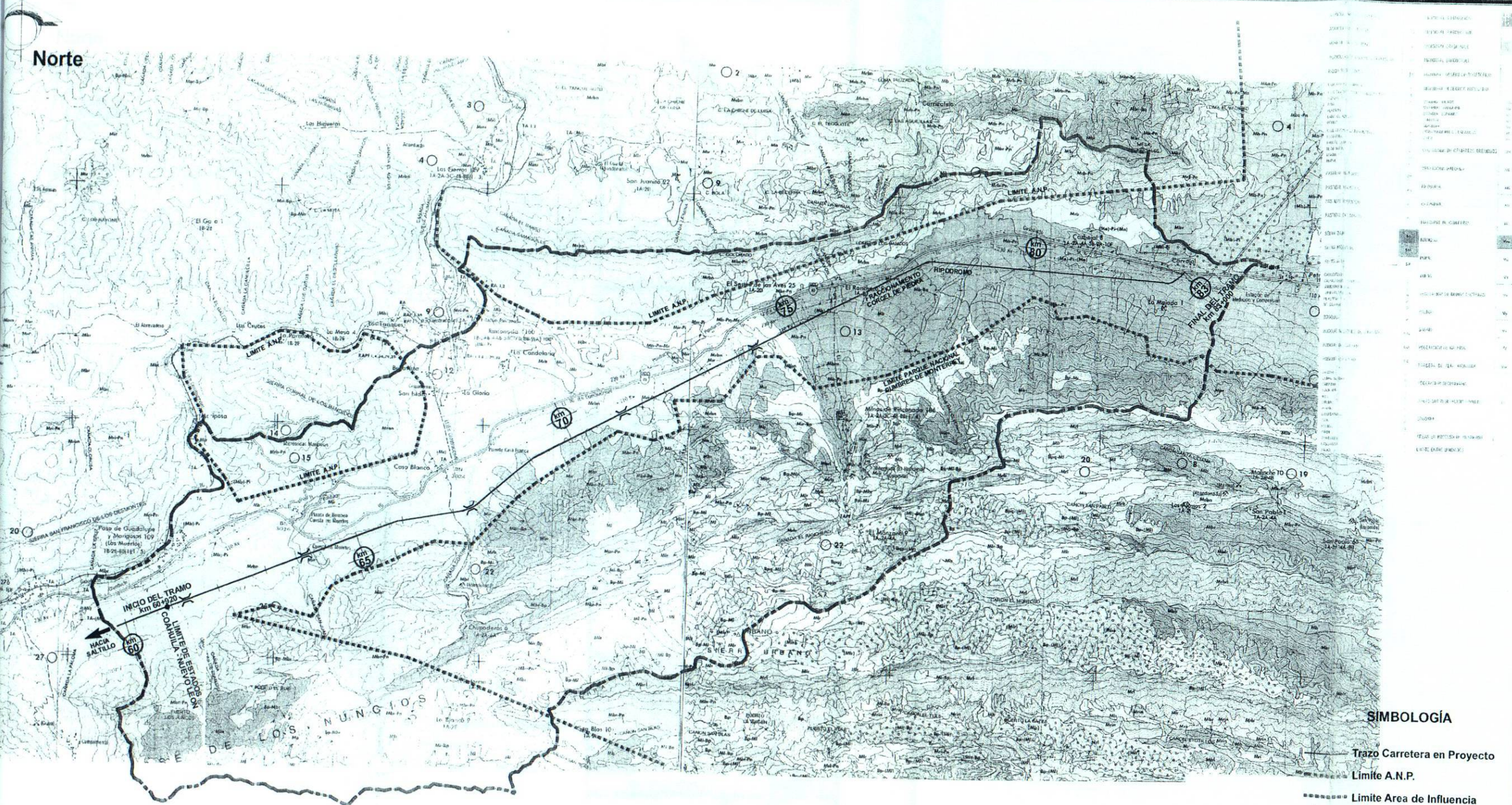


**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL**

NOMBRE DEL MAPA		
Plano de Localización		
RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FECHA	MAPA No
ESCALA GRAFICA	ESCALA	01
0 500 1000 1500 2000 metros		1:250,000



Norte



SIMBOLOGÍA

- Trazo Carretera en Proyecto
- Limite A.N.P.
- Puentes
- Localización de Kilometrajes

LOCALIZACIÓN



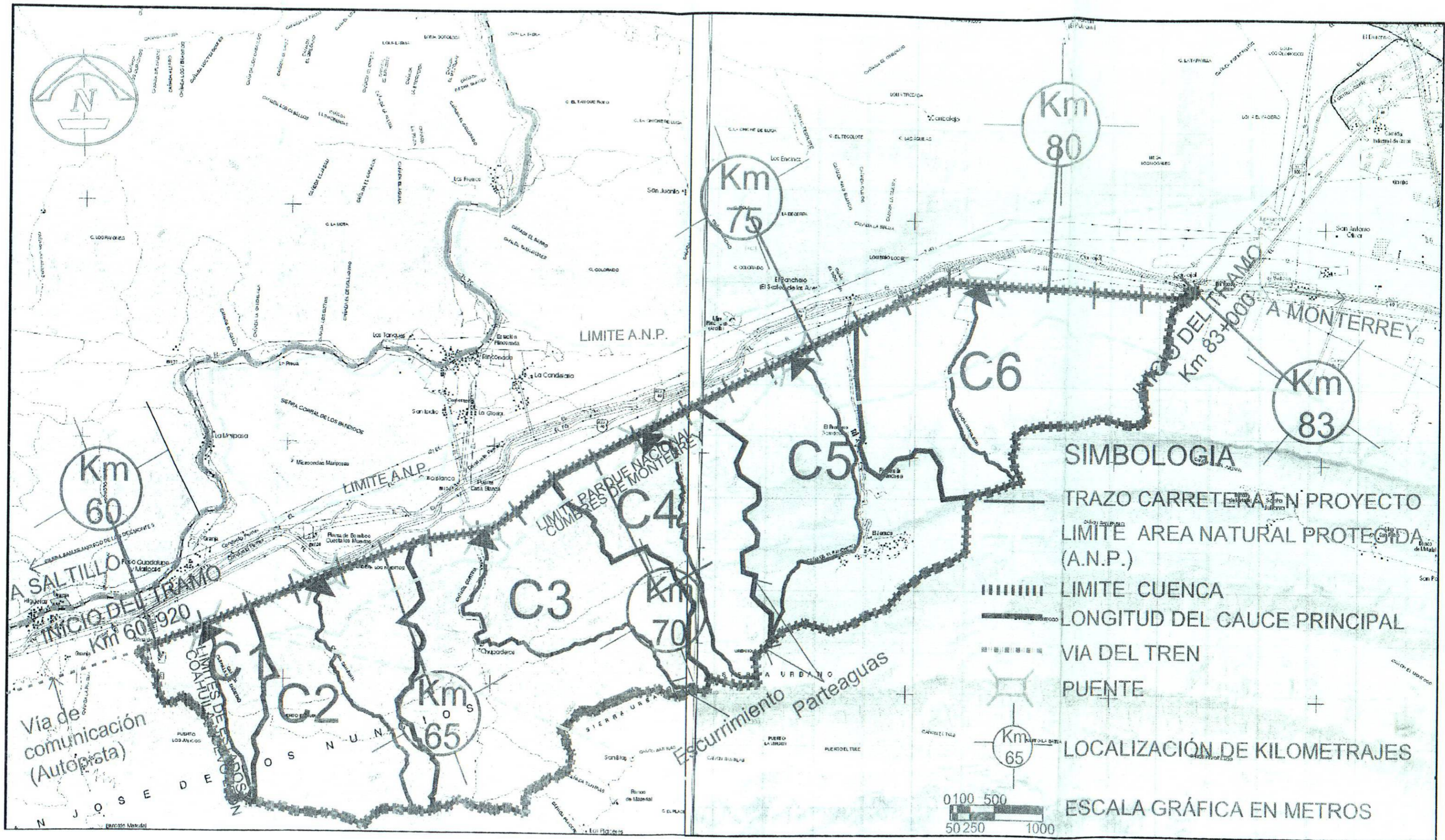
SIMBOLOGÍA

<p>LEGENDA DE LA ESCALA</p> <p>1. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>2. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>3. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>4. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>5. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>6. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>7. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>8. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>9. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>10. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>11. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>12. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>13. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>14. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>15. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>16. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>17. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>18. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>19. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>20. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>21. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>22. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>23. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>24. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>25. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>26. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>27. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>28. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>29. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>30. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p>	<p>1. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>2. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>3. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>4. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>5. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>6. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>7. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>8. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>9. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>10. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>11. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>12. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>13. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>14. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>15. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>16. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>17. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>18. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>19. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>20. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>21. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>22. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>23. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>24. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>25. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>26. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>27. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>28. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>29. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p> <p>30. SÍMBOLO DE LA ESCALA</p>
---	--

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

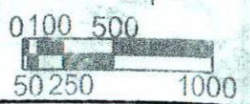
CARRETERA SALTILLO - MONTERREY
TRAMO LIMITE DE ESTADOS COAHUILA/ NUEVO LEÓN - MONTERREY

NOMBRE DEL MAPA		
CARTA DE USO DE SUELO		
RESPONSABLE DEL ESTUDIO:	FECHA:	MAPA No.
ESCALA GRAFICA		ESCALA INDICADA
0 500 1000 1500 2000 2500 metros		03



SIMBOLOGIA

- (with dashed line) — TRAZO CARRETERA EN PROYECTO
- (with irregular boundary) — LIMITE AREA NATURAL PROTEGIDA (A.N.P.)
- (with thick solid line) — LIMITE CUENCA
- (with thin solid line) — LONGITUD DEL GAUCE PRINCIPAL
- (with dashed line) — VIA DEL TREN
- (with rectangle symbol) — PUENTE
- (with circle and crosshair) — LOCALIZACIÓN DE KILOMETRAJES



ESCALA GRÁFICA EN METROS

