

# **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

## **DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



Observaciones sobre el Impacto Ambiental Generado por la  
Construcción de Vías Terrestres (región sureste de  
Coahuila, México)

Por:

**ALEJANDRA PATRICIA TORRES GALARZA**

**Trabajo de Observación, Estudio y Obtención de  
Información**

Presentada como Requisito Parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Agosto del 2003.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**

Observaciones sobre el Impacto Ambiental Generado por la  
Construcción de Vías Terrestres (región sureste de Coahuila,  
México)

Por:

**ALEJANDRA PATRICIA TORRES GALARZA**

**TRABAJO DE OBSERVACIÓN, ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE  
INFORMACIÓN**

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito  
Parcial para Obtener el Título de:

**Ingeniero en Agrobiología**

---

**Dr. Jesús Valdés Reyna**  
Asesor Principal

---

**Biol. Ma. Eugenia Demesa Echeverría**  
Sinodal

---

**M.C. Juan A. Encina Domínguez**  
Sinodal

---

**M.C. Leopoldo Arce González**  
Sinodal

---

**M.C. Arnoldo Oyervides García**  
CORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.  
AGOSTO 2003

## DEDICATORIA

A mi Padre

### **Sr. Jesús Ma. Torres Revilla (†)**

Con cariño y respeto dedico este humilde trabajo a quien le debo lo que soy y seré, porque siempre estuvo a mi lado cuando más lo necesité, por su apoyo infinito, amor y confianza, por ser mi iluminación para seguir adelante y que donde quiera que se encuentre, se que está muy orgulloso de mí. Te quiero Papá.

A mi Madre

### **Sra. Ma. Patricia Galarza González**

Gracias por darme amor, confianza, y el valor que necesite en su momento, además de enseñarme algo muy importante en la vida, que lo difícil no es caer, sino saber levantarse como todo un triunfador. Te quiero Mamá.

A mis hermanos

### **Axel (†), Alonso y Christian**

Por el cariño que nos tenemos, por todos los momentos que hemos pasado juntos y para quienes espero ser un buen ejemplo. Que Dios los glorifique de dicha hoy y siempre.

A mi sobrino, **Oswaldo Torres**, por ser lo único y más valioso que nos dejó mi hermano.

A mi novio

**Rodolfo Gómez Tadeo**

Gracias por estos años de felicidad, por el apoyo que de una u otra manera me ha manifestado, por eso y por inmensas cosas más, siempre poseerá un lugar especial en mi corazón.

A mis compañeros y amigos

**Misael, Froilan, Orbelín, Jaime F., Martín, Alanís, Arturo, Juan Carlos S, Fernando May, Juan, Leiva, Francisco, Nora, Angélica, Karmen, Gladis, Leticia, Lucia, Mirna, María de Jesús I, II, Rosina y Lupita.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por permitirme tener vida, salud y darme la fortaleza necesaria para ver concluir una meta más en mi vida.

**A Mi “Alma Mater”**, por los conocimientos brindados durante el transcurso de la carrera.

**Al Dr. Jesús Valdés Reyna**, por las sugerencias brindadas para la realización de este trabajo y su valiosa colaboración.

**A Biol. Ma. Eugenia Demesa Echeverría**, por sus sabios consejos y apoyo incondicional que siempre me ha brindado para mejorar mi formación profesional, personal y por su valiosa amistad.

**A M.C. Juan A. Encina Domínguez**, por su sincera amistad, ayuda oportuna y sugerencias en la revisión del presente escrito.

**A M.C. Leopoldo Arce González**, por su ayuda y formar parte del jurado.

**A T.L. Guadalupe López Esquivel**, por brindarme su amistad y apoyo durante mi estancia en la universidad.

**A la Biol. Graciela Arocha Gómez y Biol. Marco Antonio Girón García,** por su colaboración y sugerencias brindadas durante la realización de mis Prácticas Profesionales en la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales Delegación Coahuila.

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
Impacto Ambiental.....	4
Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	6
Tipología de Impactos.....	8
Metodología de Evaluación del Impacto Ambiental.....	13
Metodologías para la Identificación, Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales.....	14
Descripción de las Metodologías que se Utilizan para Evaluaciones de Impacto Ambiental.....	15
Listas de Control.....	16
Matriz de Cribado.....	17
Matriz de Interacción Causa-Efecto.....	18
Diagrama de Flujo.....	20
Método de Superposición de Planos.....	21
Método de Batelle-Columbus.....	21
Construcción de Carreteras.....	24
Vialidad Urbana.....	30
Subsistema Vial Primario.....	32
Subsistema Vial Secundario.....	33
Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.....	34
Plan Estatal de Desarrollo y Ordenamiento Ecológico del Estado de	

Coahuila.....	35
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	36
Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.....	38
Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Coahuila de Zaragoza.....	41
Normas Oficiales Mexicanas.....	43
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>46</b>
Descripción del Área de Estudio.....	46
Medio físico.....	46
Ubicación.....	47
Clima.....	49
Fisiografía.....	49
Medio biótico.....	51
Vegetación.....	51
Fauna.....	58
Medio Socioeconómico.....	61
Población.....	61
Servicios.....	62
Actividades del Sector Primario.....	64
Metodología.....	65
Trabajo realizado de campo.....	65
Análisis de la información.....	66
Selección de técnicas de análisis de impacto ambiental.....	66
Técnica de listado simple.....	66
Matriz de interacción proyecto ambiente (modificada de Leopold).....	68
Criterios de evaluación y descripción de la técnica.....	68
<b>IV. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
Resultados de la Aplicación de las Técnicas de Evaluación de Impacto Ambiental.....	73



Técnica de Listado Simple.....	73
Etapa de Preparación del Sitio y Construcción.....	81
Etapa de Operación y Mantenimiento.....	86
Diagnostico Ambiental.....	89
Recomendaciones.....	93
Etapa de Preparación y Construcción.....	93
Etapa de Operación y Mantenimiento.....	102
<b>IV. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO FOTOGRAFICO</b>	

**INDICE DE CUADROS**

<b>No.</b>		<b>Página</b>
1.	Evaluación de técnicas en su función utilitaria en cuanto a la identificación, predicción, interpretación, comunicación, o inspección de los impactos ambientales.....	22
2.	Ventajas y desventajas de la metodología seleccionada para medición de impacto ambiental.....	23
3.	Especies bajo estatus de conservación presentes en el área de estudio según Cruz (2002).....	57
4.	Especies de vertebrados presentes en el área del proyecto y su categoría de riesgo según la NOM-059-ECOL-2001.....	58
5.	Listado simple de los factores ambientales y sus componentes.....	73
6.	Acciones incluidas dentro de cada uno de las obras del proyecto...	74
7.	Matriz modificada de valoración de Impactos Ambientales (Leopold, 1971).....	75

**INDICE DE FIGURAS**

<b>No.</b>		<b>Página</b>
1.	Clasificación del sistema vial urbano.....	31
2.	Ubicación.....	48
3.	Factores del proyecto en la etapa de preparación y construcción...	76
4.	Factores del proyecto en la etapa de operación y mantenimiento...	77
5.	Etapas que involucra la implementación de las carreteras.....	78
6.	Acciones del proyecto en la etapa de preparación y construcción..	79
7.	Componentes en las diferentes etapas del proyecto.....	80

## RESUMEN

El estudio surgió con la finalidad de evaluar el impacto ambiental generado por la construcción de carreteras dentro del ecosistema del matorral xerófilo en el sureste de Coahuila tomando a consideración la normatividad existente. Se realizaron visitas preliminares al sitio a evaluar para posteriormente ubicar las áreas de estudio; para lo cual se realizaron muestreos cualitativos a través de transectos sobre áreas con vegetación natural ubicadas en superficies adyacentes a las vías de comunicación con la finalidad de estudiar el entorno donde se construyeron las autopistas; por último se valoraron cualitativamente los impactos ambientales ocasionados por la obra, además del impacto por actividades antropogénicas. El impacto ambiental se evaluó a través de técnicas cualitativas, las cuales se interrelacionan entre sí, ya que la primera realizó una identificación general, de los impactos esperados con la implementación del proyecto (técnica de listado simple), y la segunda evalúa las posibles interacciones de las acciones del estudio con respecto a los diferentes factores ambientales (Matriz de Leopold). En la matriz de interacción proyecto-ambiente se identificaron 228 interacciones probables, de las cuales 38 resultaron como impactos posibles. Del total de impactos 5 (14 %) resultaron positivos y 33 (86 %) son negativos. Los factores ambientales más afectados son: aire, suelo, flora, fauna, mientras que los componentes más impactados

son: nivel de ruido, calidad del aire, características físico-químicas, y abundancia de la fauna silvestre. El análisis de la evaluación conjunta de las técnicas aplicadas arrojaron 33 impactos adversos, de los cuales 14 (36.48 %) son permanentes e irreversibles; pero considerando la magnitud del proyecto estos serán de baja significancia; por otro lado 5 (13.03%) son impactos prolongados y reversibles a largo plazo, 14 (36.48%) se consideran temporales, reversibles a corto plazo, y de baja significancia. Se recomiendan medidas de mitigación para contrarrestar los impactos al ambiente las cuales están dirigidas a proteger la integridad de factores como el aire, suelo, flora y fauna silvestre; se considera la aplicación de las normas oficiales mexicanas en materia de impacto ambiental durante las etapas de implementación y operación del proyecto.

Palabras clave: Impacto ambiental, normativa ambiental, vía de comunicación terrestre, medidas de mitigación.

## I. INTRODUCCIÓN

La historia de la construcción de vías terrestres es la del hombre y su época, tan antigua como las civilizaciones. Con el propio medio de transporte humano, los seres avanzaron hacia otros horizontes a través de brechas y senderos. En una escala de tiempo diferente pero en el mismo espacio, los viajes de hoy son muy distintos a los de entonces, por la transformación de los transportes y por ende, de las rutas.

En México, hace miles de años las primeras veredas para caminantes enlazaron al territorio y conforme evolucionaron, ya se clasificaban en base a su categoría, mediante la percepción del tiempo, las dificultades del recorrido y el paisaje.

Existe evidencia de los caminos de piedra construidos durante la cultura maya, hace más de mil años. En esta extraordinaria civilización se desarrolló una importante cultura caminera, en la cual aplicaron sus conocimientos de matemáticas, astronomía y arquitectura, a través de una amplia red de comunicaciones fluviales, marítimas y terrestres.

La construcción de vías terrestres debe ser entendida a través de su conservación mediante la aplicación de tecnologías limpias y como mejor medio

de difusión de la cultura ambiental. Cualquier usuario que ingrese a uno de estas carreteras disfrutará de un viaje interesante, además de seguro, donde se resalten los ecosistemas y se ofrezcan servicios con uso eficiente de los recursos.

La protección ambiental es una de las tareas en que está empeñada la sociedad contemporánea. Su objetivo, es detener el progresivo deterioro del sistema ambiental en que vivimos, fruto de un desarrollo sin ordenamiento. La continua urbanización, la construcción de grandes vías de comunicación, el aprovechamiento de recursos naturales, la implantación de vertederos para eliminar los residuos, son algunas de las acciones humanas que producen la alteración del medio natural.

Los impactos ambientales generados por la actividad humana, deberán minimizarse con la ejecución de planes de restauración en los que se establecerán las técnicas preventivas y correctivas necesarias para mantener la calidad paisajística del entorno y reducir la incidencia visual de las obras, tanto en la fase de construcción como en la aprovechamiento.

La construcción de vías terrestres constituyen una actuación particular entre las actividades humanas con repercusiones ambientales sobre el territorio. Desde una óptica global, existen una serie de características específicas de la misma que determinan en gran medida, los principales tipos

de impactos a considerar y por lo tanto las metodologías mas aptas para su evaluación y su corrección.

### **OBJETIVO GENERAL**

Aportar información sobre el Impacto Ambiental, generado por la construcción de carreteras dentro del ecosistema de matorral desértico en el sureste de Coahuila, en base a la normatividad existente.

#### **Objetivo específico.**

- Identificar y describir los impactos ocasionados al ambiente debido a la construcción de vías de comunicación.
- Proponer medidas de prevención y mitigación que compensen el efecto negativo en la zona de estudio y de proyectos a futuro.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Impacto Ambiental

Medio Ambiente: Es un entorno vital, el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia. No debe considerarse como el medio envolvente del hombre, sino como algo indisociable de él, de su organización y de su progreso (Gómez, 1999).

Impactus: Participio pasado de *Impingere* = empujar, golpear, incidir, dejar huella.

Interpretación Ambiental: La forma como alguna acción incide o influye en el Ambiente.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Anónimo, 2002).

Impacto ambiental: Es el efecto causado por las acciones del hombre sobre el ambiente y se considera cambios físicos, químicos, biológicos, sociales o económicos (Cázares, 1997).

El término *impacto* se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno; este último concepto identifica la parte del medio ambiente afectada por la actividad, o más ampliamente, que interacciona con ella. Por lo tanto el impacto ambiental se origina en una acción humana y se manifiesta según tres facetas sucesivas:

- La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental.
- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental.
- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones, y en último término, para la salud y bienestar humano. Esta tercera faceta está íntimamente relacionada con la anterior ya que el significado ambiental de la modificación del valor no puede desligarse del significado ambiental del valor de que se parte (Gómez, 1999).

## **2.2 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

## Evaluación = Análisis y Valoración

Análisis = Tarea objetiva que identifica acciones, mide las condiciones previas del ambiente a la actuación y predice cambios probables a esas condiciones ambientales iniciales como resultado de las actividades humanas.

Valoración = Tarea subjetiva que depende de la aplicación de valores humanos.

Evaluación de Impacto Ambiental. Proceso de análisis encaminado a predecir el impacto a ambientales que un proyecto o actividad humana daría lugar si se realiza (Ortiz, *et al.*, 1995).

Evaluación de Impacto Ambiental. El Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2003) establece que es un procedimiento por el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Westman, (1985), se enfoca en la predicción y evaluación de los efectos de las actividades humanas, en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales, pero también es aplicable a ecosistemas modificados, como son explotaciones agrarias o áreas urbanas.

Sanz, (1987), define a la *Evaluación de Impacto Ambiental*, como el proceso de análisis encaminado a predecir los impactos ambientales que un proyecto o actividad daría lugar y con el fin de establecer una aceptación, modificación o rechazo por parte de la administración. Distingue entre Evaluación y Estudios de Impacto Ambiental (Es.I.A), de la siguiente manera: son los estudios técnico–objetivos y de carácter multidisciplinario e interdisciplinario que se realizan sobre los proyectos para predecir los impactos ambientales y que forman parte integral de los proyectos ambientales. Estos estudios se realizan con el fin de realizar un dictamen de los efectos desencadenantes y establecer las medidas oportunas preventivas y de control que aminoren las acciones negativas que puedan derivarse de la ejecución de dicho proyecto.

Los posibles tipos de estudios de impacto ambiental:

- Estudios impacto ambiental dirigidos a la localización mas favorable
- Estudios impacto ambiental dirigidos a evaluar las distintas alternativas de la realización de un proyecto.
- Estudios de impacto ambiental dirigidos al análisis de un proyecto específico con una alternativa determinada.

### **2.3 Tipología de Impactos**

A continuación se expone una clasificación de los distintos tipos de impacto que tienen lugar mas comúnmente sobre el medio ambiente. La clasificación no es exhaustiva ni excluyente, pudiendo existir impactos no descritos en ella y un impacto concreto puede pertenecer a la vez a dos o mas grupos tipológicos según (Canter, 1998).

**A. Por la variación de la calidad ambiental.**

1. Impacto Positivo: aprobado como tal en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

2. Impacto Negativo: es el efecto que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, de productividad ecológica o en aumento de los prejuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

**B. Por su intensidad (grado de destrucción).**

1. Impacto notable o muy alto: se manifiesta como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales, o de los procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado. En el caso que la destrucción sea completa, el impacto se denomina total.

2. Impacto mínimo o bajo: expresa una destrucción mínima del factor considerado.

3. Impactos medio y alto: se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores.

### **C. Por su extensión.**

1. Impacto puntual: cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.

2. Impacto parcial: efecto que supone una incidencia apreciable en el medio

3. Impacto extremo: se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.

4. Impacto de ubicación crítica: es cuando la situación en que se produce el impacto sea crítica. Normalmente se da en impactos puntuales.

### **D. Por el momento en que manifiesta.**

1. Impactante latente (corto, mediano, y largo plazo): se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca (tanto a mediano como a largo plazo), como consecuencia de una aportación progresiva de sustancias o agentes, inicialmente inmersos a un umbral permitido y debido a su acumulación y/o sinergia, implica que el límite sea sobrepasado, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión.

2. Impacto inmediato: es el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo.

3. Impacto de momento crítico: es el momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación. Ejemplo: ruido por las noches en las proximidades de un centro hospitalario (inmediato crítico); Polución de la vegetación por riego coincidiendo con la nidificación (corto – crítico).

#### **E. Por su persistencia.**

1. Impacto temporal: es una alteración no permanente en el tiempo con plazo temporal de manifestación que puede determinarse. Si la duración del efecto es inferior a un año, se considera que el impacto es fugaz, si dura entre uno y tres años, temporal y si dura entre cuatro y 10 años Pertinaz.

2. Impacto permanente: es una alteración, indefinida a en el tiempo, de los factores medio ambientales predominantes en la estructura o función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo.

#### **F. Por su capacidad de recuperación.**

1. Impacto irrecuperable: es la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana. Ejemplo: Son todas las obras o acciones en las que interviene el cemento o el hormigón.

2. Impacto irreversible: es la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce. Presentan un impacto irreversible las áreas que se van degradando paulatinamente hasta entrar en un proceso de desertificación irreversible.

3. Impacto reversible: es la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma conmensurable, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales, de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

4. Impacto mitigable: es la alteración puede mitigarse de un manera sostenible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.

5. Impacto recuperable: es la alteración que puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, y asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable. Ejemplo. Son los impactos en la fauna por desmontes, estableciendo como medida correctora la recuperación de la cubierta vegetal mediante manejo, o bien mas agresivamente por reforestaciones, los impactos sobre la fauna disminuyen hasta desaparecer.

6. Impacto fugaz: su recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa de prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto. Un ejemplo son las máquinas que producen ruido, cuando deja de funcionar la maquina, desaparece el impacto.

#### **G. Por la relación causa – efecto.**

1. Impacto directo: tiene incidencia inmediata en algún factor ambiental (impacto en el suelo por remoción directa de la vegetación, por compactación).

2. Impacto indirecto o secundario: es una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o en general a la relación de un factor ambiental. Un ejemplo



común, es la degradación de la vegetación como consecuencia de la lluvia ácida.

#### **H. Por la interrelación de acciones y efectos**

1. Impacto simple: se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.

2. Impacto acumulativo: efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante de impacto. Un ejemplo es el impacto parcial de varias industrias en una misma zona, los cuales de exceder la capacidad de acogida del área, se traducen en un impacto acumulado.

**3. Impacto sinérgico: es cuando se produce el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de sucesos individuales contempladas aisladamente. Un modelo lo constituyen el empleo de pesticidas agrícolas y la destrucción del hábitat en la fauna silvestre.**

#### **I. Por su periodicidad**

1. Impacto continuo: se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia. Un ejemplo son las praderas

2. Impacto discontinuo: es notorio a través de alteraciones irregulares en su permanencia.

3. Impacto periódico: visible de manera intermitente y continua en el tiempo. Un ejemplo son los incendios forestales en la época seca.

4. Impacto de aparición irregular: es notorio de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, por de gravedad excepcional. Por muestra, el incremento del riesgo de incendios por la mejora de la accesibilidad a una zona forestal.

## **2.4 Metodología de Evaluación del Impacto Ambiental**

La gran mayoría de los métodos o técnicas de identificación y evaluación de impactos con llevan criterios subjetivos, ya que las escalas de medición utilizadas son las de tipo nominal, ordinal, unos cuantos de intervalo, y muy pocos de razón. No obstante la subjetividad en el procedimiento de evaluación, deben considerarse datos numéricos o cuantitativos para determinar la o las condiciones de un parámetro ambiental específico (Westman, 1985).

En países industrializados (Estados Unidos, Canadá y Australia), actualmente se utiliza la metodología propuesta en Westman, (1985) y que consiste en lo siguiente:

- I. Identificación de los objetivos del estudio
- II. Identificación de los impactos potenciales.

- III. Medición de las condiciones base y predicción de los impactos significativos:
  - Evaluación después del impacto.
  - Estimación de la probabilidad de las predicciones
- IV. Evaluación del significado de los resultados.
- V. Consideración de las alternativas a la acción propuesta.
- VI. Toma de decisiones, basada en el monitoreo pos impacto.

## **2.5 Metodologías para la Identificación, Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales**

Con base en la revisión bibliográfica y la consulta de la legislación actual, se encontraron un gran número de métodos que se utilizan mas comúnmente para la evaluación del impacto ambiental debido a la implementación de proyectos. A continuación se presenta una lista de éstas metodologías, posteriormente de un análisis de la metodología seleccionada considerada de mayor relevancia y utilidad para que sea aplicada en la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales:

- 1. Sistemas de Red y Gráficos
  - Matrices de interacciones causa – efecto (Leopold, de Cribado)
  - Sorensen
  - Guías Metodológicas del MOPU

2. Sistemas de Valoración de Impactos
  - Clasificación de Dickert
  - Clasificación de Estevan Bolea
3. Sistemas Cartográficos
  - Superposición de mapas de información (transparentes)
4. Métodos basados en parámetros, índices e integración de la evaluación
  - Colmes
  - Universidad de Georgia
  - Fisher–Davies
5. Métodos cuantitativos
  - Método del instituto de Batelle-Columbus
  - Método de Domingo Gómez Orea

## **2.6 Descripción de las Metodologías Utilizadas para Evaluaciones de Impacto Ambiental**

**A continuación se describen las metodologías consultadas iniciando desde las mas simples a las mas complejas, con base en McHarg (1968), Canter (1998), Gómez (1999) y Conesa Fernández – Vitora (2000).**

### **A. Listas de Control (check list)**

**Son métodos de identificación muy simples, por lo que se usan para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente para identificar factores ambientales y proporcionar información sobre la predicción y evaluación de impactos.**

Sobre una lista de acciones y efectos específicos se marcarán las interacciones relevante, bien por medio de una pequeña escala o por cualquier otro índice sencillo. La lista típica incluye los siguientes campos:

1. Aire: calidad del aire, visibilidad, niveles de ruido.
2. Agua: calidad del agua, infiltración, patrón de drenaje.
3. Flora: abundancia, diversidad, especies listadas en la NOM-059-ECOL-2001.
4. Fauna: abundancia, diversidad, especies listadas en la NOM-059-ECOL-2001.
5. Suelo: características físico químicas.
6. Paisaje: escenario ambiental.
7. Socioeconómico: empleos y calidad de vida, riesgos a la salud de los trabajadores, economía local.

Existen varios tipos de listas de control:

- a. **Listas de control simples, consistentes en una lista simple de parámetros ambientales.**
- b. Listas de control descriptivas, que incluyen guías para la medición de parámetros

- c. Listas de control de escalas, que incluyen información para la escala (subjetiva) de los parámetros. Con información importante como la duración del impacto, si es reversible o irreversible
- d. Listas de control de cuestionarios, que contienen una serie de preguntas relacionada, que guían al usuario a través del proceso. Las respuestas se presentan como opción múltiple, facilitando el proceso.

## **B. Matriz de Cribado**

Consiste en una matriz tipo Leopold, modificada. Se utiliza para reconocer los efectos negativos y positivos del proyecto, los que en las columnas las acciones del proyecto, y en los renglones, las características del escenario ambiental. Para las acciones a realizar en la ejecución del proyecto se consideran, generalmente, tres etapas:

1. Etapa de preparación del sitio
2. Etapa de construcción
3. Etapa de operación.
4. Abandono del sitio

Para las características del escenario ambiental se consideran, generalmente, tres aspectos:

1. Factores del medio físico
2. Factores de medio biótico
3. Factores del medio socioeconómico

Para la descripción mas detallada, las acciones del proyecto y las características del escenario ambiental se pueden subdividir, según las necesidades particulares de cada proyecto. Posteriormente una vez identificadas las relaciones entre acciones del proyecto y factores ambientales, se procede con la asignación de una calificación genérica de impactos significativos y no significativos, benéficos o adversos, y sus medidas de mitigación. Este grupo de interrelaciones se amplía posteriormente en una serie de descripciones detalladas.

### **C. Matrices de Interacción Causa – Efecto**

Son cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa del impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá de evaluarse posteriormente.

Una matriz interactiva simple, muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo del otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, este se anota en el punto de intersección de la matriz, y se describe además en términos de consideraciones de magnitud e importancia.

Para la identificación de efectos de segundo y tercer grado se puede recurrir a la elaboración de matrices sucesivas o escalonadas, una de cuyas entradas son

los efectos primarios, secundarios (causa a su vez de efectos secundarios y terciarios) respectivamente, sobre los factores ambientales dispuestos en la otra entrada. Se pueden ir construyendo de manera escalonada: la primera matriz está constituida por los factores del medio y las acciones del proyecto para obtener en los cruces los efectos primarios. La segunda matriz se apoya en la primera al situar dichos efectos en la entrada por columnas y disponer en los cruces los efectos secundarios. La tercer matriz se apoya a su vez, en ésta, pues dichos efectos secundarios se cruzan con los factores del medio para obtener los impactos terciarios, y así sucesivamente.

Para analizar estos impactos secundarios y terciarios derivados de las acciones del proyecto, se puede utilizar una matriz en etapas, también llamada matrices cruzadas o de acción recíproca. Esta matriz utiliza también la técnica entradas-salidas; se trata de matrices cuadradas en las cuales los factores ambientales o los riesgos de impacto aparecen dispuestos en filas como primarios y en columnas como secundarios, representando la interacción en los cruces.

Cabe mencionar que la Matriz de Leopold, es un ejemplo de este tipo de matrices, no es propiamente un modelo para realizar estudios de impacto ambiental, sino un forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios; así, esta matriz solo tiene sentido si esta acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de



su valor, de las medidas para mitigarlos y de un programa de seguimiento y control.

#### **D. Diagrama de Flujo**

**Consisten en presentar las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio ambiente. Esta técnica refleja mucho mejor la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Los análisis de las redes nos ayudan a identificar los impactos previstos asociados a posibles proyectos. Asimismo, nos proporcionan un planteamiento muy válido para comunicar la información sobre las relaciones existentes entre los factores ambientales y los impactos previstos del proyecto.**

Un proyecto puede requerir la realización de varios diagramas, cada uno de los cuales parte de una acción del mismo; al ramificarse el diagrama se va complicando con facilidad el peligro de incurrir en la identificación de impactos poco significativos, o en duplicar la consideración de otros.

En esta técnica, los impactos se identifican por medio de flechas, las cuales definen relaciones causa - efecto; la causa esta en el origen y el efecto en el final de la flecha. El diagrama permite visualizar los valores de los impactos o una primera estimación de ellos.

#### **E. Método de Superposición de Planos**

**Este método consiste en hacer un inventario de los factores ambientales relevantes en el desarrollo de un proyecto, tales como: clima, geología histórica, fisiográfica, hidrológica, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. Elaborando mapas que se superponen en las acciones del proyecto, utilizando para ello soportes transparentes que permitan interpretar los impactos de ocupación.**

En seguida, se interpretan los datos del inventario en relación con las actividades y se traducen en mapas específicos para cada una de las actividades. Estos datos se comparan entre sí para obtener una matriz de incompatibilidades sintetizando en un mapa de capacidad o adecuación. Con el avance de las computadoras, la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) optimiza este método obteniendo mejores y mas exactos resultados.

#### **F. Método de Batelle – Columbus**

Este modelo opera sobre un árbol de factores ambientales organizado en cuatro niveles denominados categorías, componentes, parámetros y medidas. Estos niveles van en orden creciente a la información que proporcionan, constituyendo el nivel tres la clave del sistema de evaluación, las cuales, en número de 78, se consideran como aspectos significativos del medio que se adoptan como indicadores de impacto; su estimación se hace a través del cuarto nivel: las medidas. Estos 78 parámetros se ordenan en primera instancia según 18 componentes ambientales agrupados, a su vez en cuatro categorías ambientales.

A cada parámetro se le asigna un valor resultado de la distribución de 1,000 unidades, el cual se asigna según su contribución al medio ambiente, quedando ponderados los distintos parámetros. Una vez obtenidos estos parámetros, se trasladan los valores en unidades conmensurables, en una escala de 0 a 1, que representa el índice de calidad ambiental. Efectuando la suma ponderada de los factores, se obtiene el valor de cada componente, categoría y el valor ambiental total.

Este sistema se aplica tanto al escenario de si se lleva a cabo (con y sin proyecto). Gracias a la transformación en unidades conmensurables y comparables, se pueden sumar y evaluar el impacto global, de las distintas alternativas de un mismo proyecto. Estos métodos seleccionados se sintetizan en las tablas comparativas que se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Evaluación de Técnicas en su función utilitaria en cuanto a la identificación, predicción, interpretación, comunicación e inspección de los impactos ambientales.**

	Identificación	Predicción	Interpretación	Comunicación	Inspección	Valor
Listas de Control	Media	Media-Alta	Media-Alta	Media	Baja	10*
Matriz de Cribaldo	Alta	Alta	Media-Alta	Baja-Media	Baja	12*
Matriz de Leopold	Alta	Media-Alta	Media	Baja-Media	Baja	10*
Diagramas de Flujo	Alta	Media	Baja-Media	Media-Alta	Baja	9*
Superposición	Media	Baja	Baja-Media	Alta	Media	9*
Batelle-Columbus	Alta	Alta	Alta	Baja-Media	Baja-Media	14*

\*Puntuación: Baja 0 Baja-media 1 Media 2 Media-alta 3 Alta 4

Fuente: Anónimo 2002

**Cuadro 2. Ventajas y desventajas de las metodologías seleccionada para medición de impacto ambiental.**

	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Listas de control	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Simples de utilizar y de entender.</li> <li>➤ Buen método para mostrar resultados preliminares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dificultad para identificar impactos directos e indirectos.</li> <li>➤ Posibilidad de duplicar acciones durante el procesos de identificación.</li> </ul>
Matriz de Cribaldo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Relaciona impactos con acciones.</li> <li>➤ Además de la identificación de impactos, tiene la propiedad de evaluar y predecir.</li> <li>➤ Es relativamente fácil de elaborar y de evaluar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Posibilidad de duplicar acciones en el proceso de identificación de impactos.</li> <li>➤ Para proyectos complejos, se convierten en matrices complejas.</li> <li>➤ La jerarquización y evaluación de los impactos quedan a discreción del evaluador.</li> </ul>
Matriz de Leopold	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Relaciona impactos con acciones.</li> <li>➤ Buen método para mostrar resultados preliminares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dificultad para identificar impactos directos e indirectos.</li> <li>➤ Posibilidad de duplicar acciones durante el proceso de identificación.</li> <li>➤ No son selectivas.</li> <li>➤ No son muy objetivas, ya que cada evaluador tiene la libertad de desarrollar su propio sistema de jerarquización y evaluación de los impactos.</li> <li>➤ La matriz no tiene capacidad de hacer recomendaciones en procedimientos de inspección seguidas por la finalización de la acción.</li> </ul>
Diagrama de flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Relaciona impactos con acciones.</li> <li>➤ Útil para el chequeo de impactos de segundo orden.</li> <li>➤ Maneja impactos directos e indirectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Puede complicarse mucho si se utiliza en proyectos complejos.</li> <li>➤ Presentan información muy escasa sobre los aspectos técnicos de la predicción de impactos, de los medios para evaluar y comparar.</li> </ul>
Método de superposición	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fácil de entender.</li> <li>➤ Buen método para mostrar gráficamente.</li> <li>➤ Buena herramienta para inventariar el sitio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Trata únicamente impactos directos.</li> <li>➤ No trata la duración o probabilidad de los impactos.</li> <li>➤ Requieren de una preparación tardada, debido a la recabación inicial de datos.</li> </ul>
Batelle-Columbus	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se puede conseguir una planificación a medio o largo plazo.</li> <li>➤ Se valoran los impactos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Requiere de un conocimiento previo para su elaboración e interpretación.</li> </ul>

	cuantitativamente. ➤ Optimo para proyectos mas complejos.	
--	---	--

Fuente: Anónimo 2002

## 2.7 Construcción de Carreteras

### A. Camino

Es una palabra compuesta por las palabras Strasse (del latín *strata*, vía pavimentada) y Chaussée (del latín *calciata*, calle de piedra menuda), inician el origen romano de los caminos según (Heeb - Kölmel, 1951).

### B. Recuperación del medio natural en las carreteras

Según Otero (1991), los grandes movimientos de tierra que hay que realizar para el trazado de las modernas vías de comunicación dan origen a enormes desmontes y terraplenes que, al estar totalmente desprovistos de vegetación, pueden verse afectados por la erosión debido a los agentes atmosféricos; vientos, lluvias, heladas. La calidad paisajística del entorno suele alterarse profundamente, por lo que la mejora de la calidad visual de la carretera nos lleva al enfoque ambiental de intentar integrar estas obras en el paisaje.

Para frenar los procesos erosivos y reducir la incidencia visual de estas obras en el entorno, es preciso realizar plantaciones con especies que se adapten a los parámetros que definan el medio físico (clima, suelo, exposición) facilitando de este modo la implantación, a corto plazo, de la vegetación natural.

Características propias de cada área de trabajo:

- Construir cunetas de guarda en cabecera de desmontes.
- Canalizar las agudas de escorrentía mediante la instalación de bajantes.
- Revestir los desmontes rocosos con malla metálica.
- Instalar muros de gaviones al pie de determinados taludes.

El conjunto de las medidas puramente constructivas y las de carácter superficial actuarán de la siguiente manera:

- La cubierta vegetal aportara materia orgánica al suelo mejorando así su textura y estructura.
- La construcción de siembras de control del agua de escorrentía permitirá mejorar la infiltración y eliminar la acumulación de agua en sitios no deseados.
- La instalación de malla metálica y gaviones en desmontes, con determinadas características físicas y estructurales, evitará la caída de materiales a la calzada aumentando la seguridad para el tráfico.

En las líneas generales puede establecerse que los taludes serán sometidos a tratamientos con materia orgánica, estabilizantes y abonos para conseguir su rápida fijación por lo que deberán utilizarse especies herbáceas y leñosas con determinadas cualidades específicas, como son: rapidez de germinación y desarrollo, enraizamiento vigoroso, poder tapizante, entre otros.

En la área de descanso, nudos de enlace de carreteras se realizarán plantaciones en bosques de árboles de porte elevado y hierbas y arbustos nativos que se adapten al clima y suelo de la zona para evitar costosos gastos de mantenimiento. En las autopistas y autovías, la mediana ha de cubrirse con un tapiz de matorral bajo, interrumpido por bosquetes de arbustos altos, de hoja perenne, que eviten el deslumbramiento producido por los vehículos que circulan por la calzada opuesta.

En resumen los proyectos, deberán contemplarse criterios funcionales y estéticos.

- Los criterios funcionales, tendrán en cuenta el grado de erosión de los taludes, el guiado y la comodidad óptica, la protección contra agentes atmosféricos, ruidos.

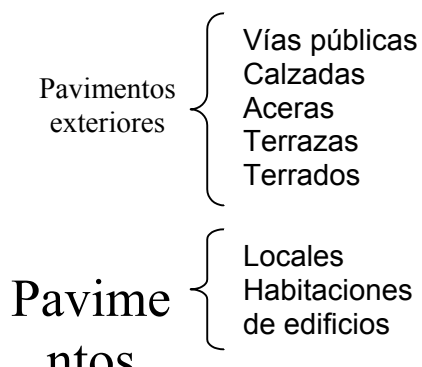
- Los criterios estéticos, se deberán basar en la mejora paisajística, el equilibrio de las masas arbóreas, la reposición del paisaje original, la ocultación y creación de nuevos paisajes.

### C. Pavimentos

En construcción recibe el nombre de pavimento, la capa superior de material que recubre la superficie del suelo, cuya ulterior finalidad es rematar un piso por medio de una superficie plana, dura y redecorativa, de manera que no sólo pueda andarse por encima de la misma con absoluta comodidad, sino que sea rebelde al desgaste por el roce y presente al mismo tiempo un aspecto de agradable acabado (Cusa, 1973).

#### 1. Clasificación de los pavimentos

**Se pueden establecer varias clasificaciones de acuerdo con la intención con que se agrupen los pavimentos que más comúnmente suelen utilizarse en Construcción. La más elemental que se conocen los dividen en dos grupos:**





Una división muy racional se halla dictada por la utilidad que piensa extraerse de cada uno de los tipos más empleados, formando tres categorías, a las que se denomina con los nombres de *utilitarios* cuando se pretende obtener de ellos un máximo de economía, *resistentes* en el caso de que su característica más acusada sea la duración y la predisposición a eludir el desgaste, y finalmente *decorativos* aquellos pavimentos que atienden principalmente a la presentación, procurando un acabado sea armonioso, estético y moderno (Cusa,1973).

#### **D. Infraestructura**

##### **1. Terreno y cimiento**

La infraestructura de la carretera tiene como principal misión recibir las cargas que le transmite la pavimentación y repartirlas sobre el terreno. Antes de formar la infraestructura debe prepararse convenientemente el terreno. Los trabajos de tierra vienen determinados en los perfiles longitudinales y transversales, así como en los cálculos de ubicación correspondientes.

##### **2. Clases de terreno**

La idea común, de que el terreno en sí mismo es un material sin valor, está desechada en absoluto. En su lugar se reconoce que el terreno ha de

tratarse con el cuidado que se presta a cualquier otro material, y que a su influencia es debido, muchas veces, el estado de una carretera. La gran importancia que tienen el terreno superficial para la formación del paisaje de la carretera en los taludes y demás lugares que han de ir cubiertos de vegetación. El técnico debe conocer las propiedades de los terrenos y efectuar, o encargar, los análisis o ensayos procedentes para llegar a su perfecto conocimiento. Para la clasificación de los terrenos existen diversos criterios (por ejemplo los de Loos, Casagrande, Kögler). Una clasificación que se adapta al estudio y construcción de carreteras es la siguiente: de acuerdo a Heeb - Kölmel (1951).

- a. Terreno vegetal ( de campo o jardín, terreno superficial).
- b. Terreno suelto (arcilla suelta, gravilla, arena).
- c. Terreno compacto (arcilla dura, margas, areniscas muy blandas).
- d. Rocas: a) blandas (trabajables con pico), como areniscas y calizas blandas, pizarras; b) duras (con dinamita), como calizas duras, cuarcitas, granitos, pórfidos.
- e. Terrenos pantanosos (turberas, tangos).

### **3. Ensayos de terrenos**

En la construcción de carreteras hay que tener principalmente en cuenta:

- a. Laderas de erosión o subsuelo que asiente irregularmente

- b. Es peligroso para los pavimentos un subsuelo de gran capilaridad y expuestos a los efectos de las heladas.
- c. Aprovechamiento de las tierras extraídas para la construcción de las obras de tierra (las distintas clases de tierra se caracterizan por el color, composición, impurezas, contenido de agua y cal, nomenclatura local y nombre científico geológico).

#### **E. El impacto de las carreteras**

El diseño inapropiado de los sistemas de transporte, puede dañar el medio ambiente, que es donde la gente vive y trabaja. El transporte, incluso daña al ambiente de todo el mundo, potencialmente contribuye al sobrecalentamiento global.

En cualquier etapa de un proyecto es factible identificar los diferentes impactos ambientales, mediante la asociación de las actividades de éste con las variables ambientales involucradas. Durante la construcción de las carreteras es cuando pueden llegar a alterarse algunos ecosistemas, tanto acuáticos como terrestres. Sin embargo, con una adecuada planificación, operación y mantenimiento de dichas carreteras, es posible mitigar o compensar las afectaciones ambientales.

A pesar de lo anterior, prácticamente en todos los casos, la evaluación de los impactos es positiva, por los amplios beneficios socioeconómicos, aunado a los ahorros adjuntos por el manejo eficiente de los recursos. No cabe duda que las manifestaciones de impacto ambiental vinculan al crecimiento económico con el equilibrio de los ecosistemas.

Hoy entendemos que detrás de los grandes proyectos siempre hay un costo ecológico, pero factible de aminorarse con la instrumentación de las medidas correctas de prevención, mitigación y compensación de los impactos. Asimismo, en el ámbito internacional, el objetivo es asegurar que los aspectos ambientales sean sumados como una parte integral de la formulación de las estrategias de transporte, además de diseñar los proyectos a través de acciones que tengan un amplio radio de costo-beneficio efectivo (Seoánez, 1997).

## **2.8 Vialidad Urbana.**

Según Salcedo (1985) establece los criterios que deben tomarse en cuenta para la planeación de un Sistema Vial Urbano, en lo relativo a

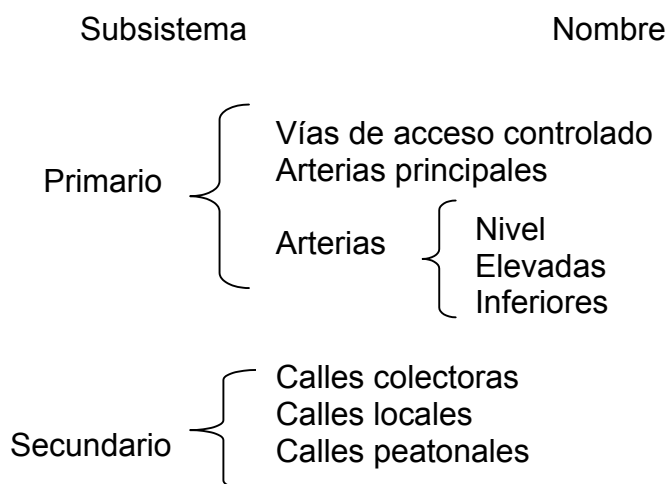
proporciones de áreas viales con el área urbana y espaciamiento por tipo de vía.

Clasificación funcional del sistema vial.

Los principales aspectos funcionales que definen la clasificación de una vía urbana son:

- El uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de establecimientos comerciales).
- El espaciamiento (considerando a la red vial en su conjunto).
- De acuerdo a las diversas etapas de un proceso de clasificación, los criterios a ser establecidos se relacionan con: Funcionamiento de la red vial.
- Nivel de servicio y operación vial.
- Características físicas.

**Figura 1. Clasificación del sistema vial urbano**



### **A. Subsistema Vial Primario.**

El subsistema primario debe constituir una estructura celular, que aloje en su interior y conecte entre sí al conjunto de núcleos que forman la ciudad. Las vías que componen esta red están destinadas a desplazamientos de más longitud y de mayor volumen de tránsito, de la manera más expedita que sea posible; uniendo los distintos sectores de la ciudad y asegurando la conexión entre la ciudad y la red nacional de carreteras.

1. Vías de Acceso Controlado: son las intersecciones o pasos con otros tipos de vías, son a desnivel. Las entradas y las salidas están proyectadas de tal manera, de proporcionar una diferencia mínima entre la velocidad de la corriente principal y la velocidad del tránsito que converge o diverge. Además, constan de calles laterales de servicio a ambos lados de las calzadas centrales, con fajas separadoras (camellones) central y laterales.

2. Arterias Principales: son vías de acceso controlado parcialmente, es decir, las intersecciones que forman con otras arterias o calles pueden ser a nivel, controladas con semáforos o a desnivel.

3. Arterias: son vías primarias con intersecciones controladas con semáforos, en gran parte de su longitud. El derecho de vía es menor que el requerido para las autopistas y arterias principales. Con o sin faja separadora central (camellón). De uno o dos sentidos del tránsito. Puede contar con carriles reversibles o carriles exclusivos para el transporte colectivo (autobuses).

#### **Clasificación del sistema vial primario**

**Las arterias son futuras autopistas, se clasifican como éstas últimas de la siguiente manera:**

- a). Autopistas a nivel: en su mayor longitud, está prácticamente a la misma altura que las calles transversales.
- b). Autopistas elevadas o viaductos: se encuentra a un nivel más alto que el de las calles transversales.
- c). Autopistas inferiores: está a un nivel inferior al de las calles transversales.

#### **B. Subsistema Vial Secundario.**

El subsistema secundario tiene como función principal, el distribuir el tránsito de las propiedades colindantes al subsistema primario o viceversa. Los desplazamientos son cortos y los volúmenes del tránsito vehicular son de menor importancia.

1. Calles colectoras: son vías que ligan el subsistema vial primario con las calles locales. Estas vías tienen características geométricas más reducidas que las arterias. Pueden tener un tránsito intenso de corto recorrido (movimientos de vueltas, estacionamiento, ascenso y descenso de pasaje, carga y descarga y acceso a las propiedades colindantes). Generalmente son de un solo sentido del tránsito.

2. Calles locales: se utilizan para el acceso directo a las propiedades y están ligadas con las calles colectoras. Los recorridos del tránsito son cortos y los volúmenes son bajos. Deberá evitarse el tránsito de paso por estas calles, ya que de otra manera se demerita su función. Generalmente son de doble sentido del tránsito y para evitar el tránsito de paso se diseña con retorno en uno de sus extremos (calles cerradas).



3. Calles Peatonales: Tienen como función permitir el desplazamiento libre y autónomo de las personas, dando acceso directo a las propiedades colindantes, a espacios abiertos, a sitios de gran concentración de personas (auditorios, centros comerciales, estadios, estacionamientos, estaciones de transporte público de pasajeros. Pueden ser exclusivas de una zona de interés histórico o turístico generalmente en el centro de las ciudades o en zonas de recreo (Anónimo, 1985).

## **2.9 Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006**

El proyecto para la construcción de una autopista es a fin con las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo (en lo sucesivo PND) 2001-2006, el cual establece entre los principales objetivos lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza; con el compromiso para impulsar políticas e instrumentos que contribuyan a la transición hacia el desarrollo sustentable.

El PND menciona que el deterioro ambiental se atribuye por lo general al desarrollo económico; sin embargo, son las decisiones y acciones implantadas por los seres humanos las que subyacen en ese fenómeno. La cultura de convivencia armónica con la naturaleza requiere impulsarse con gran

determinación, como punto de partida hacia nuevos estilos de desarrollo, que permitan asentar los niveles de vida de la población, por periodos cortos, sino de manera sustentable.

## **2.10 Plan Estatal de Desarrollo y Ordenamiento Ecológico del Estado de Coahuila**

**El plan estatal de desarrollo tienen amplias perspectivas para el crecimiento y desarrollo de los diferentes sectores productivos. Para el logro de estos objetivos se plantean implementar estrategias de tipo social, económica, política, jurídica y administrativa; todas están encaminadas a ejecutar programas y acciones para consolidar un crecimiento suficiente en todos los sectores, sostenible en el mediano y largo plazo.**

Dentro de las políticas a seguir por el Plan Estatal de Desarrollo Urbano se encuentran: atender las necesidades del ordenamiento territorial del sistema urbano estatal; lograr las prioridades en infraestructura y servicios regionales para puntos de articulación del sistema urbano estatal con otros sistemas; fortalecer el ordenamiento de las estructuras urbanas; e intervenir en la modernización institucional

El ordenamiento ecológico presenta una visión mucho más amplia y completa, ya que además de identificar el problema ambiental, se hacen propuestas precisas y se señalan las oportunidades para lograr el desarrollo equilibrado en los municipios del estado. Finalmente, se pretende lograr que los municipios empiecen a incorporar los criterios ecológicos a su desarrollo económico y social logrando además la sensibilización de los habitantes, reflejando todo lo anterior en el desarrollo económico-social basado en una cultura ecológica en todos los ámbitos.

Como ejemplo de lo anterior, se encuentra el proyecto de la autopista para su desarrollo, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes con la implementación de planes de manejo, posibles programas de rescate de especies animales y vegetales de acuerdo a la normativa ambiental vigente, además de la vinculación con el gobierno tanto municipales como estatal prevé evitar al máximo las posibles afectaciones, modificaciones o impactos al medio ambiente, apoyando el desarrollo social y económico de la población.

## 2.11 Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (2003)

En las disposiciones y normas técnicas vigentes, particularmente en la Sección VI de la Ley, existen mandatos con carácter jurídico, obligatorio y general, para cierto número de acciones. Estas se refieren principalmente al control de contaminación atmosférica ocasionada por las emisiones de humo, vibración, y ruido, así como ciertas medidas para la ejecución de desmontes y la protección de mantos acuíferos que pueden contaminarse por el drenaje de la autopista o por la dispersión inadecuada de residuos sólidos y también, aun cuando no existen disposiciones específicas, las alteraciones del hábitat y efectos colaterales, generados por los vehículos durante el uso de la carretera.

En el título cuarto se regulan los aspectos generales de la protección al ambiente. En él se incluyen disposiciones generales, especialmente en lo referente a la contaminación ambiental, la prevención y control de la contaminación atmosférica, a fin de abatir los efectos nocivos sobre la salud pública, la flora, la fauna, el suelo, y el agua. Allí se establece las bases para el desarrollo de figuras e instrumentos que contribuyan a consolidar la gestión ambiental, relativos a la prevención y control de la contaminación del aire.

La vigilancia del cumplimiento de las normas, según la Sección IX de la Ley, corresponde al Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y demás autoridades

competentes. Todo tipo de contaminantes que se depositen o se infiltren en el suelo o subsuelo, deberán contar con previo tratamiento a efecto de reunir las condiciones necesarias para evitar:

- La contaminación del suelo.
- Alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.
- Alteraciones en el aprovechamiento, uso o explotación del suelo.
- Contaminación de cuerpos de agua.

## **2.12 Reglamentos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación Impacto Ambiental**

Existen diferentes reglamentos derivados de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2003) para el presente estudio interesa la vinculación del proyecto con los reglamentos referentes a la Prevención y Control de la Contaminación Generada por Vehículos Automotores, así como los reglamentos en materia de Prevención de la Contaminación de la Atmósfera y lo referente a Contaminación Originada por la Emisión de Ruido.

La aplicación de este reglamento compete al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

(Artículo 4), de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia ambiental.

El capítulo segundo trata de las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones.

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

- a) Hidráulicas.
- b) Vías generales de comunicación.
- c) Oleoductos, gasoductos, carboconductos y poliductos.
- d) Industria petrolera, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, cemento, e industria eléctrica.
- e) Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radioactivos.
- f) Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas.

El capítulo tres trata del procedimiento para la Evaluación de Impacto Ambiental.

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

Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental, descripción del proyecto, vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia de impacto ambiental con la regulación sobre el uso de suelo, descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto, identificación (descripción y evaluación de los impactos ambientales), medidas preventivas, de mitigación y pronósticos ambientales e identificación de los instrumentos metodológicos.

Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: datos generales del proyecto, del promovente responsable del estudio de impacto ambiental, descripción de las obras o actividades vinculación con los instrumentos de planeación, ordenamientos jurídicos aplicables, descripción del sistema ambiental regional, señalamientos de tendencias del desarrollo, deterioro de la región, identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, pronósticos ambientales regionales, identificación de los instrumentos

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

En la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente también se definen las características de las emisiones de humo de vehículos o equipos de combustión interna y asimismo, queda prohibido arrojar o depositar basura u otros desechos humanos en los cuerpos de agua y zonas inmediatas además menciona que se debe dar especial tratamiento a la cubierta forestal, considerando como tal a toda cubierta vegetal constituida por árboles, arbustos y vegetación espontánea, que tenga influencia directa contra la erosión anormal en el régimen hidrológico y sobre las condiciones climatológicas y que, además, puede desempeñar funciones de producción o recreo. Se encuentran excluidos los terrenos de uso agrícola, hortícola o ganadero.

El reglamento marca en lo concerniente a la construcción de las vías generales de comunicación deberán tomarse las previsiones para que en los terrenos adyacentes, tenga una distancia de 60 metros del límite del derecho de vía, no se establezca la explotación de canteras o cualquier obra que requiera el empleo de explosivos o de gases nocivos.



### **2.13 Ley Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (2003)**

Respecto de la evaluación de impacto ambiental, se establece con claridad la obligatoriedad de la autorización previa para la realización de obras o actividades que generen o pueden generar efectos significativos sobre el ambiente, y que no puedan ser reguladas adecuadamente con otros instrumentos tales como normas, licencias, ordenamiento ecológico y otros. En este apartado se contiene una relación de las obras o actividades cuyo impacto ambiental corresponderá evaluar a la Dirección General de Ecología del Gobierno del Estado. Se prevé que esa dependencia realice la evaluación de impacto ambiental a obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, daños a la salud pública o a los ecosistemas o los límites y condiciones legales. Se determina claramente el procedimiento que deberá observar la autoridad para expedir la autorización relativa al impacto ambiental respecto a las solicitudes que se presenten.

El reglamento determinará las obras o actividades a que se refiere al artículo 38 (Sección VI), que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, no rebasen los límites y condiciones

establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y que, por tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación del manifiesto de impacto ambiental.

Título cuarto trata de la protección al ambiente, capítulo II de la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. Sección III del control de emisiones provenientes de fuentes móviles en los artículos 115, 116, 117 y 118.

El título quinto se refiere a la participación social e información ambiental, uno de los elementos mas importantes de la iniciativa en estos aspectos es la ampliación de los espacios para la participación social en la gestión ambiental. Incluye disposiciones de nuevos procedimientos para la participación en materia de impacto ambiental y de ordenamiento ecológico del territorio.

En el título sexto se plasma, de acuerdo con la experiencia obtenida por la aplicación del ordenamiento legal actual, las medidas de control y seguridad, y las sanciones. Incluye las disposiciones con carácter general que se aplicarán al referirse a la realización de actos de inspección y vigilancia, ejecución de medidas de seguridad, determinación de infracciones y sus sanciones, así como procedimientos y recursos administrativos.

En materia de delitos ambientales es pertinente señalar que cuando se tenga conocimiento de actos u omisiones que los pudieran constituir, conforme a lo dispuesto en los ordenamientos correspondientes, la Dirección General de Ecología del Gobierno del Estado, así como cualquier persona podrá formular ante el Ministerio Público del fuero común la denuncia correspondiente.

En mismo título se prevé lo relativo a la denuncia popular. La iniciativa establece la obligación de la Dirección General de Ecología del Gobierno del Estado, para informar al denunciante dentro de un término de 10 días hábiles siguientes a la presentación de la denuncia, sobre el trámite que le ha dado a la misma y, en caso de declararse incompetente, de turnarla a la autoridad correspondiente, notificando de ello al denunciante.

#### **2.14 Normas Oficiales Mexicanas**

La Ley General Equilibrio Ecológico Protección al Ambiente considera a las Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental como un instrumento de política ambiental (al igual que el ordenamiento territorial y las evaluaciones de impacto ambiental). Durante los años de 1993 y 1994 se ha hecho públicas

diferentes Normas Oficiales Mexicanas, de ellas las directamente relacionadas con la construcción y operación del proyecto de autopista que nos ocupa son:

- NOM-011-1993-STPS, relacionada con las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- NOM-017-1993-STPS, referente al equipo de protección para los trabajadores en los centros de trabajo.
- NOM-041-ECOL-1999, promueve escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible
- NOM-042-ECOL-1999, establece los hidrocarburos, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno de vehículos nuevos en planta e hidrocarburos del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado o natural con peso bruto vehicular que no exceda 3,856 kg.
- NOM-043-1993, todo el equipo fijo que utilice motores de combustión interna y que será utilizado para alguna actividad particular, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente.
- NOM-044-ECOL-1993, establece hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas, totales y opacidad de humo del escape de motores nuevos que usan diesel para vehículos con peso mayor a 3,857 kg,

- NOM-052-ECOL-1993, establece los residuos y su clasificación que atente contra las condiciones originales de la vegetación en áreas adyacentes a la obra será dispuesto de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.
- NOM-059-ECOL-2001, que aplica a la protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestre categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio lista de especies en riesgo.
- NOM-077-ECOL-1994, aplica la emisión al aire de hidrocarburos y sus derivados provenientes de vehículos automotores.
- NOM-080-ECOL-1994, establece los límites máximos permisibles de emisión provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.
- NOM-CCAM-001(005 inclusive)–ECOL-1993, aplica para las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente
- NOM-CCAT-001 (015 inclusive)–ECOL–1994, límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de diferentes gases y partículas

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Descripción del Área de Estudio**

##### **3.1.1 Medio físico**

El área se ubica dentro de la Sierra Madre Oriental, en la subprovincia fisiográfica de los pliegues Saltillo – Parras. El clima dominante en casi la totalidad de la extensión es de tipo seco semicálido (Bsohx'), y solo en las áreas de mayor altitud se recibe una influencia de un clima de tipo seco templado (BSokx').

En paisaje dominan los sistemas de topofomas de sierras y llanuras bajas, los suelos desarrollados son someros con 10 a 20 cm de profundidad (litosoles), éstos subyacen sobre rocas de tipo caliza o sobre asociaciones de lutitas y areniscas.

Sin embargo, a medida que avanza hacia las áreas de menor altitud, el matorral desértico rosetófilo pierde dominancia y empieza a entremezclarse con elementos subinermes el gatuño (*Acacia amentaceae*) y la gobernadora (*Larrea tridentata*), ésta última especie es la dominante en áreas con menor pendiente,

donde junto con *Viguiera stenoloba* y *Condalia spathulata* forman parte del matorral desértico micrófilo que se distribuye en las llanuras (Cruz, 2002).

#### **A. Ubicación**

El área de estudio, se ubica al sureste del Estado de Coahuila, en el municipio de Ramos Arizpe, se localiza su inicio en las coordenadas 25°30' de Latitud Norte y los 100° 50' de longitud oeste y su terminación a los 25° 45' de Latitud Norte y los 101° 15' de longitud oeste, su elevación oscila entre los 1,328 de altitud en el inicio y los 1,000 de altitud en el entronque Santa Cruz, estando su elevación máxima a los 1,332 de altitud en las inmediaciones del Mesón del Norte cuenta con una orientación Sudeste – Noroeste. (Figura 2)



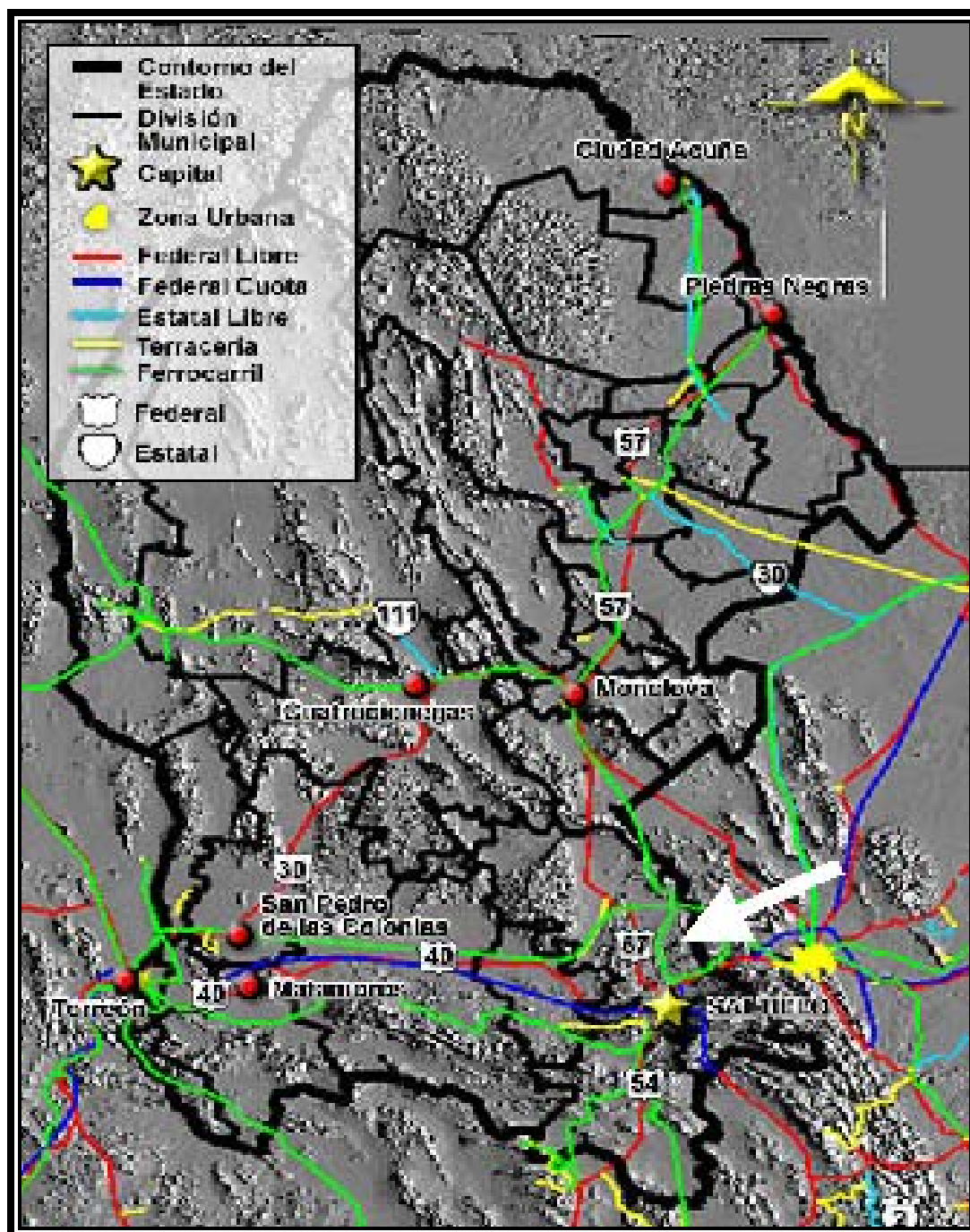


Figura 2. Ubicación del área de estudio

## **B. Clima**

Los climas predominantes son secos del tipo semicálido (BSOhx') y secos templados (BSkx') (clima según la clasificación de Köpen, modificados por Enriqueta García).

De acuerdo a los registros meteorológicos del período 1987-2001 proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) de la estación de Ramos Arizpe, la precipitación media anual es de 302 mm, el mes mas lluvioso es Septiembre con una precipitación media mensual 67.25 mm, y el de menor precipitación es Marzo con 7.67 mm.

La temperatura media anual es de 17.43 °C, alcanzando sus valores más altos en el verano con valores medios de 21 a 25 °C y máximas extremas de 40 y 41 °C en los meses de mayo y junio. Los meses mas fríos son diciembre y enero con valores promedio de 12°C y mínima extrema de – 8 °C.

## **C. Fisiografía**

### **1. Provincias y subprovincias fisiográficas.**

La superficie correspondiente al área de estudio, se enclava en su totalidad dentro de la Provincia de La Sierra Madre Oriental, y comprende dos subprovincias la de la Gran Sierra Plegada y los Pliegues Saltillo – Parras. Rzedowski (1978), menciona que para algunos autores la Sierra Madre Oriental llega hasta el centro o el norte de Coahuila, pero él ubica en su límite más

norteño o septentrional hasta la formación de la Sierra Plegada, continuándola en los pliegues Saltillo – Parras y Sierras transversales. Este mismo autor define su orogénesis al final del cretácico, en el cual la mayor parte del territorio de lo que actualmente es México se encontraba bajo el mar, y es cuando ocurre la Orogénesis Laramídica o Hidalguense que originó la emersión definitiva que rápidamente involucró todo el territorio, a excepción de lo que hoy es el sureste mexicano. Los principios del Eoceno fueron el escenario de la Orogénesis Hidalguense, responsable del plegamiento y levantamiento de la Sierra Madre Oriental.

Canales *et al.*, (1995), mencionan que durante el Mesozoico (de 248 *m.d.a.* hasta hace 65 *m.d.a.*), la forma del continente americano era distinta, con partes emergidas y otras sumergidas en el mar, pero en el extremo sur existía la península de Coahuila, que ocupaba lo que ahora es la parte central del estado. Fue la masa alta y estable que en un período más reciente - en la era Cenozoica – sirvió de contrafuerte para un enorme movimiento de tierras conocida como Orogenesis Larámica, que dio origen a la Sierra Madre Oriental que cruza el estado de Coahuila.

Un rasgo sobresaliente de la Sierra Madre Oriental es su prolongación al oeste, desde Arteaga hasta Torreón, rasgo formado durante el periodo Terciario del Cenozoico debido al empuje de un movimiento geológico proveniente del sur, que alcance una porción más resistente. La Península de Coahuila como resultado de los movimientos geológicos, hubo fallas de tipo inverso en donde los bloques no solo se desplazaron, sino que se elevaron sobre los bloques produciendo enormes trastornos horizontales y plegamientos recurrentes, en los que las capas además se vieron sobrepuestas. El efecto de esta vasta cadena de accidentes causó otros plegamientos hacia el oriente, y es el origen del paisaje tan característico de lo que es actualmente la Gran Sierra Plegada. Y

es precisamente que el área de estudio formó parte de estos eventos geológicos, que le imprimieron su actual fisonomía y rasgos geológicos.

### **3.1.2 Medio biótico**

#### **A. Vegetación**

En su estudio de la vegetación de México, Rzedowski (1978), menciona que el territorio comprendido por la República Mexicana, confluyen dos reinos, el holártico y el neotropical. La zona de estudio se ubica en la provincia florística de la Altiplanicie mexicana, la cual corresponde a la región xerofítica mexicana y al reino neotropical.

El reino neotropical incluye la mayor parte del territorio mexicano al sumarse en él las porciones de clima caliente, seco y semiseco. La región xerofítica mexicana incluye grandes extensiones del norte y centro del territorio por su clima árido y semiárido abarca aproximadamente la mitad de la superficie del país. La provincia de la Altiplanicie corresponde esencialmente a la región fisiográfica del mismo nombre, que en México se extiende en la porción ubicada dentro de las Sierras Madre Oriental y Sierra Madre Occidental, la altitud en esta provincia varía en general de los 1,000 a 2,000 de altitud, por lo que es más notoria la influencia de bajas temperaturas. La vegetación predominante consiste de matorrales xerófilos. El número de especies endémicas para esta provincia es considerable y su abundancia es favorecida por la diversidad de substratos geológicos.

En general las comunidades vegetales que caracterizan el área de influencia del proyecto, se encuentran constituidas por arbustos xéricos esparcidos, perennes y elementos herbáceos efímeros, donde las variaciones en las características edáficas y las amplias variaciones topográficas, son las causantes de determinar las diversas asociaciones vegetales dentro de cada una de las comunidades.

El área de estudio forma parte de la provincia biótica del desierto Chihuahuense en la cual la vegetación es denominada como Matorral Desértico Chihuahuense. Con base a la vegetación de Coahuila según Villarreal y Valdés (1992-1993). En el área de estudio se presentan las siguientes comunidades vegetales:

Matorral Desértico Micrófilo

Matorral Desértico Rosetófilo

### **1. Matorral Desértico Micrófilo**

Esta comunidad se localiza en los valles, ocupa un área reducida en comparación con los otros tipos de vegetación, se distribuye hasta las partes bajas de abanicos aluviales, donde los suelos en general son profundos. Esta vegetación está dominada por arbustos de hoja pequeña, algunas especies

pierden con regularidad su follaje, mientras que otros son perennifolios, sin embargo, este último estrato es poco abundante.

En el área de estudio la gobernadora (*Larrea tridentata*) constituye el principal componente, presentando los valores más altos de la densidad, tal especie se asocia con gatuño (*Mimosa biuncifera*), la escalerilla (*Viguiera stenoloba*) y la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), en ocasiones esta presente la mariola (*Parthenium incanum*). El estrato arbóreo y subarbóreo está constituido por individuos de palma china (*Yucca filifera*) y mezquite (*Prosopis glandulosa*). El mezquite presenta una baja densidad, pero es el que presenta una mayor cobertura. Los factores edáficos como la profundidad del suelo, topográficos y la humedad disponible influyen en la densidad y la altura de esta comunidad, lo cual origina una amplia variación de asociaciones vegetales, que influye en la diversidad y abundancia de especies.

El estrato herbáceo presente en esta comunidad tiene una altura de 10 a 30 cm, en algunas áreas del matorral con baja perturbación predominan el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), oreja de ratón (*Tiquilia canescens*) y el zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), zacate agujilla azul (*Stipa eminens*) y alamillo (*Acourtia parryi*), sobre los arbustos se establecen la comelina (*Commelina erecta* var. *angustifolia*) y la cucurbitácea (*Iverbilla tenuisecta*). En los terrenos impactados por sobrepastoreo se presenta el zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*) y el zacate burro (*Scleropogon brevifolius*).

Las especies de cactáceas con los mayores valores de cobertura dentro de esta comunidad son: el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) y la pitaya (*Echinocereus stramineus* var. *conglomeratus*). Las especies con la mayor densidad son el peyote (*Lophophora williamsii*), tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) y la biznaga (*Coryphanta palmeri*). Las especies bajo estatus de conservación que se presentan en esta comunidad son *Ferocactus hamatacanthus* y *Thelocactus rinconensis*.

La mayoría de las cactáceas observadas en la zona afectada con la construcción de la autopista, se encuentran en el matorral rosetófilo, propio de lomeríos y litosoles, unas más en el matorral micrófilo, propio de valles con suelos más o menos profundos.

## **2. Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)**

Esta comunidad vegetal se desarrolla en amplias extensiones del área de estudio, crece en laderas con mayor radiación solar y en los lados más expuestos de cañones. Se presenta en sitios con suelos someros, usualmente pedregosos y con buenas condiciones de drenaje, los cuales son derivados de rocas calizas ricas en carbonato de calcio. Las especies dominantes son arbustos bajos que presentan hojas agrupadas en forma de roseta, espinosos y perennifolios, las cuales forman un estrato arbustivo o subarbustivo, con una altura de 30 a 60 cm de alto.

En el Matorral Rosetófilo se presenta dominancia de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), tal especie presenta los más altos valores de densidad y dominancia, las especies más representativas de esta comunidad son la guapilla china (*Hechita texensis*) y la sangre de drago (*Jatropha dioica*), popotillo enano (*Ephedra compacta*), guayule (*Parthenium argentatum*) y mariola (*Parthenium incanum*), en esta comunidad se presentan otros arbustos que sobresalen en el paisaje tales como el maguey cenizo (*Agave scabra*), espadín (*A. striata*) y sotol (*Dasyilirion cedrosanum*), asociadas frecuentemente con escalerilla (*Viguiera stenoloba*), candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) y gatuño (*Mimosa zygophylla*).

Formando un estrato arbustivo y subarbóreo de 0,60 a 3 m de altura, caracterizado por las siguientes especies como: *Acacia berlandieri*, *Buddleja marrubifolia*, *Fouquieria splendens*, *Dasyilirion cedrosanum*, *Mimosa zygophylla* y *Jefea brevifolia*. Frecuentemente suelen encontrarse las siguientes especies herbáceas y perennes a ras del suelo o a una altura que por lo general no sobrepasa los 15 cm, las especies mas abundantes son el zacate chino (*Bouteloua ramosa*) y zacate tres barbas (*Aristida pansa*), además de especies como el zacate banderita (*Bouteloua curtispindula*) siendo *Selaginella wrightii*. Dentro del área de estudio, se presenta un alta diversidad y abundancia de especies de la familia Cactaceae. Las especies con mayor cobertura dentro de esta comunidad son *Opuntia phaeacantha*, *Echinocereus stramineus* var. *conglomeratus*, mientras que las cactáceas con mayor densidad son



*Echinocereus blanckii*, *Mammillaria heyderi* var. *hemisphaerica* y *Thelocactus rinconensis*.

Dentro de esta comunidad se presenta la especie *Thelocactus rinconensis*, la cual es endémica para la región del sureste de Coahuila y este de Nuevo León, encontrándose algunas poblaciones de Noa (*Agave victoria – reginae*), especie endémica y en peligro de extinción para los estados de Coahuila, Nuevo León y Durango, las cuales se localizan en las laderas con exposición norte y noreste, creciendo sobre los suelos pedregosos de origen calcáreo, escasa profundidad y con una cubierta vegetal baja.

Las especies bajo estatus de conservación que se presentan en esta comunidad son: *Thelocactus rinconensis*, *Mammillaria candida*, *Epithelantha micromeris*, *Ferocactus hamatacanthus* y *F. pilosus*. En esta comunidad las especies de cactáceas que presentan un mayor número de individuos son: *Coryphantha palmeri*, *Opuntia leptocaulis* y *Coryphantha pseudoechinus*.

### **Especies de interés comercial**

En el área de estudio se localizan algunas especies con potencial para ser aprovechadas, a escala comercial o para autoconsumo de los pobladores del medio rural, es conveniente señalar que especialmente en la comunidad vegetal

denominada Matorral Desértico Rosetófilo se localiza la mayoría de las especies de interés forestal no maderable, las cuales con recolectadas por los habitantes del Desierto Chihuahuense que corresponden al centro y sur del estado de Coahuila.

### Especies vegetales endémicas y/o en peligro de extinción

Durante los recorridos de campo se encontraron algunas especies vegetales endémicas, en peligro de extinción o que se encuentran bajo algún estatus de conservación de o protección de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 y la Convención Internacional del Tráfico de Especies con Estatus (CITES), siendo las siguientes:

**Cuadro 3. Especies bajo estatus de conservación presentes en el área de estudio según Cruz (2002).**

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	ESTATUS DE CONSERVACIÓN
AGAVACEAE	<i>Agave victoria-reginae</i>	En peligro de extinción, endémica.
CACTACEAE	<i>Ariocarpus retusus</i>	CITES
	<i>Astrophytum capricorne</i>	Amenazada, endémica
	<i>Coryphantha poselgeriana</i>	Amenazada, endémica
	<i>Coryphantha sulfata var. n ickelsiae</i>	Amenazada
	<i>Epithelantha micromeris</i>	Sujeta a protección especial
	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Sujeta a protección especial
	<i>Ferocactus pilosus</i>	Amenazada, endémica
	<i>Lophophora williamsii</i>	Sujeta a protección especial
	<i>Mammillaria candida</i>	Amenazada, endémica
<i>Thelocactus rinconensis</i>	Amenazada, endémica	

Fuente: Cruz 2002, (Observación de campo para este trabajo)

## B. Fauna silvestre

La fauna silvestre que habita los ecosistemas antes descritos, es integrada con especies adaptadas a las condiciones de ambientes semiáridos. Cada especie requiere condiciones particulares de hábitat, por lo que su distribución están determinada por dichos requerimientos, un ejemplo de estos factores geográficos. Las regiones geográficas de influencia en el área de estudio son: La región holártica, subregión neártica; estando el estado de Coahuila dividido en cuatro zonas bioclimáticas. El municipio de Ramos Arizpe se localiza dentro de la zona del Bolsón de Mapimí, la cual abarca la mayor parte del estado, se localiza en la porción oeste a partir de la Sierra Madre Oriental, hasta los límites norte, oeste y suroeste del estado. La fauna esta representada por especies afines a la vegetación de matorral xerófilo.

**Cuadro 4. Especies de vertebrados presentes en el área del proyecto y su categoría de riesgo según la NOM-059-ECOL-2001.**

<b>MAMIFEROS</b>				
<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>DISTRIBUCION</b>
Soricidae	<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña	Pr***	Endémica
Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo rabo liso norteño	P**	No endémica
Leporidae	<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo		
	<i>Lepus colifornicus</i>	Liebre		
Sciuridae	<i>Sciurus alleni</i> <i>Spermophilus mexicanus</i> <b>Tamias dorsalis</b>	Ardillas		
Heteromyidae	<i>Dipodomys nelsonii</i>	Ratón espinoso de Nelson	Pr***	Endémica
Canidae	<i>Canis letrans</i>	Coyote		
	<i>Vulpes velox</i>	Zorra norteña del desierto	A*	No endémica
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		
Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Tejón		
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		

Mustelidae	<i>Conepatus mesoleucos</i>	Zorrillo espalda blanca		
	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo		
Filidae Cervidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés		
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		
<b>AVES</b>				
Falconidae	<i>Falco mexicanus</i>	Halcón mexicano	A*	No endémica
	<i>Mephitis macroura</i>	Halcón de las praderas	Pr***	No endémica
Accipitridae	<b>Aquila chrysaetos</b>	Águila real	A*	No endémica
Columbidae	<b>Zenaida macroura</b>	Paloma huilota		
	<b>Columba fasciata</b>	Paloma de collar de La Laguna	Pr***	Endémica
<b>REPTILES</b>				
Cheloniidae	<i>Gopherus polyphemus</i> var. <i>berlandieri</i>	Tortuga casquillo del desierto		
Phrynosonotidae	<i>Sceloporus ornatus</i>	Lagartija escamosa adornada	Pr***	Endémica
Viperidae	<i>Crotalus sp.</i>	Víbora de cascabel	Pr***	No endémica
	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirriónera común	A*	No endémica
Elapidae	<i>Micrurus diastema</i> var. <i>Affinis</i>	Coralillo variable	Pr***	Endémica
<b>ANFIBIOS</b>				
Bufo	<b>Bufo valliceps</b> <i>Bufo punctatus</i>	Sapos		

\*A: Amenazada, \*\* P: Peligro de Extinción, \*\*\*Pr: Sujeta a protección especial

### **Fauna cinegética**

El municipio de Ramos Arizpe se localiza dentro de la región cinegética RC1, en la cual se realiza cacería de especies de aves como paloma, codorniz, faisán; pequeños mamíferos como: conejo, coyote, liebre, mapache, tlacuache, ardilla, y otros mamíferos limitados (venado cola blanca, gato montés, puma).

En el municipio no existen áreas vedadas para la cacería, sin embargo, en la zona por donde atravesará la carretera, no se practica la cacería por los pobladores sino a pequeña escala domestica, básicamente de conejos, liebres y pequeñas aves; en los valles que atravesará la carretera, únicamente se observaran raramente en las sierras.

### **Especies de valor comercial**

En realidad las especies con valor comercial en la zona son especies de fauna doméstica y pecuaria (bovinos, porcinos, caprinos, equinos, aves de corral) principalmente. Sin embargo, se comercializa de manera esporádica con víbora de cascabel, faisán, codorniz, tarántulas, algunas aves canoras y de ornato así como con ciertas aves de presa diurnas.

### **Especies amenazadas o en peligro de extinción**

Las especies con alguna categoría de riesgo de la zona de estudio son, la zorra norteña, además se encuentran en situación crítica la tortuga del desierto y el halcón peregrino (cuadro 4).

### **3.1.3 Medio Socioeconómico**

#### **A. Población**

El municipio de Ramos Arizpe, según el conteo INEGI 2000, tiene una población total 39,853 habitantes, lo cual representa una tasa media de crecimiento anual (1990-2000) 3.5 %; de los cuales 50.9% son hombres, menores de 15 años 33.6 % y de 15 a 64 años 60.2 %.

El nivel de bienestar de las poblaciones cercanas en el Área de interés es medio bajo, considerando que su cercanía a la ciudad de Ramos Arizpe y sus parques industriales les permite contar con casi todos los servicios, sin embargo, el desarrollo de estas comunidades no es acorde al desarrollo regional, esto se debe a la migración de la población mejor preparada, quedando en la comunidad las personas con menor nivel educativo y por lo tanto con menores oportunidades de desarrollo (Anónimo, 2002).

#### **B. Servicios**

##### **1. Medios de comunicación**

El municipio de Ramos Arizpe tiene una red carretera de 584 km de longitud, de los cuales, 149 km son principalmente pavimentadas, 51 km de

secundarias pavimentadas, 30 km de caminos rurales vecinales pavimentadas y 354 km de caminos de terrecería revestidos vecinales o rurales.

También tiene una red ferroviaria que atraviesa en las proximidades de la obra proyectada, la cual transporta principalmente productos industriales, minerales, agrícolas, petróleo y sus derivados y da servicio de 2ª para pasajeros. Actualmente, éste es el medio de transporte que utilizan gran cantidad de los pobladores de diversos puntos de la zona para acudir a la cabecera municipal. Además cuenta con un aeropuerto internacional, el cual es prácticamente el aeropuerto de la capital del estado.

Igualmente cuenta con una oficina de red telegráfica con una administración; Asimismo, existen servicios de televisión por cable y también se observan canales de televisión, los mismos que en Saltillo. Finalmente, el servicio postal del municipio presenta 23 oficinas, una administración, tres agencias, 16 expendios y tres instituciones públicas.

## **2. Medios de transporte**

Los medios de transporte con que cuenta el municipio de Ramos Arizpe son fundamentalmente, en la zona urbana, vehículos automotores varios autobuses, camiones de carga, coches particulares. En el medio rural, principalmente el ferrocarril y el caballo.

## **3. Servicios públicos**

Los servicios publicas del ayuntamiento de Ramos Arizpe, en su zona urbana son principalmente red de agua potable, servicio de energía eléctrica, cinco plantas de tratamiento de aguas residuales particulares. En la zona rural, carece de muchos servicios, como son: agua potable entubada, drenaje y alcantarillado, recolección de basura, plantas de tratamiento de aguas residuales, telegrafía.

#### **4. Centros educativos**

Existen diversos centros educativos en el ayuntamiento de Ramos Arizpe, desde el nivel inicial, preescolar, primaria, capacitación para el trabajo, secundaria y bachillerato; para el nivel profesional deben de acudir a la cercana capital del estado, Saltillo, o bien desplazarse a otras ciudades.

#### **5. Centros de Salud**

En el municipio las unidades que dan atención a la Salud son: La Secretaria de Salud, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y en el medio rural presta sus servicios la Secretaria de Salud.

#### **C. Actividades del Sector Primario.**

Las actividades agropecuarias poco desarrolladas en las comunidades localizadas dentro del área de interés, debido principalmente a las bajas precipitaciones registradas en la región, además de la insuficiencia de



maquinaria, equipo y tecnología apropiada para el óptimo desarrollo de éste tipo de actividades. Excepto el rancho el Pedregal, donde cuentan con sistemas de irrigación por aspersión y algunos tractores agrícolas, sin embargo no son atravesados por la autopista. En forma general, los centros poblacionales localizados dentro del área se caracterizan por no depender en forma significativa de las actividades pecuarias enfocada a la cría y explotación de ganado bovino y caprino, puesto que éstas se desarrollan solo a nivel familiar, para la comercialización y consumo de los productos derivados de estas actividades, mismas que se realizan en un sistema de producción extensivo, de libre pastoreo, sin aplicar ningún tipo de infraestructura para eficientar los sistemas productivos.

A consecuencia de lo anterior, los pobladores del área han adoptado como actividad complementaria la producción de fibras y ceras, mediante la recolección y aprovechamiento de productos forestales no maderables, como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y la candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*), de las cuales obtienen ingresos económicos extras que coadyuvan el mejoramiento de su calidad de vida. Sin embargo, estas actividades extractivas no cuentan con un control estricto de los aprovechamientos, y se han realizado en forma intensiva, siendo este en parte el origen y la causa de la reducción y pérdida de las poblaciones vegetales, así como del detrimento de las propiedades físicas y químicas del suelo (Anónimo, 2002)

## **3.2 Metodología**

### **A. Trabajo Realizado en Campo**

1. Se realizaron visitas preliminares al área de estudio con el objetivo de ubicar las áreas seleccionadas, siendo:

La primera es el tramo Ojo Caliente-Santa Cruz de la carretera Saltillo-Monclova, específicamente del subtramo Km. 00 a Km. 34 con origen en Ojo Caliente, Coahuila,

La segunda es La Muralla, que corresponde al tramo de la carretera Federal No. 57, misma que en la parte media de los 217 km que enlazan Saltillo con Monclava, Coahuila, cruza la Sierra La Gavia.

2. Con la finalidad de obtener una caracterización ambiental, se realizaron muestreos cualitativos a través de transectos sobre áreas con vegetación natural ubicadas en superficies adyacentes a las vías de comunicación con la finalidad de estudiar el entorno donde se construyeron las autopistas.

3. En la ultima visita se valoraron subjetivamente los impactos ambientales ocasionados por la obra, además del impacto ocasionado por actividades antropogénicas

### **B. Análisis de la Información**

Se determinó evaluar el estudio con dos diferentes técnicas de evaluación, las cuales interrelacionan entre si, ya que la primera realiza una identificación general, de los impactos esperados con la implementación del proyecto (técnica

de listado simple), y la segunda evalúa las posibles interacciones de las acciones del estudio con respecto a los diferentes factores ambientales (Matriz de Leopold, 1971).

### 1. Selección de técnicas de análisis de impacto ambiental.

*Fue indispensable conocer todas las actividades que se realizaron en cada una de las etapas del proyecto, el estado actual de las condiciones físicas y biológicas del sitio, las restricciones ambientales de la zona y la vinculación con los planes de desarrollo nacional y estatal con respecto al uso del suelo del sitio de la obra, para tener los elementos necesarios con el fin de seleccionar las técnicas de identificación de impacto ambiental más adecuadas para este proyecto. Es importante mencionar que se utilizó la técnica de listado simple para la elaboración de la matriz de identificación de impactos ambientales. A continuación, se describen cada una de las técnicas utilizadas:*

### 2. Técnica de listado simple.

El argumento para utilizar la técnica de identificación, se basa en que dichas listas se elaboran de acuerdo a la experiencia y con un criterio interdisciplinario del equipo humano de trabajo que interviene en el proyecto, esto es, el grupo de especialistas analizan e identifican las acciones del proyecto que causarán impactos positivos e impactos negativos dentro de cada etapa de la obra. De la misma manera se determinan los factores ambientales susceptibles de ser modificados. El desarrollo del cuadro 5 correspondiente a los factores ambientales se realizó de la siguiente manera:

- En la primer columna se ponen los Factores Ambientales que los especialistas en el área determinan que puedan ser modificados.
- En la segunda columna se colocan algunos de los componentes de cada uno de los factores arriba seleccionados.
- En la tercer y cuarta columna, cada uno de los especialistas en el área evalúa si los componentes ambientales son o no afectados.
- Por último, se hace una breve discusión de la tabla.

Es importante señalar que las acciones de la obra y los factores ambientales identificados por la técnica, así como cada uno de sus componentes lo cuales son importantes para elaborar la matriz de interacción proyecto–ambiente para la identificación de los impactos ambientales (cuadro 5) en la cual se interaccionan las actividades del proyecto con los componentes ambientales y a partir de esta, se realiza la matriz de valoración de impactos donde se asignan valores cualitativos a los impactos ambientales identificados.

1a. Matriz de Interacción Proyecto–Ambiente (Leopold, 1971).

Para la valoración de los impactos ambientales que la obra causará al ambiente, se seleccionó la metodología conocida como Matriz de Leopold (1971), modificada para las características particulares del presente estudio. Para la elaboración de la correspondiente matriz, se tomaron en consideración los resultados obtenidos con la Técnica de Listado Simple anteriormente descrita, es importante señalar que para la elaboración de dicha matriz,

primeramente se realizó la matriz de identificación de los impactos ambientales, en la cual se interactúan las acciones del proyecto y los componentes ambientales para después realizar la valoración de los impactos de mayor significancia en la matriz de valoración de impactos.

El utilizar una matriz de interacción proyecto - ambiente, obedece principalmente a la facilidad que se tiene para manejar un número elevado de acciones de la obra, con respecto a los diferentes componentes ambientales del sitio del proyecto. Así, es posible identificar y evaluar adecuadamente las interacciones resultantes, y así poder determinar los impactos ambientales más significativos.

#### 1b. Criterios de evaluación y descripción de la técnica

La técnica para la elaboración de la matriz de identificación de impactos consiste en interrelacionar las acciones de la obra que pueden ocasionar impacto al ambiente (columnas), con los diferentes factores ambientales que pueden sufrir alguna alteración (renglones). Posteriormente, se califican cada una de las interacciones en la matriz de valoración de impactos ambientales, de acuerdo a los siguientes seis criterios: carácter del impacto, duración de la acción, reversibilidad del impacto, magnitud del efecto e importancia del factor afectado, por último, se evalúa el impacto identificado.

Los criterios de evaluación se describen a continuación:

a). **Carácter del impacto.** Se analiza si la acción del proyecto deteriora o mejora las características del componente ambiental, esto es, si el impacto es:

- **Benéfico** ( + )
- **Adverso** ( - )

b). **Duración de la acción.** Se considera a la permanencia del impacto con relación a la actividad que lo genera, en función de este criterio se tienen los siguientes parámetros:

- **Temporal.**- El efecto del impacto dura el mismo periodo de tiempo que la actividad que lo genera.
- **Prolongado.**- El efecto del impacto dura más tiempo que la actividad que lo genera, de uno hasta cinco años.
- **Permanente.**- El efecto del impacto permanece en el componente ambiental afectado por un tiempo mayor de cinco años.

c). **Reversibilidad del impacto.** Se evalúa si al cesar la acción del proyecto, el efecto permanece o si el factor ambiental afectado regresa a sus condiciones originales. En función de este criterio los impactos se consideran:

- **Reversible a corto plazo.**- Cuando las condiciones del componente ambiental se restablecen en un período menor a un año.
- **Reversible a largo plazo.**- Cuando las condiciones del componente ambiental se restablecen en un período mayor a un año.
- **Irreversible.**- Cuando el componente ambiental no recupera sus características originales aún y con la intervención del hombre.

d). **Magnitud del efecto:** Establece el área que puede resultar afectada por el

efecto del impacto y de acuerdo al alcance el impacto puede ser:

- **Local.**- El efecto se presenta sobre el área donde ocurre la acción que lo genera.
- **Regional.**- El efecto se presenta a más de 5 km del punto donde ocurre la acción que lo genera.

e). Importancia del factor afectado. Se determina por las condiciones actuales del factor ambiental afectado (calidad, abundancia, valor económico, entre otros.) así como por la magnitud de las obras del proyecto. Se asignan los siguientes valores:

<b>No significativo</b>	( 1 )
<b>Poco significativo</b>	( 2 )
<b>Significativo</b>	( 3 )
<b>Muy significativo</b>	( 4 )
<b>Altamente significativo</b>	( 5 )

Para la evaluación de los impactos ambientales mediante esta técnica, se procedió de la siguiente manera:

- En los renglones de la matriz de identificación de impactos, se colocaron los componentes ambientales de cada factor ambiental, susceptible de ser alterado, los cuales se tomaron de la Técnica de Listado Simple.
- En las columnas se colocaron las acciones de la obra por etapa que fueron identificadas en la Técnica de Listado Simple, como posibles generadoras de impactos ambientales.
- Posteriormente se realizó su interacción, es decir se indicó si con la

actividad se causan impactos hacia el componente, asimismo no se indica si este es adverso o benéfico.

- En la matriz de valoración de los impactos se calificaron solamente los impactos más importantes a juicio de los especialistas, procediéndose de la siguiente manera, primeramente en cada casilla se colocó un signo negativo (-) al impacto adverso, y un signo positivo (+) al impacto benéfico.
- Para indicar la duración del impacto se utilizaron tres colores, el verde para los Impactos temporales, el amarillo para los prolongados y el rojo para los permanentes o acumulativos.
- Para indicar la reversibilidad del impacto se utilizan líneas en las casillas, las líneas horizontales indican un impacto reversible a corto plazo, las verticales a largo plazo y las diagonales un impacto irreversible.
- Las casillas resaltadas demuestran que es un impacto regional, las que no lo están, indican que el impacto es puntual o local.
- Para indicar la importancia del factor afectado, se utilizó la numeración anteriormente descrita.
- Se realizó una descripción de los impactos considerados como medianamente significativos y significativos, a excepción de los ocasionados hacia la abundancia de la flora que aunque son despreciables, debido al daño



que será ocasionado sobre las áreas verdes presentes en la terminal, a juicio de los especialistas en la elaboración de este proyecto, resulta importante realizar su descripción, en la cual se elaboró un texto explicativo de dichos impactos ambientales, en este apartado se proporciona información sobre su duración, reversibilidad, magnitud e importancia de tales impactos analizados.

- Por último, se determinaron las medidas de prevención, mitigación y/o compensación para cada uno de los impactos ambientales analizados.

## IV. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Resultados de la Aplicación de las Técnicas de Evaluación de Impacto Ambiental.

#### A. Técnica de Listado Simple

En el cuadro 5 se observan los factores ambientales y sus componentes específicos susceptibles de haber sido afectados durante la implementación del proyecto. Se identificaron 8 factores ambientales susceptibles de ser modificados adversa o benéficamente y se determinó que 19 componentes serán modificados por las acciones de la obra, ya sea en forma adversa o benéfica.

**Cuadro 5. Listado simple de los factores ambientales y sus componentes**

FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE	AFECTACIÓN	
		SI	NO
AIRE	Calidad del aire	X	
	Visibilidad	X	
	Niveles de ruido	X	
GEOMORFOLOGÍA	Modificación del relieve	X	
SUELO	Características físico químicas	X	
	Erosión	X	
AGUA	Calidad del agua	X	
	Infiltración	X	
	Patrón de drenaje	X	
FLORA	Abundancia	X	
	Diversidad	X	
	Especies listadas en la NOM-059-ECOL-2001	X	

FAUNA	Abundancia	X	
	Diversidad	X	
	Especies listadas en la NOM-059-ECOL-2001		
PAISAJE	Escenario ambiental	X	
ASPECTOS SOCIECONOMICOS	Empleo y calidad de vida	X	
	Riesgos a la salud de los trabajadores	X	
	Economía local	X	

## Cuadro 6. Acciones incluidas dentro de cada una de las obras del proyecto

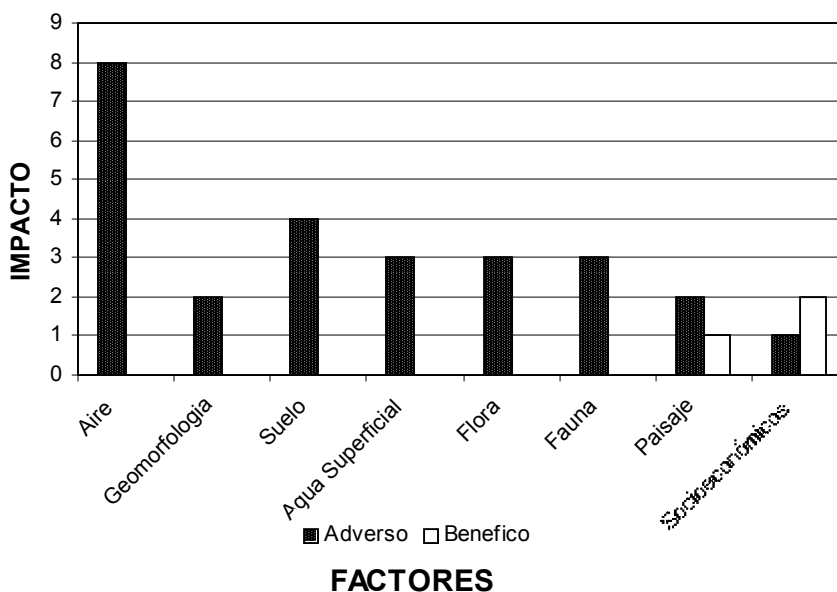
ETAPAS	ACTIVIDADES
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	Contratación de personal
	Trazo y nivelación de la carretera
	Uso de vehículos, equipo y maquinaria pesada
	Desmonte y despalme de la vegetación
	Cortes y rellenos (nivelación)
	Compactación del terreno
	Generación de residuos
	Recubrimiento e impermeabilización
	Señalización y accesorios
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento de la carpeta
	Requerimiento de la carpeta
	Generación de residuos
	Niveles de ruido

En el cuadro 7 se muestra la matriz de interacción proyecto-ambiente en la matriz de Leopold se identificaron un total de 228 interacciones probables, de las cuales 38 resultaron como impactos posibles. (14 %) resultaron positivos y 33 que representa un 86 % del total son calificados como negativos.

**Cuadro 7. Matriz modificada de valoración de impactos ambientales (Leopold, 1971).**

Durante la etapa de preparación y construcción (figura 3) los factores que serán más directamente afectados son aire, suelo, flora, fauna, la magnitud de tales impactos es significativa.

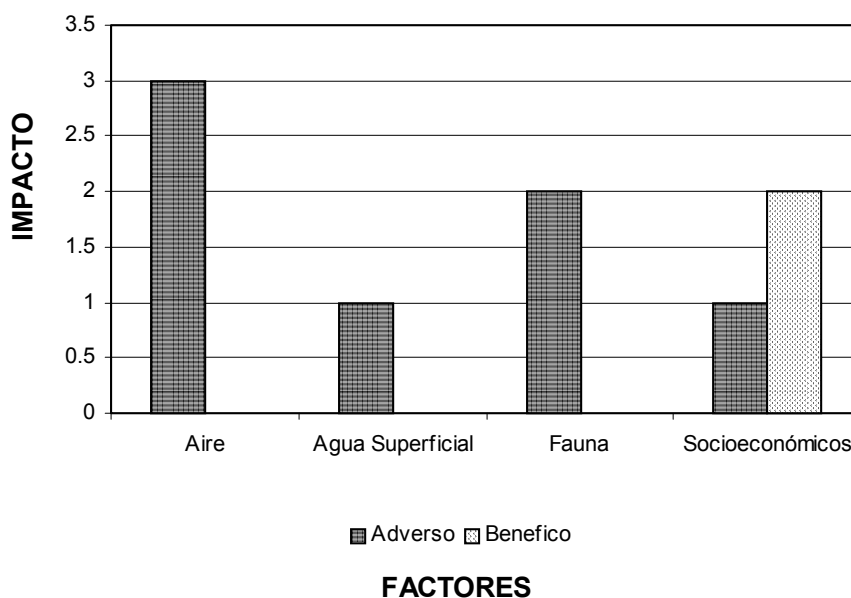
**Figura 3. Factores del proyecto en la etapa de preparación y construcción.**



En tanto que la etapa de Operación y Mantenimiento (figura 4) los factores más afectados son: aire, fauna, la magnitud de estos impactos es permanente y significativa. Las acciones causantes que surgieron en esta etapa son generación de residuos y de manera benéfica en mantenimiento de la carpeta porque se ocasionó una derrama económica a nivel local debido al suministro de los materiales y equipo requeridos para su mantenimiento. La generación de empleos durante todas las etapas del

**proyecto, permitió elevar la calidad y estilo de vida de algunos habitantes a nivel local.**

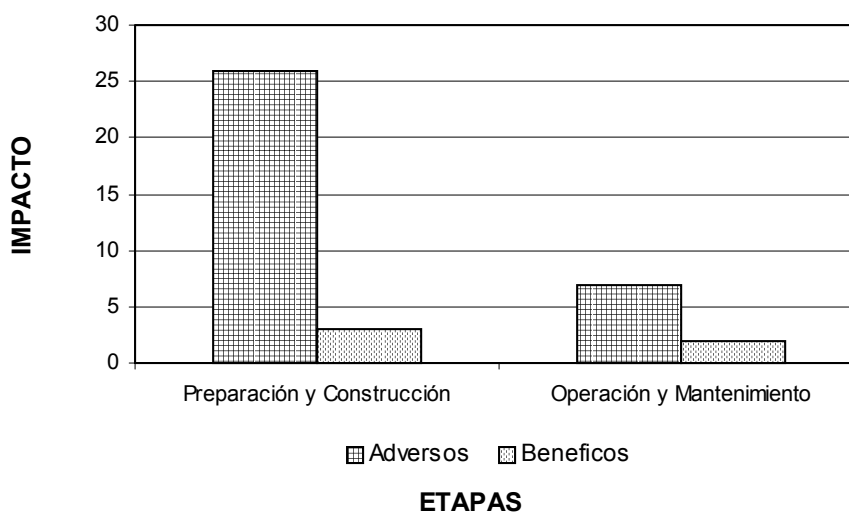
Figura 4. Factores del proyecto en la etapa de operación y mantenimiento.



En la etapa de preparación y construcción que es donde se ocasionó la mayoría de los impactos (26) sobre los factores ambientales, representando un 67.75% del total. Los impactos adversos ocasionados en esta etapa son calificados en su mayoría con una duración temporal y de una importancia significativa y poco significativa. Los impactos temporales ocasionados (13) representan un 33.89% del total de impactos adversos generados en esta etapa, los cuales desaparecieron inmediatamente después del cese de las acciones que los ocasionaron. (figura 4). Sin embargo, en la etapa de operación y mantenimiento se representó un menor número de impactos adversos (7) sobre los factores ambientales, ocupando un 18.2%, estos impactos son

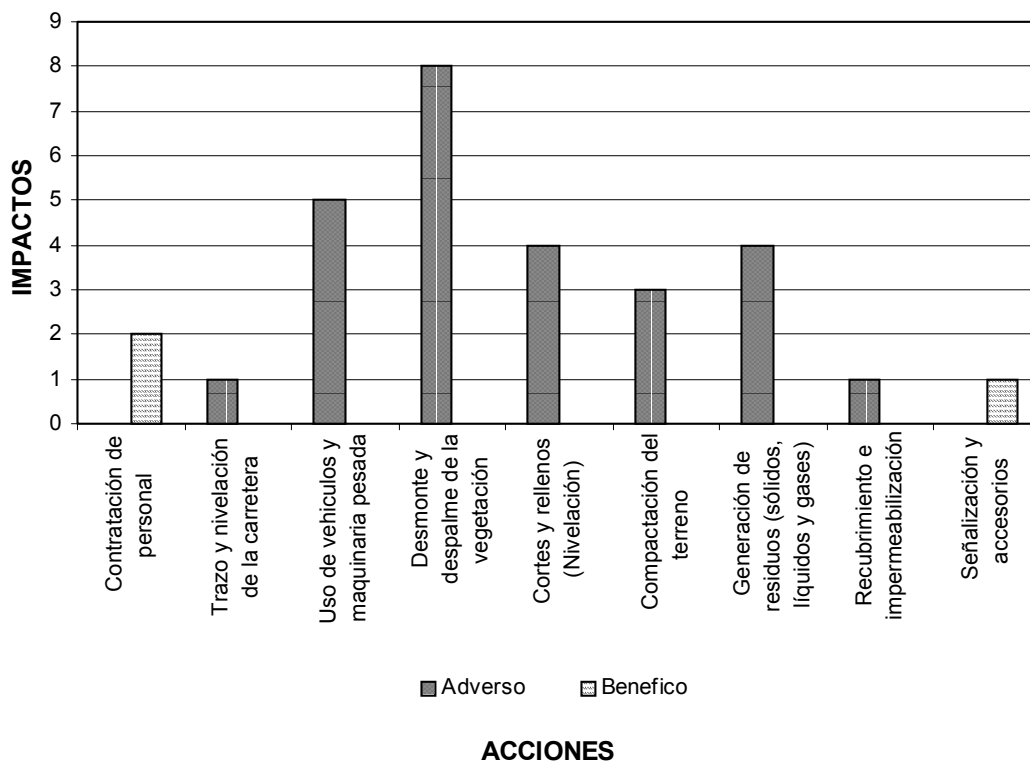
evaluados en su mayoría con una duración permanente y de importancia significativa (5) representan 13%. Con respecto a los impactos benéficos (2) manifiesta 5.6 por ciento son considerados temporales y de poca significancia. Las acciones causantes de un mayor número de impactos negativos ocurrieron especialmente en la etapa de preparación del sitio y construcción (figura 5), siendo de estas el desmonte y despalme de la vegetación (20.84%), uso de vehículos y maquinaria pesada (13.02%), cortes y rellenos además de generación de residuos (10.42%),

**Figura 5. Etapas que involucra la implementación de las carreteras.**



Las acciones causantes en esta etapa del proyecto (Figura 6) serán desmonte y despalme (ocho) ocupando 20.84%; uso de vehículos y maquinaria pesada (cinco) siendo el 13.02% impactos adversos,

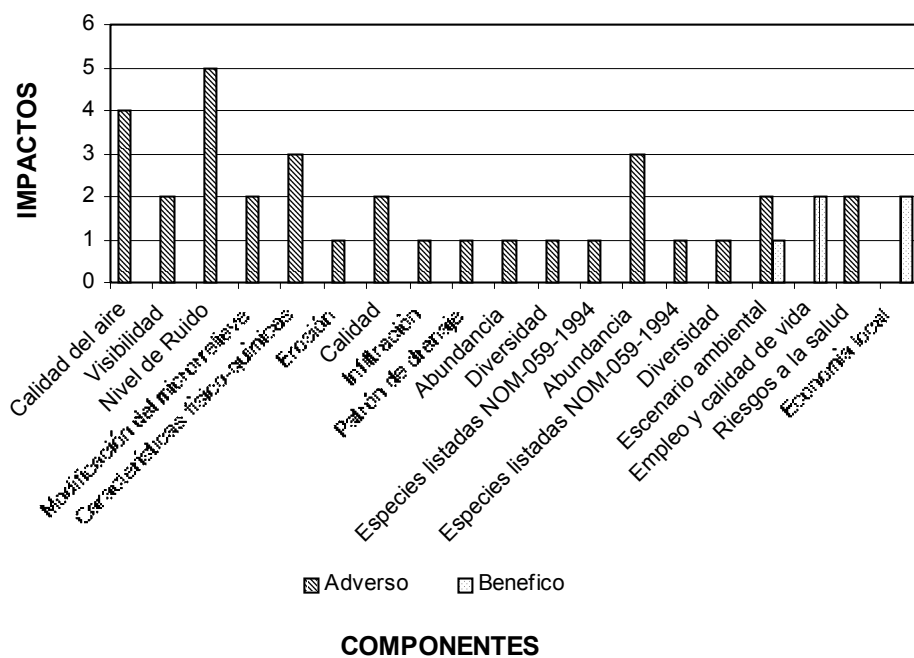
Figura 6. Acciones del proyecto en la etapa de preparación y construcción.



Los componentes que mas afectados en la figura 7 son el nivel de ruido; calidad del aire, características físico-químicas; y abundancia (Fauna); estos se consideran temporales ya que al cese de las acciones estos se consideran nulos.



**Figura 7. Componentes en las diferentes etapas del proyecto.**



Por último, el análisis de los resultados producto de la evaluación conjunta de las técnicas aplicadas arrojaron en su mayoría impactos adversos (33), y 14 (36.48%) serán permanentes e irreversibles pero considerando la magnitud del proyecto estos serán de baja significancia 5 (13.03%) impactos prolongados y reversibles a largo plazo, 14 (36.48%) se consideran temporales, reversibles a corto plazo, y de baja significancia.

A continuación se presentan diferentes fichas que describen (cuadro 7) los impactos (afectación) causados en las diferentes etapas del proyecto.

## 1. Etapa de Preparación del Sitio y Construcción

Ficha 1

Factor: **Aire**

<b>Componente:</b> Calidad del aire, Visibilidad
<b>Acciones del proyecto:</b> Uso de vehículos y maquinaria pesada; Generación de residuos
<b>Impacto (afectación):</b> La atmósfera fue contaminada con gases producto de la combustión de varios hidrocarburos y la cantidad de partículas que se generaron por funcionamiento de las maquinas y vehículos que transitaron por el camino. Los productos contaminantes que se produjeron son: NO <sub>x</sub> , HC, CO y SO <sub>2</sub> . Estos gases y partículas pudieron causar daños a la fauna silvestre, vegetación aledaña y trabajadores de la obra.
<b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-)
<b>Duración de la acción:</b> Temporal.
<b>Reversibilidad del impacto:</b> Reversible en corto plazo
<b>Magnitud del efecto:</b> Local.
<b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo

Ficha 2

### **Factor: Aire**

<b>Componente:</b> Visibilidad, Nivel de ruido
<b>Acciones del proyecto:</b> Uso de vehículos y maquinaria pesada; Cortes, Rellenos (nivelación); Compactación del terreno; Recubrimiento e impermeabilización.
<b>Impacto (afectación):</b> Los niveles de ruido continuo generados por la maquinaria y equipo (aplanadora, barredora, camiones, compresores, texturizadora, entre otros) fueron un factor de afectación directa a la salud de los trabajadores provocando daños principalmente a nivel auditivo. Así mismo los ruidos a los que no están acostumbrados los animales silvestres, probablemente ocasionaron que la fauna del sitio del proyecto se dirigiera a otros sitios donde no sean perturbados, provocando así un desplazamiento de sus sitios normales de distribución.
Las etapas de preparación del sitio y construcción se consideró como una fuente de ruido intermitente, provocado principalmente por la operación de vehículos de transporte, maquinaria pesada y equipo, así como por los movimientos de carga y descarga de material sobrante.

<p><b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-).</p> <p><b>Duración de la acción:</b> Temporal.</p> <p><b>Reversibilidad del impacto:</b> Reversible a corto plazo.</p> <p><b>Magnitud del efecto:</b> Local.</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Poco significativo</p>
---

## Ficha 3

Factor: **Geomorfología**

<b>Componente:</b> Modificación del microrelieve
<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y despalme de la vegetación; Cortes y Rellenos (nivelación)
<b>Impacto (afectación):</b> Se ocasiono una afectación en el relieve original de la zona, ya que hubo una limpieza de terraplén de 6000 m <sup>3</sup> y en excavaciones material A (12,000 m <sup>3</sup> ) y en material C (3,100 m <sup>3</sup> ) debido a los grandes movimientos de tierra que se modificaron, el área de desmonte y despalme fue de 2, 038, 000 m <sup>2</sup> y que ya no volvió a su forma original.
<p><b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-)</p> <p><b>Duración de la acción:</b> Permanente</p> <p><b>Reversibilidad del impacto:</b> Irreversible</p> <p><b>Magnitud del efecto:</b> Puntual.</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo</p>

## Ficha 4

Factor: **Suelo**

<b>Componente:</b> <b>Características físico-químicas; Erosión</b>
<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y despalme de la vegetación, Cortes y Rellenos (nivelación); Compactación del terreno.
<b>Impacto (afectación):</b> La construcción de la obra que se llevó a cabo, prácticamente se tuvo que quitar toda la capa vegetal 6000 m <sup>3</sup> y parte del suelo que lo subyace de esta superficie material A (12 000 m <sup>3</sup> ) y material C (3 100 m <sup>3</sup> ). El suelo del sitio de la obra fue un factor ambiental que más directa y visiblemente fue afectado por las acciones del proyecto arriba mencionadas, alterando directa e inmediatamente las características físico-químicas. De igual manera, la acumulación, compactación del terreno natural al 90% (7,600 m <sup>3</sup> ).
<p><b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-).</p> <p><b>Duración de la acción:</b> Permanente.</p> <p><b>Reversibilidad del impacto:</b> Irreversible.</p> <p><b>Magnitud del efecto:</b> Puntual</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo</p>

## Ficha 5

Factor: **Suelo**

<b>Componente:</b> Características físico-químicas
<b>Acciones del proyecto:</b> Generación de residuos
<b>Impacto (afectación):</b> Durante la ejecución de la obra se generaron residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Entre los primeros están los materiales pétreos propios de la construcción, que en su forma natural son extendidos y compactados para formar terracerías. Sin embargo, no todo el material es aprovechado y parte quedó en el derecho de vía, partículas pequeñas de estos materiales pudieron ser arrastrados, principalmente por el agua de lluvia y en menor porción, por agua de arroyos o ríos a cuyos cauces lleven dichas partículas. Aproximadamente se esperó una generación diaria de 20 litros de aguas residuales en diferentes sitios, subproducto de actividades de limpieza y consumo humano. En cuanto a la generación de gases contaminantes, estos fueron provenientes de la combustión de hidrocarburos por parte del equipo y maquinaria, la emisión se estimó un valor máximo de 0.02 toneladas diarias.
<b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-). <b>Duración de la acción:</b> Prolongado <b>Reversibilidad del impacto:</b> Reversible a largo plazo <b>Magnitud del efecto:</b> Puntual  <b>Importancia del factor afectado: Poco significativo</b>

## Ficha 6

Factor: **Agua superficial**

<b>Componente:</b> Calidad, Infiltración, Patrón de drenaje
<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y despalle de la vegetación, Compactación del terreno, Generación de residuos.
<b>Impacto (afectación):</b> En el sitio del proyecto las obras de desmonte, despalle y generación de residuos pudieron coincidir con épocas de lluvias, por lo que en los procesos de erosión por el agua de lluvia y acarreo de residuos de sólidos y líquidos afectando la calidad del agua de escurrimiento. La modificación del patrón de escurrimientos se dio durante el tiempo que permaneció el suelo descubierto de la vegetación, por lo que si no se realizaron las obras de ingeniería necesarias se alteró la hidrología de la zona, creando nuevos cursos del agua pluvial.
<b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-) <b>Duración de la acción:</b> Prolongado. <b>Reversibilidad del impacto:</b> Reversible en largo plazo <b>Magnitud del efecto:</b> Local. <b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo

Ficha 7

**Factor: Flora**

<b>Componente:</b> Abundancia
<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y Despalme de la vegetación
<b>Impacto (afectación):</b> La principal afectación fue la destrucción del hábitat en las zonas de desmonte y despalme del derecho de vía adquirido por la carretera, lo que ocasionó la pérdida de diversas plantas.
<b>Carácter del impacto:</b> Efectos negativos
<b>Duración de la acción:</b> Permanente
<b>Reversibilidad del impacto: Irreversible</b>
<b>Magnitud del efecto:</b> Carácter puntual.
<b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo

Ficha 8

Factor: **Flora**

<b>Componente:</b> Diversidad Especies listadas en la NOM-059-2001
<b>Acciones del proyecto:</b> Uso de vehículos, equipo y maquinaria pesada
<b>Impacto (afectación):</b> Se ocasiono la perdida de algunas especies listadas en la NOM-059-ECOL-2001, asimismo, también se generaron daños a los seres vivos debido a los diversos contaminantes que se generaron por el funcionamiento de motores, por ruido, gases de los escapes, derrames de lubricantes y combustibles por los vehículos motorizados.
<b>Carácter del impacto:</b> Efectos negativos
<b>Duración de la acción:</b> Temporal
<b>Reversibilidad del impacto:</b> Reversible a corto plazo
<b>Magnitud del efecto:</b> Carácter puntual.
<b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo

Ficha 9

Factor: **Fauna**

<b>Componente:</b> Abundancia
<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y Despalme de la vegetación
<b>Impacto (afectación):</b> Los impactos causados en la etapa de preparación del sitio y construcción, básicamente fue la destrucción del hábitat en zona de desmonte y despalme del derecho de vía, lo que ocasiono pérdida de animales y microorganismos.
<b>Carácter del impacto:</b> Adverso
<b>Duración de la acción:</b> Permanente.

<p><b>Reversibilidad del impacto:</b> Es irreversible hasta que se construyan corredores de desplazamiento subterráneos.</p> <p><b>Magnitud del efecto:</b> Local</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo</p>
--

## Ficha 10

Factor: **Fauna**

<b>Componente:</b> Especies listadas en la NOM-059-2001
<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y despalde de la vegetación
<b>Impacto (afectación):</b> Se ocasiono la perdida de algunas especies listadas en la NOM-059-ECOL-2001, asimismo, también se generaron daños a los seres vivos debido a los diversos contaminantes que se generaron por el funcionamiento de motores, por ruido, gases de los escapes, derrames de lubricantes y combustibles por los vehículos motorizados.
<p><b>Carácter del impacto:</b> Adverso</p> <p><b>Duración de la acción:</b> Temporal.</p> <p><b>Reversibilidad del impacto:</b> Reversible a corto plazo</p> <p><b>Magnitud del efecto:</b> Local</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo</p>

## Ficha 11

Factor: **Paisaje**

<b>Componente:</b> Escenario Ambiental
<b>Acciones del proyecto:</b> Trazo y nivelación de la carretera, desmonte y despalde de la vegetación
<b>Impacto (afectación):</b> Las cualidades estéticas del paisaje de la zona se afectaron ya que tuvo que dar un cambio radical cuando se procedió a hacer el desmonte y despalde, ya que no volvió a su forma original.
<p><b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-)</p> <p><b>Duración de la acción:</b> Permanente</p> <p><b>Reversibilidad del impacto:</b> Irreversible</p> <p><b>Magnitud del efecto:</b> Local</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo</p>

## Ficha 12

Factor: **Paisaje**

<b>Componente:</b> Escenario Ambiental
<b>Acciones del proyecto:</b> Señalización y accesorios
<b>Impacto (afectación):</b> Las cualidades estéticas del paisaje de la zona se verían beneficiadas por las acciones arriba mencionadas. Ya que la señalización adecuada permitirá tener una mejor visibilidad y evitar accidentes. En cuanto a los accesorios que se debieron implementar a los usuarios les beneficiaría por que se crearía en ellos una cultura ambiental.
<b>Carácter del impacto:</b> Benéfico (+) <b>Duración de la acción:</b> Prolongado <b>Reversibilidad del impacto:</b> Reversible a largo plazo <b>Magnitud del efecto:</b> Local <b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo

## Ficha 13

Factor: **Socioeconómico**

<b>Componente:</b> Empleo y calidad de vida; Economía local.
<b>Acciones del proyecto:</b> Contratación de personal
<b>Impacto (afectación):</b> El impacto que causó por la construcción de la carretera es benéfico, porque demandó personal calificado como no calificado y por lo tanto permitió la creación de fuentes de empleo; para las comunidades cercanas, de igual modo, al haber demanda de bienes y servicios la economía de la zona se vio beneficiada.
<b>Carácter del impacto:</b> Benéfico (+) <b>Duración de la acción:</b> Temporal <b>Magnitud del efecto:</b> Regional <b>Importancia del factor afectado:</b> Poco Significativo

## Ficha 14

Factor: **Socioeconómico**

<b>Componente:</b> Riesgos a la salud
<b>Acciones del proyecto:</b> Generación de residuos
<b>Impacto (afectación):</b> La principal afectación que se dio fue la salud pública por incidencia a infecciones debido a la contaminación generada por los desperdicios orgánicos, molestias en vías respiratorias por la emisión de gases y polvo.
<b>Carácter del impacto:</b> Adverso <b>Duración de la acción:</b> Temporal <b>Magnitud del efecto:</b> Regional <b>Importancia del factor afectado:</b> Poco Significativo

## 2. Etapa de Operación y Mantenimiento

Ficha 15

Factor: **Aire**

<b>Componente:</b> Calidad del aire, Nivel de ruido.
<b>Acciones del proyecto:</b> Mantenimiento de la carpeta; Generación de residuos
<b>Impacto (afectación):</b> Se estimo que al estar en operación la carretera se tendría una circulación de 3000 vehículos diarios, estos vehículos siguen emitiendo gases contaminantes producto de la combustión de diversos combustibles e hidrocarburos. También emiten ruido generado por el funcionamiento de los motores. Además, se generan detritos sólidos producidos por el desgaste de la superficie de rodamiento, las partes de los vehículos y ciertos desperdicios arrojados por los usuarios. El mantenimiento de la carpeta impacta principalmente con la emisión de gases contaminantes producto de la combustión de las maquinas a emplearse en dichas labores, también, los productos usados para el mantenimiento, de no destinarse adecuadamente, generarán residuos contaminantes al ambiente.
<b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-)
<b>Duración de la acción:</b> El impacto es permanente ya que la generación de los contaminantes será duradera debido al flujo de vehículos;
<b>Reversibilidad del impacto:</b> Irreversible ya que están en constante generación partículas y gases causado por los vehículos que transiten por estas vías.
<b>Magnitud del efecto:</b> Local.
<b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo

Ficha 16

Factor: **Agua superficial**

<b>Componente:</b> Calidad
<b>Acciones del proyecto:</b> Generación de residuos
<b>Impacto (afectación):</b> Los impactos a las corrientes de agua y al drenaje superficial de las áreas adyacentes a la carretera son básicamente debido a la acumulación de distintos residuos sólidos y líquidos que son arrojados por los usuarios o desprendidos de los distintos vehículos y sus cargas, y también aquellos resultantes del desgaste de los materiales que conforman la carretera y propios de los vehículos. Dichos residuos de no ser retirados de las cunetas de la carretera y de la zona de derecho de vía, pueden llegar a los cauces a los escurrimientos y obstruir el flujo del agua.
<b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-)
<b>Duración de la acción:</b> Prolongado.
<b>Reversibilidad del impacto:</b> Reversible en largo



<p><b>Magnitud del efecto:</b> Local.</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo</p>
--

Ficha 17

Factor: **Fauna**

<b>Componente:</b> Abundancia
<b>Acciones del proyecto:</b> Generación de residuos y Niveles de ruido
<b>Impacto (afectación):</b> Con el tránsito constante de vehículos, la afectación consiste principalmente en que algunas especies son ahuyentadas de la zona, así como posibles atropellamientos (pequeños mamíferos y reptiles).
<p><b>Carácter del impacto:</b> Adverso (-)</p> <p><b>Duración de la acción:</b> Permanente.</p> <p><b>Reversibilidad del impacto:</b> Irreversible</p> <p><b>Magnitud del efecto:</b> Local.</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Significativo</p>

Ficha 18

Factor: **Socioeconómico**

<b>Componente:</b> Empleo y calidad de vida; Economía local.
<b>Acciones del proyecto:</b> Mantenimiento de la carpeta.
<b>Impacto (afectación):</b> Los impactos a la economía y la sociedad durante la etapa de operación y mantenimiento son fundamentalmente impactos benéficos, pues una vez que concluyó la construcción, el personal que laboró durante las obras, regresó a sus actividades previas, principalmente de orden agropecuario. Por otro lado la carretera creó nuevas fuentes de empleo permanentes para la operación y mantenimiento, también generó bienestar general a la población debido a que constituye una vía moderna de comunicación
<p><b>Carácter del impacto:</b> Benéfico</p> <p><b>Duración de la acción:</b> Temporal</p> <p><b>Magnitud del efecto:</b> Carácter regional</p> <p><b>Importancia del factor afectado:</b> Poco significativo</p>

Ficha 19

Factor: **Socioeconómico**

<b>Componente:</b> Riesgos a la salud
<b>Acciones del proyecto:</b> Generación de residuos
<b>Impacto (afectación):</b> La principal afectación que se da a la salud pública por incidencia a infecciones debido a la contaminación atmosférica, molestias en vías respiratorias por la emisión de gases y polvo.
<p><b>Carácter del impacto:</b> Adverso</p> <p><b>Duración de la acción:</b> Temporal</p>

<b>Magnitud del efecto:</b> Carácter regional <b>Importancia del factor afectado:</b> Poco significativo
---

## 4.2 Diagnostico Ambiental

La zona de influencia de dichas carreteras se caracteriza por ser un área de desarrollo industrial, económico y social, que conecta con ciudades importantes del centro y norte de Coahuila como son Saltillo, Monterrey, Monclava, y Piedras Negras.

La selección del sitio para la construcción y ampliación de dichas carreteras, obedece a factores sociales y económicos que demandan a éstas como parte de la modernización del municipio y a la gran afluencia que tienen los usuarios de la región, nacional y extranjeros, los cuales circulan cotidianamente por la región.

Además generó el bienestar de manera temporal a diversas familias que se vieron beneficiadas con la demanda de bienes y servicios durante su construcción, así como la generación de empleos en el municipio.

El paisaje dominan los sistemas de topoformas de sierras y llanuras bajas, los suelos desarrollados son someros con 10 a 20 cm de profundidad (litosoles), éstos subyacen sobre rocas de tipo caliza, o sobre asociaciones de lutitas y areniscas.

Los tipos de vegetación desarrollados dentro de la superficie de interés y su área de influencia son característicos del Desierto Chihuahuense y en forma general se componen por elementos propios del matorral desértico rosetófilo y micrófilo. Las especies más representativas en este tipo de comunidades son la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), la guapilla (*Hechita texensis*), y el nopal (*Opuntia rastrera*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y hierbas anuales

El matorral desértico rosetófilo se entremezcla con elementos subinermes como el mezquite y la gobernadora (*Larrea tridentata*), ésta última especie es la más dominante en sitios con menor pendiente, donde junto con *Viguiera stenoloba* y *Condalia spathulata* forman parte del matorral desértico micrófilo que se distribuye en las llanuras.

Las especies de cactáceas con los mayores valores de cobertura dentro de esta comunidad son el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) y la pitaya (*Echinocereus stramineus* var. *conglomeratus*). Se localizan algunas especies como el peyote (*Lophophora williamsii*), *Coryphanta palmeri*. Las especies bajo estatus de conservación que se presentan en esta comunidad son *Ferocactus hamatacanthus* y *Thelocactus rinconensis*.

En el Matorral Rosetófilo se presenta una dominancia de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), tal especie presenta los más altos valores de densidad y dominancia, las especies más representativas de esta comunidad son la guapilla china (*Hechtia texensis*) y la sangre de drago (*Jatropha dioica*),

popotillo enano (*Ephedra compacta*), guayule (*Parthenium argentatum*) y mariola (*Parthenium incanum*), en esta comunidad se presentan otros arbustos que sobresalen en el paisaje tales como el maguey cenizo (*Agave scabra*), espadín (*Agave striata*) y sotol (*Dasyllirion cedrosanum*), asociadas frecuentemente con escalerilla (*Viguiera stenoloba*), candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) y gatuño (*Mimosa zygophylla*).

Dentro del área de estudio, se presenta un alta diversidad y abundancia de especies de la familia Cactaceae. Las especies con mayor cobertura dentro de esta comunidad son *Opuntia phaeacantha*, *Echinocereus stramineus* var. *conglomeratus*, mientras que las cactáceas con mayor densidad son *Echinocereus blanckii*, *Mamillaria heyderi* var. *hemisphaerica* y *Thelocactus rinconensis*.

La vegetación ha sido modificada por la presencia de actividades antropogénicas como resultado de las sequías de los últimos 10 años y de las mejores expectativas de vida para los escasos pobladores de la región el sitio se ha ido despoblando paulatinamente ya que las actividades básicas que son la agricultura de temporal y la ganadería extensiva, especialmente el pastoreo de caprinos se han visto seriamente afectados.

El matorral desértico micrófilo y el matorral desértico rosetófilo son las comunidades mas afectadas por dichas actividades. La vegetación predominante consiste de matorrales xerófilos. El numero de especies

endémicas para esta provincia es considerable y su abundancia es favorecida por la diversidad de sustratos geológicos.

En general las comunidades vegetales que caracterizan el área de influencia del proyecto, se encuentran constituidas por arbustos xéricos esparcidos, perennes y elementos herbáceos efímeros, donde las variaciones en las características edáficas y las variaciones topográficas, son las causantes de determinar las diversas asociaciones vegetales dentro de cada una de las comunidades.

A nivel general, la diversidad de especies de fauna silvestre incluye especies de aves como palomas, codorniz, mientras que los pequeños mamíferos son conejo, coyote, liebre, mapache, tlacuache, ardilla. En realidad las especies con valor comercial en la zona son especies de fauna doméstica y pecuaria (bovinos, porcinos, caprinos, equinos, aves de corral).

Los centros poblacionales localizados dentro del área se caracterizan por no depender en forma significativa de las actividades pecuarias enfocada a la cría y explotación de ganado bovino y caprino, puesto que éstas se desarrollan solo a nivel familiar, para la comercialización y consumo de los productos derivados de estas actividades, mismas que se realizan en un sistema de producción extensivo, de libre pastoreo, sin aplicar ningún tipo de infraestructura para eficientar los sistemas productivos.

Debido a la distribución espacial de la vegetación, caracterizada por arbustos esparcidos y escasa cobertura del estrato herbáceo se presenta erosión hídrica del tipo de canalillos. Por otra parte se presenta erosión por el viento debido a la ocurrencia de tolváneras, las que ocurren en la época seca del año.

#### **4.3 RECOMENDACIONES**

**Las recomendaciones son las medidas de mitigación que compensan los impactos causados en las diferentes etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento principalmente están enfocadas a la protección del suelo, aire, vegetación y fauna silvestre para el buen cumplimiento de las normas oficiales mexicanas.**

##### **1. Etapa de Preparación del Sitio y Construcción**

Factor: **Aire**

<b>Componente:</b> Calidad del aire, Visibilidad
<b>Acciones del proyecto:</b> Uso de vehículos y maquinaria pesada; Generación de residuos

**Medidas de mitigación:**

- Minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos y utilización de maquinaria pesada.

- Mantener húmedas las áreas de trabajo para evitar la dispersión de polvos al medio a través de riegos principalmente con aguas tratadas.
- Los camiones de volteo que transporten material terrígeno deberán cubrirse con lonas para evitar la dispersión de partículas.
- En materia de emisiones a la atmósfera ocasionadas por vehículos de combustión interna, estos deberán estar en óptimas condiciones mecánicas para que la emisión de contaminantes se encuentre dentro de los límites máximos permitidos según las normas: NOM-041-ECOL-1999, NOM-042-ECOL-1999, NOM-044-ECOL-1993, NOM-045-ECOL-1996, NOM-077-ECOL-1994, NOM-CCAM-001(005 inclusive)–ECOL-1993 y NOM-CCAT-001 (015 inclusive)–ECOL–1994.

Factor: **Aire**

<b>Componente:</b> Visibilidad; Nivel de ruido
<b>Acciones del proyecto:</b> Uso de vehículos y maquinaria pesada; Cortes y rellenos (nivelación); Compactación del terreno; Recubrimiento e impermeabilización.

**Medidas de mitigación:**

- Los niveles de ruido ocasionados por los vehículos automotores, deberán cumplir con los parámetros establecidos en la NOM-080-ECOL-1994.
- Los horarios de trabajo de la maquinaria y equipo, así como los movimientos de carga y descarga deberán llevarse a cabo en horario diurno.

Factor: **Geomorfología**

<b>Componente:</b> Modificación del microrelieve
<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y despalle de la vegetación; Cortes y Rellenos

(nivelación).
---------------

**Medidas de mitigación:** Es conveniente mencionar que no se deben de eliminar más áreas de las necesarias.

- Con el propósito de evitar alteraciones directas a la geomorfología de la zona en las que se realicen las actividades del proyecto, el contratista ganador deberá efectuar la conformación de los terrenos que hayan sufrido alteraciones a sus condiciones naturales, deberá encausar las escorrentías naturales de la zona.
- El contratista deberá utilizar únicamente los bancos de material autorizados por las autoridades correspondientes de acuerdo a la jurisdicción municipal.
- Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, el contratista deberá realizar la pastización del las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.
- No deberán ejecutarse trabajos fuera de la superficie autorizada, lo anterior con la finalidad de prevenir mayores modificaciones ambientales.

## **Factor: Suelo**

<b>Componente:</b> Características físico-químicas; Erosión
---

<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y despalme de la vegetación, Cortes y Rellenos (nivelación); Compactación del terreno.
---

**Medidas de mitigación:**



- Se recomienda reducir al mínimo la extracción de la cubierta vegetal, programar una buena reforestación y mantenimiento de las plantas. La época de lluvias es la mas adecuada, conviene plantar arbustos y árboles con cuyas raíces se protejan del suelo.
- Para evitar una disminución en la calidad del suelo por las labores de excavación, primero se quitará la capa vegetal (0 a 20 cm) la cual se colocará en sitio diferente al del resto de la excavación. Durante el relleno de la zanja, esta capa será colocada en la parte superficial. La capa vegetal que se coloque al final del relleno no se le deberá aplicar ninguna acción de compactación.
- Mantener una buena cubierta vegetal procurando que el uso de la vegetación local será un elemento importante para la infiltración del agua al subsuelo.
- La cubierta vegetal producto del despalme deberá depositarse en las áreas que vayan a ser destinadas a reforestación, en caso de excedentes de este tipo de material se deberá acordar con las autoridades municipales el destino de este suelo.
- Para evitar las modificaciones a la topografía e hidrodinámica de la zona, el suelo sobrante de las acciones de despalme se utilizará para nivelar aquellas áreas del proyecto que sean factibles.
- El material resultante del desmonte y despalme (en caso de realizarse) no deberá ser depositada en sitios adyacentes sin la autorización por parte

de la autoridad competente y/o previa notificación a la misma, evitando así la modificación al terreno.

Factor: **Suelo**

<b>Componente:</b> Características físico-químicas
<b>Acciones del proyecto:</b> Generación de residuos.

### **Medidas de mitigación**

- No se permitirá la acumulación de ningún tipo de residuo o material fuera del área del proyecto de acuerdo a la NOM-052-ECOL-1993.
- Se prohíbe el vertido de los residuos (aceites, diesel, entre otros) al suelo y estos deberán ser gestionados de acuerdo a lo normativa ambiental aplicable.
- La contaminación producida por derrames de combustibles y residuos deberá ser evitada al manejar en envases tapados y con precaución, en caso de derrames se deberá levantar el terreno contaminado y tratarlo.
- El transito vehicular arrojará contaminantes como: polvo, plomo, zinc, hidrocarburos, se debe de evitar en cada etapa inadecuado manejo de residuos y basura, y manteniendo el medio ambiente lo más limpio de acuerdo a la NOM-077-ECOL-1994.

- La capacitación del personal constituye la seguridad adicional en caso de emergencias o contingencias, como sería el caso del derrame de materiales peligrosos o por las actividades altamente peligrosas.

**Factor: Agua superficial**

<b>Componente:</b> Calidad, Infiltración, Patrón de drenaje.
<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y despalme de la vegetación; Compactación del terreno; Generación de residuos.

**Medidas de mitigación:**

- Los trabajos de desmonte-despalme, relleno, nivelación, compactación y pavimentación se deberán llevar a cabo en el tiempo programado.
- Aplicar el uso eficiente del agua implica varias acciones que en su conjunto, inciden en la disminución de los presupuestos tradicionalmente aplicados al suministro y desalojo de las aguas, aunado a sumarse al esfuerzo nacional de hacer un uso eficiente del agua y dar cumplimiento a la normatividad vigente.
- En caso de generarse residuos sólidos o líquidos que se consideren peligrosos, no se podrán almacenar en el área de construcción o zonas aledañas.
- Evitar la basura en la carretera la cual modificara el patrón natural del agua superficial concentrándose en algunas partes o incrementando la velocidad

del flujo por lo que se requiere un buen drenaje del sitio.

- El agua de la zona o sus fuentes de aguas potable (pozos de agua, corrientes intermitentes, deberán ser protegidos del derrame y descargas de materiales de construcción y otros productos tóxicos que afectarían la calidad de la misma).
- Realizar obras de ingeniería adecuadas para la construcción de cunetas y taludes para permitir un mejor drenaje pluvial.
- Toda la maquinaria y equipo que se utilice para este proyecto deberá estar en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles evitando la posible contaminación a cuerpos de agua, ríos, arroyos, entre otros.

**Factor: Flora y Fauna**

<b>Componente:</b> Abundancia; Diversidad; Especies listadas en la NOM-059-ECOL-2001.
---

<b>Acciones del proyecto:</b> Desmonte y Despalme de la vegetación Uso de vehículos, equipo y maquinaria pesada
---

**Medidas de mitigación:**

- Previo a las labores de desmonte y despalme serán rescatadas todas las cactáceas de difícil regeneración, aun y cuando no estén consideradas bajo estatus de protección, de tal manera que no se afecten sus partes subterráneas, dichas cactáceas podrán ser reubicadas en áreas naturales adyacentes o bien donadas a instituciones educativas y de investigación.

- Llevar a cabo la reforestación orientada tanto al derecho de vía como a las áreas de compensación, mediante la aplicación de vegetación y especies de flora nativas (mezquite, gobernadora, nopal, lechuguillas, yucas) con la finalidad de evitar gastos innecesarios por lo que se recomienda adquirirlas en viveros locales. Así la carretera podrá irse integrando al paisaje natural en cada una de las regiones o ecosistemas del trayecto.
- Llevar a cabo el rescate de Flora y Fauna con la finalidad de recuperar especies listadas en la NOM-059-ECOL-2001.
- Las plantas pueden irse sacando con el cuidado necesario por medio de palas teniendo cuidado de no destrozarlas.
- Durante las labores de desmonte y despalme no se permitirá el uso de fuego ni de agroquímicos, y se debe permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio.
- Pequeños mamíferos y algunos reptiles son arrollados en la carretera por lo tanto los vehículos automotores y maquinaria en general, deberá circular a velocidades moderadas con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que transite por el sitio del proyecto.
- El contratista será responsable de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores, por lo que queda estrictamente prohibido efectuar la caza, colecta, captura y/o aprovechamiento de cualquier especie de fauna silvestre de la zona.
- El contratista deberá establecer reglamentos internos que eviten cualquier afectación a la fauna silvestre, promoviendo programas de cultura ecológica para los trabajadores, previa y durante la ejecución del proyecto.

- La fauna silvestre se deberá proteger y reubicar, evitando a toda costa la muerte.

## **Factor: Paisaje**

<b>Componente:</b> Escenario Ambiental
<b>Acciones del proyecto:</b> Trazo y nivelación de la carretera; Desmonte y despalle de la vegetación; Señalización y accesorios

### **Medidas de mitigación:**

- Dentro del derecho de vía de la construcción se deberán plantar especies autóctonas con sus debidos accesorios que describan una breve descripción con respecto a su hábitat.
- Se deberá asegurar la sobrevivencia y adaptación de las especies reforestadas por lo cual se debe tener buena selección en calidad de plantas.
- Establecer áreas de descanso conformadas por zonas para reposar un poco del viaje y disfrutar del mosaico de paisajes que ofrece cada una de las autopistas.
- Dar la información oportuna en tiempo y calidad, estriba en el señalamiento más claro y legible, en torno a las rutas, accesos, desviaciones, información turística y recreativa, así como mensajes alusivos a la seguridad, al trazo de la carretera, dirección y los servicios de las propias carreteras.

## **Factor: Socioeconómico**

<b>Componente:</b> Empleo y calidad de vida; Economía local; Riesgos a la salud
---

<b>Acciones del proyecto:</b> Contratación de personal, Generación de residuos
--

**Medidas de mitigación:**

- En la contratación de personal se deberá dar preferencia a los habitantes de la zona, con el fin de evitar problemas sociales con las poblaciones locales.
- El personal deberá contar con las medidas mínimas de seguridad que señala las normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, como son la NOM-017-1993-STPS referente al equipo de protección para los trabajadores en los centros de trabajo, y NOM-011-1993-STPS relacionada con las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- A los obreros así, como al personal involucrado en la obra se le deberá de asignar mascarillas, así como tapones auditivos en todo momento como medidas de seguridad.
- Operar con cero accidentes de trabajo, consiste en la alta seguridad para las personas que operan en la realización de labores propias del trabajo, así como en cumplimiento a lo establecido por las normas de ambiente laboral.
- En el desarrollo e la obra deberán colocarse letrinas portátiles con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos sanitarios y evitar las evacuaciones al aire libre, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local. Para lo anterior se contará con una empresa para su disposición.

## 2. Etapa de Operación y Mantenimiento

Factor: **Aire**

<b>Componente:</b> Calidad del aire, Nivel de ruido.
--

<b>Acciones del proyecto:</b> Mantenimiento de la carpeta; Generación de residuos
---

**Medidas de mitigación:**

- Las actividades que involucren el mantenimiento de la carpeta, el uso de maquinaria y equipo cuyas emisiones de ruido sean superiores a los límites establecidos en la normativa ambiental mexicana, deberán desarrollarse en estricto horario diurno.
- Minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos y utilización de maquinaria pesada.
- En materia de emisiones a la atmósfera ocasionadas por vehículos de combustión interna, estos deberán estar durante su operación en óptimas condiciones para que la emisión de contaminantes se encuentre dentro de los límites máximos permitidos según las normas: NOM-041-ECOL-1999, NOM-042-ECOL-1999, NOM-044-ECOL-1993, NOM-045-ECOL-1996, NOM-077-ECOL-1994, NOM-CCAM-001(005 inclusive)–ECOL-1993 y NOM-CCAT-001 (015 inclusive)–ECOL–1994.

Factor: **Agua superficial**

<b>Componente:</b> Calidad
----------------------------

<b>Acciones del proyecto:</b> Generación de residuos
--



**Medidas de mitigación:**

- Colocar contenedores de basura (200 litros) en lugares estratégicos como podría ser las áreas de descanso y recreación paisajística.
- Los residuos sólidos o líquidos, se depositarían en un contenedores especiales para luego ser transportados a confinamientos (previamente autorizados).
- Colocación de muebles sanitarios de bajo consumo y con sistemas electrónicos de detección, con el fin de evitar gastos de agua innecesarios.
- Tratamiento del agua residual para su reúso en el riego de áreas verdes y actividades que no requieran la calidad potable del recurso. Se recomienda mediante procesos anaerobios, aptos para las condiciones en las cuales prevalecen las casetas de cualquier autopista en el país, además de requerir consumos energéticos bajísimos y mantenimiento prácticamente nulo.

**Factor:** Fauna

<b>Componente:</b> Abundancia
<b>Acciones del proyecto:</b> Generación de residuos; Niveles de ruido

**Medidas de mitigación:**

- Los vehículos automotores deberá circular a velocidades moderadas con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre.
- Queda estrictamente prohibido efectuar la caza, colecta, captura y/o aprovechamiento de cualquier especie de fauna o flora silvestre de la zona listadas en la NOM-059-ECOL-2001.

- Realizar planes de protección y conservación de la fauna.
- Dar protección contra el furtivismo.
- Colocar señales de desplazamiento de algunas especies, como podrían ser de temas de cultura ambiental.
- Elaboración de planes racionales relativos a la caza.
- Promover programas de cultura ecológica para usuarios previa y durante la operación.
- Elaboración de planes adecuados relativos a zonas de cierto valor faunístico que puedan resultar de interés para el turismo.
- Deberá existir el rescate de algunas especies dañadas (vivas), se deberá asesorar con la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT).

Factor: **Socioeconómico**

<b>Componente:</b> Empleo y calidad de vida; Economía local; Riesgos a la salud
<b>Acciones del proyecto:</b> Mantenimiento de la carpeta; Generación de residuos

**Medidas de mitigación:**

- En la contratación de personal, se deberá dar preferencia a los habitantes de las localidades próximas ya que mejorará la calidad de vida.
- Ofrecer servicios de primer nivel. Conformados durante los viajes, como lo son: asistencia mecánica, productos diversos mediante tiendas de conveniencia, venta de alimentos y bebidas limpias, información turística, atención médica y de ambulancia, baños limpios e higiénicos.

- Hacer el Manejo integral de los residuos sólidos. Concebido para la recolección, reciclaje y disposición final segura de la basura generada a lo largo del tramo de la autopista o en las áreas de casetas y servicios.

## LITERATURA CITADA

Anónimo. 1985. Memoria del simposio México - Suecia. Sobre la Seguridad de Transito Terrestre - Real Academia Sueca de Ciencias de Ingeniería. México 125-153 p.

Anónimo. 1997a. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad General. Ampliación y Rectificación La Muralla. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Carreteras Federales. Ramos Arizpe, Coahuila, México. 78 p

Anónimo. 1997b. Manifestación de impacto ambiental. Modalidad General. Carretera Ojo Caliente-Santa Cruz. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Carreteras Federales. Ramos Arizpe, Coahuila, México. 83 p

Anónimo. 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) Ramos Arizpe. Cuaderno Estadístico Municipal. México

Anónimo. 2001. NOM-ECOL-059-2001. Especies y Subespecies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones par su protección. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Instituto Nacional de Ecología (INE). México.

Anónimo. 2002. Guía para la Presentación de la Manifestación del Impacto Ambiental, Vías Generales de Comunicación, Modalidad Particular, 1ª Edición 115 p.

**Anónimo. 2003 a. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Ediciones Delma. Sexta edición. México. 445 p**

Anónimo. 2003 b. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. México. 158 p

Anónimo. 2003 c. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial S. A. de C. V., México. 47 p

Batelle-Columbus, Lab. 1972 Enviromental Evaluation System for Water Resource Planning. Springfield.

Canales, E., J. Carrera L., S. González H., M. Lasso y J. Valdés R. 1995. Signos para la memoria Coahuila. Herencia de la Naturaleza. Centro de Estudios Sociales y Humanísticos, A.C. Gobierno del Estado de Coahuila. México. 200 p.

Canter, L. 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Mc Graw Hill. México. 791 p

- Cázares, E. y R. A. Garza C. 1997. Impacto y Riesgo Ambiental. en: Enkerlin, E. C., G. Cano, R. A. Garza y E. Vogel. Ciencia Ambiental y desarrollo sostenible. Editores International Thompson 433 – 453.
- Conesa Fernández. – Vitora, V. 2000. Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. 3a Edición. Editorial Mundi Prensa, Madrid, España. 160-233 p.
- Cruz, M. 2002. Propuesta de Manejo de los Terrenos de la Compañía de Cementos Apasco S. A. de C. V. Trabajo de observación, estudio y obtención de información. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Saltillo, Coahuila, México. 117p.
- Cusa, J. 1973. Pavimentos en la Construcción, Ediciones CEAC, Barcelona, España. 367 p.
- Gómez O. 1999. Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Agrícola Española. Ediciones Mundi – Prensa. 693 p.
- Heeb - kölmel. 1951. Construcción de Carreteras, Editorial Labor S. A., Argentina. 199 p
- Leopold L., F. E. Clark, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley. 1971. A procedure for Evaluating Environmental Impact. E. U. A. Geological Survey Circular, 645, Department of interior. Washington, D. C.
- Mc Harg I. 1968. A comprehensive Route Selection Method. Highway Research Record, 246 Highway Research Board. Washington D.C.
- Otero del Peral, L. 1991. Restauración Ecológica. Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales – Instituto Tecnológico Geominero de España. 133-135 p
- Ortiz, M., M. Stuckey C., C. Romero P. y S. Koolik I. 1995. Manual para la Gestión Ambiental en México. ERM-México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México, Ed. Limusa. México. 432 p.

Sanz S. 1987. Unidades Temáticas Ambientales de la DGMA. MOPU. Madrid.

Salcedo M. 1985. Técnicas Modernas en proyecto y construcción vial urbana. Memoria del Simposio México-Suecia, sobre seguridad del tránsito terrestre. Real Academia Sueca de Ciencias de Ingeniería México. 141-143 p.

Seoáñez C. 1997 Ingeniería Medio Ambiental Aplicada. Casos Prácticos. Ediciones. Mundi – Prensa . 2ª edición. España. 521 pp

Villarreal, J. A. y J Valdés R. 1992-1993. Vegetación de Coahuila. Revista de Manejo de Pastizales. 6 (1-2): 9-18 p.

Ward, D. 1978. Biological Environmental Impact Studies. Theory and Methods. Academic Press. New York, N.Y. USA.

Westman, W. 1985. Ecology. Impact Assessment and Environmental Planning. John Wiley & Sons. New York, E.U.A.

#### **Páginas de internet consultadas.**

[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

[www.sedesol.gob.mx](http://www.sedesol.gob.mx)

[www.sct](http://www.sct).

[www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)

[www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

