



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE  
INTERVENCIONES PREVENTIVAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL  
TRAMO CARRETERO CIUDAD MENDOZA - CÓRDOBA DE LA  
AUTOPISTA MÉXICO – VERACRUZ.**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA**  
INGENIERÍA DE SISTEMAS – TRANSPORTE

P R E S E N T A :

**ING. MARÍA PIMENTEL MONTIEL**

TUTOR:

**M.I. HÉCTOR DANIEL RESÉNDIZ LÓPEZ**

2 0 1 2

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: DR. ACOSTA FLORES JOSÉ JESÚS

Secretario: M. I. RIVERA COLMENERO JOSÉ ANTONIO

Vocal: M. I. RESENDIZ LOPEZ HÉCTOR DANIEL

1<sup>er</sup> Suplente: M.C. MURILLO BAGUNDO ALEJANDRO

2<sup>do</sup> Suplente: DR. ACEVES GARCÍA RICARDO

Lugares donde se realizó la tesis:

MÉXICO DF  
REGIÓN CD. MENDOZA – CÓRDOBA, VERACRUZ.

**TUTOR DE TESIS:**

M.I. HÉCTOR DANIEL RESÉNDIZ LÓPEZ

---

**FIRMA**

## Agradecimientos

---

*A Dios, porque nunca me abandonas y siempre estás conmigo en los momentos más difíciles. Gracias por la vida que me has dado, llena de bendiciones.*

*A mis padres, por enseñarme a ser la persona que soy y a quienes les admiro su fortaleza de carácter siempre inculcándome valores que me quedaran para toda la vida. Gracias por permitirme llevar a cabo todos mis sueños e impulsarme para lograrlos. Los AMO!! Porque definitivamente una familia unida y llena de amor como la mía es un lujo difícil de conseguir.*

*A mis cómplices y amigos de toda la vida: Kike, Pepe, Dan y Maribelita quienes me han inundado en la alegría de compartir todos nuestros sentimientos y proyectos viendo los grandes logros y tropiezos de una forma amena.*

*A el CONACYT por el apoyo económico brindado durante la realización de la maestría y en este trabajo de investigación.*

*A la UNAM, esta institución de enorme calidad, que me brindo todo el apoyo durante mi estancia.*

*A mis Sinodales, por los conocimientos invaluable que me brindaron para finalizar esta investigación, y sobre todo por las valiosas contribuciones y por el tiempo que dedicaron para revisarlo, aun a pesar de tantas actividades que los ocupan.*

*A Romy Flores por su apoyo cuando más abatida me sentía, inyectándome ánimo para continuar lo que había empezado.*

*A David Ricarte: gracias por tu apoyo, amor, paciencia y comprensión. Dios te Bendiga siempre!!*

*Son muchos los seres especiales a los que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunos están aquí conmigo y otros solo en mi corazón. Sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

## Contenido

---

Índice de Tablas .....	5
Índice de Figuras .....	6
A. Introducción.....	8
B. Antecedentes .....	9
C. Justificación y Definición del problema .....	11
D. Diseño de la investigación .....	13
1. Diagnóstico de la seguridad vial para el tramo de cuota Ciudad Mendoza – Córdoba. ....	15
1.1 Marco conceptual de los accidentes de tránsito en carreteras. ....	16
1.2 Descripción del tramo en estudio y su entorno .....	36
1.3 Datos viales del tramo en estudio .....	43
1.4 Condición actual de los dispositivos de seguridad y señalamiento del tramo en estudio .....	47
1.5 Caracterización de los accidentes ocurridos en el tramo carretero.....	53
2. Intervenciones actuales en materia de prevención de accidentes de tránsito en las carreteras .....	73
2.1 Marco teórico.....	74
2.2 Medidas Internacionales de prevención para usuarios de carreteras. ....	79
2.3 Medidas de prevención para usuarios de carreteras en México .....	85
3. Propuestas de mejora de la seguridad vial en el tramo de cuota Ciudad Mendoza-Córdoba.....	101
3.1 El factor humano .....	102

3.2 Propuestas de mejora.....	111
3.3 Plan de acción .....	121
E. Conclusiones.....	126
F. Propuesta metodológica.....	129
G. Extensiones de la investigación.....	133
H. Bibliografía .....	135
Anexo 1. Caracterización del tramo.....	139
Anexo 2: Datos viales del tramo Puebla-Córdoba 2010 .....	141

## Índice de Tablas

---

Tabla 1 Matriz de Haddon .....	22
Tabla 2 Población de las Zonas Metropolitanas de estado de Veracruz .....	38
Tabla 3 Volumen de tránsito mensual en porcentaje del punto generador Caseta Fortín de las Flores.....	46
Tabla 4 Inventario fotográfico de seguridad vial en el tramo, Agosto 2010. ....	59
Tabla 5 Efectos nocivos de las drogas .....	107
Tabla 6 Matriz de elementos esenciales de la formación de conductores.....	119
Tabla 7 Plan de Acción para la Seguridad Vial en el tramo Ciudad Mendoza - Córdoba.....	122

## Índice de Figuras

---

Figura 1 Estados con más accidentes de tránsito terrestres en zonas urbanas y suburbanas .....	12
Figura 2 Etimología de los accidentes viales.....	17
Figura 3 Modelo de Haddon modificado .....	23
Figura 4 Tramo de estudio, Ciudad Mendoza – Córdoba .....	37
Figura 5 Mapa Ciudad Mendoza .....	40
Figura 6 Mapa Orizaba .....	41
Figura 7 Mapa Córdoba.....	42
Figura 8 Estructura del tránsito vehicular en la autopista México - Veracruz .....	43
Figura 9 Clasificación vehicular del tramo de estudio.....	44
Figura 10 Variación del volumen en porcentaje del tramo Ciudad Mendoza - Córdoba.....	45
Figura 11 Volumen de tránsito mensual en porcentaje del punto generador Caseta Fortín de las Flores .....	46
Figura 12 Dispositivos de seguridad en el tramo de estudio .....	48
Figura 13 Estado físico de los dispositivos de seguridad del tramo de estudio.....	49
Figura 14 Señalamiento vertical del tramo de estudio .....	50

Figura 15 Señalamiento horizontal del tramo de estudio.....	51
Figura 16 Estado físico del señalamiento horizontal en el tramo de estudio .....	52
Figura 17 Tipo de accidentes viales más frecuentes .....	53
Figura 18 Temporalidad de accidentes viales en el tramo.....	54
Figura 19 Temporalidad de victimas en el tramo .....	55
Figura 20 Días del mes de mayor incidencia en el tramo .....	56
Figura 21 Día de la semana de mayor incidencia en el tramo .....	57
Figura 22 Evolución de la accidentalidad en la RFC (2008-2009).....	75
Figura 23 Evolución de la accidentalidad (Índice de siniestralidad) en la RFC.....	76
Figura 24 Tasa d riesgo para algunos países de la OCDE (2001) .....	87
Figura 25. Propuesta de Colocación de Alcohóímetros en el Tramo .....	106

## A. Introducción

Las autopistas son de gran importancia en los temas de vialidad de estas últimas décadas. No sólo por su infraestructura, que nos permite llegar más rápido a cualquier destino, sino por las normas de seguridad que se deben respetar cuando se transita en ellas. Así mismo, los accidentes de tránsito que se generan en las autopistas son un problema de salud importante por la mortalidad, morbilidad y discapacidades que originan.

Por su propia naturaleza todas las actividades de transporte conllevan un riesgo de sufrir algún tipo de accidente, atribuidos generalmente a las fallas mecánicas, factores humanos y las condiciones de la infraestructura. Es así que los problemas derivados de los accidentes deben ser considerados como una externalidad, aunque parece obvio que las personas involucradas en un accidente son los principales afectados al sufrir los daños más importantes. Según las estadísticas oficiales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en algunos lugares se han logrado reducir los niveles de accidentalidad en las carreteras a lo largo del tiempo, los factores que han provocado esta disminución han sido estudiados, sin embargo esto ha sido probablemente gracias a las tecnologías incorporadas en los nuevos vehículos y a la implementación de normas que limitan el comportamiento de los conductores. Aparentemente según las estadísticas disponibles del INEGI, el número total de accidentes se ha reducido en relación al volumen total de movimiento de vehículos que es continuamente creciente.

## B. Antecedentes

Según el artículo “Seguridad en Carreteras” publicado en julio del 2004 por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en países del primer mundo, el mejoramiento de la seguridad vial se efectúa a través de los denominados Sistemas de Administración de la Seguridad, los cuales, se basan en un mecanismo constituido por un Comité Directivo General y grupos de trabajo subordinados a dicho Comité, dirigidos a identificar, evaluar, implementar y dar seguimiento a toda oportunidad de mejorar la seguridad vial.

En el caso de México, el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, instrumentó desde 1997 el Comité Nacional de Prevención de Accidentes en Carreteras y Vialidades (CONAPREA) que tiene jurídicamente el carácter de cuerpo colegiado, sesionando cada tres meses, revisando los avances de los grupos de trabajo y definiendo nuevas directrices y planes para dichos grupos.

Los grupos de trabajo del CONAPREA son los siguientes:

- I) “La Carretera”
- II) “El Conductor”
- III) “El Vehículo”
- IV) “Sistémico”

El IMT coordina el grupo Sistémico, que trata los aspectos de planeación estratégica y participa en los demás grupos. Se integran con representantes de las áreas técnicas de las organizaciones que participan en el CONAPREA y son los que

van estableciendo las decisiones y acciones que toma el Comité. También hay participantes del Sector Salud a través del Consejo Nacional de Prevención de Accidentes (CONAPRA).

El IMT ha participado en la identificación y diseño de las medidas de mejoramiento para una gran cantidad de sitios de alta incidencia de accidentes en carreteras mexicanas. Este tipo de medidas son correctivas de un problema que se manifiesta a través de la elevada ocurrencia de los accidentes y la metodología se inicia con la identificación de dichos sitios a partir de los registros de accidentes de la policía y/o de los servicios médicos.

Los pasos subsiguientes son: el análisis estadístico de los datos de los registros de accidentes, la visita de campo para la recopilación de las características físicas y operativas prevalecientes, la generación del diagnóstico, el diseño y evaluación de alternativas de mejoramiento y la integración de la estrategia de mejoramiento (seleccionando las alternativas más convenientes). También se describen algunas de las deficiencias más comúnmente encontradas. Finalmente, el IMT en su artículo “Tratamiento de sitios de alta incidencia de accidentes en carreteras mexicanas” considera que las acciones que mayores beneficios han rendido en los últimos años, en materia de mejoramiento de la seguridad vial en la Red Carretera Federal (RCF) de México son: la inversión en construcción de autopistas y la modernización y conservación de las carreteras existentes, así como el mejoramiento de los sitios de mayor incidencia de accidentes.

### **C. Justificación y Definición del problema**

La seguridad vial es un tema de atención prioritaria por parte de los gobiernos, principalmente por tres tipos de razones: humanitarias, de salud pública y económica. Así mismo, según el estudio “Seguridad Vial en Carreteras” del IMT, en la RCF se registran anualmente en promedio 60 mil accidentes que implicaron 5 mil muertos, 35 mil heridos y 100 millones de dólares de daños materiales. Por lo anterior, el argumento para realizar inversiones en seguridad vial no es solamente humanitario: los accidentes viales también representan pérdidas económicas cuantiosas.

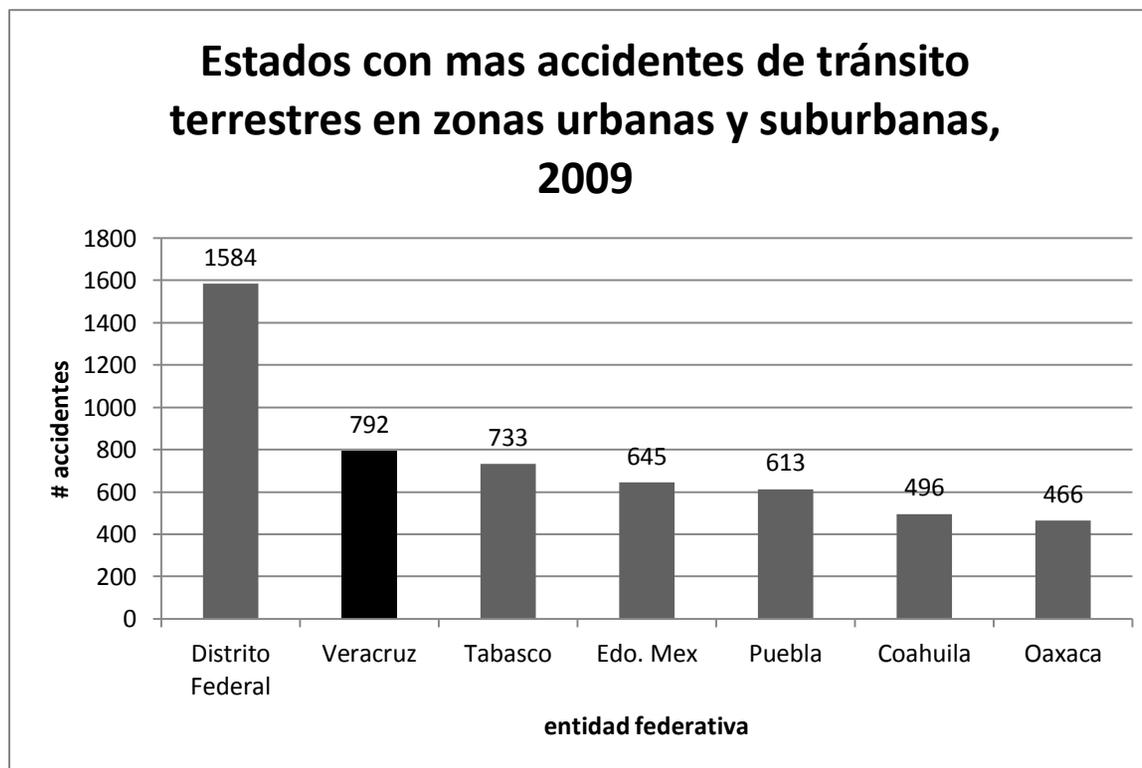
Dentro del mismo estudio, se menciona que en el tratamiento de esta problemática el factor humano es el aspecto más importante de la seguridad vial, pues se ha registrado que contribuye aproximadamente al 70% de los accidentes en la RCF, citando como causa principal el exceso de velocidad, la violación de las regulaciones de tránsito y otros factores; por otra parte el paradigma clásico de mejorar la infraestructura sigue siendo muy importante, de hecho es de carácter fundamental, sin embargo, atender el factor humano es tan significativo como este y quizás lo sea más.

La elección del tramo de cuota: Ciudad Mendoza-Córdoba de la autopista México-Veracruz como zona de estudio, se hizo por su ubicación geográfica y estratégica, ya que conecta al Puerto de Veracruz (la principal entrada y salida de mercancías de México hacia Europa y parte de América), con la región central del país, posicionándola como una de las de mayor afluencia en la República Mexicana. Por lo tanto, los estudios desde la perspectiva de la seguridad vial deben encaminarse a garantizar la seguridad en tiempos de entrega exactos y eficiencia en cada uno de sus servicios.

Al analizar los datos estadísticos, se ha identificado que en el estado de Veracruz, los accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas se posicionan como un fenómeno grave, pues según el INEGI, esta entidad se localizó en segundo

lugar por incidencia de accidentes de tránsito a nivel nacional durante el 2009. En la siguiente gráfica, Veracruz representa el 9.52% de los accidentes de tránsito en México para ese año.

Figura 1 Estados con más accidentes de tránsito terrestres en zonas urbanas y suburbanas



Fuente: México en Cifras, INEGI 2009

## **D. Diseño de la investigación**

### ***Objetivo general***

Diagnosticar las condiciones de seguridad vial en el tramo Ciudad Mendoza-Córdoba de la autopista México-Veracruz, incluyendo variables que normalmente no están consideradas en las metodologías de evaluación de seguridad vial, para proponer intervenciones preventivas de accidentes de tránsito.

### ***Objetivos específicos***

1. Realizar un diagnóstico, con la información disponible, de la seguridad vial para el tramo en estudio.
2. Conocer las intervenciones nacionales que actualmente se hacen en materia de prevención de accidentes de tránsito en las carreteras.
3. Proponer intervenciones para mejorar la seguridad vial que se adecúen a las condiciones particulares del tramo en estudio.

### ***Hipótesis***

La seguridad vial de los tramos carreteros de México tiene relación con la funcionalidad del territorio y la actividad socioeconómica, por lo que es preciso diagnosticar el estado de la seguridad vial del tramo Ciudad Mendoza-Córdoba en la autopista México-Veracruz, empleando esos componentes de estudio, con el fin de proponer intervenciones preventivas.



## Capítulo I

---

***Diagnóstico de la seguridad vial para el tramo de cuota Ciudad  
Mendoza – Córdoba.***

## **1. Diagnóstico de la seguridad vial para el tramo de cuota Ciudad Mendoza – Córdoba.**

*Durante la última década, el tema de la seguridad vial ha ido tomando mayor relevancia en el desarrollo y análisis de la implementación de soluciones viales en las carreteras de nuestro país. Este hecho ha permitido generar cada vez más conciencia, tanto en las autoridades como en los usuarios de las rutas que son los que en forma permanente se deberán capacitar y sensibilizar referente a este tema.*

*Sin embargo, aún falta mucho por avanzar, ya que éstos temas sólo serán una variable incorporada dentro de las conductas de los usuarios, siempre y cuando, se dé durante las primeras etapas de la educación vial de dichos beneficiarios, es decir en la etapa escolar, para que comiencen a sensibilizarse sobre la importancia de éste tema y así acondicionar sus conductas a objeto que la seguridad vial, y que la forma de comportarse en las rutas obedezca a patrones definidos, y con ello, los elementos de seguridad vial tengan una óptima utilización.*

*Indudablemente que el concepto de la seguridad vial lleva incorporado en forma determinante el concepto del usuario, ya que es a éste al que se le requiere transmitir la información e indicaciones sobre las condiciones de la ruta y el comportamiento referente a las distintas singularidades que presenta la vía.*

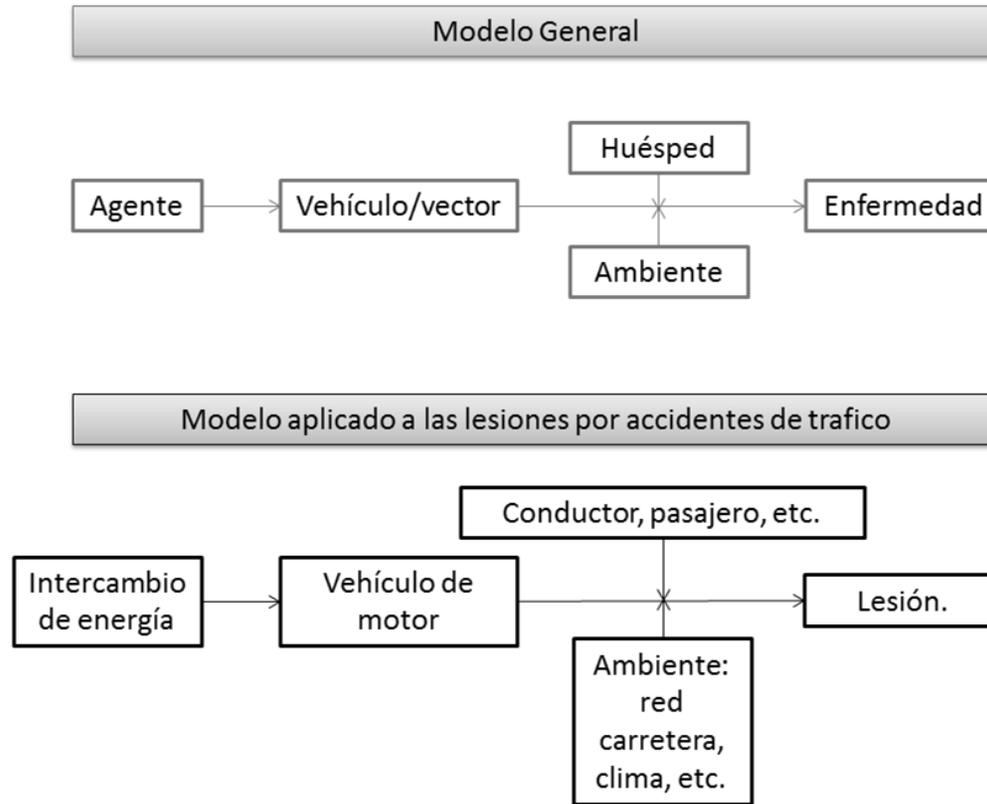
## **1.1 Marco conceptual de los accidentes de tránsito en carreteras.**

### ***1.1.1 Definición de accidente***

Desde hace algún tiempo, los expertos creen que sería necesario un cambio de terminología, puesto que el término “accidente” tiene que ver con elementos “no previsibles”.

Es así que el término “accidente” sirve poco para describir acontecimientos que además de no ser fortuitos, siguen un modelo causal identificable, pudiéndose determinar una cadena epidemiológica. En la siguiente figura podemos observar la aplicación de un modelo general a los accidentes de tráfico. El agente en este caso es (como en la mayoría de las veces) la liberación incontrolada de energía en el momento de la colisión, básicamente mecánica, por medio de un vector, el vehículo en movimiento, y que por diversos factores del ambiente (personales, de la vía, del vehículo), produce un daño en el huésped (usuario, conductor, pasajero), con el resultado final de una o varias lesiones.

Figura 2 Etimología de los accidentes viales



Fuente: Plasencia A, Ferrando J. Epidemiología de los accidentes de tráfico en España. En: Alvares FJ. Seguridad Vial y medicina de tráfico. Barcelona: Masson, 1997.

### 1.1.1.1 Exposición

La exposición se define como la cantidad de movimientos o desplazamientos dentro del sistema que realizan los distintos usuarios o una población de determinada densidad.

En la exposición al riesgo influyen principalmente los factores económicos, demográficos, planificación del uso de las vías (duración del viaje o elección del modo de transporte), la combinación de tráfico motorizado de alta velocidad con usuarios vulnerables en la vía pública, así como la no consideración de la función de la vía en el diseño y establecimiento de los límites de velocidad.

Para el estudio de la accidentalidad desde la perspectiva estadística, se plantean los indicadores de exposición, los cuales se utilizan para calcular el riesgo, relacionando los datos de accidentalidad y los de exposición, observándose dos categorías:

- Estimaciones de tráfico (longitud red, vehículos-km, consumo de combustible, parque de vehículos) ligadas a la movilidad de los vehículos.
- Estimación de riesgo personal (persona-km, población, numero de viajes, tiempo en tráfico, censo de conductores).

### 1.1.1.2 El riesgo

Según información del “World Report on Road Traffic Injury Prevention” de la Organización Mundial de la Salud (OMS). El riesgo depende de cuatro elementos:

- a) La exposición, ya explicada en el punto anterior.
- b) La probabilidad básica de sufrir un accidente, dada una exposición determinada. Los principales factores de riesgo en esta línea son:
- Los desplazamientos innecesarios, la elección de formas de transporte y de itinerarios menos seguros, y una composición peligrosa del tráfico.
  - La velocidad excesiva e inapropiada, originando alrededor del 30% de los accidentes y fallecimientos por tráfico.
  - La pérdida de las facultades del conductor por ingestión de alcohol y drogas, pues el riesgo de accidente aumenta en forma brusca a partir de 0,04 g/dl de alcohol.
  - El sexo, la edad y la experiencia, porque los conductores principiantes, jóvenes y varones corren más riesgo de verse implicados en una colisión.
  - Los usuarios vulnerables como peatones, los ciclistas y los motociclistas, que corren mayores riesgos de sufrir lesiones por accidente de tráfico.
  - La iluminación deficiente y falta de visibilidad, pues si se instalaran y usaran faros diurnos, podrían evitarse casi un tercio de los choques de vehículos motorizados de dos ruedas causados por falta de visibilidad; en el caso de los automóviles, podrían evitarse más de 10% de estos accidentes.
  - El cansancio y la fatiga.
  - Factores del vehículo como frenos, maniobrabilidad y mantenimiento.
  - Diseño, trazado y mantenimiento de las vías públicas y de las redes viales, tales como el tránsito pesado en zonas pobladas, el tránsito motorizado que comparte la vía con el peatón, la vías que pueden producir sensación de seguridad y dar lugar a comportamientos de riesgo, etc.

- c) La probabilidad de lesión en caso de accidente, se ve modulada por los factores de tolerancia humana, velocidad inadecuada o excesiva, no uso de cinturón/casco/retención infantil, elementos en la vía que no ofrecen protección suficiente en caso de colisión, presencia de alcohol y otras drogas.
- d) El resultado de dicha lesión. Después del accidente los factores de riesgo que influyen en la gravedad incluyen el tiempo que transcurre en la detección del accidente, la presencia de fuego y sustancias peligrosas, alcohol y drogas, dificultades en la evacuación y auxilio, atención sanitaria deficiente inmediata al accidente y en las salas de urgencia.

### 1.1.1.3 Severidad

A efectos de la estadística, la gravedad de una víctima de accidente de tráfico se considera en función del tiempo de ingreso. Así, se considerará herido grave cuando el ingreso es superior a 24 horas.

Sobre esta noción no hay una definición homologada a nivel europeo. Nueve países empleamos la definición de hospitalización a 24 horas. Como crítica a la definición, hay que decir que el hecho de no estar hospitalizado 24 horas después del accidente, no aporta información sobre la verdadera la gravedad del accidentado, ni sobre las lesiones que ha sufrido, de forma que sería a través de los diagnósticos médicos como se deberían llegar a definir diferentes categorías de heridos.

Desde otro punto de vista y considerando los diagnósticos, los factores de riesgo que contribuyen a la severidad del accidente son fundamentalmente: una inadecuada protección antichoque dentro del vehículo, una inadecuada protección en los laterales de la vía, no utilización de dispositivos protectores en los vehículos, no utilización de cascos protectores,

una velocidad excesiva e inapropiada, así como el consumo de alcohol.

Así, la no utilización de cinturones de seguridad y de asientos de seguridad para niños, duplica sobradamente el riesgo de sufrir lesiones graves o mortales, tal como lo hace la no utilización de cascos para bicicleta o motocicleta. De manera análoga, la no utilización de cascos por los usuarios de vehículos motorizados de dos ruedas, casi duplica el riesgo de traumatismo craneoencefálico grave o mortal.

El análisis de las colisiones demuestra que la mayoría de las defunciones de los usuarios incluyen el impacto con frentes de automóviles que no están equipados con dispositivos antichoques. Si todos los automóviles estuvieran diseñados para garantizar una protección equivalente a la del mejor automóvil de la misma categoría, se estima que podrían evitarse la mitad de los traumatismos mortales o discapacitantes que afectan a los ocupantes de automóviles.

El diseño de los bordes de la carretera y la colocación de objetos en ellos desempeñan un papel clave en los traumatismos causados por el tránsito, e influyen en el comportamiento de los usuarios de la vía pública.

La atención inadecuada posterior al choque es un problema importante en muchos países. La disponibilidad y la calidad de esos cuidados influyen mucho en las consecuencias de una colisión, es decir sobre las eventuales muertes o discapacidades resultantes.

### 1.1.1.4 Matriz de Haddon

El enfoque sistémico, como se describe en el Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito, es un aspecto de nuestro marco que sirve para identificar problemas, formular estrategias, establecer metas y monitorear el desempeño. De acuerdo con el enfoque sistémico, tres factores importantes –el ser humano, los vehículos y el equipo, además del entorno – interactúan en tres fases: pre-accidente, accidente y post-accidente, para producir o prevenir lesiones o traumatismos causados por accidentes de tránsito. Estas variables se combinan en la denominada “Matriz de Haddon” por su creador William Haddon Jr., que identifica en cada celda oportunidades de intervención a fin de reducir las lesiones causadas por colisiones viales.

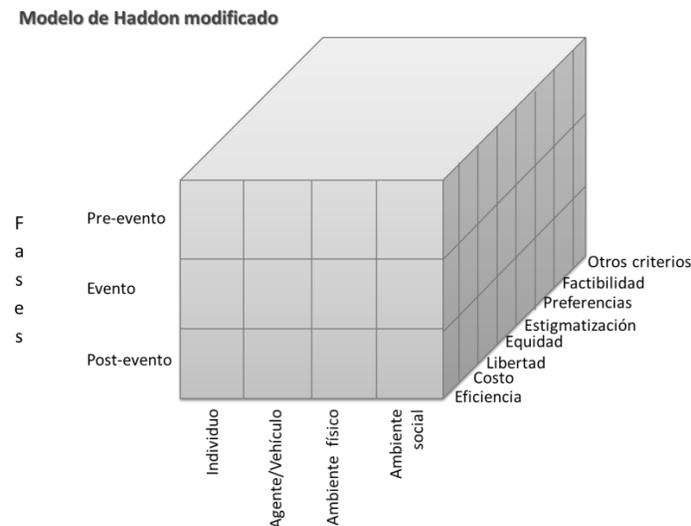
Tabla 1 Matriz de Haddon

La Matriz de Haddon		Factores		
Fase		Ser humano	Vehículos y equipo	Entorno
<b>Antes del accidente</b>	Prevención de accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información</li> <li>• Actitudes</li> <li>• Conducción bajo los efectos del alcohol o drogas</li> <li>• Aplicación de la reglamentación por la policía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen estado técnico</li> <li>• Luces</li> <li>• Frenos</li> <li>• Maniobrabilidad</li> <li>• Control de la velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y trazado de la vía pública</li> <li>• Límites de velocidad</li> <li>• Vías peatonales</li> </ul>
<b>Accidente</b>	Prevención de lesiones durante el accidente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de dispositivos de sujeción</li> <li>• Conducción bajo los efectos del alcohol o drogas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositivos de sujeción para los ocupantes</li> <li>• Otros dispositivos de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetos protectores contra choques al lado de la acera</li> </ul>
<b>Después del accidente</b>	Conservación de la vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeros auxilios</li> <li>• Acceso a atención médica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de acceso</li> <li>• Riesgo de incendio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios de socorro</li> <li>• Congestión</li> </ul>

Es así que el enfoque sistémico dinámico tiene como objetivo identificar y corregir las principales fuentes de error o deficiencias de diseño y los comportamientos peligrosos que contribuyen a los accidentes de tránsito, así como mitigar la gravedad y las consecuencias de los traumatismos en el largo plazo.

Sin embargo, el modelo Haddon ha sido criticado, pues a nivel de las personas refleja solo el riesgo individual, sin tener en cuenta el conjunto de factores conductuales. Algunos autores como Runyan proponen introducir una “tercera dimensión”. La cual incluye criterios de carácter humano principalmente que pueden incluir en el accidente, como lo son la eficiencia del conductor y/o vehículo, el costo y factibilidad de tener una vía en buenas condiciones.

**Figura 3 Modelo de Haddon modificado**



Fuente: Runyan CW. Using the Haddon matrix: introducing the third dimension. Inj Prev 1998.

### **1.1.2 Fases de un accidente**

El accidente, a pesar de su brevedad, es un proceso dinámico, que se desarrolla en el espacio y en el tiempo con base en puntos o zonas y momentos donde los hechos se producen. La unión entre un momento y un punto adquiere el nombre de posición e implica una fase del accidente.

Es muy importante conocer su evolución, incluyendo las áreas, puntos y posiciones, ya que permite investigar sobre los conocimientos de los implicados, experiencia, pericia y reflejos, su estado psíquico y físico, presencia de distracciones, sueño, cansancio, alcohol, medicamentos, enfermedad, así como el estado de la dirección y frenado del vehículo etc.

De acuerdo con la clasificación tradicional de la evolución del accidente, que es la más aceptada por los investigadores, es posible distinguir tres áreas:

- Área de percepción: Comprende el espacio entre el punto de percepción posible y el punto de conflicto.
- Área de maniobra: Comprende el espacio entre el punto de decisión y el punto de conflicto.
- El Área de conflicto: Comprende el espacio entre el punto clave y la posición final.

El desarrollo del accidente se produce dentro del área de percepción y comprende tres fases:

#### **1.1.2.1 Fase de percepción**

La fase de percepción se compone de dos posiciones o puntos:

- Posición de percepción real (PPR): Es el punto en que el conductor percibe realmente y por primera vez que el

peligro puede desembocar en un accidente. Siempre es posterior o coincide con el punto de percepción posible. Es subjetivo, varía en cada persona y puede estar influido por la experiencia, reflejos, conocimientos o distracción. Podría no existir o estar tan cerca del punto de conflicto que no se distinga de él.

- El Punto de percepción posible (PPP): Es el punto en que un conductor “sin características especiales” debería percibir que el peligro implica un riesgo de accidente. Es un punto objetivo, puede comprobarse sobre el terreno y se produce en el mismo momento que el PPR o antes. Sirve de base para valorar la conducta del conductor.

La fase de percepción abarca desde que el conductor o peatón se da cuenta del peligro, hasta que pone en marcha mecanismos con el fin de evitarlo o minimizarlo, momento en que comienza la segunda fase. Este período de tiempo se denomina tiempo de reacción.

El tiempo de reacción está compuesto por tres momentos: en primer lugar la percepción de estímulos externos peligrosos, en segundo lugar la intelección, momento en que el cerebro es consciente del peligro a partir de la información proporcionada por los sentidos y pone en marcha las estrategias para evitarlo, y en tercer lugar, la volición o actuación, cuando el implicado toma la decisión de actuar. Para una persona en condiciones normales este tiempo oscila entre 0,75 y 1 segundo y varía en función de distintos factores como la edad y el estado físico o psíquico, velocidad, aceleración, tipo de estímulo (auditivo o visual). La distancia que recorre se le denomina distancia de reacción.

La distancia existente entre el punto de percepción real posible y la fase de decisión, permite investigar psicosomáticamente al conductor, sobre todo sus conocimientos, experiencia y reflejos. Una distancia grande permite inferir reacciones tardías, lentas o poco diligentes debido a demoras en la toma de decisiones o ejecución.

La distancia entre el PPP y el punto de conflicto permite identificar casos de negligencia o descuido por parte del implicado.

### 1.1.2.2 Fase de decisión

Es aquella en la que el conductor o peatón reaccionan ante la circunstancia anormal. Es decir, inicia la ejecución de la maniobra de evasión que va a desarrollar, para evitar que se produzca el accidente.

Las maniobras de evasión se clasifican en:

- Simples pasivas (tocar el claxon, hacer destellos de luces)
- Simples activas (disminuir la velocidad, detener el vehículo, aumentar la velocidad, girar, dar marcha atrás)
- Complejas (son combinaciones de las anteriores). Las realizan los conductores con mayor experiencia, más reflejos y menor edad.

Son favorables cuando consiguen un accidente menor. Son erróneas cuando intentando evadir el suceso inevitable ocasionando otro mayor.

Podrían no existir por la rapidez de los acontecimientos o si el conductor no ha tenido oportunidad de decidir la acción a adoptar. Una vez lograda la percepción real, la fase de decisión está delimitada por el punto de decisión (PD) y el punto clave (PCL). El punto de decisión (PD) es el momento en que el implicado inicia la realización de la maniobra evasiva. El punto clave (PCL) es el momento en que el accidente ya no es evitable. El análisis de esta fase permite investigar la

pericia, conocimientos sobre acciones evasivas, el estado del vehículo o condiciones ambientales. Entre la PCL y el PC el accidente es inevitable, y solo se puede llevar a cabo una maniobra evasiva de minimización de resultados.

### 1.1.2.3 Fase de conflicto

Esta fase hace referencia al último periodo de la evolución del accidente. En ella se produce la culminación del suceso. Está comprendida entre el PCL y la posición final PF.

Dentro de esta fase se distingue:

- La Zona de conflicto: Es el espacio donde existe la mayor posibilidad de que ocurra el accidente. Depende de la dirección y elementos del vehículo y de la acción evasiva.
- Punto de conflicto: Pertenece a la zona de conflicto y es el momento en que se consuma el accidente.
- Posición final: Es la posición inmóvil que adoptan los vehículos, personas y objetos una vez se ha producido el suceso.

Antes de producirse la posición final, aún cabe la posibilidad de modificar las trayectorias post-colisión y minimizar sus consecuencias.

Por otro lado, el conocimiento de los incidentes también tiene una importancia vital para prevenir y frenar muchas dimensiones de la accidentalidad (Pirámide de Hayden). Así, hacer consciente al conductor de los procesos que subyacen y anteceden a los incidentes es vital para explicar lo que pasa en los propios accidentes, ya que al hacer

explícitos los parámetros de conducta implicados en estos procesos, el conductor eleva su percepción del riesgo aproximándose al riesgo real y, por tanto, adopta conductas más seguras.

### ***1.1.3 Factores que contribuyen a los accidentes de tráfico.***

Según el artículo “A motor vehicle accident causal system: the human element”, son muchos y complejos los factores que se encuentran implicados en un accidente. Los factores que desembocan en un accidente surgen dentro de la compleja red de interacciones entre el vehículo, la vía, el estado de la señalización, la normativa, la gestión de la seguridad, la supervisión policial, el comportamiento del conductor y la situación de sus capacidades psicofísicas (Fell, 1976).

“Los accidentes de tráfico no son, pues, el resultado de un factor simple, sino más bien el producto de una conjunción de muchos factores”. Por supuesto, no tiene la misma importancia cada variable del entramado multifactorial en la causa de los accidentes; en todo caso, los factores de riesgo más importantes parece que se asocian en todas las investigaciones con el llamado factor humano, y en segundo lugar los debidos al estado de la vía y a los elementos del vehículo.

Las causas de los accidentes de tráfico pueden dividirse en dos grupos:

- Causas inmediatas: constituyen la causa principal e intervienen en el accidente de forma directa. Un ejemplo de estas causas son: las infracciones de tráfico, velocidad excesiva o inadecuada, deficiencias en la percepción, errores en la evasión, consumo de sustancias.
- Causas mediatas: Son circunstancias que influyen en su ocurrencia, pero no se relacionan con el accidente de

un modo directo. Un ejemplo de estas causas son: el frenado, suspensión y dirección del vehículo, el trazado y mal estado del firme de la vía, los fenómenos atmosféricos, los relativos a la persona.

Según el “Manual de Seguridad Vial: El factor humano” se han realizado numerosas investigaciones para ver el peso diferencial que pueda tener en la accidentalidad cada uno de los grandes componentes del sistema de tráfico. Cabe destacar el proyecto REAGIR, desarrollado en Francia durante muchos años y en el que se han estudiado a fondo miles de accidentes. Los estudios llevados a cabo por el Transport Research Laboratory (TRL) en Gran Bretaña; o en Estados Unidos los realizados por la National Highway Traffic Safety Administration o el Indiana Tri-Level Study, una investigación llevada a cabo durante más de cinco años sobre unos cinco mil accidentes de circulación de todo tipo. Estos últimos estudios están considerados entre los más importantes y completos del mundo desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo. Sus hallazgos son prácticamente coincidentes. En concreto, en el realizado por la Universidad de Indiana, descubrieron que entre los factores causantes del accidente de tráfico, el factor humano se encontraba implicado entre el 93 y 71% de los casos; los factores ambientales entre el 34 y el 12% y las causas debidas al vehículo entre el 13 y el 4,5%.” (Montoro et al, 2000).

#### ***1.1.4 Elementos que intervienen en los accidentes de circulación.***

##### **1.1.4.1 El factor humano**

Según el artículo “Seguridad Vial: Del factor humano a las nuevas tecnologías”. Los factores humanos son los que se consideran de mayor responsabilidad en la implicación en accidentes de tráfico, la cual oscila desde el 33% según Altozano en 1991, hasta más del 90% según Storie.

Entre los fallos humanos implicados en la accidentalidad se pueden destacar varios grupos:

- Errores que preceden al accidente, como errores de reconocimiento e identificación de vehículos, señales, obstáculos, etc.; los de procesamiento y toma de decisiones o los errores en la ejecución de la maniobra.
- Agentes directos diversos: entre los que destacarían causas físicas como fatiga, falta de energía, defectos sensoriales, determinadas enfermedades, etc.; estados psicofísicos transitorios por depresión, estrés; uso de sustancias como el alcohol, ingesta de fármacos o drogas; conductas interferentes por charlar, encender la radio, fumar, hablar por el móvil, etc.; o la búsqueda intencionada del riesgo y de las emociones intensas, que generalmente se exterioriza a través de la velocidad.
- Agentes inhibidores de la prudencia, como la adaptación sensorial a la velocidad, la subestimación de la velocidad propia, sobrestimar la propia habilidad como conductor, pensar que conducir es algo sencillo y poco peligroso, la conciencia del conductor de creer que controla su vehículo a la perfección, observar imágenes y modelos negativos en cine y TV, con vehículos que incitan a conductas temerarias, etc. (Montoro et. al, 1995).

#### 1.1.4.2 El vehículo

“El esfuerzo realizado por la industria ha dado lugar a que dispongamos de automóviles cada vez más sofisticados técnicamente y con unos altos niveles de seguridad. Disponemos, por ejemplo, de todo un conjunto de elementos de seguridad activa en el vehículo, que hacen que éste se comporte con seguridad cuando se mueve, evitando la posibilidad de que se produzca un accidente, tales como: los sistemas de frenado, todos los elementos relacionados con adherencia del vehículo a la vía, suspensión, amortiguación, transmisión, neumáticos, los elementos relacionados con la visibilidad, incluyendo los sistemas de luces y alumbrado, etc. Además, los vehículos actuales están equipados con otro conjunto de

elementos denominados de seguridad pasiva, como el cinturón de seguridad, sistemas de absorción de impactos, los sistemas de retención infantil, el airbag, las barras de protección lateral, etc., diseñados para aminorar las consecuencias en las personas y otros vehículos tras producirse el siniestro.

Para que sea efectivo este esfuerzo, es necesario tener en cuenta otros factores que son en definitiva responsabilidad directa del conductor, y que muestran desde otra perspectiva el peso del "factor humano" en la prevención de la accidentalidad. Por ejemplo a la reparación y mantenimiento adecuado del vehículo, así como al conocimiento/desconocimiento del funcionamiento de la máquina y sus sistemas de seguridad por parte del usuario. Algunos estudios realizados desde los años setenta han descubierto que en ocasiones, si no se forma e informa adecuadamente al conductor, las mejoras tecnológicas en los coches (siempre recomendables), pueden hacer que algunos de ellos sean más proclives a los accidentes, porque al tener más sensación de seguridad, "compensan" las ventajas del sistema, con una tendencia a conducir de una manera más arriesgada. El fenómeno ha sido muy bien descrito por el Dr. Barjonet del INRETS y también por otros investigadores tan cualificados como Aschenbrenner, Wilde, Wurm o Biehl (Barjonet, Lagarde y Serveille, 1992) y se ha acuñado en el mundo científico como "la teoría del riesgo constante".

Otro aspecto a considerar en la relación vehículo-conductor es la ergonomía de la información, pensando en las capacidades psicofísicas de los conductores y en el grave problema del procesamiento mental de información, para evitar lo que ya se ha dado en denominar estrés perceptivo del conductor. (Walter, 1991; Lillo, 1995).

Por otra parte, existe otra dimensión de gran impacto en el factor humano, en relación con el tema del uso de los

sistemas de seguridad pasiva que requieren la intervención del conductor, como es el caso del casco o del cinturón.

La aparición de nuevos desarrollos tecnológicos, necesariamente tendrá que prever el impacto en todo el entorno social, además del impacto directo sobre el conductor o el peatón, por ejemplo, la masiva extensión de vehículos eléctricos en un corto periodo de tiempo, mismo que podría llegar a significar un grave problema para la seguridad si no se reeduca a la población, ya que una de las claves que tiene el peatón para descubrir la presencia de un coche es el sonido, que en este caso quedaría sensiblemente disminuido.

Así, a pesar de todas estas mejoras en la seguridad de los vehículos, las estadísticas conceden al vehículo un porcentaje medio de causa exclusiva de accidente situada entre el 5 y el 13%, a lo que hay que añadir, obviamente, que en ocasiones el vehículo es causa compartida de accidentes.

Los elementos del vehículo determinantes en los accidentes son: el tipo de vehículo, su antigüedad y su estado. No obstante se hace imprescindible matizar que el tema es extraordinariamente complejo si se quiere hacer un análisis sofisticado y exacto, ya que existen otras variables que tienen un gran peso en el tema, como el número de kilómetros recorridos por cada clase de vehículo y las características de los conductores que los manejan habitualmente como la edad y la experiencia.

Los vehículos de turismo son los que más accidentes y víctimas producen, seguidos de las motocicletas, camionetas, y a más distancia camiones y autobuses, ya que éstos son el tipo de vehículo con mayor presencia en nuestras ciudades y carreteras. Los vehículos de dos ruedas tienen un riesgo de presentar un accidente grave diez veces superior. Destacan

por su especial proclividad al accidente los jóvenes, conductores habituales de las motocicletas o ciclomotores (Chisvert y Monteagudo, 1998).

La importancia de la vejez del parque vehicular es mucho mayor de lo que en principio se pudiera pensar. Primero: porque conforme se incrementa la edad de un vehículo y especialmente a partir de los 8-10 años se acelera la probabilidad de que se produzca un accidente por fallo mecánico. Segundo: dada la evolución constante de los sistemas de seguridad activa, se puede decir que un vehículo con más de diez años no tiene la "misma capacidad de respuesta" que un vehículo nuevo para evitar que se desencadene el accidente. Tercero: un vehículo más nuevo dispone de mecanismos de seguridad pasiva más sofisticados (distintos tipos de airbag, por ejemplo), lo que hará que en condiciones normales sean mucho menores las consecuencias de los accidentes. Todo ello sin tener en cuenta otros importantes elementos que hacen referencia a cuestiones de consumo energético o aspectos ecológicos.

En el caso de México, además de tratarse de un parque viejo en comparación con países de primer mundo, las revisiones técnicas y preventivas han mostrado la existencia de bastantes anomalías graves, en algunos de los sistemas mecánicos más directamente relacionados con la seguridad vial: ruedas, frenos, dirección, ejes-suspensión y alumbrado.

Así, en cuanto al estado de los vehículos, aunque es muy difícil generalizar, las deficiencias técnicas que mayor implicación tiene en los accidentes por fallo mecánico, son el mal estado de los neumáticos, los problemas en los frenos y los fallos de iluminación, defectos en la dirección del vehículo y problemas de sobrecarga o mala distribución.

En este contexto, también es necesario realizar una importante matización: Según diversas encuestas, el mantenimiento

de los vehículos que realizan los conductores españoles está por debajo de lo que es la media europea". (Montoro et al, 2000).

#### 1.1.4.3 La vía

Dentro de los elementos que intervienen en los accidentes de circulación, la vía presenta distintas características estables y cambiantes significativas:

"La calzada o vía: incluyendo su planteamiento y construcción, trazado, pavimentación, anchura, resistencia al deslizamiento, número de carriles, la pendiente, el peralte, así como su explotación, mantenimiento y rehabilitación"

El diseño del entorno de la vía: elementos y objetos que deben considerarse componentes de la vía por su influencia en la conducción, incluyendo desde la localización de señales, bolardos, barreras protectoras, la señalización y otros objetos del mobiliario urbano, hasta el problema que plantea el diseño correcto de la señalización desde su aspecto perceptivo, tipos de letra, tamaños, situación, visibilidad e iluminación de las mismas, etc.

Existiría, por otra parte, todo un conjunto de elementos "cambiantes" que modulan e influyen en la conducción de forma más imprevisible, intemporal o incidental como son:

La climatología e incidencias u obstrucciones temporales: oscuridad, niebla, lluvia, nieve o hielo, obras en la vía, cruce de animales, otros vehículos y peatones, atascos, retenciones, etc.

Las medidas de control de tráfico y la supervisión policial: que incluye el control y gestión temporal de las señales

luminosas, pasos para peatones y rotondas, controles policiales de las infracciones del conductor, cámaras de control de tráfico, etc. De estos factores ambientales, las características de la vía y del tiempo al menos explican el 12% de los accidentes de circulación.

Es evidente que existe una cierta relación de la accidentalidad con la categoría de la vía y los lugares de las mismas. Los puntos negros son importantes, aunque la mayor parte de los accidentes se producen en las grandes rectas.

Precisando más y en relación con el tipo de vía (respetando la antigua nomenclatura), se aprecia que las carreteras nacionales y locales son las más peligrosas, tanto por el número de muertos como por el número de accidentes con víctimas. Frente a estas, las carreteras regionales, los caminos y autopistas a mucha más distancia, son las que menos riesgo objetivo parecen presentar (Montoro et al, 2000).

#### **1.1.4.4 El entorno social y económico**

El aumento de accidentes y lesiones se ve modulado por distintos factores del entorno social y económico como son: la creciente cantidad de vehículos a motor, el incremento de los recursos económicos, los cambios demográficos, crecimiento de las grandes ciudades, el tipo de usuario de las vías, el clima, entre otros.

Distintos estudios han puesto de manifiesto la relación entre el aumento de accidentes y lesiones y el aumento de vehículos a motor.

Este aumento implica un mayor volumen de tráfico, lo que significa un importante incremento en el riesgo,

fundamentalmente para los peatones y ciclistas. En este contexto surge la necesidad de considerar y planificar cuidadosamente el transporte y la movilidad, teniendo en cuenta las necesidades de esos usuarios de la vía pública.

El aumento en el parque se ve influenciado en buena parte por el incremento de los recursos económicos que en los últimos 20 años se ha experimentado tanto en los países de ingresos altos, como en los de ingresos medios o bajos. Esto implica que personas que no podían disponer de vehículo motorizado, empiecen a utilizarlo. La mayor parte del incremento del parque automotor es para los usuarios de vehículos de dos ruedas lo que incrementa el riesgo de lesión, sobre todo en los países de ingresos medios y bajos.

Los cambios demográficos resultan un factor importante para tener en cuenta en la exposición al riesgo y la accidentalidad. Así, se prevé que durante los próximos 20 años en los países con ingresos medios y altos, como México, las personas mayores de 65 años de edad pasen a constituir numéricamente el primer grupo de usuarios de la vía pública. En esta línea, se hace necesario desarrollar acciones a nivel de diseño, ingeniería vial, gestión del tráfico y educación vial para prevenir la accidentalidad y lesiones de estos usuarios vulnerables.

De igual modo, el crecimiento rápido de las grandes ciudades origina cambios significativos en la distribución de riqueza y en la ocupación del espacio urbano, que requieren el desarrollo de estudios y acciones específicas.

## **1.2 Descripción del tramo en estudio y su entorno**

El Estado de Veracruz se localiza en la parte central de la vertiente del Golfo de México, limitando con siete Estados Mexicanos al norte: Tamaulipas; al oeste: San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla; al suroeste y sur: Oaxaca; al sureste:

Chiapas y Tabasco. Además cuenta con 72,815 kilómetros cuadrados de superficie total, representando el 3.7% de la superficie del País. Veracruz cuenta con una infraestructura total para el autotransporte de 14,727.2 km, de los cuales, según la Dirección General de Carreteras de la SCT 2,455.7 km pertenecen a Carreteras Pavimentadas Federales (comprendiendo a los caminos de 2 o más carriles).

**Figura 4 Tramo de estudio, Ciudad Mendoza – Córdoba**



Por su parte, el tramo de estudio Ciudad Mendoza–Córdoba 30.675km perteneciente a la Ruta Mex-150D de la red carretera nacional, está situado en el Estado de Veracruz y une a los municipios Córdoba, Ixtaczoquitlán, Orizaba, Rio Blanco, Nogales y Ciudad Mendoza. De las cuales dos de ellos se encuentran entre los más poblados en el Estado según datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

**Tabla 2 Población de las Zonas Metropolitanas de estado de Veracruz**

<b>Zona Metropolitana</b>	<b>Población (miles)</b>
Veracruz	801.122 hab.
Xalapa	457.614 hab.
Poza Rica	513.308 hab.
Orizaba	410.372 hab.
Minatitlán	356.020 hab.
Coatzacoalcos	347.223 hab.
Córdoba	315.996 hab.
Acayucan	112.999 hab.

*Fuente: Resultados Preliminares, Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.*

La vegetación de la zona es de tipo selva baja caducifolia, selva alta caducifolia y bosque mesófilo de montaña, constituida principalmente por árboles que pierden sus hojas durante la época invernal como la saiba, jonote, guarumbo, tempesquistle y cedro. En las zonas más altas se encuentra también bosque mesófilo de montaña, destacando árboles como nogal, liquidambar, fresno, sycomoro, álamo, encino y grandes helechos arborescentes.

Su clima es templado húmedo regular con una temperatura promedio de 20 °C, aunque llega a oscilar entre los 28° y 6 °C; su precipitación media anual es de 1,800 mm. Presente en verano y principios de otoño, con frío moderado en

invierno.

Además, en la zona de estudio la economía ha crecido significativamente en los últimos años, debido a la importante presencia de reconocidas universidades como la Universidad Veracruzana, el Instituto Tecnológico de Orizaba o el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (Campus Central en Córdoba).

La industria está principalmente concentrada en las siguientes áreas: cerveza, industria del papel, cemento, productos farmacéuticos, hierro y acero, refrescos e industria alimentaria y del cuero y zapatería, entre otras empresas. También en los últimos años el comercio ha experimentado un importante crecimiento, debido a la apertura de nuevos y grandes centros comerciales minoristas. A continuación, se agrega una breve descripción de las principales ciudades que conforman el tramo de estudio.

**Ciudad Mendoza:** Es una ciudad del estado mexicano de Veracruz de Ignacio de la Llave, está localizada en la región central y montañosa del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, forma parte de una gran conurbación formada con las poblaciones de Nogales, Río Blanco, Orizaba, Ixtaczoquitlán, Fortín de las Flores y Córdoba, entre otras menores. Es cabecera del municipio de Camerino Z. Mendoza. Ciudad Mendoza se encuentra localizado en las coordenadas geográficas 18°48'12"N 97°10'51"O y a una altitud de 1,340 m.s.n.m. en una zona de grandes montañas, encontrándose cercano el Pico de Orizaba, el punto más alto de México. Según el conteo de población y vivienda de 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ciudad Mendoza tiene una población de 41,778 habitantes.

**Figura 5 Mapa Ciudad Mendoza**



**Orizaba:** Es una ciudad ubicada en el centro del Estado de Veracruz, México, a 20 km. de Córdoba, entre los ríos Blanco e Ixtaczoquitlán. Es conocida como la *Ciudad de las Aguas Alegres* y también como *Pluviosilla*.

La ciudad está situada a 1,200 m.s.n.m., en la confluencia del Río Blanco, con varios afluentes, incluyendo el Río Orizaba, y cerca de la desembocadura de un gran valle de la Sierra Madre Oriental. Ésta ubicación ha sido un importante cruce de caminos durante siglos, posicionándose como la principal ruta comercial entre la Ciudad de México y Veracruz,

misma que ha contribuido en su desarrollo industrial, comercial y de servicios.

Figura 6 Mapa Orizaba



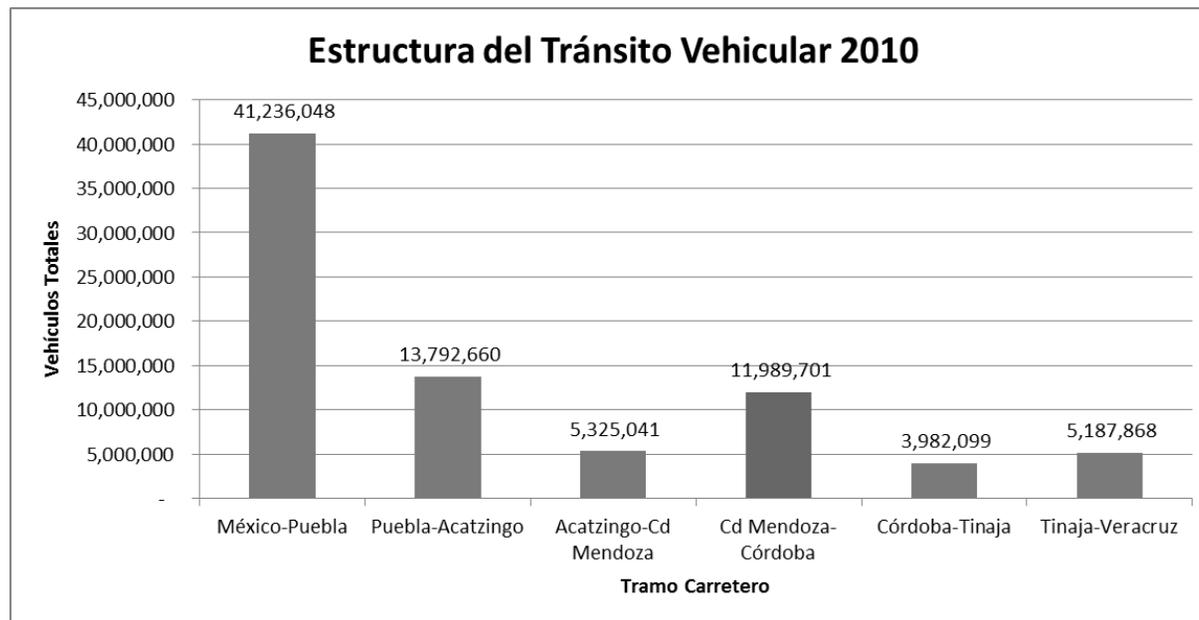
**Córdoba:** Se ubica a 850 metros sobre el nivel del mar y goza de un clima subtropical caluroso en primavera con temperaturas promedio de 28 °C y lluvias en verano, con algunas tormentas que no afectan en absoluto a la ciudad debido a sus desagües naturales. El municipio se encuentra ubicado en las estribaciones del Pico de Orizaba y rodeado por montañas que componen la Sierra Madre Oriental. Córdoba es una ciudad comercial donde tienen su residencia



### 1.3 Datos viales del tramo en estudio

Según el reporte de la estructura del tránsito vehicular 2010 de CAPUFE. El Tramo Carretero Ciudad Mendoza–Córdoba es el ramal con mayor afluencia vehicular en la autopista del lado veracruzano. Se cree que esto es debido a la cercanía de sus ciudades y el fuerte intercambio económico que existe entre ellas.

Figura 8 Estructura del tránsito vehicular en la autopista México - Veracruz

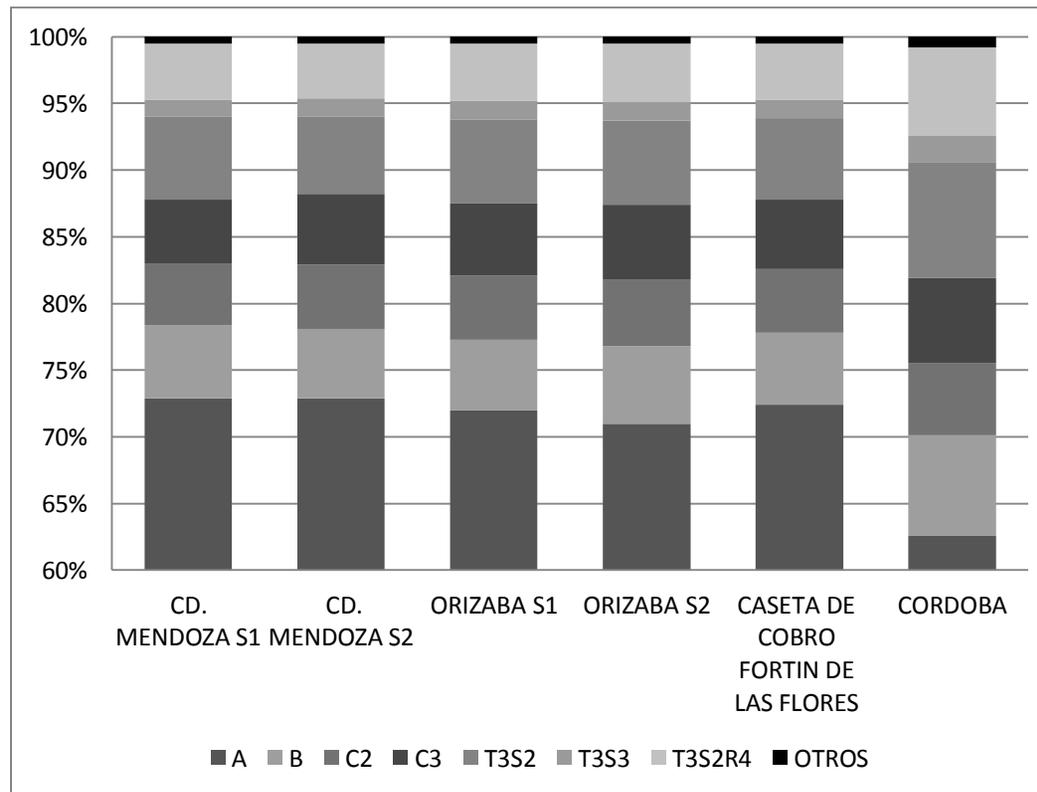


Fuente: Estructura del Tránsito Vehicular 2010, Caminos y Puentes Federales

Esta teoría esto es fácilmente comprobable con el TDPA (Transito Diario Promedio Anual) contenido en los Datos Viales del 2010 de la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT (ver en anexos), donde se muestra que la plaza de

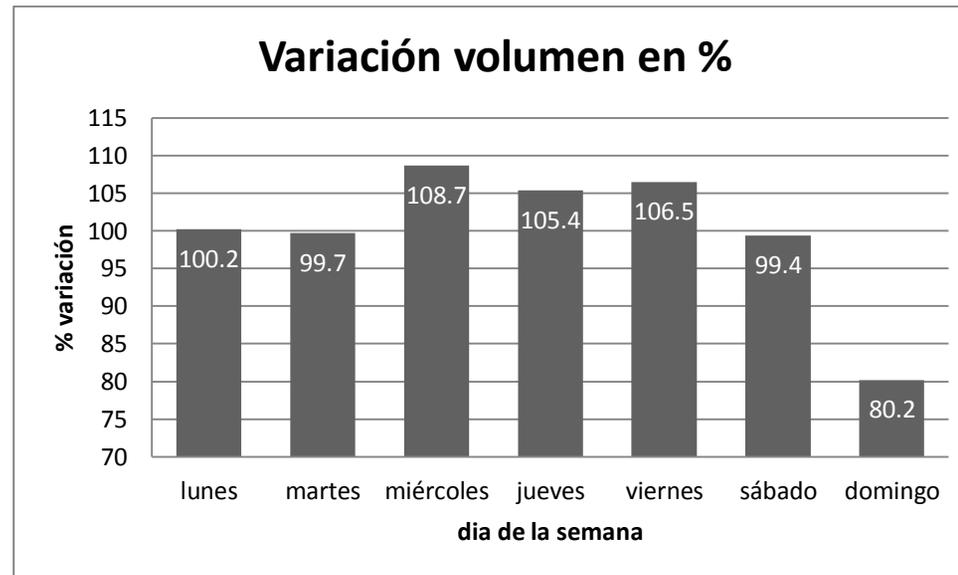
cobro Fortín de las Flores, ubicada en el km 168+200 de la autopista Puebla-Córdoba, tiene una afluencia diaria de 32,724 vehículos. Además, podemos observar en la siguiente gráfica, que de acuerdo con la clasificación vehicular que se presenta en estos datos viales, los automóviles constituyen el mayor porcentaje (entre 62 y 73%) de los vehículos que transitan en el tramo. Lo que indica que existe gran afluencia diaria por escuelas, trabajos y actividades recreativas.

Figura 9 Clasificación vehicular del tramo de estudio



Adicionalmente, se presenta un histograma del punto más representativo (plaza de cobro Fortín de las Flores) de los aforos de muestra semanal que indican la variación en porcentaje de los volúmenes registrados por día de la semana, el cual indica que no existe una variación significativa para efectos de caracterización del tramo en estudio.

Figura 10 Variación del volumen en porcentaje del tramo Ciudad Mendoza - Córdoba

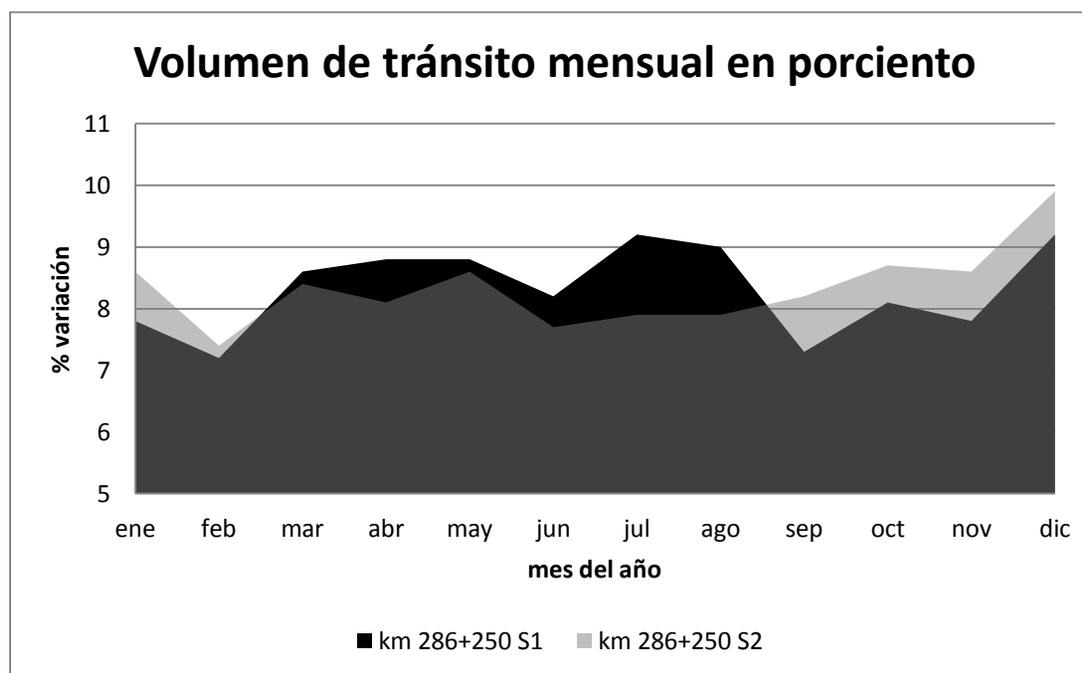


Finalmente, al analizamos el VTA (Valor Total Anual) en este punto, se observa que el sentido de circulación en que crece el cadenamiento del camino, es decir México-Veracruz, es el que cuenta con mayor afluencia debido a que existe una gran cantidad de autotransporte que tiene como destino final al Puerto de Veracruz. Así mismo, en la grafica se puede observar que en temporadas vacacionales transitan más vehículos que por razones recreativas usan el tramo para ir a su destino vacacional.

Tabla 3 Volumen de tránsito mensual en por ciento del punto generador Caseta Fortín de las Flores

Caseta Fortín de las Flores	VTA	Volumen de tránsito mensual en por ciento											
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
km 286+250 S1	7,592,274	7.8	7.2	8.6	8.8	8.8	8.2	9.2	9	7.3	8.1	7.8	9.2
km 286+250 S2	4,351,888	8.6	7.4	8.4	8.1	8.6	7.7	7.9	7.9	8.2	8.7	8.6	9.9

Figura 11 Volumen de tránsito mensual en por ciento del punto generador Caseta Fortín de las Flores



Cabe mencionar que el “Directorio de variables de los datos viales de la DGST” en los ANEXOS.

## **1.4 Condición actual de los dispositivos de seguridad y señalamiento del tramo en estudio**

Como se ha comentado con anterioridad, el señalamiento horizontal, vertical y los dispositivos de seguridad en zonas viales, se colocan para guiar al tránsito y resguardar la integridad física de los usuarios de las carreteras y vialidades urbanas, así como del personal que trabaja en las obras de construcción, conservación o reparación. Consiste en marcas en el pavimento y en las estructuras adyacentes, así como tableros con símbolos, pictogramas y leyendas, y se complementa con dispositivos de protección, constituyendo un sistema que tiene por objeto delinear las características geométricas de esas vías públicas como: denotar todos aquellos elementos que estén dentro del derecho de vía; prevenir sobre la existencia de los peligros potenciales de la vía; regular el tránsito señalando la existencia de las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen su uso; guiar oportunamente a los usuarios a lo largo de sus itinerarios, indicando las rutas alternas a poblaciones, sitios turísticos, recreativos, de servicios u otros lugares de interés y las distancias en kilómetros, transmitiéndoles indicaciones relacionadas con su seguridad; la protección de las vías de comunicación, de las obras y de su personal, para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos, equipo de construcción y peatones, por lo que, con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan esas indicaciones, dicho sistema debe ser uniforme en todo el territorio nacional, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

### ***1.4.1 Dispositivos de seguridad***

En general, se aprecia que debido a la geometría tanto del tramo como de la autopista en su totalidad en sus dos sentidos, el dispositivo de seguridad mayoritariamente usado son las defensas metálicas de dos crestas.

Las defensas son dispositivos de seguridad que se instalan en uno o ambos lados de la carretera, en los lugares donde

exista peligro, ya sea por el alineamiento del camino, altura de los terraplenes, alcantarillas, otras estructuras o por accidentes topográficos, entre otros, con el fin de incrementar la seguridad de los usuarios, evitando en lo posible que los vehículos salgan del camino y encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto.

Sin embargo, el estado físico de este dispositivo de seguridad deja mucho que desear, puesto que el 30% de este no se encuentra en un estado aceptable para cumplir su función de evitar, hasta donde sea posible, que vehículos errantes salgan del camino encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto. A continuación se muestran las graficas que revelan los porcentajes de utilización de dispositivos de seguridad y su estado físico.

Figura 12 Dispositivos de seguridad en el tramo de estudio

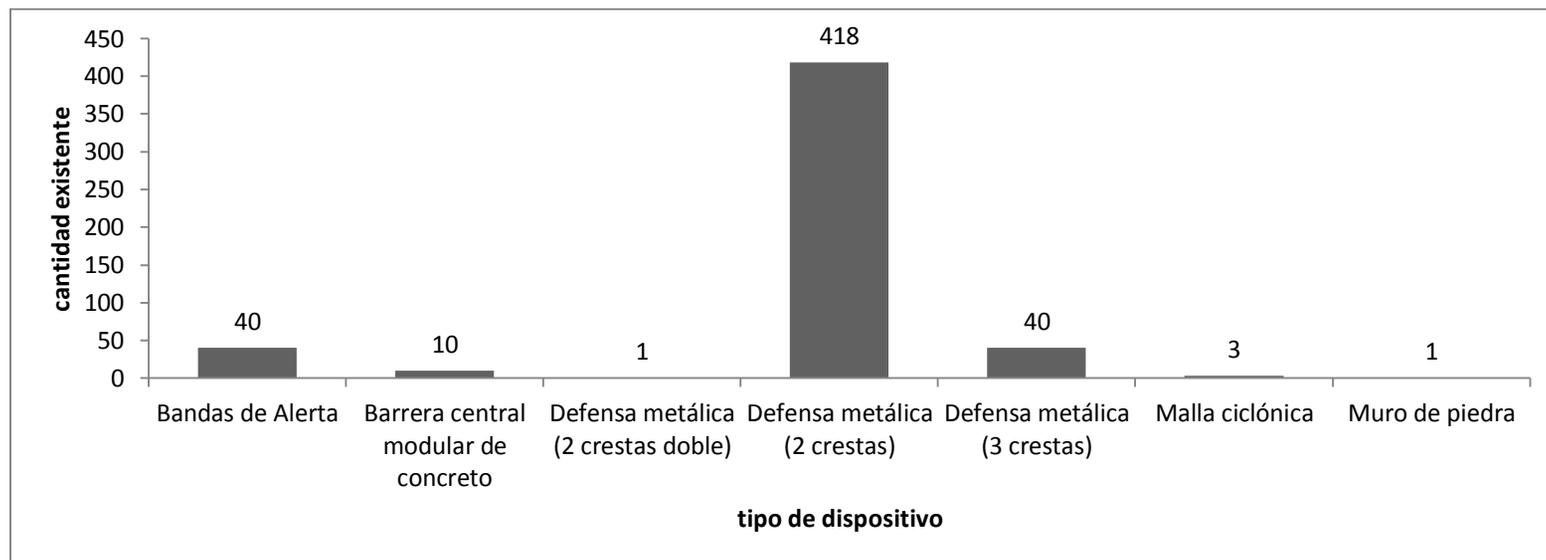
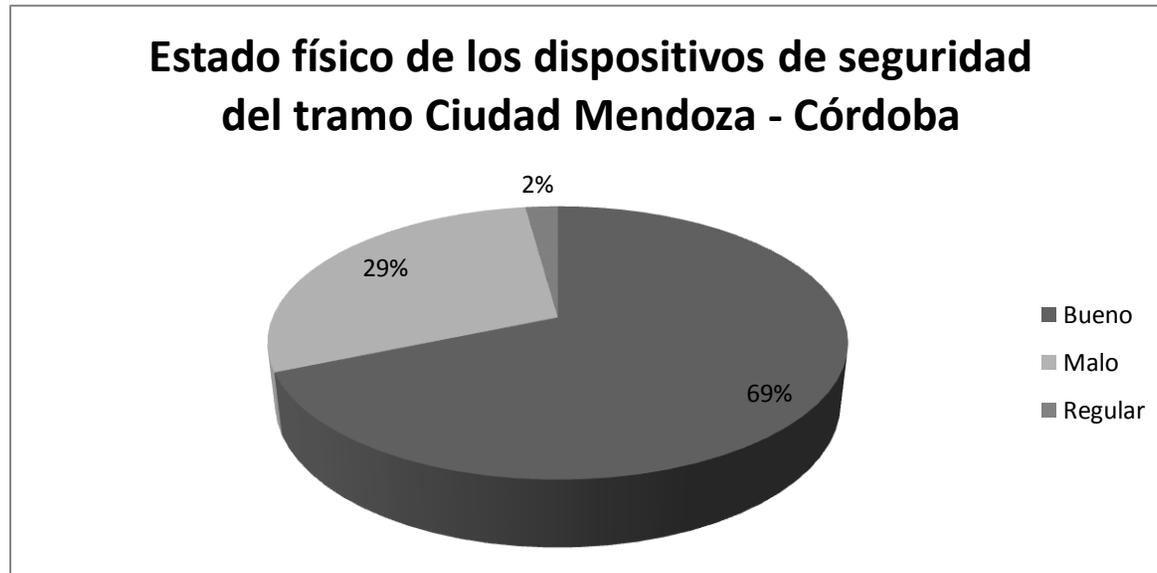


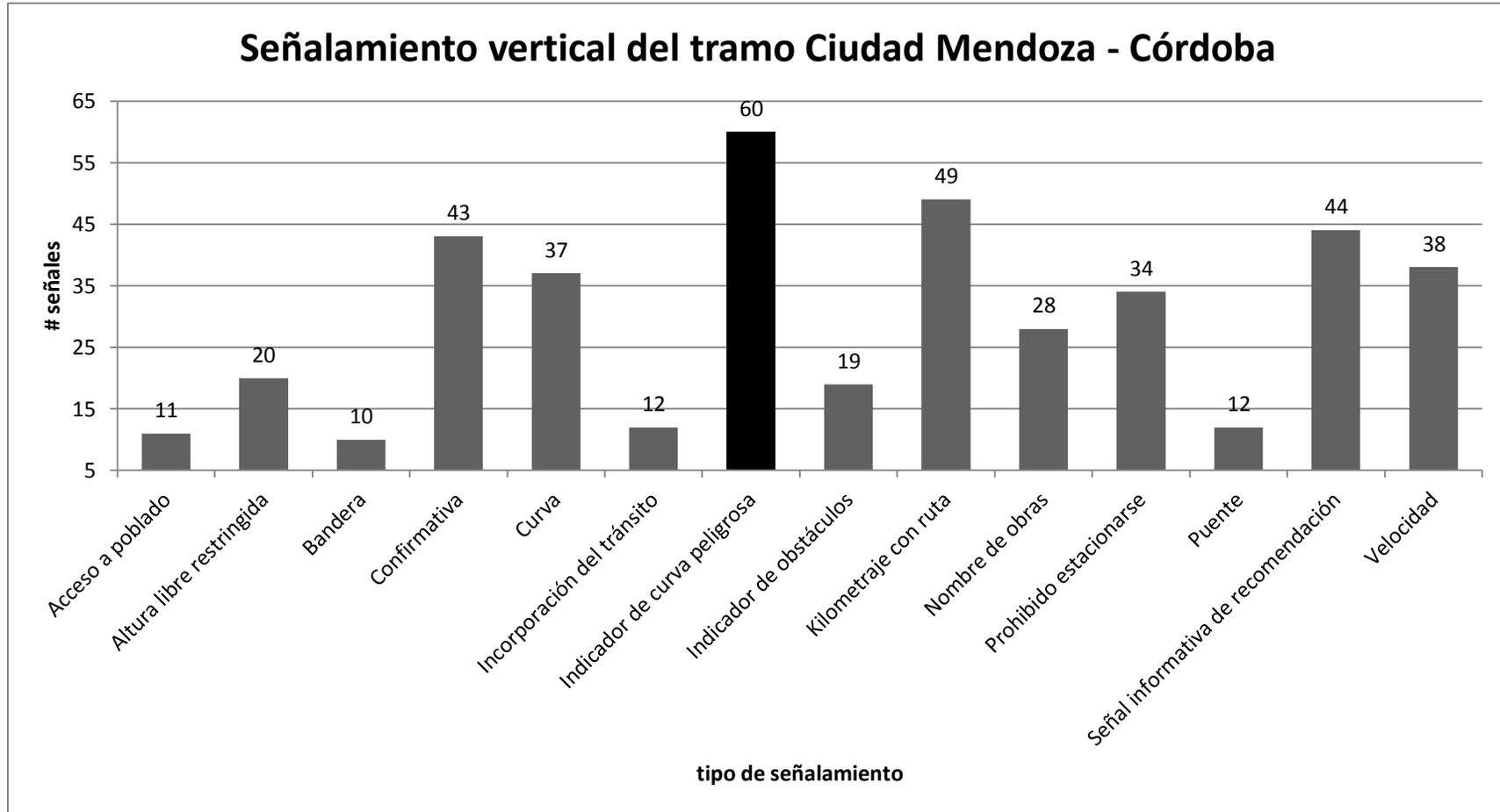
Figura 13 Estado físico de los dispositivos de seguridad del tramo de estudio



#### 1.4.2 Señalamiento vertical

Según el inventario de señalamiento en el tramo en estudio, los indicadores de curvas peligrosas o codos cubren el 14% de las señales verticales en el tramo. Este tipo de señales se utilizan para indicar curvas a la derecha o a la izquierda, cuando el producto de grado de curvatura por la deflexión sea igual o mayor a 900. El símbolo deberá indicar si la curva es a la derecha o a la izquierda.

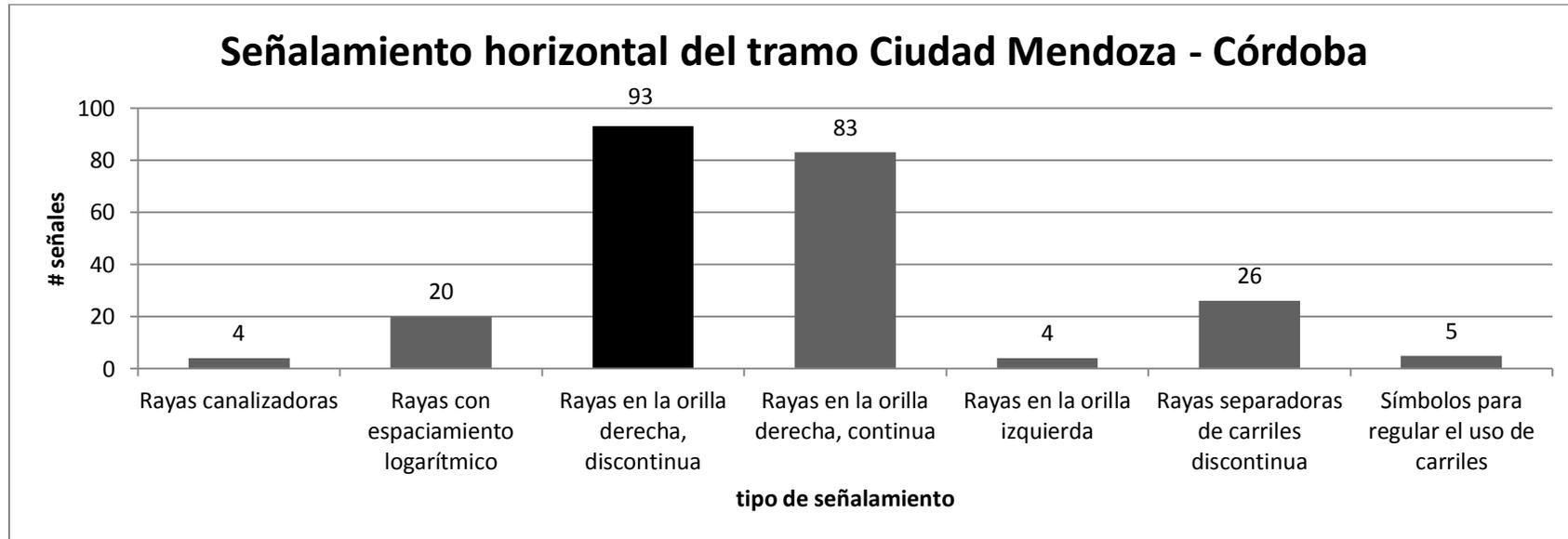
Figura 14 Señalamiento vertical del tramo de estudio



Así mismo el inventario arroja que en general, el señalamiento vertical del tramo se encuentra en condiciones aceptables.

### 1.4.3 Señalamiento Horizontal

Figura 15 Señalamiento horizontal del tramo de estudio

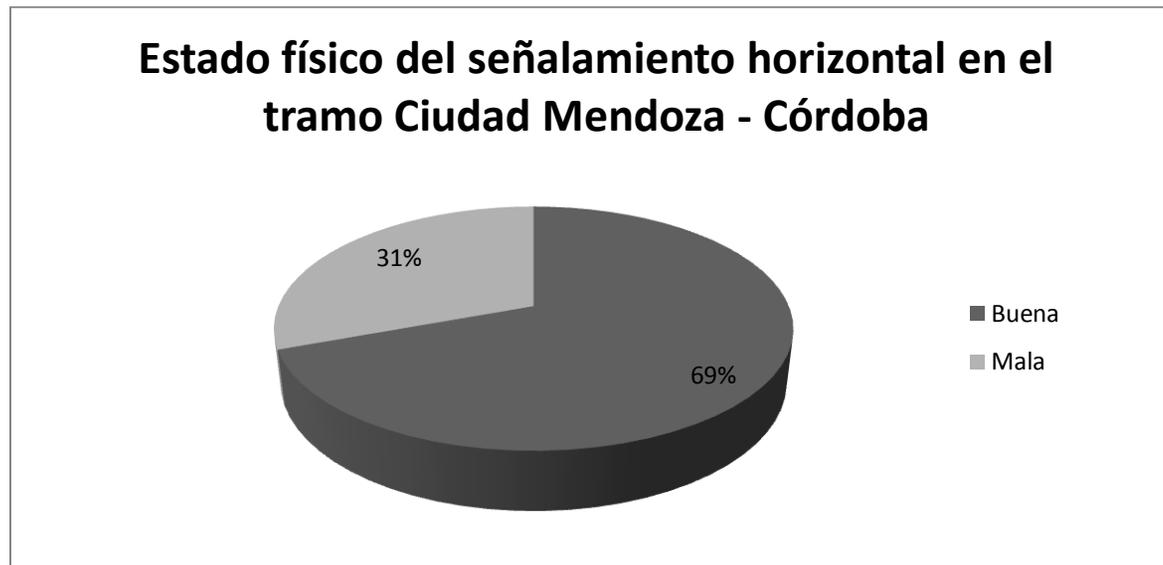


Tal y como se puede apreciar en las graficas, el mayor porcentaje del señalamiento horizontal en el tramo Ciudad Mendoza-Córdoba lo tienen las rayas en la orilla derecha continuas y discontinuas. Este tipo de señalamiento se utiliza para indicar la orilla exterior de la carretera y delimitar al mismo tiempo el acotamiento. Es de color blanco reflejante, es discontinua cuando el ancho del acotamiento es mayor de 2 metros, se conforma en segmentos de 2m de longitud separados 2m entre sí, es continua cuando el acotamiento tiene un ancho hasta de 2m, y también en aquellos sitios donde por razones de seguridad en la operación del tránsito, no conviene permitir el estacionamiento en el acotamiento, como son curvas, intersecciones, entradas, salidas, etc., cuya longitud de las rayas continuas para estos casos será la de

la zona de restricción, mas una vez la distancia de visibilidad de parada, tanto antes como después de dicha zona. El ancho podrá ser de 10 o 20cm. en autopistas; de 10 cm. en carreteras con ancho de calzada mayor a 6.50 metros.

Debido a su importancia, se considera que este tipo de señales son de especial cuidado y mantenimiento, sobretodo en este tramo de estudio, puesto que es una zona de niebla. Sin embargo, la tercera parte de ellas se encuentran en mal estado físico, lo que disminuye la seguridad en el tramo. Esta situación se equilibra en cierta forma con la colocación de bandas sonoras en las orillas de la carpeta, sin embargo, esto no hace prescindible el pintado de las rayas continuas y discontinuas, además de que es altamente recomendable que estas rayas deban complementarse con vialetas.

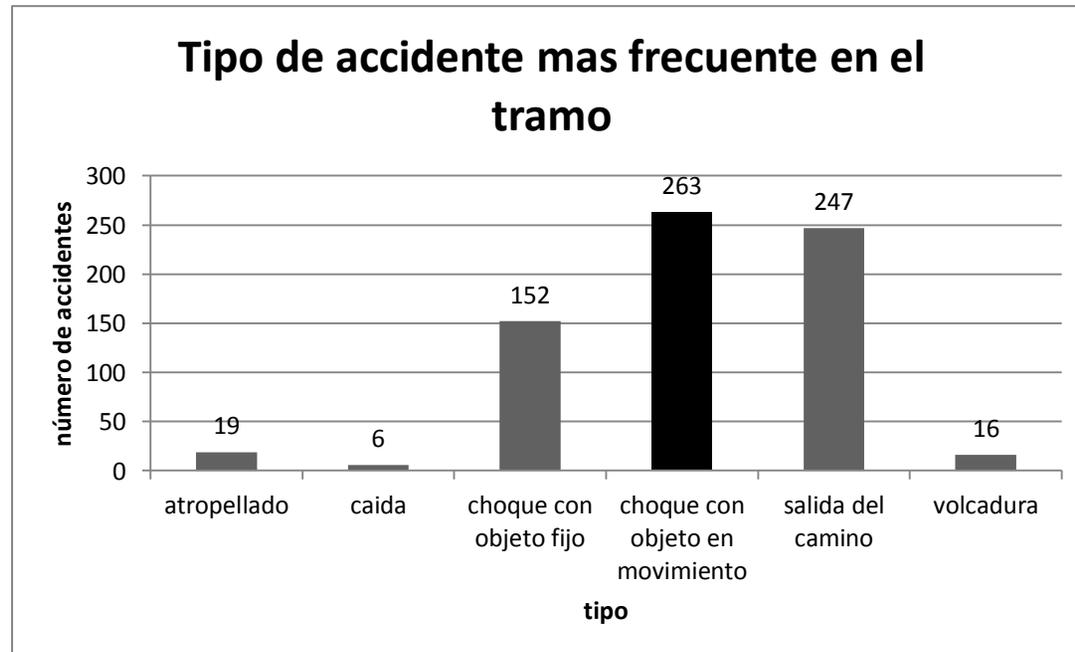
Figura 16 Estado físico del señalamiento horizontal en el tramo de estudio



## 1.5 Caracterización de los accidentes ocurridos en el tramo carretero

De acuerdo con el informe de siniestralidad del año 2010 en el tramo Ciudad Mendoza-Córdoba proporcionado por CAPUFE, el tipo de accidente vial más frecuente en el tramo es el choque con objetos en movimiento con un 37.41% de ocurrencia. Registrándose 263 percances de este tipo de accidente en el 2010. Otro tipo de accidente con mayor ocurrencia es la salida del camino con un 35.14% de ocurrencia, registrándose 247 veces a lo largo del tramo.

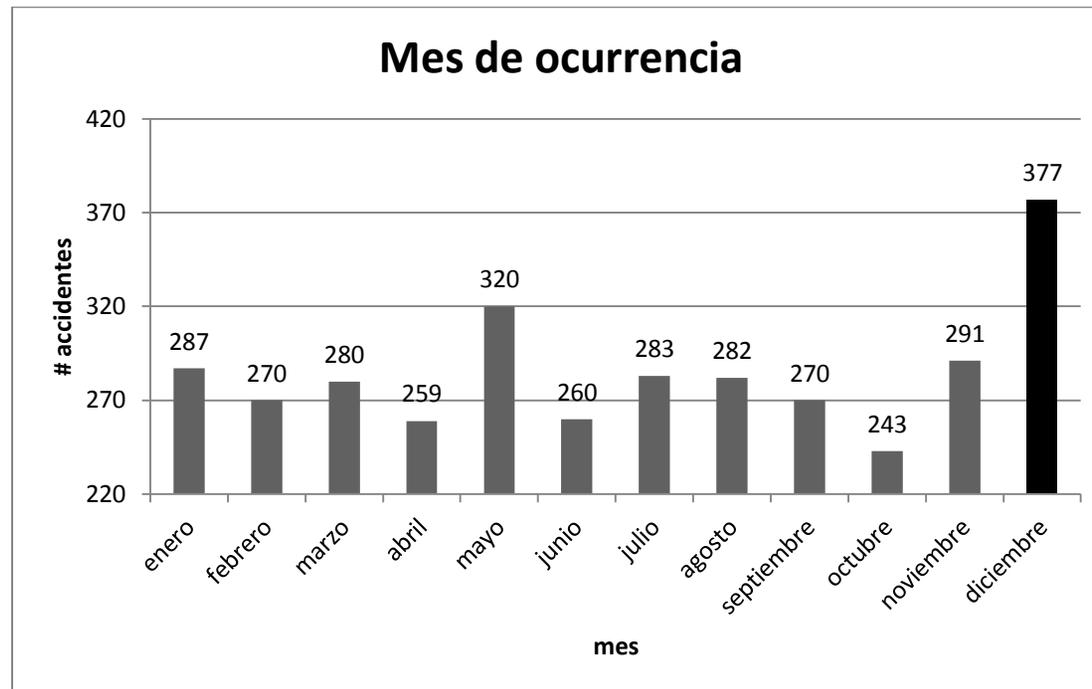
Figura 17 Tipo de accidentes viales más frecuentes



Fuente: Compendio de Siniestralidad 2005 – 2009, Caminos y Puentes Federales.

Dentro de éste mismo compendio de siniestralidad, se puede apreciar que durante las épocas vacacionales (verano y temporada decembrina) existe una alta incidencia en accidentes. Una causa de ello es que se trata de un tramo carretero que une a la capital del país con uno de los puertos turísticos más importantes de México.

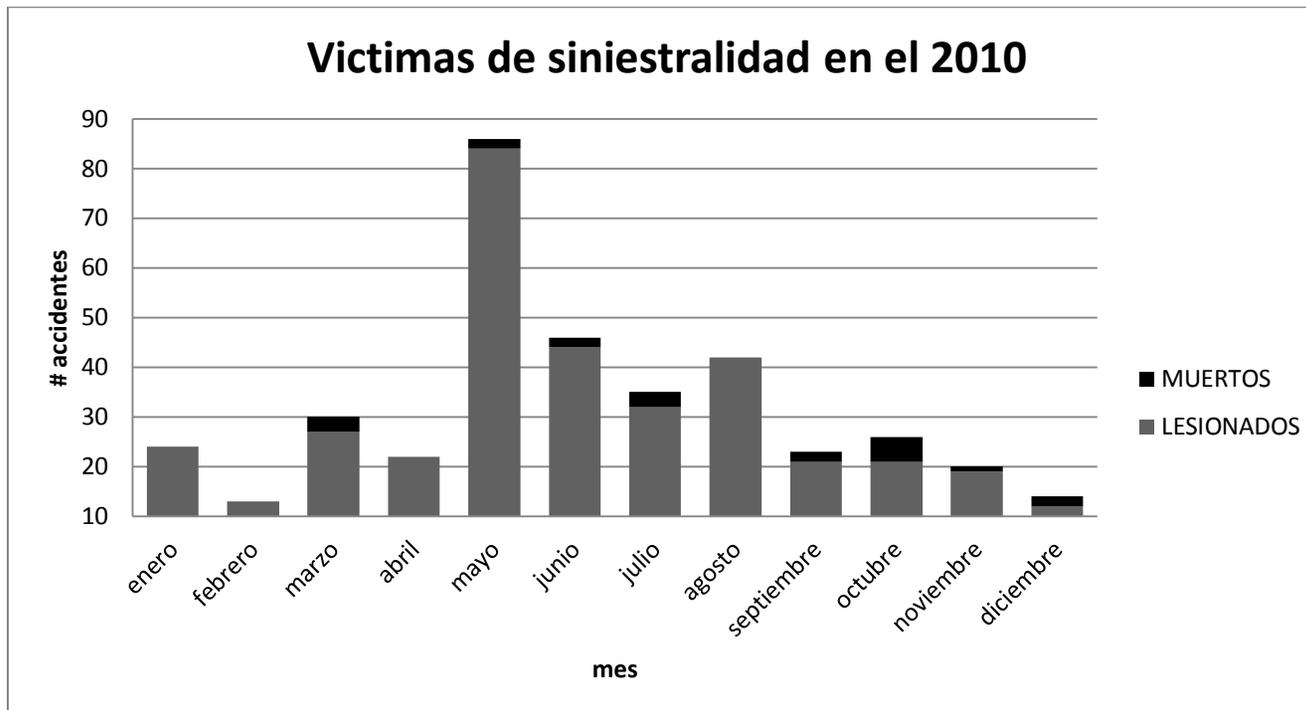
Figura 18 Temporalidad de accidentes viales en el tramo



Fuente: Compendio de Siniestralidad 2005 – 2009, Caminos y Puentes Federales.

Sin embargo, los registros de las víctimas durante el 2010 difieren un poco con respecto al número de percances, puesto que, durante el verano se registra una mayor cantidad de víctimas, ocurriendo en este mismo mes, un alto índice de lesionados y en octubre, de víctimas mortales.

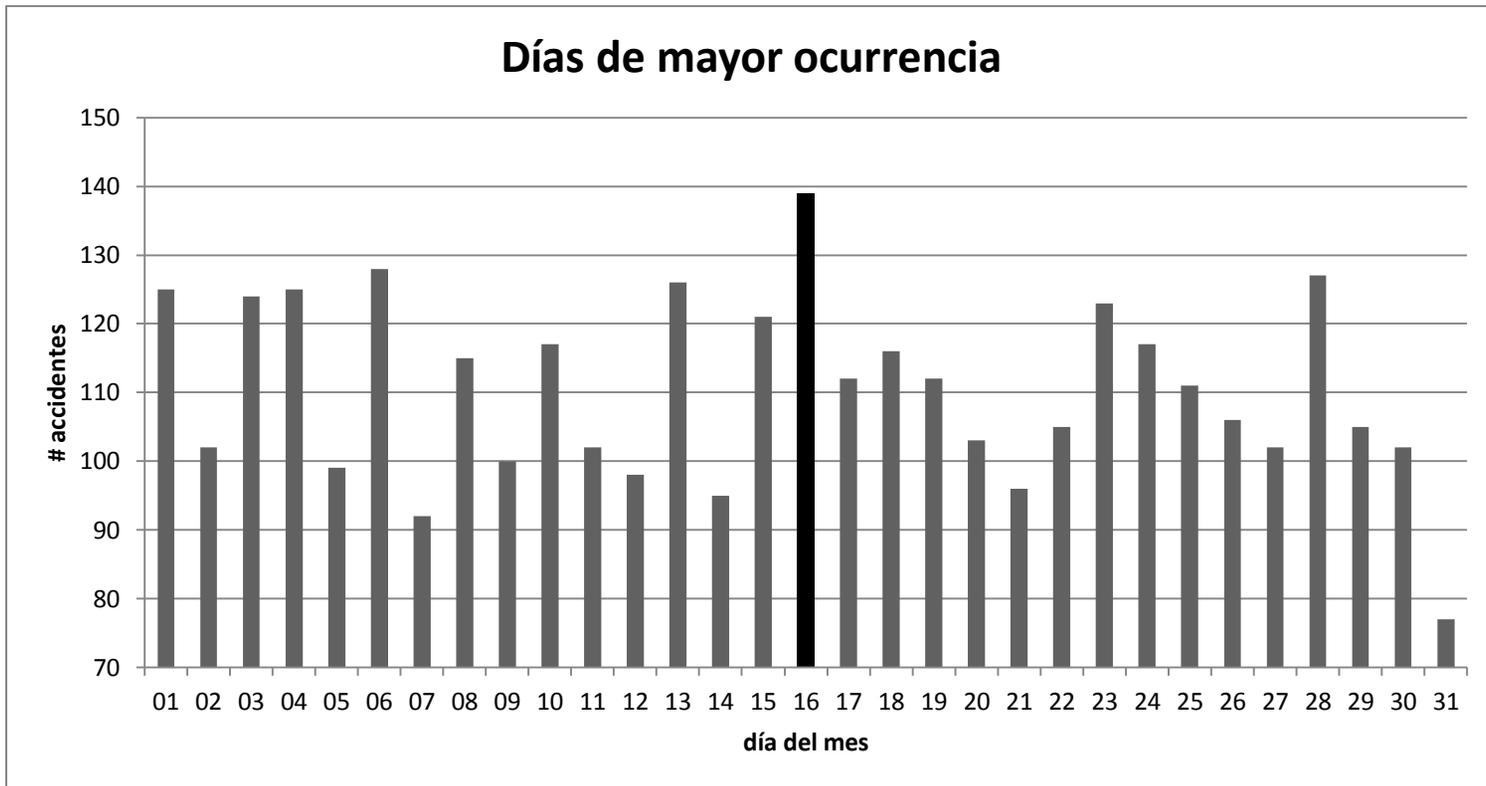
Figura 19 Temporalidad de víctimas en el tramo



De igual manera, se aprecia que los días de quincena y fines de semana son aquellos en los que hay mayor ocurrencia, esto debido a que el tramo une a dos ciudades importantes en cuanto a sus actividades económicas (Orizaba y Córdoba).

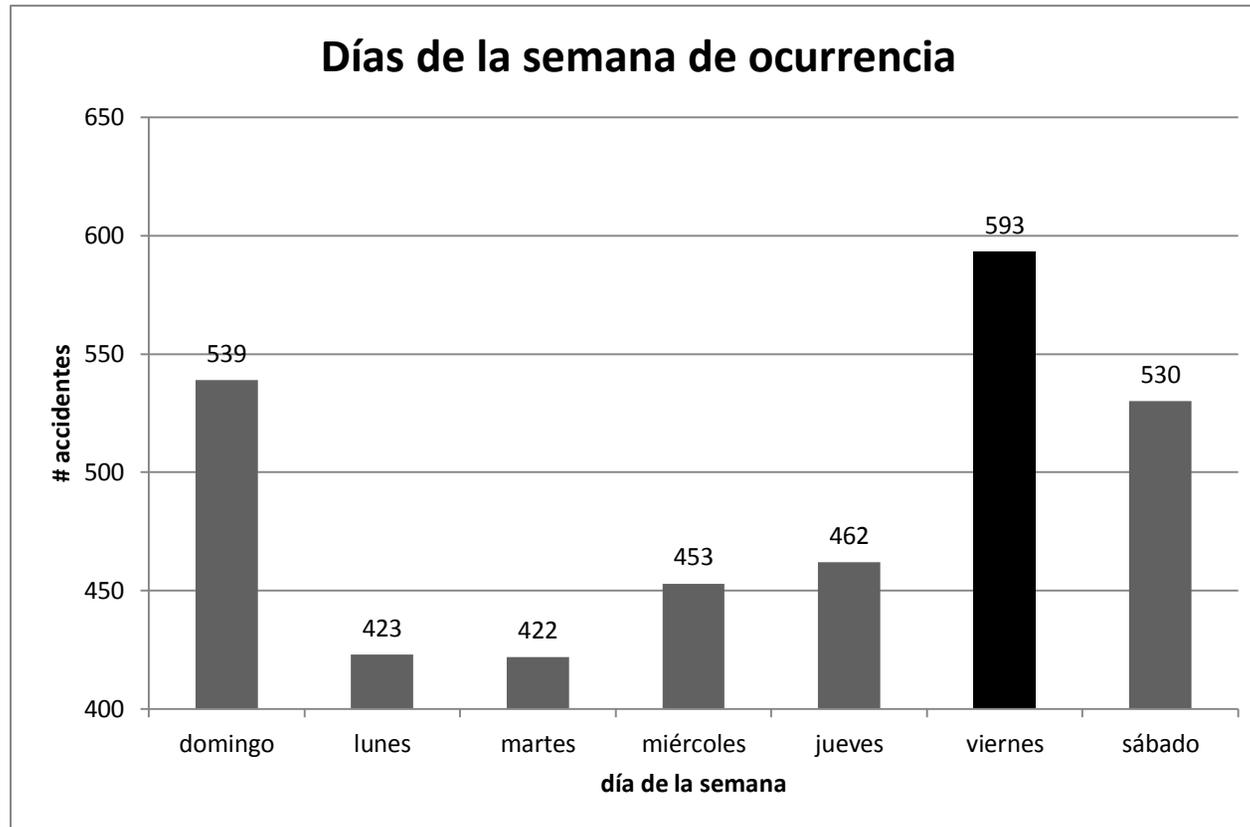
Además de que es considerado que en estos días aumenta el uso del transporte privado.

Figura 20 Días del mes de mayor incidencia en el tramo



Fuente: Compendio de Siniestralidad 2005 – 2009, Caminos y Puentes Federales.

Figura 21 Día de la semana de mayor incidencia en el tramo



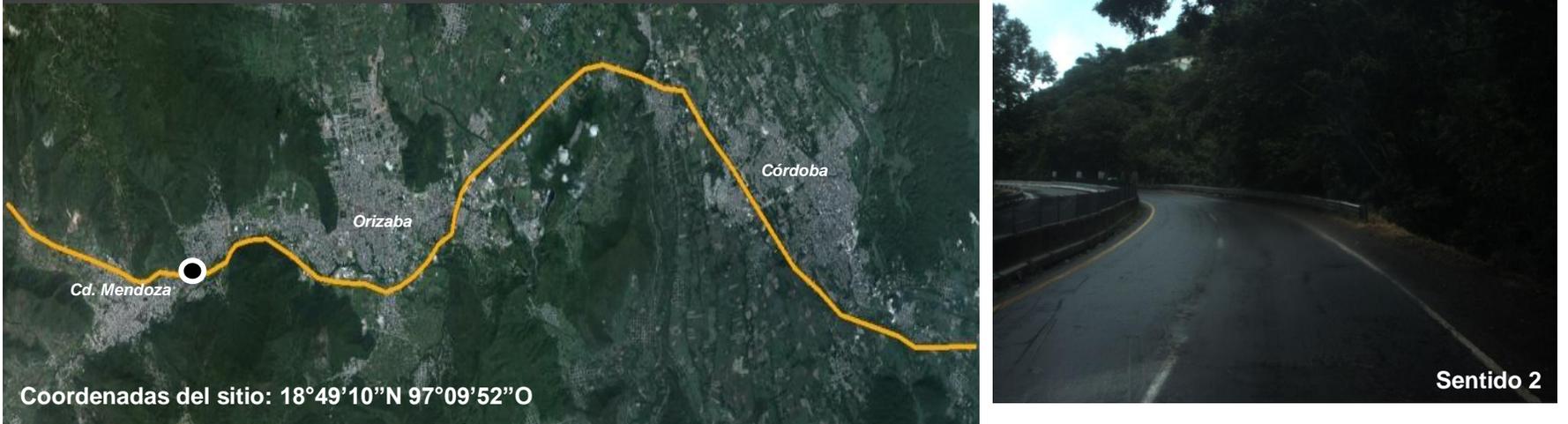
### ***1.5.1 Zonas de alta incidencia.***

A continuación se observa una tabla, la cual nos indica los puntos o zonas de mayor incidencia de accidentes en el tramo. Estos puntos inseguros se pueden clasificar en tres principalmente:

- Curvas peligrosas.
- Tramos con baja visibilidad.
- Intersecciones, o gran variedad de movimientos permitidos.

Cabe señalar que esta tabla es de creación propia y tiene como fuente principal el Compendio de Siniestralidad 2005-2009 facilitada por CAPUFE. La tabla contiene el kilómetro de alta incidencia, el número de accidentes ocurridos en dicho kilómetro, número de lesionados y número de muertos; además se incluyen fotos de los dos sentidos de la zona para su mejor apreciación.

Tabla 4 Inventario fotográfico de seguridad vial en el tramo, Agosto 2010.

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
Tramo: Cd. Mendoza-Córdoba Km. 263+500 Tipo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curva Peligrosa</li> <li>• Pavimento Resbaloso (temporada de lluvias)</li> </ul>	25	13	0	 <p style="text-align: right;">Sentido 1</p>
<b>Ubicación del Punto Negro</b>				
 <p style="text-align: center;">Córdoba</p> <p style="text-align: center;">Orizaba</p> <p style="text-align: center;">Cd. Mendoza</p> <p>Coordenadas del sitio: 18°49'10"N 97°09'52"O</p>				
				 <p style="text-align: right;">Sentido 2</p>

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
<p>Tramo: Cd. Mendoza-Córdoba Km. 265+000</p> <p>Tipo: Curva peligrosa</p> 	<p>16</p> <p><b>Observación: Por la altura del terraplén (&gt;3m), es necesaria la colocación de una defensa metálica de tres crestas.</b></p>	<p>10</p>	<p>2</p>	 <p>Sentido 1</p>  <p>Sentido 2</p>
<p>Ubicación del Punto Negro</p>  <p>Coordenadas del sitio: 18°49'20"N 97°09'44"O</p>				

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
<p>Tramo: Cd. Mendoza-Córdoba Km. 265+500</p>	17	9	0	 <p>Sentido 1</p>
<p>Tipo: Curva peligrosa</p> 	<p><b>Observación:</b> A estar las copas de los arboles muy crecidas, disminuyen la visibilidad en la curva.</p>			 <p>Sentido 2</p>
<p style="text-align: center;"><b>Ubicación del Punto Negro</b></p>  <p>Coordenadas del sitio: 18°50'01"N 97°08'10"O</p>				

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
--------------------------------	----------------------	------------	---------	----------

Tramo:	49	17	0	
--------	----	----	---	--

Cd. Mendoza-Córdoba

Km. 268+000

Tipo:

- Salida Próxima
- Acceso Irregular
- Incorporación



Ubicación del Punto Negro



Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
<b>Tramo:</b> <b>Cd. Mendoza-Córdoba</b> <b>Km. 277+000</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	 <p style="text-align: right;">Sentido 1</p>
<b>Tipo:</b> <b>Limite de Velocidad</b>	<b>Observación: Debido a los arbustos colocados en la mediana se disminuye la visibilidad en la curva.</b>			



**Observación: Debido a los arbustos colocados en la mediana se disminuye la visibilidad en la curva.**



Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
--------------------------------	----------------------	------------	---------	----------

Tramo:	7	20	0	
--------	---	----	---	--

Cd. Mendoza-Córdoba

Km. 281+500

**Observación:** *Por la profundidad de la cuneta en la mediana, es necesaria la colocación de una defensa metálica de tres crestas.*

Tipo:

Limite

Velocidad



Sentido 1

Ubicación del Punto Negro



Coordenadas del sitio: 18°52'50"N 97°03'16"O



Sentido 2

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
--------------------------------	----------------------	------------	---------	----------

Tramo: **12** **0** **3**

Cd. Mendoza-Córdoba

Km. 283+000

Tipo:

- Limite de Velocidad
- Acceso Irregular



Sentido 1

Ubicación del Punto Negro



Coordenadas del sitio: 18°53'47"N 97°02'23"O



Sentido 2

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
--------------------------------	----------------------	------------	---------	----------

Tramo: **15**      **6**      **2**  
 Cd. Mendoza-Córdoba  
 Km. 284+500

Tipo:  
 Limite  
 Velocidad



**Observación: Puente Ingeniero Mariano García Sela "Metlac". Es necesaria la colocación de una barrera de seguridad rígida (concreto).**



Sentido 1



Sentido 2

Ubicación del Punto Negro



Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
<b>Tramo:</b> <b>Cd. Mendoza-Córdoba</b> <b>Km. 286+000</b>	<b>30</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	
<b>Tipo:</b> <b>Limite</b> <b>Velocidad</b>	<b>Observación: Plaza de Cobro "Fortín"</b>			

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
--------------------------------	----------------------	------------	---------	----------

Tramo:	7	20	0	
--------	---	----	---	--

Cd. Mendoza-Córdoba

Km. 290+000

Tipo:

- Limite de Velocidad
- Pavimento Resbaloso (temporada de lluvias)



Sentido 1

Ubicación del Punto Negro



Coordenadas del sitio: 18°53'17"N 96°58'03"O



Sentido 2

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
<p>Tramo: Cd. Mendoza-Córdoba Km. 291+000</p>	<p>20</p>	<p>19</p>	<p>0</p>	 <p>Sentido 1</p>
<p>Tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limite de Velocidad</li> <li>• Salida de camino</li> </ul>	 			 <p>Sentido 2</p>
<p>Ubicación del Punto Negro</p>				
 <p>Coordenadas del sitio: 18°52'51"N 96°57'31"O</p>				

Tramo y kilómetro de ubicación	Accidentes ocurridos	Lesionados	Muertes	Imágenes
<b>Tramo:</b> <b>Cd. Mendoza-Córdoba</b> <b>Km. 293+000</b>  <b>Tipo:</b> <b>Limite</b> <b>Velocidad</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	
				



Como hemos visto, la función de los dispositivos del señalamiento vial constituyen los elementos físicos que se utilizan en la regulación del tránsito. Sirven para que el usuario de la vialidad se guíe por las indicaciones, se comporte con corrección y seguridad en las vialidades y de esta manera, se consiga disminuir el número de accidentes y expeditar el tránsito. Ellos sirven para: advertir al público usuario la existencia de posibles peligros, dar a conocer determinadas retracciones, indicar en forma concisa ciertas disposiciones legales, determinar el derecho de paso de las corrientes de vehículos y el sentido de las vías y ayudar a los peatones para atravesar las vías.

Sin embargo, en el tramo de estudio se puede apreciar que la mayoría de los accidentes son ocasionados por el exceso de velocidad, lo que nos lleva a que es imperativo un cambio en la conciencia del usuario. Sin una correcta educación vial, no sirve de mucho una perfecta geometría en la vía, o los mas sofisticados dispositivos de seguridad los cuales claramente ayudan a la disminución de la accidentabilidad, mortalidad y numero de lesionados pero si el conductor no respeta los limites de velocidad, la inercia lo llevara a perder el control sobre su vehículo y ocasionar un accidente.



## Capítulo II

---

***Intervenciones actuales en materia de prevención de accidentes de tránsito en las carreteras***

## 2. Intervenciones actuales en materia de prevención de accidentes de tránsito en las carreteras

*Una visión de la seguridad vial es una descripción de un estado deseable en el futuro, basado en una teoría de cómo los diferentes componentes del sistema de tránsito deben relacionarse o interactuar. Se fórmula como un objetivo permanente sin un plazo determinado, sólo puede lograrse a través de grandes esfuerzos de los diversos actores que intervienen durante un largo período de tiempo. Sin embargo, contar con una visión de los elementos necesarios para la seguridad vial, genera reflexiones sobre qué mejoras son necesarias para abordar el estado deseable. Si existen los compromisos y recursos, esta visión dirigirá las acciones y constituirá la base de los planes de seguridad vial y los programas.*

*Según datos de la OMS, en México:*

- *La primera causa de muerte en jóvenes en edad productiva son los accidentes de tránsito.*
- *La segunda causa de orfandad infantil es la muerte de los padres en accidentes viales.*

*Así mismo, las principales causas de accidentes son: conducir a exceso de velocidad, o bajo los efectos del alcohol.*

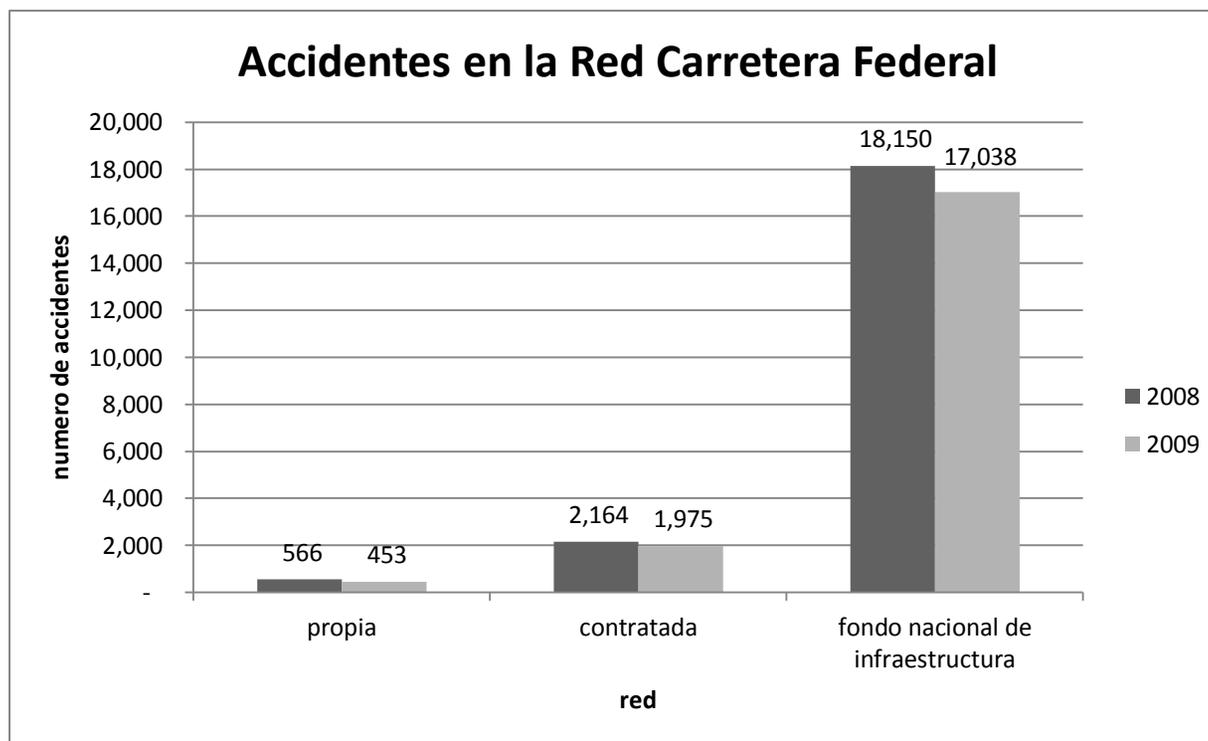
*Por lo tanto, el problema de la seguridad vial es un tema de atención prioritaria por parte de los gobiernos y de los ciudadanos, principalmente por tres tipos de razones: las humanitarias, de salud pública y las económicas. Para atender este problema conviene considerar los casos de éxito de intervenciones en lugares que demuestren una cantidad menor de accidentes, con el fin de identificar aquellas que puedan realizarse para prevenir los accidentes de tránsito.*

## 2.1 Marco teórico.

Según datos de la SCT, la Red Carretera Nacional de México consta de 323,040 km. Está integrada por la Red de Carreteras Federales (RCF), de 48,288 km; la Red Alimentadora, de 63,405 km y la Red de Caminos Rurales, de 211,347 km. Además el parque vehicular registrado, del orden de 18.9 millones de unidades.

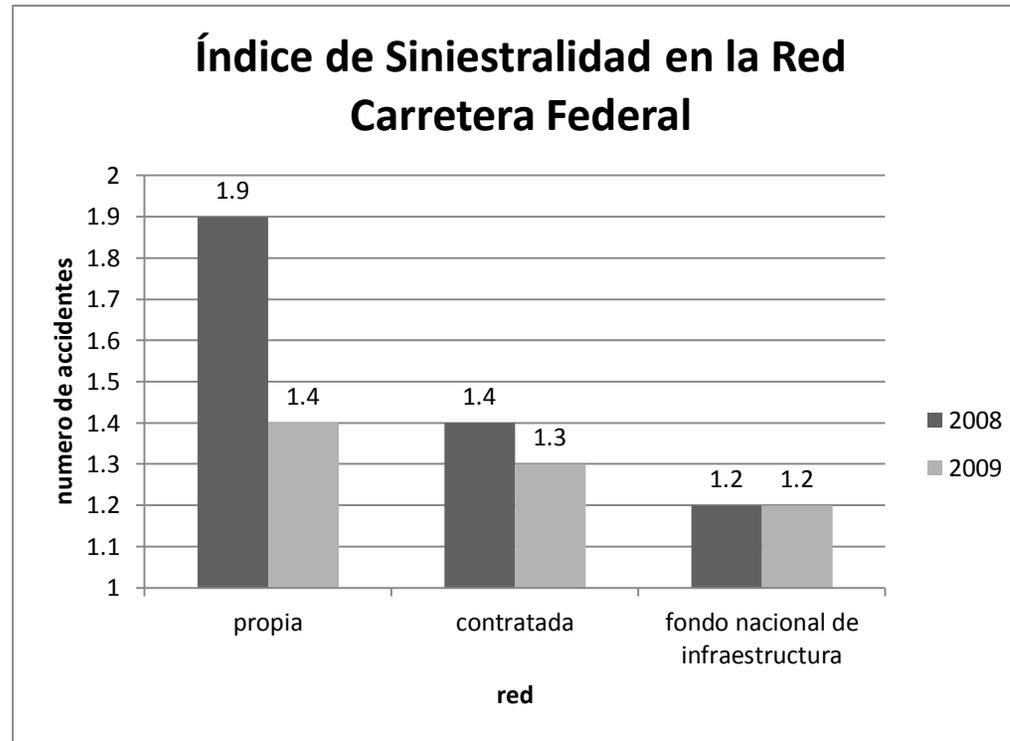
Así mismo, según datos del Anuario de estadísticas por entidad federativa 2011 de INEGI, en la RCF se registran anualmente del orden de 10 mil accidentes y una cifra estimada de daños materiales de \$571,999,300. Las siguientes gráficas muestran la evolución de los accidentes en la RCF de 2008-2009. En ese período, el número de accidentes por año se mantuvo prácticamente constante, sin embargo, ante una tasa promedio de crecimiento del tránsito de 7.4%, resultó una reducción media anual de 14% en el índice de siniestralidad.

Figura 22 Evolución de la accidentalidad en la RFC (2008-2009)



Fuente: Anuario de Estadísticas por Entidad Federativa 2011, INEGI

Figura 23 Evolución de la accidentalidad (Índice de siniestralidad) en la RFC



Según el Compendio Estadístico de la Mortalidad Registrada por Accidentes, los accidentes en la RCF generan alrededor de 40% de la mortandad en los accidentes viales totales, es decir, el 60% se genera en otras redes, tales como las estatales, las urbanas y las nacionales de menor importancia (p ej., caminos rurales, etc.). Asimismo, los ocurridos en la RCF representan el 14% del total de muertos en accidentes de todo tipo, incluyendo los generados en el hogar, en el trabajo, por desastres naturales, etc. Los valores anteriores corresponden a fallecimientos en el sitio del percance, por

tanto, no se consideran las muertes que ocurrieron dentro de los 30 días siguientes al evento, como se hace en los países más avanzados en esta materia.

Por lo tanto, a semejanza de cualquier esfuerzo que el hombre desarrolla para conservar su salud, la conservación en los caminos viene siendo la mejor inversión posible, ya que una conservación adecuada no solo garantiza la inversión inicial de construcción, sino que disminuye el costo de explotación y alarga la vida tanto del camino como de los vehículos que lo usan.

Así mismo, no se puede concebir el buen funcionamiento de una carretera si ella no cuenta con el señalamiento necesario que le imparta seguridad al usuario de la misma. Para ello existen tres tipos de señales camineras:

- a) *Señales preventivas*. Estas señales son aquellas que tienen por objetivo advertir al usuario del camino la existencia de un peligro potencial y la naturaleza del mismo. La distancia hasta el lugar de peligro a la que deberán colocarse las señales debe ser determinada de manera que asegure su mayor eficiencia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta el tipo de camino y de los vehículos que lo usarán.
- b) *Señales restrictivas*. Son aquellas que tienen por objeto el expresar en la misma, alguna fase del Reglamento de Tránsito, con el fin de que el usuario de la carretera las cumpla. Generalmente, estas señales tienden a restringir algún movimiento en el vehículo, recordándole al conductor la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada.
- c) *Señales informativas*. Estas señales tienen como finalidad el proporcionar al usuario alguna información que le ayude a su viaje.

Además de las señales de camino, es posible marcar el pavimento del mismo para aumentar su seguridad. Estas marcas son de características longitudinales o transversales.

Las marcas longitudinales pueden ser de línea continua o de línea discontinua. Cuando se emplea una línea continua, ella restringe la circulación de tal manera que ningún vehículo puede cruzar esta línea o circular sobre ella. Estas líneas tienen como fin el prohibir a un vehículo el adelantar a otro, a que pase de una vía a otra en puntos peligrosos, como en curvas, cambios de rasante, pasos a desnivel, etc. o delimitar los carriles de circulación.

Las marcas transversales en el pavimento deben emplearse como indicaciones de paradas, o bien para delimitar fajas destinadas al cruce de peatones.

Existen otro tipo de marcas que corresponden a las que indican restricciones al estacionamiento, y a las marcas que indican la presencia de obstáculos materiales en el camino o cerca de él.

Aunado a la señalización y marcado en caminos, existen intervenciones por parte de instituciones públicas y privadas para mitigar los accidentes carreteros, partiendo del hecho de que se define en los diccionarios como accidente a cualquier suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, es posible anticiparse a él y evitarlo.

## 2.2 Medidas Internacionales de prevención para usuarios de carreteras.

Según datos de nivel internacional de la OMS, actualmente se tiene más de un millón de muertes por año en el mundo por accidentes viales y más de 20 millones de lesionados, en una población del orden de 6 mil millones de habitantes. La mayoría de esas víctimas ocurren en los países en desarrollo, y las cifras aumentan en la medida en que su parque automotor crece.

De todas las personas que fallecen en accidentes viales, alrededor de 60% son por accidentes carreteros.

En 1990, los accidentes viales ocuparon el noveno lugar dentro de las pandemias que más muertes generan en el mundo. Algunos estudios han estimado que ascenderán a la tercera posición en 2020, sólo superados por las enfermedades del corazón y la depresión. Comparativamente, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) ocupará el décimo lugar y las guerras el octavo, de manera que, esta problemática cada vez irá ganando prioridad en relación con las otras causas, por lo que resulta un problema que deberá atenderse con la mayor importancia.

La real tragedia de los accidentes viales es que, en gran medida, ellos y sus consecuencias pueden evitarse mediante una inversión adecuada y creciente para generar mejores conductores y usuarios de las vialidades, así como superiores estándares de diseño, fabricación y mantenimiento vehicular, y mejores estándares de diseño, construcción y mantenimiento carretero; a diferencia de otras causas de mortandad importantes como son los fallecimientos por cáncer o por enfermedades del corazón, que realmente no son tan evitables como las pérdidas en accidentes viales.

En los países europeos, existen enormes diferencias en el nivel de seguridad que han alcanzado con respecto a México.

Algunas de las intervenciones implementadas por estos países son relativamente simples y de bajo costo, otras son menos fáciles de aplicar y es necesario un mayor presupuesto.

Así mismo, algunos de los ejemplos más conocidos e incluso adoptados en otros países sobre las visiones de seguridad vial son: en los Países Bajos la Seguridad Sostenible y en Suecia el de Visión Cero. En ambas visiones, el concepto básico es cambiar el sistema de tráfico en una sola, la cual reduce el daño físico en los accidentes que suelen ocurrir. Puesto que la visión es compartida por todas las partes interesadas, la responsabilidad de la seguridad vial también es compartida entre los usuarios de las carreteras, los diseñadores de sistemas, las autoridades de carreteras, fabricantes de automóviles, etc., es decir, todos aquellos que están directa o indirectamente involucrados en el tráfico de las carreteras.

A continuación se mencionan las mejores prácticas identificadas en los países más desarrollados según el “Summary and Publication of Best Practices in Road Safety in The Member States”, en cada practica se hará una breve descripción de lo que es, sus involucrados y que tan costosa y/o efectiva es.

### *2.2.3 Visión Cero (Suecia).*

En 1997, el Parlamento sueco adoptó la Visión Cero, una nueva política de seguridad vial basada en cuatro principios:

1. **Ética:** la vida humana y la salud son de suma importancia, tienen prioridad sobre la movilidad y otros objetivos del sistema de transporte por carretera.
2. **Cadena de responsabilidad:** Los proveedores, las organizaciones profesionales y los usuarios profesionales son

los responsables de la seguridad del sistema. Los usuarios tienen la responsabilidad de seguir las reglas y regulaciones. Si los usuarios de las carreteras no cumplen con las normas y reglamentos, la responsabilidad recae sobre los proveedores del sistema.

3. **Filosofía de Seguridad:** los seres humanos cometen errores, los sistemas de transporte por carretera deben minimizar la oportunidad para el error y el daño causado cuando se producen errores.

4. **Mecanismos de accionamiento para el cambio:** los proveedores y ejecutores del sistema de transporte por carretera, deben hacer todo lo posible para garantizar la seguridad de todos los ciudadanos y cada uno de los participantes deben estar dispuestos a cambiar para lograr la seguridad.

La Administración Sueca de Carreteras (SRA) tiene la responsabilidad general de la seguridad vial en el sistema de transporte por carretera. De acuerdo con los principios de la Visión Cero, todos los demás interesados en el campo del transporte por carretera también son responsables de garantizar y mejorar la seguridad vial.

Visión Cero estima alcanzar una posible reducción en el número de muertes por un poco más de diez años. La adopción de la Visión Cero en Suecia ayudó en el desarrollo de la investigación y la aplicación de un nuevo diseño del sistema.

#### **2.2.4 Software finlandés TARVA**

En Finlandia, los análisis de eficiencia de costos son comunes en la toma de decisiones de seguridad vial. Un programa de software especial, llamado Tarva, está disponible como una herramienta. Tarva contiene datos de los accidentes de todas las carreteras de Finlandia. Se utiliza para estimar los cambios, según el número de accidentes con lesiones y muertes, de las medidas de infraestructura en la red de carreteras de Finlandia. También puede calcular los beneficios

monetarios y los costos. Tarva ha estado en operación desde 1994. El programa es flexible y fácil de aplicar. Las evaluaciones son llevadas a cabo regularmente.

Tarva es utilizado por las autoridades de carreteras finlandesas tanto a nivel nacional y regional. Podría ser trasladado a otros países si la información está disponible referente a la infraestructura, los accidentes, los costos de las medidas, y si los modelos validados de accidentes están disponibles.

Tarva hace un uso eficiente de los recursos mediante el enfoque de las medidas más eficaces en las carreteras, donde son más útiles. Los costos incluyen los gastos de administración de datos, investigación y desarrollo (por ejemplo, estimación y validación de modelos de accidentes) y los procedimientos administrativos.

### ***2.2.5 Bandas sonoras (Suecia)***

Las bandas sonoras se hacen con maquinaria especializada sobre la superficie de asfalto en los extremos de la carretera o entre carriles en direcciones opuestas, estas se implementan en combinación con marcas en la vialidad. Las bandas sonoras vibran y producen un ruido específico cuando un vehículo pasa sobre ellos, alertando a los conductores sobre el peligro potencial de un accidente cuando se pretende cambiar o salir del carril. Son útiles para prevenir accidentes provocados por salir del carril, colisiones de frente, entre otros. Estas marcas hechas en la carpeta suelen prevenir accidentes que normalmente tienen consecuencias graves (usuarios gravemente heridos o muertos). La instalación de bandas sonoras es generalmente responsabilidad de las administraciones de carreteras nacionales o regionales.

La investigación en diferentes países ha demostrado que el número de accidentes con consecuencias graves puede

reducirse en más del 30% por el uso de bandas sonoras en los extremos de la carretera y más de un 10% si son colocadas en el eje de la carretera. Las estimaciones de los costos varían en gran medida pues dependen de las condiciones de la carpeta.

### ***2.2.6 Luces durante el día (DRL)***

Daytime Running Lights (DRL) es una obligación legal para todos los vehículos automotores. Se debe conducir con las luces de cruce o con lámparas especiales de DRL, independientemente de la hora del día o las condiciones de luz. DRL tiene como objetivo reducir los accidentes durante el día, por ello, DRL aumenta la visibilidad y mejora la percepción de la distancia y la velocidad de los vehículos. Mejora las posibilidades de que los demás usuarios detecten a otro vehículo antes y ajusten su velocidad.

Cabe señalar que para obligar el uso de DRL se requiere un cambio de ley, además del apoyo de campañas publicitarias. De igual forma para aplicar de forma voluntaria el DRL se necesitaría de campañas intensivas de información para convencer a los conductores de las ventajas de seguridad. Los análisis Costo-Beneficio muestran que el DRL obligatorio reduce el número de accidentes en el día de un 5% a un 15%. Los efectos de ésta práctica son mayores cuando se reducen los accidentes que tienen como consecuencia la muerte, y mayor en aquellos donde solo se ocasiona daño a la propiedad.

Por otro lado, existe una cierta oposición en contra de DRL debido a los posibles efectos adversos en determinados tipos de accidentes (peatones, ciclistas y motociclistas, y las colisiones traseras), pero no hay pruebas científicas de estos efectos adversos. Los costos asociados con DRL son principalmente los costos de combustible y los costos ecológicos

asociados a ello. El Análisis Costo-Beneficio mostró que para los vehículos pequeños el uso de combustible aumentaría un 1.6%, y para los vehículos pesados en un 0.7%.

Finalmente, existen empresas internacionales como Bridgestone que crean intervenciones como la famosa “Piensa antes de conducir”, la cual es una iniciativa de seguridad vial que promueven Bridgestone, la Federación Internacional del Automóvil, así como los clubes de automóviles a nivel mundial. Esta campaña ha sido desarrollada para generar conciencia en los conductores de todo el mundo sobre la importancia de conducir seguro. La campaña introduce cuatro sencillos consejos en seguridad vial; estos consejos se basan en dos objetivos principales:

- Resaltar acciones que llevan tan solo unos segundos y que salvan vidas.
- Identificar los principales factores de riesgo que pueden provocar accidentes graves o mortales.

Los consejos de seguridad vial que presenta la campaña son: usar siempre la silla para niños, utilizar el cinturón de seguridad, ajustar el reposacabezas y comprobar el estado de las llantas.

Otros consejos de seguridad de la campaña “Piensa antes de conducir” son:

- No utilizar el teléfono móvil mientras se conduce.
- Controlar la velocidad.
- Si bebes, no conduzcas.
- No conduzcas bajo la influencia de medicamentos.

### 2.3 Medidas de prevención para usuarios de carreteras en México

Para el caso de México, en el IMT se ha estimado el costo directo de los accidentes en Carreteras Federales del orden de los 1,200 millones de dólares, es decir, alrededor de 0.3% del Producto Interno Bruto (PIB). Se estima que si se considerasen todos los ocurridos en las redes de las otras jurisdicciones, como las urbanas y las estatales, se tendría que en el país representan del orden de 1% del PIB. En Estados Unidos, estimaciones de 1994, indicaron que el costo de los accidentes viales ascendió a alrededor de 2% de su PIB. Por lo anterior, el argumento para realizar inversiones en seguridad no sólo es humanitario: los accidentes viales también representan pérdidas económicas cuantiosas.

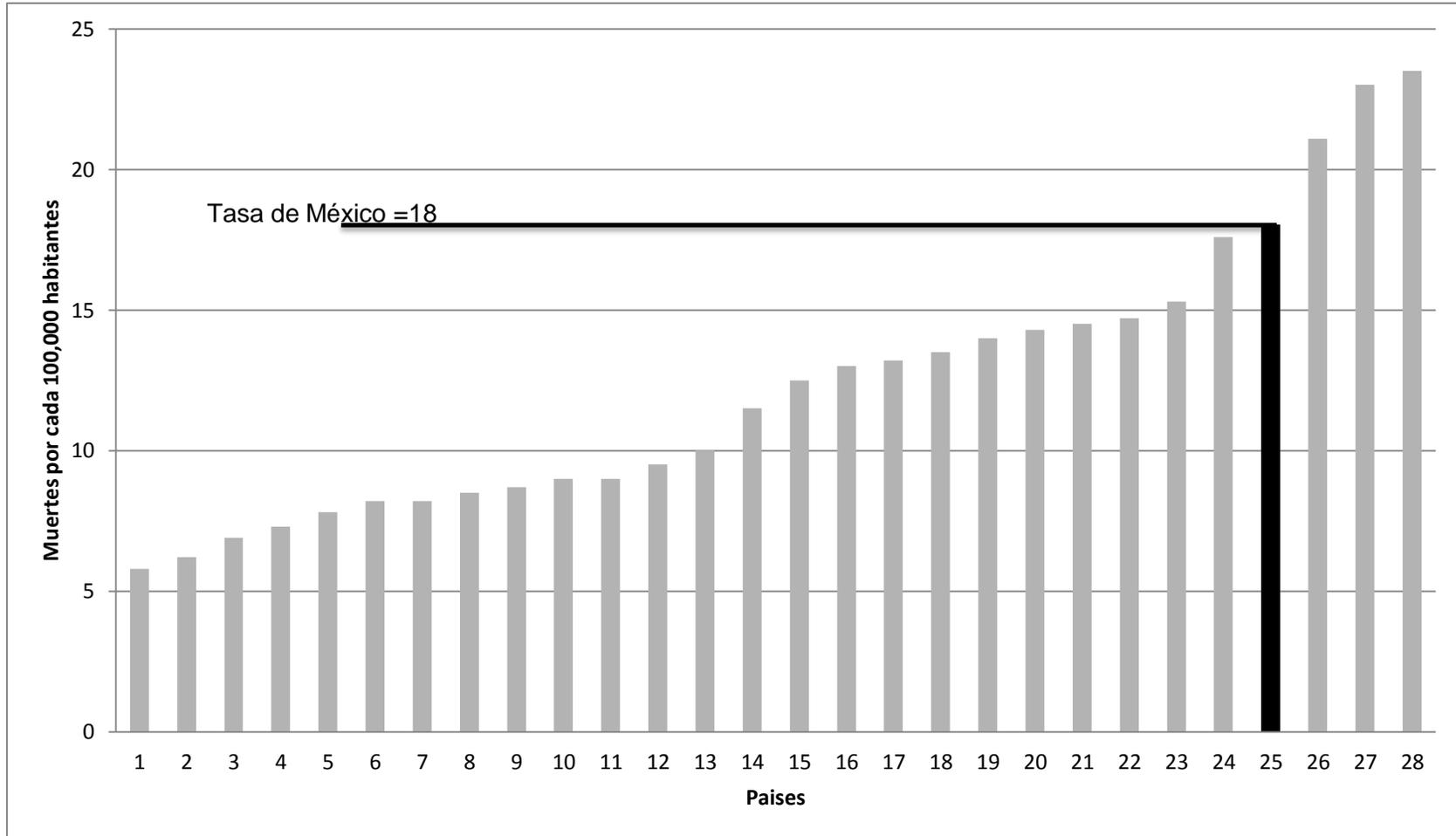
En México, la mayoría de las muertes en el transporte se dan en el modo automotor; por accidentes viales, alrededor de 18 mil por año, dentro de los cuales se incluyen los ocurridos en Carreteras Federales que como se mencionó, son del orden de 5 mil; seguidos por el modo ferroviario, donde hay 200 por año, es decir, hay un margen considerable de diferencia de 18,000 por año en el modo automotor a 200 por año en el ferroviario. El aéreo tiene cifras de 60 por año, y así se podrían mencionar los otros modos con valores menores a este último.

Para el modo automotor, esa cifra de 18 mil por año da una tasa de riesgo de 18 muertos por cada 100 mil habitantes, considerando la población de México en 100 millones de pobladores. La tasa anterior ubica a México en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) con mayor índice (en un nivel similar a Polonia e Irlanda, sólo superados por Grecia, Portugal y Corea). A continuación se observa que el Reino Unido y los países nórdicos, que dan mucha importancia a esta problemática y tratan de eliminar la ocurrencia de accidentes en las carreteras, tienen los valores menores del índice mencionado.

### Nomenclatura de los países.

1 Reino Unido	8 Finlandia	15 Austria	22 Bélgica
2 Suecia	9 Australia	16 Hungría	23 EEUU
3 Holanda	10 Dinamarca	17 Nueva Zelanda	24 Polonia
4 Islandia	11 Alemania	18 Luxemburgo	25 Irlanda
5 Noruega	12 Canadá	19 Rep. Checa	26 Grecia
6 Suiza	13 Turquía	20 Francia	27 Portugal
7 Japón	14 Italia	21 España	28 Corea

Figura 24 Tasa d riesgo para algunos países de la OCDE (2001)



Fuente: Estrategias de implantación y manejo de la seguridad. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París, Francia, 2001

Según la Secretaría de Salud, los accidentes de tránsito son la primera causa de muerte en la población de entre cinco y 29 años de edad y la segunda de orfandad en México. Todo este conjunto de fatalidades obligan a tomar acciones que modifiquen el panorama. Actualmente se realizan acciones que están orientadas a sensibilizar a los usuarios sobre la importancia de la obediencia de las normas de tránsito y respeto recíproco. Algunas de las intervenciones que hace esta Secretaría son: campañas de comunicación, pláticas en escuelas y ferias, materiales de difusión y participación ciudadana. Además, existe una Iniciativa Mexicana de Seguridad Vial (IMESEVI) la cual busca disminuir lesiones, discapacidad y muerte por causa de tránsito. IMESEVI es un programa multisectorial, donde se conjugan los esfuerzos del Centro Nacional para la Prevención de Accidentes (CENAPRA), de la Secretaría de Salud, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y los Gobiernos de los Estados con la Sociedad Civil, para abatir las lesiones, discapacidad y muertes por causa de tránsito.

Una aportación importante, por parte de la UNAM, hacia la investigación y modelación de los accidentes en nuestro país es “Diagnostico Espacial de los Accidentes en el Distrito Federal”, cuyo objetivo es conocer dónde y bajo que patrones se presentan los accidentes de tránsito en el DF, y de esta manera mejorar las políticas orientadas a mejorar la salud y bienestar de la población de la Ciudad de México.

Otra Intervención es el llamado “Muévete por tu ciudad”, una asociación civil mexicana legalmente constituida en abril del 2004, la cual consta de ciudadanos comprometidos con actitudes positivas hacia las normas básicas de convivencia urbana. Esta asociación desarrolla y realiza diferentes estrategias para sensibilizar a los ciudadanos sobre la importancia de la actitud que normalmente toman los jóvenes, mejorando así su convivencia dentro de los espacios en que todos nos movemos diariamente. Una de sus campañas se llama "Porque la actitud es lo que nos mueve", esta es una campaña de

sensibilización continua durante 17 semanas, donde a través de impactos visuales, intervenciones con actores, instalaciones artísticas, pláticas, y un taller de artistas enfocado a la civilidad, se provoca una reflexión en torno a las actitudes viales y cívicas.

Además, el Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes (COEPRA) del estado de Veracruz implementa como medida de prevención las semanas de prevención de accidentes, en las cuales se llevan a cabo todos los componentes del programa de manera intensiva, permitiendo reforzar todas las acciones de prevención de accidentes que se han realizado en el año en un municipio determinado. Esta campaña, aunque se aplica de forma municipal, sin duda es llevada a la práctica por el conductor en las carreteras federales y de cuotas del estado, puesto que las mismas se basan en concientizar a la población.

Las semanas de prevención de accidentes están conformadas por 4 actividades de relevancia:

1. **Conformación del comité municipal de prevención de los accidentes.** Quienes replican y llevan a cabo acciones en el transcurso del año en coordinación con los servicios de salud.
2. **Cursos taller de prevención de accidentes “Ahora te toca a ti”.** Su objetivo es concientizar y sensibilizar a grupos de jóvenes y adolescentes de los distintos niveles de educación media y superior sobre la magnitud y trascendencia de los accidentes de tránsito de vehículos de motor (ATVM), para que opten por las medidas básicas de seguridad vial.
3. **Teatro educativo.** Donde se concientiza y sensibiliza al público en general, sobre todo a los niños, acerca de la magnitud y trascendencia de los ATVM, para que opten por las medidas básicas de seguridad vial, de una manera

chusca, divertida pero sobre todo educativa. Se presentan en: escuelas preescolar y primaria, calles y avenidas de mayor afluencia vehicular y peatonal, museos, centros comerciales y parques principales de la ciudad.

4. **Operativos crucero y gasolinera.** A través de publicidad impresa y estableciendo comunicación entre el personal de los servicios de salud y la población abierta se concientiza e informa sobre la magnitud y trascendencia de los ATVM, además de difundir medidas básicas de prevención de accidentes.

### *2.3.1 Estrategias de intervención de la SCT*

Conjuntamente con las intervenciones anteriormente citadas, se ha observado que en muchos países, incluyendo a México y algunos otros de Latinoamérica, que la atención de esta problemática ha sido exitosa a través de un proceso de planeación estratégica constituido por:

- I) Formulación de una visión o filosofía.
- II) Análisis del problema.
- III) Definición de metas.
- IV) Desarrollo de medidas de mejoramiento.
- V) Mecanismos de evaluación y monitoreo.

Así mismo, como resultado del proceso de planeación estratégica, deben proyectarse planes integrales multianuales que incluyan programas en cinco tipos de estrategias específicos, mismos que a continuación se describen.

### **2.3.1.1 Control de exposición**

Se refiere a los programas que buscan mejorar la seguridad mediante la reducción de la cantidad de viajes o sustitución de formas menos seguras de transporte por otras más seguras. Estos programas suelen ser recibidos socialmente con desagrado porque están en conflicto con otros valores de la sociedad, tales como la libertad para elegir dónde vivir y trabajar y, por supuesto, la libertad de movimiento. Algunos programas de este tipo de estrategia son: alternativas para el transporte automotor, es decir, que la gente se mueva en medios menos peligrosos, como el autobús, el ferrocarril e incluso el avión; restricciones vehiculares, por ejemplo, la instalación de gobernadores de velocidad, control del tamaño de los motores, etc.; restricciones viales, como la prohibición a los tractocamiones para circular en carreteras secundarias, y a los peatones y ciclistas, en autopistas; finalmente, restricciones a los usuarios, como un límite menor de alcohol en la sangre para los principiantes y la edad mínima para obtener licencia de conducción.

### **2.3.1.2 Prevención de accidentes a través de la ingeniería**

Se trata de programas para reducir los accidentes a través de una mejor ingeniería, incluidas las ingenierías carretera y vehicular. Los programas de tratamiento de sitios de alta incidencia o “puntos negros” en la red carretera, así como las auditorías en seguridad, representan las aplicaciones de mayor trascendencia de la ingeniería carretera a la seguridad vial.

La ingeniería vehicular incluye programas sobre diseño inicial y condiciones de servicio de las unidades, considerando frenos, luces y reflectores, maniobrabilidad, visibilidad, cualidades ante los choques, calefacción y ventilación, estabilidad, etc.

En materia de diseño vehicular, en México, no hay mucho qué hacer, porque está controlado básicamente por las grandes armadoras a nivel internacional, pero sí se puede hacer mucho en el ámbito de mantener condiciones de operación adecuadas permanentemente.

### **2.3.1.3 Prevención de accidentes por modificación de la conducta**

Incluye aquellos programas dirigidos a los peatones y a los conductores, así como al cumplimiento de las regulaciones, por ejemplo, el uso del cinturón de seguridad que debe ser obligatorio; las campañas policíacas para controlar la velocidad y la conducción bajo los efectos del alcohol, así como todas aquellas medidas dirigidas a una aplicación efectiva de las regulaciones.

#### *2.3.1.3.1 Control de lesiones*

Se refiere a los programas basados en el reconocimiento de que los muertos y heridos pueden reducirse si las personas involucradas van mejor protegidas al momento de ocurrir los accidentes. Algunos programas, en relación con los vehículos, son: las cerraduras que no estallan; el ya mencionado cinturón de seguridad; la integridad estructural de los habitáculos (cabinas), las bolsas de aire, los interiores “amigables” con los pasajeros (de tal manera que si una persona se golpea con alguna parte del interior no resulte con lesiones mayores). En relación con los ciclistas y motociclistas: el uso de cascos y de elementos conspicuos (ropa, luces, etc.) que los hagan visibles en todo momento en las carreteras.

#### *2.3.1.3.2 Manejo de lesionados*

Se refiere a los programas dirigidos a proporcionar servicios de tratamiento y rehabilitación oportunos y eficientes a

quienes resultan lesionados. Estos suelen basarse en el reconocimiento de que la mayoría de las muertes por accidentes viales ocurren durante los siguientes tres períodos:

1. **Al momento de ocurrir o unos minutos después del accidente.** Se presenta el 50% de los decesos, aproximadamente, como producto del 5% de los accidentes fatales. Realmente hay poco que se pueda hacer en estos casos, que no sea lo mencionado en el tipo de estrategia anterior, es que los pasajeros y en general, todos los usuarios de las vías, vayan mejor equipados.
2. **Dentro de las primeras dos horas después del accidente,** donde la muerte ocurre por lesiones mayores en la cabeza, tórax o abdomen, o por una pérdida de sangre que ocasione inestabilidad hemodinámica. Hay que mencionar que aproximadamente el 35% ocurre en este período, como resultado de alrededor del 15% de los accidentes con fallecimientos. Entonces, en este período realmente habría mucho qué hacer si se atiende de manera oportuna y eficaz a todos los lesionados que se suscitan como resultado de accidentes.
3. **Dentro de los primeros 30 días de admisión hospitalaria,** como resultado de daño cerebral, falla orgánica e infecciones. Un 15% de los decesos ocurren en este período. Hay también mucho qué hacer al respecto, a través de una atención hospitalaria oportuna y adecuada.

Puede observarse que es crucial la atención oportuna en las primeras dos horas. Algunos programas son: entrenamiento de los paramédicos y otros suministradores de servicios de emergencia, entrenamiento de personal médico sobre traumatología, sistemas de comunicación efectivos en las carreteras, sistemas efectivos de transporte de las víctimas, una respuesta rápida y oportuna de los servicios de emergencia, etc.

### ***2.3.2 Sistemas de Administración de la Seguridad en México.***

Como lo vimos con anterioridad, en los países más avanzados en la atención de esta problemática, el mejoramiento de la seguridad vial se efectúa a través de los denominados Sistemas de Administración de la Seguridad. Se basan en un mecanismo constituido por un Comité Directivo General y grupos de trabajo subordinados a dicho Comité, dirigidos a identificar, evaluar, implementar y dar seguimiento a toda oportunidad de mejorar la seguridad.

En el caso de México, el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, instrumentó desde 1997 el Comité Nacional de Prevención de Accidentes en Carreteras y Vialidades (CONAPREA), que tiene jurídicamente el carácter de cuerpo colegiado, sesionando cada tres meses, revisando los avances de los grupos de trabajo y definiendo nuevas directrices y planes para dichos grupos.

Los grupos de trabajo del CONAPREA son: Uno, el encargado de atender lo correspondiente a las carreteras (denominado por lo mismo, La Carretera); Otro, a los conductores (denominado El Conductor); Uno más, a los vehículos (denominado El Vehículo); y El último, a los aspectos de planeación estratégica (denominado Sistémico). El IMT coordina el Sistémico y participa en los demás grupos. Se integran con representantes de las áreas técnicas de las organizaciones que participan en el CONAPREA y son los que van estableciendo las decisiones y acciones que toma el Comité. También hay participantes del Sector Salud a través del Consejo Nacional de Prevención de Accidentes (CONAPRA).

Adicionalmente, a instancias del CONAPREA, existe un esquema similar en cada Entidad Federativa, denominado Comité Estatal de Prevención de Accidentes (COEPREA), lo coordina el Director del Centro o representación de la SCT en el estado. Dentro del CONAPREA y sus grupos, se da seguimiento a las actividades de los COEPREA's. Se pretende

que éstos también cuenten con participación de las autoridades locales. Asimismo, se han suscrito convenios de coordinación de acciones entre el Gobierno Federal y los estatales para la compatibilidad de leyes y reglamentos en materia de autotransporte, que incluyen las regulaciones de seguridad en la operación (por ejemplo, requisitos para obtener la licencia de conductor; capacitación de conductores, implantación de la bitácora de horas de servicio)

### 2.3.2.1 Mejoramiento de la infraestructura

Existen dos tipos de actuaciones que se pueden hacer en materia de seguridad vial: una son las auditorías en seguridad carretera, que básicamente son un intento formal de revisión de un proyecto de construcción o de rehabilitación de una carretera, de reordenamiento del tránsito o de cualquier otro proyecto que afecte las condiciones de seguridad, con el fin de identificar posibles problemas; el otro tipo de enfoque es el tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes o “puntos negros”.

### 2.3.2.2 Auditorías en seguridad carretera

Las auditorías son enfoques en donde un experto o equipo de expertos revisan un proyecto y van determinando sus insuficiencias en materia de seguridad, además de recomendar las mejoras correspondientes, ya que si la carretera se construyese con esas fallas o problemas, entonces sería mucho más caro incidir en ellas, incluyendo el costo de los accidentes y sus consecuencias en heridos, muertos y daños materiales.

Las auditorías se pueden hacer en varias fases:

- **A la terminación del estudio de factibilidad**, es decir, cuando apenas se está haciendo el estudio preliminar. Se

debe analizar el itinerario para asegurar que, por sí solo, ése y otros aspectos del diseño preliminar no vayan a presentar problemas de seguridad, por ejemplo, que la carretera cruce una población con mucho tránsito vehicular y, si no se toman las medidas adecuadas, se presenten atropellamientos. Es importante hacerlo en la fase correspondiente al anteproyecto.

- La siguiente sería a la **terminación del anteproyecto**, en la que se revisan los alineamientos horizontal y vertical, por ejemplo, para identificar las curvas horizontales en las que se puedan presentar problemas (por ejemplo, radios muy pequeños), o para verificar si las pendientes proyectadas son tan fuertes que puedan provocar choques por alcance, por las bajas velocidades de circulación de los vehículos pesados en ascenso, o que vehículos pesados puedan quedarse sin frenos en los descensos. En el IMT se han hecho algunos estudios que han indicado que en curvas horizontales con radio menor a 400 metros se genera una gran cantidad de accidentes.
- La tercera es **a la terminación del proyecto definitivo**. Además de revisar los alineamientos horizontal y vertical, se debe verificar que el señalamiento sea adecuado, tanto el definitivo, como el de obra. Es muy frecuente que la zona de obra (construcción, conservación, etc.) no se señale adecuadamente, generando problemas de seguridad.
- La siguiente es **a la terminación de la construcción**, para ver si efectivamente la obra fue ejecutada de acuerdo con lo establecido en el proyecto.
- Finalmente, una fase terminal es en el **seguimiento de la operación** cuando menos durante los primeros tres años, para identificar si presenta problemas operativos y corregirlos.

### 2.3.2.3 Tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes

Un programa para el tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes o “puntos negros” tiene como objetivos: identificar esos sitios con un inherente alto riesgo de pérdidas por accidentes y una oportunidad económicamente justificable de reducir el riesgo e identificar opciones de mejoramiento y prioridades que maximicen los beneficios económicos.

Este programa consta de tres fases principales:

1. **Fase de identificación de los sitios.** Consiste en la ubicación de los sitios con alta incidencia de accidentes.
2. **Fase de investigación.** En esta fase se tienen dos capítulos importantes: el primero, se refiere a la identificación y diagnóstico de problemas de colisión; el segundo, a la selección de medidas de mejoramiento de acuerdo con el diagnóstico anterior.
3. **Fase de aplicación del programa.** Se jerarquizan los sitios para su tratamiento, se preparan los planos de diseño y todo lo relacionado con la propuesta para implementar la medida.

### 2.3.3 Estrategias de intervención de CAPUFE

Para CAPUFE, los accidentes, en especial los ocasionados por vehículos de motor en las carreteras, han sido objeto de preocupación por su crecimiento y los daños a la salud pública, así como la destrucción y deterioro de los equipos de transporte, de los bienes transportados y de la infraestructura carretera. Por ello, esta dependencia ofrece a los usuarios de carreteras ciertos servicios los cuales tienen por objetivo procurar de alguna forma la seguridad vial en la red carretera concesionada por CAPUFE.

### **2.3.3.1 Servicio de Línea Express**

LINEXP es un programa de pasajeros / vehículos en la frontera que, mediante un carril exclusivo, agiliza el proceso de cruce de viajeros a los Estados Unidos. Los pasajeros y vehículos son previamente registrados. Posteriormente se les entrega un transmisor para su vehículo. En cada cruce, el transmisor es detectado por el sistema electrónico del carril, permitiéndoles el paso.

### **2.3.3.2 Servicio de arrastre de vehículos**

En tramos operados por CAPUFE que sufren algún desperfecto menor, se facilita a usuarios artículos como herramienta, compresor de aire, gato hidráulico o batería para paso de corriente. Adicionalmente se proporciona el arrastre del vehículo a la plaza de cobro más cercana o a algún lugar seguro dentro del mismo tramo, donde el usuario pueda obtener los medios necesarios para resolver el problema. Este servicio es gratuito y se ofrece las 24 horas del día, los 365 días del año y únicamente para vehículos tarifa 1, hasta 1 y media toneladas.

### **2.3.3.3 Servicio médico**

Los servicios médicos de urgencia están ubicados en las plazas de cobro o directamente en carretera, equipados para ayudarle con calidad y eficiencia durante las 24 horas de los 365 días del año. También se cuenta con ambulancias y unidades de rescate instaladas en distintos puntos del camino, preparadas para proporcionar asistencia en un plazo máximo de 20 minutos después de recibir el aviso y operadas por personal especializado en la atención de urgencias.

#### **2.3.3.4 Servicio de pago electrónico**

CAPUFE cuenta con equipamiento para pago automático de peaje mediante distintos medios electrónicos. El servicio IAVE (Identificación Automática Vehicular) funciona por medio de una tarjeta electrónica o calcomanía adherida al parabrisas que, al cruzar por el carril exclusivo IAVE, es identificada por una antena lectora que abre la barrera automáticamente permitiéndole el paso. Este servicio de alguna manera ayuda a reducir los cuellos de botella en las plazas de cobro reduciendo la posibilidad de una colisión múltiple en ellas.

#### **2.3.3.5 Servicio de radio comunicación**

CAPUFE ofrece el servicio de radio-comunicación en cada una de las Torres de Auxilio Vial que se encuentran instaladas en la Red propia a cada 3 kilómetros una de la otra. La operación es sencilla, basta oprimir el botón de transmisión para hablar, y soltarlo para escuchar como si se tratara de un walkie talkie. La llamada es atendida por un operador de radio con conocimientos profesionales en el ramo, que canaliza el requerimiento necesario (grúa, servicio médico, Policía Federal Preventiva, bomberos, etc.).

En México es difícil encontrar datos estadísticos detallados y actualizados en materia de Seguridad Vial, lo que obliga al investigador a realizar trabajo de campo, el cual muchas veces resulta costoso y tardado. A diferencia de otros países como EUA que cuenta con su Bureau of Transportation Statics. México no cuenta con bases de datos que brinden información veraz que muestre el diagnóstico de la situación existente.



## Capítulo III

---

***Propuestas de mejora de la seguridad vial en el tramo de cuota  
Ciudad Mendoza - Córdoba.***

### **3. Propuestas de mejora de la seguridad vial en el tramo de cuota Ciudad Mendoza-Córdoba.**

*Viajar a una velocidad razonable y segura en las carreteras promueve la productividad de la nación. La mayoría de las carreteras y vehículos de motor se han diseñado y construido para una operación segura a la velocidad recorrida por la mayoría de los automovilistas. El exceso de velocidad (que superan los límites indicados o conducir demasiado rápido para las condiciones físicas y climatológicas del ambiente) implica muchos factores, incluyendo las actitudes del usuario, la conducta personal, el rendimiento del vehículo, las características de la carretera, las estrategias de ejecución, y la zonificación de velocidad (un límite seguro y razonable para un determinado tramo de carretera o de la zona). Sin embargo, tal y como se ha visto en capítulos anteriores, el exceso de velocidad en las carreteras del país es un factor que contribuye hasta en un tercio de los accidentes fatales. Además, muchas personas resultan heridas en accidentes relacionados con la velocidad.*

*El exceso de velocidad es una amenaza para la seguridad pública y merece una atención prioritaria. Es así que las instancias responsables deben estar orientadas a establecer los límites de velocidad que maximicen el transporte rápido y eficiente de personas y mercancías al tiempo que elimina el riesgo innecesario de fallos debidos a velocidades peligrosas. Estas instituciones promoverían el concepto de que los gobiernos federales, estatales y locales deberán disponer de programas equilibrados que utilizan la mayoría de estrategias costo-efectivas para disminuir los riesgos de accidentes de exceso de velocidad. Estas estrategias incluyen:*

- *Asegurar que los límites de velocidad sean razonables y apropiados para las condiciones de la vía.*
- *Proporcionar información y educación al conductor sobre los riesgos asociados con el exceso de velocidad.*

### 3.1 El factor humano

Finalmente, dentro del tratamiento de la problemática que se vive en el tramo Ciudad Mendoza–Córdoba, se tocarán algunos puntos relacionados con el factor humano, que es el aspecto más importante de la seguridad vial pues en la mayoría de los reportes se registra que por el factor humano se alcanza el 70% de los accidentes en el tramo de estudio, citando como causa principal el exceso de velocidad, la violación de las regulaciones de tránsito y diversos factores más, entonces mejorar la infraestructura es muy importante, de hecho es fundamental, pero atender el factor humano es tan significativo como mejorar la infraestructura, entonces la educación de los usuarios se transforma en parte importante del plan a seguir.

A final de cuentas, en cualquier elemento que se aborde está involucrado el factor humano, es decir, al hablar de accidentes relacionados con el vehículo, la carretera o el entorno (condiciones climáticas, por ejemplo) el conductor interviene de manera protagónica: es él quien toma la decisión de llevar a revisar su vehículo, darle mantenimiento, etc., o de elegir cuándo manejar y la forma de hacerlo si hay mal tiempo o malas condiciones de tránsito. El conductor es quien toma las decisiones más importantes respecto a su propia seguridad.

Por ello, deberá verse al conductor, ya sea de vehículos ligeros o pesados, de motocicletas o de bicicletas, como un factor determinante en la seguridad vial, además de tomar en cuenta a los otros usuarios de las vías, o sea los peatones.

En relación con el conductor, hay diferentes elementos que influyen para que su comportamiento no sea el más adecuado y genere accidentes, por ejemplo, estrés, alcohol, drogas, sueño, fatiga, etc.

El efecto perjudicial del alcohol en el comportamiento del conductor se manifiesta mientras está presente en el torrente sanguíneo, de manera que si se conoce su concentración se puede estimar su efecto. Esta medición se realiza mediante una prueba de aliento o de sangre. Cabe hacer mención que los resultados de la medición por aire espirado son prácticamente inmediatos, lo que facilita identificar y sancionar a conductores que manejan bajo los efectos del alcohol, dando como consecuencia un control efectivo.

Los estupefacientes también toman importancia, los mecanismos de las diferentes drogas son distintos, ya que el tiempo durante el cual están presentes sus efectos es muy variable, y los métodos para detectar su presencia son más tardados, al hacerse mediante extracción de sangre, y análisis en laboratorio, dificultando su detección expedita y la identificación de aquellos que conducen bajo los efectos de drogas.

### ***3.1.1 El estrés y la conducción***

El estrés es un estado psicológico con efectos positivos y negativos, que se produce generalmente cuando el individuo se encuentra inmerso en una situación de sobrexigencia física o psíquica. Los efectos positivos son aquellos que pueden ayudar a estar alerta, y a reaccionar o efectuar maniobras evasivas, y sortear algún accidente. No obstante, de manera general puede desencadenar una serie de efectos negativos en el conductor, pasando por una serie de fases:

La primera fase es la reacción de alarma, en la que se presenta mayor capacidad de reacción, una mejora de los umbrales sensoriales, se potencian los mecanismos de alerta y, en general, un aumento de las funciones vitales. Sin embargo, junto con estos efectos teóricamente positivos, también suelen aparecer una serie de comportamientos inadaptados y peligrosos de entre los que cabría destacar: mayor nivel de agresividad, hostilidad y comportamientos

competitivos, impaciencia, conducción temeraria e imprudente y, en general, mayor tendencia a no respetar las señales y normas de circulación. Todo lo anterior puede ocasionar dificultades con los otros usuarios del sistema vial y ocasionar accidentes.

El estrés presenta una segunda fase que es la de resistencia, puede durar mucho tiempo (todo el día quizá) ante las presiones del trabajo o de actividades cotidianas, lo que trae como consecuencia una tercera fase, que es el agotamiento y cansancio, en la cual no sólo disminuye la concentración, sino también la pérdida de la capacidad de percepción y de reacción que, como es de esperarse, puede ocasionar accidentes. De igual forma, hay casos severos que pueden llevar a infartos.

No solo para este tramo carretero, si no para cualquier camino se hacen las siguientes recomendaciones: Librarse de compromisos que no son imprescindibles, realizando las actividades que se puedan atender y una a la vez; durmiendo lo necesario diariamente (de 7 a 8 horas, por ejemplo) para descansar calculando un tiempo extra para imprevistos, destinando algunos momentos de descanso durante el día, disminuir o eliminar los estimulantes (cigarro, café, etc.) nunca fijarse horas rígidas de llegada cuando se viaje, etc.

### ***3.1.2 El alcohol y la conducción***

El alcohol es otro de los elementos relacionados con el factor humano. En el contexto de los factores susceptibles para causar un accidente, el alcohol según todas las estadísticas e indicios científicos, tiene una especial relevancia junto con las distracciones, la velocidad inadecuada y la fatiga. Su consumo abusivo produce alteraciones orgánicas, algunas de las cuales pueden afectar de manera directa o indirecta a la conducción, además de que pueden ser extremadamente

peligrosas para la salud.

La evidencia epidemiológica acumulada de muchos años, según estudios de la OMS, indica que el consumo de alcohol es responsable de entre el 30 al 50% de los accidentes con víctimas fatales, del 15 al 35% de los que causan lesiones graves, y del 10% de los que sólo provocan daños materiales. Igualmente, se ha descubierto un dato preocupante y en general poco conocido: el 30% de los peatones muertos en las ciudades y carreteras presentaban altos índices de alcohol.

La normativa internacional dice que no se debe conducir cuando se tienen más de 0.5 g de alcohol por litro de sangre, o su equivalente en aire espirado (0.25 mg/l); siendo más estricta para los conductores noveles y para los conductores profesionales.

En el tramo carretero en estudio, la mayor causa de muerte de las personas de entre 15 y 20 años de edad se debe a los accidentes de auto. En México, aproximadamente 1,900 personas menores de 21 años mueren cada año como consecuencia de accidentes de auto que involucran el consumo de alcohol de menores.

Es así, en este caso, que los estudiantes de la región Cd. Mendoza-Córdoba, son más susceptibles a un efecto negativo sobre las habilidades para conducir. Los conductores de entre 16 y 20 años que consumen bebidas alcohólicas presentan el doble de probabilidades de estar involucrados en un accidente fatal de auto que aquellos conductores mayores de 21 años que consumen alcohol. La coincidencia de beber y conducir es causa de gran número de accidentes, de tal forma que si se dan los dos factores, la probabilidad de que se produzca un siniestro es tan alta que se podría hablar, más que

de “accidentalidad”, de “predictibilidad”<sup>1</sup>.

Para el caso del Tramo en estudio, como se sabe es una zona cuyo volumen vehicular se debe a la población flotante entre Cd. Mendoza, Orizaba y Córdoba. Por lo tanto se cree imperativa la colocación de alcoholímetros, en temporada vacacional y fines de semana, a las salidas de estos municipios. A continuación se muestra un mapa con la propuesta de las colocaciones.

Figura 25. Propuesta de Colocación de Alcoholímetros en el Tramo



<sup>1</sup> Santo-Domingo, J, El Consumo de Alcohol y los Accidentes de Tráfico. Jornadas sobre Alcohol, Drogas y Accidentes de Tráfico. Ministerio de Sanidad y Consumo, España (1987).

### 3.1.3 Las drogas y la conducción

Otro elemento que tienen que ver con el factor humano son las drogas. Muchas drogas legales e ilegales diferentes al alcohol deterioran la capacidad de conducir, incluso en cantidades moderadas, e incrementan el riesgo de accidente<sup>2</sup>. Su empleo entre los conductores es en apariencia bastante limitada en comparación con el alcohol, aunque creciente. Según un importante informe de la National Highway Traffic Safety Administration, de los Estados Unidos, las drogas con mayor potencial de riesgo para la seguridad vial son los tranquilizantes, los sedantes y la marihuana<sup>3</sup>. La clasificación de las drogas más extendida es la que las divide en depresoras, estimulantes y alucinógenos. A continuación se describe cada tipo y sus efectos nocivos en la conducción.

Tabla 5 Efectos nocivos de las drogas

DEPRESORAS	ESTIMULANTES	PERTURBADORAS
En este grupo de sustancias se encuentran el alcohol, los tranquilizantes, los hipnóticos (para tratar el insomnio) y los opiáceos, como la heroína. El efecto depresor que genera en el cerebro se asocia a un retraso en el tiempo de respuesta y deterioro del rendimiento psicomotor, ya que reducen el funcionamiento del sistema nervioso central.	En este grupo se encuentran las anfetaminas, la cocaína, la nicotina, la cafeína y algunas drogas de síntesis. Producen una inadecuada percepción del riesgo y, por tanto, se adoptan conductas peligrosas.	A este grupo pertenecen el cánnabis, la marihuana, las drogas de síntesis y el LSD. Modifican las percepciones y las sensaciones. Algunas de ellas, como el LSD llegan a producir auténticas alucinaciones.

<sup>2</sup> Del Río, M C y Álvarez, J J, Drogas ilegales y seguridad vial. Masson, España (1996).

<sup>3</sup> National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Traffic Safety Facts 1997. Department of Transportation, EE UU (1998).

Para el caso del tramo en estudio se recomienda la colocación de retenes se revisión con el uso de un “detector de consumo de drogas”. Para comprobar a través de la orina si se ha ingerido algún tipo de sustancia. Este tipo de pruebas son bastantes sencillas, muy parecidas a las del alcoholímetro, por lo que la recomendación es que en los puntos antes propuestos se apliquen las dos pruebas.

En conclusión, ya sea por los efectos a corto plazo derivados de su consumo o por aquellos que pueden originarse por su privación (síndrome de abstinencia), las drogas interfieren en las actividades del proceso complejo de la conducción e inciden en la seguridad, constituyendo un importante factor de riesgo y causa directa de accidentes. Por este motivo, la conducción ha de entenderse radicalmente contraindicada tras el consumo de cualquier tipo de droga, porque con ello no sólo se está imponiendo un grave riesgo al conductor, sino lo que es más grave, se lo impone a los demás.

### ***3.1.4 El sueño, la fatiga y la conducción***

Existen muchas causas que pueden ocasionar un accidente, sin embargo, hay una que puede destacarse: conducir sin haber dormido lo necesario. El adormecimiento o falta de sueño provocan deficiencias en las capacidades psicofísicas necesarias para conducir, como reducción del tiempo de reacción, déficit en la atención, aparición de distracciones muy frecuentes, mayor tiempo de procesamiento e integración de información, alteraciones motrices, aparición de microsueños, que hacen que se pierda la conciencia respecto de la carretera, señales u otros vehículos durante un lapso muy breve, alteraciones de las funciones sensoriales y en la percepción. Además, tratando de llegar más rápido al lugar dónde se descansará, generalmente aparecen conductas más arriesgadas de lo normal.

Existe un conjunto de variables que pueden afectar y potenciar los efectos provocados por el sueño: la edad (las

personas de mayor edad, aunque necesitan dormir menos horas, tienen mucho menor control del sueño y de sus efectos negativos al conducir que las personas jóvenes) el estado psicofísico (el aumento de trabajo físico, las actividades mentales complejas, las depresiones, etc., aumentan notablemente la necesidad de dormir) el tipo de carretera (aquellas que son rectas y monótonas provocan la relajación y facilitan el sueño al disminuir la atención) consumo de medicinas (algunas tienen efectos secundarios, como la relajación) consumo de alcohol, consumo de leche caliente (ayuda a la producción de un neurotransmisor llamado serotonina, que facilita el sueño), variables ambientales (además de temperaturas altas, la falta de oxigenación y aireación adecuada en la cabina del vehículo, potenciada por la entrada de gases, la acumulación de humo de cigarro, etc.) fatiga (de la que se hablará adelante) conductas (hacer ejercicios físicos intensos antes de acostarse, por ejemplo, dificulta el sueño) etc.

Por su parte, la fatiga o cansancio es una incapacidad temporal de un receptor sensorial u órgano terminal motor para responder debido a una sobrestimulación. Es producida por una amplia variedad de factores fisiológicos y psicológicos que actúan sobre el ser humano.

Las tecnologías relacionadas con la prevención y detección de fatiga en operadores de camiones pesados constituyen elementos de seguridad activa de los vehículos, las cuales buscan prevenir la ocurrencia de accidentes. En este contexto, algunos otros elementos de seguridad activa se refieren al diseño óptimo de vehículos en cuanto a su estabilidad direccional y manejabilidad; la detección de situaciones cercanas a la volcadura; y los sistemas inteligentes de prevención de colisiones.

Para el caso del tramo Cd. Mendoza - Córdoba y de muchos tramos más, los desarrollos tecnológicos que guardan

alguna relación con la fatiga del operador al volante van de acuerdo con los siguientes objetivos:

- Prevención de la fatiga
- Detección de la fatiga
- Prevención de accidentes debidos a la fatiga

El caso de los conductores profesionales (conductores de camiones de carga y de autobuses de pasajeros, etc., ya sea que trabajen para una empresa o para sí mismos) es muy crítico en la mayoría de las ocasiones ya que, por circunstancias personales, internas o externas, se ven obligados a manejar muchas horas, lo que resulta en una sobrestimulación que conlleva a la fatiga. Este es un aspecto que se debe regular, debe controlarse el número de horas diarias que se pueden conducir, sobre todo en las personas con esta actividad profesional.

Debido a que en México no que cuenta con la aplicación de alguna ley que regule este aspecto, la recomendación para este tramo carretero es, el máximo de horas por jornada que se puede conducir debe ser de diez, en un período de 24, precedidas de un descanso continuo ininterrumpido de 8 horas. Lo anterior significa que esas 10 horas de conducción podrían hacerse en un período máximo laborable de 16 horas, porque las otras ocho horas son del descanso continuo ininterrumpido; esas 10 horas dentro de las 16 no se pueden hacer continuas, recomendándose períodos de dos horas continuas de manejo, con ciertos descansos que hagan que la persona se relaje, tome agua, etc. conformando una serie de estrategias para disminuir la fatiga, y no se den comportamientos que suelen generar accidentes. En el caso de México, se está elaborando un proyecto de norma que regulará el tiempo de conducción y sus descansos obligatorios.

Otro aspecto que es necesario buscar en relación con las regulaciones y prácticas operativas sobre horas de conducción, es que ambas sean lo más congruentes posible con el ritmo circadiano. En este sentido, lo óptimo es que induzcan a que el período diario de ocho horas de descanso sea durante la noche, siempre entre las mismas horas (por ejemplo, entre las 22:00 y las 6:00 h todos los días). Otra alternativa menos deseable es que dicho período sea durante el día, pero siempre entre las mismas horas. Lo que definitivamente debe evitarse es que el período de descanso se vaya desfasando entre diferentes horas cada día.

Se recomienda lo anterior debido a que los conductores que sufren cambios frecuentes en los turnos de trabajo, se ven obligados a alterar el ciclo normal de sueño-vigilia, y pueden ver perturbado su sueño al interferir con los patrones de sueño circadianos. La consecuencia es una disminución del rendimiento y del nivel de atención durante el trabajo. Además, los turnos nocturnos hacen que el sujeto descanse durante el día, cuando las condiciones ambientales no favorecen el sueño, por lo que se reduce su duración. La calidad del sueño también experimenta un deterioro. El sueño durante el día y los continuos cambios de horario tienen tal efecto sobre el nivel de activación durante el trabajo, que provoca que las empresas que laboran las 24 horas tengan más accidentes entre las tres y las seis de la madrugada, que en las 21 horas restantes.

### **3.2 Propuestas de mejora**

La infraestructura de la vía es el elemento central de todo sistema de transporte por carretera. Se puede definir como las instalaciones, servicios y medios básicos que son necesarios para el funcionamiento del transporte por autopista, carretera y calles. La infraestructura es un tema muy amplio que abarca el uso de los terrenos y la planificación de la red,

la reconstrucción y diseño de secciones e intersecciones de carreteras, la señalización vertical y horizontal, el mantenimiento y, por último, aunque no menos importante, los procedimientos de control de la calidad como auditorías, evaluaciones de impacto e inspecciones de la seguridad. En general, la infraestructura de la vía se tendría que diseñar y operar de forma que los usuarios de las carreteras comprendieran lo que pueden esperar y qué se espera de ellos, teniendo en cuenta los límites humanos para el procesamiento de información y los consecuentes errores que los seres humanos podemos cometer.

Otro factor que interviene en la seguridad de una vía es la educación, la educación sobre seguridad vial intenta fomentar el conocimiento y la comprensión de las normas y situaciones de tráfico, mejorar las habilidades a través de la formación y la experiencia, y reforzar o modificar las actitudes hacia la concienciación del riesgo, la seguridad personal y la seguridad de otros usuarios de la carretera. La educación se suele dirigir hacia grupos de alumnos y por lo general en el entorno escolar (en oposición a la formación de conductores). Mientras que las campañas de seguridad vial desean a la larga provocar un cambio de conducta, suelen estar dirigidas hacia la ganancia de conocimientos sobre un problema de seguridad vial o hacia el cambio de actitudes respecto a un comportamiento en la carretera en concreto, por ejemplo, el alcohol al volante o el exceso de velocidad.

Así mismo, los jóvenes conductores sin experiencia presentan un riesgo mucho más elevado de verse implicados en un accidente que los conductores de más edad y con más experiencia. La formación de conductores es una herramienta importante que prepara a la población para conducir de forma segura y que crea concienciación sobre los riesgos de la conducción de vehículos a motor.

### 3.2.1 Cambios en la infraestructura

Existen muchos manuales sobre diseño y construcción de carreteras, algunos específicos para el diseño seguro, por ejemplo el manual “Highway design and traffic safety engineering handbook” (Manual de ingeniería para el diseño de autopistas y la seguridad del tráfico) y el *Road safety manual* (Manual de seguridad vial). Dos requisitos fundamentales para un diseño seguro son<sup>4</sup>:

- Las características de diseño han de ser coherentes con la función de la carretera y los requisitos de comportamiento (por ejemplo, la velocidad);
- Las características de diseño han de ser uniformes a lo largo de un tramo de carretera de concreto.

Una parte de la carretera que no se debe olvidar son los márgenes de la vía. Los obstáculos que se encuentran a los lados, como los árboles, agravan enormemente las consecuencias de un accidente, una vez que el vehículo se sale de la carretera. Los bordes asfaltados incrementan las posibilidades de que el conductor pueda corregir su rumbo y volver a su carril a tiempo. Los márgenes en los que no hay obstáculos o los que están protegidos por guardarrieles evitan los golpes secundarios que suceden cuando el conductor pierde el control del vehículo. Los accesorios flexibles o de seguridad a los costados, como por ejemplo los faroles y señales, reducen las probabilidades de lesiones graves en caso de accidente.

Para el caso del tramo en estudio se recomienda la implementación de dispositivos de emergencia y seguridad vial como: postes de S.O.S., pozos de agua, bahías de emergencias, rampas de frenado, cámaras de circuito cerrado,

---

<sup>4</sup> OCDE (1999) Safety strategies for rural roads [Estrategias de seguridad para las carreteras rurales]. Paris, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

servicios de ángeles verdes, seguros a usuario, centros de atención de emergencias, paneles de mensajes variables. Ya que por desgracia este tramo carretero carece de estos servicios elementales.

Cuando la seguridad se tiene en cuenta desde las primeras fases de planificación y diseño, las probabilidades de que sean necesarias medidas correctoras después de la implementación son pequeñas. No obstante, se recomienda supervisar las estadísticas de accidentes para identificar aquellos puntos que presentan un riesgo elevado. Una mayor inspección de esos lugares suele aclarar el problema y las formas que existen para mejorar la seguridad, si es posible a través de medidas de ingeniería de bajo costo. Son necesarias herramientas y procedimientos específicos que den prioridad a las medidas correctoras y apliquen las más rentables en los lugares peligrosos más apropiados.

### **3.2.1.1 Límites de velocidad**

Los límites de velocidad están diseñados para tener un viaje seguro, y deben ser percibidos por los usuarios como seguros y razonables. Si el conductor no entiende las consecuencias del exceso de velocidad a sí mismos y a otros, tendrán menos posibilidades de ajustar las velocidades a las condiciones del tráfico y el clima, o para cumplir con los límites de velocidad. El cumplimiento voluntario de los límites de velocidad también puede ser mejorada a través de un mayor uso de los dispositivos de control de la velocidad y técnicas que pueden ser integrados en el tramo Ciudad Mendoza-Córdoba, así como incorporarlo a un Sistema de Transporte Inteligente (ITS).

La propuesta para el tramo de estudio consiste en desarrollar la velocidad de zonificación de acuerdo a la distancia entre las localidades que abarca el tramo para establecer límites de velocidad seguros y razonables, esto a través de una

revisión multidisciplinaria que logre un ajuste de la velocidad con criterios actuales.

Además, es necesario trabajar con los municipios del tramo para promover un mayor uso de respuesta a los límites de velocidad y a las señales de advertencia de peligro, las cuales incluyen información a los automovilistas sobre las velocidades adecuadas para el tráfico de la zona y condiciones físicas de la carretera.

Otras recomendaciones importantes son alentar a los gobiernos locales a utilizar las guías de velocidad de zonificación y, en su caso, revisar los límites de velocidad a niveles razonables, y/o adoptar límites de velocidad variables. Así mismo, exigir a la concesionaria del tramo en estudio (CAPUFE) para que aumente el uso de técnicas de percepción (es decir, reductores de velocidad, bandas sonoras, marcas en el pavimento) en todo el tramo y no solo en lugares donde la velocidad representa un grave peligro. Cabe mencionar que el uso de estas medidas puede variar por la zona del tramo.

Finalmente se recomienda, considerar factores relevantes del diseño y velocidad de diseño del tramo carretero antes de cambiar los límites de velocidad. Muchos factores, tales como la congestión y el medio ambiente, pueden afectar a los límites de velocidad.

### ***3.2.2 Educación e información pública***

La educación sobre seguridad vial se suele impartir en un entorno escolar, centrándose en los distintos modos de transporte y funciones del tráfico con los que los alumnos de distintas edades se encuentran de forma activa o pasiva. Mientras que muchos países abogan por lo que se denomina la educación permanente, desde la cuna, en la práctica, la mayoría de los programas de educación sobre seguridad vial están dirigidos a los niños que asisten a la escuela primaria.

Los alumnos de educación secundaria, y por supuesto las personas de más edad, suelen estar menos implicadas en la educación sobre seguridad vial.

Las campañas de seguridad vial como medida por sí sola no suelen tener un gran impacto sobre la seguridad vial. Sin embargo, las campañas son fundamentales como apoyo de otras medidas, como la legislación y su aplicación. Las campañas suelen estar orientadas generalmente a explicar las novedades de la legislación, a informar sobre algún problema de seguridad vial específico y sobre el porqué de ciertas medidas. Algunas medidas intentan modificar las conductas directamente (por ejemplo, no conducir con exceso de velocidad, usar cinturones de seguridad, llevar luces en la bicicleta, etc.). Es importante que el mensaje sea breve, claro y sin ambigüedades. Además, es importante que la campaña use distintos medios, por ejemplo, vallas publicitarias, radio y televisión, folletos, etc., y que se repita varias veces.

### **3.2.2.1 Plan de educación vial**

Las normativas viales estatales y locales deben centrarse en el tipo de conductores que existen y las situaciones en exceso de velocidad, puesto que tienen un impacto significativo en la seguridad pública. Es así que el control de velocidad debe complementarse con información concreta y campañas de educación vial. Este enfoque ha tenido éxito para tratar problemas de conducción, protección a los ocupantes, respeto a las señales, y a los problemas relacionados con la seguridad en el autotransporte. La Información y educación también contribuyen al control de velocidades mediante el aumento de la conciencia y conocimiento de las consecuencias del exceso de velocidad.

Para el tramo Ciudad Mendoza – Córdoba se recomienda:

- Incentivar programas destinados para hacer cumplir los límites de velocidad en lugares de alta incidencia. El tramo en cuestión se encuentra señalizado de manera aceptable, pero una buena señalización no disminuye por sí sola a la incidencia de accidentes, dando importancia a la concientización de la ciudadanía. Por lo regular los conductores nunca se acogen a los límites de velocidad.
- Los programas de concientización deben estar orientados a los usuarios con mayor riesgo a ocasionar o sufrir un accidente como los conductores jóvenes, varones, aquellos que conducen durante la noche. Así mismo los temas a abordar deberán ser los efectos adversos de no cumplir con las normas de tránsito y las condiciones del tráfico del tramo, conducción bajo los efectos de alcohol u otras drogas, información sobre las zonas escolares y zonas de trabajo que se encuentran en el tramo de estudio, y los entronques con mayor probabilidad de congestión y paso de peatones, así como zonas de alto riesgo (zona de derrumbes, neblina, curvas peligrosas, entre otros)
- Se recomienda realizar charlas y talleres sobre educación vial y concientización en centros de estudio como universidades y preparatorias, pero es importante dar énfasis a dichos temas en niveles básicos como preescolar y primarias para forjar personas conscientes e informadas desde la edad temprana.
- También se deberá vigilar el cumplimiento de los límites de velocidad y analizar la relación entre los accidentes, las nuevas velocidades con el efecto sobre el cuidado que tienen los usuarios en su salud.
- Finalmente se recomienda diseñar, desarrollar e implantar campañas específicas de educación orientadas a aquellos conductores que usan el tramo de manera continua, pues usan el tramo para llegar a su centro de trabajo o escuela. centrado en los jueces y fiscales, funcionarios electos, aplicación de la ley, el objetivo de estas campañas es conocer los peligros inherentes de conducir demasiado rápido o demasiado lento para las

condiciones de tráfico del tramo en estudio.

### 3.2.2.2 Formación de conductores

De acuerdo con la investigación hecha para este trabajo, no existen suficientes legislaciones o normativas nacionales en materia de formación de conductores. El enfoque más común debería ser una formación profesional impartida por profesores certificados, seguido de un examen (práctico y teórico), que si se pasa permitirá obtener una licencia de conducir. Lo cual no sucede en ninguno de los municipios que unen el tramo Ciudad Mendoza-Córdoba, lo cual implica que casi cualquier persona (con o sin conocimientos de conducción segura) haga uso del tramo para transportarse. Por ello, es prioritario aplicar un programa de múltiples etapas para la formación de conductores, englobando la formación obligatoria tanto antes como después de un examen de conducir, el cual debería ser aplicado para obtener una licencia de conducir.

Para la educación de conductores es importante que los alumnos no sólo aprendan a controlar su vehículo y familiarizarse con las normas de tránsito, sino también que aprendan a evaluar los riesgos y los factores que incrementan el riesgo en las carreteras, además de a ser un buen juez de sus propias habilidades y limitaciones. Para la aplicación de este último punto, se propone la siguiente matriz.

**Tabla 6 Matriz de elementos esenciales de la formación de conductores**

	<b>Conocimientos y habilidades</b>	<b>Factores que incrementan el riesgo</b>	<b>Autoevaluación</b>
<b>Objetivos en la vida y habilidades vitales</b>	Estilo de vida, edad, grupo, entorno cultural, posición social, etc., frente a conducta al volante	Búsqueda de sensaciones Admisión del riesgo Normas del grupo Presión de los colegas	Competencia introspectiva Condiciones previas propias Control de impulsos
<b>Objetivos y contexto de la conducción</b>	Elección de modos Elección del momento Función de los motivos Planificación de ruta	Alcohol, cansancio Escasa fricción Hora punta Pasajeros jóvenes	Motivos propios que influyen en las elecciones Pensamiento autocrítico
<b>Dominio de las situaciones de tráfico</b>	Normas de tráfico Cooperación Percepción del peligro Mecanización	Falta de respeto de las normas Conducir demasiado cerca del vehículo delantero Escasa fricción Usuarios vulnerables de la carretera	Calibración de las habilidades al volante Estilo de conducción propio
<b>Maniobras del vehículo</b>	Funcionamiento del vehículo Sistemas de protección Control del vehículo Leyes de la física	Sin cinturones de seguridad Fallo de los sistemas del vehículo Neumáticos desgastados	Calibración de las habilidades de control del vehículo

### ***3.2.3 Investigación y demostración***

Es importante identificar las características y/o rasgos específicos que pueden ser utilizados para informar a los conductores y conocer las situaciones en las que se existe un mayor riesgo. Si se obtiene información detallada sobre el por qué los conductores manejan a ciertas velocidades en las diferentes partes del tramo de estudio, pueden ser utilizadas para desarrollar medidas de seguridad más eficaces. Entonces el cumplimiento voluntario de los límites de velocidad también puede ser mejorado a través del desarrollo continuo de nuevas tecnologías de gestión de la velocidad.

Para este punto se recomienda definir mejor el problema de la velocidad. Determinar cuándo, dónde y bajo qué condiciones el exceso de velocidad lleva a accidentes, los datos demográficos de la zona y las situaciones en que los conductores manejan a altas velocidades.

También es importante desarrollar tecnologías para hacer frente a los abusos de velocidad, estos pueden ser los sistemas de alerta radar.

Otro punto de carácter prioritario es examinar el efecto de las multas y sanciones a los infractores habituales y plantear el uso de técnicas alternativas para aumentar el cumplimiento de las normas viales.

Finalmente como se recomendó con anterioridad, es necesario analizar los efectos del diseño de la carretera, el vehículo y el medio ambiente para lograr velocidades de operación segura.

### 3.3 Plan de acción

Hoy en día los problemas de salud, seguridad y emergencia son más complejos que los de hace 30 años, además la implementación de sus soluciones es más difícil.

El envejecimiento de la infraestructura y el aumento de los servicios de transporte en el tramo Ciudad Mendoza-Córdoba, han incrementado los riesgos para los conductores, pasajeros y demás usuarios, por ello existe la necesidad de vigilar el mantenimiento de la vía y el respeto por las señales de tránsito. Para ello, se consideran cinco estrategias para implementar las propuestas antes descritas.

- Estrategia # 1: Conocer los tipos más frecuentes de los accidentes e incidentes de seguridad y los riesgos para los usuarios del tramo en estudio.
- Estrategia # 2: Aumentar y asegurar el autotransporte en la zona, puesto que el tramo pertenece a uno de los corredores de comercio internacional más importantes del país.
- Estrategia #3: Proporcionar capacitación, educación y divulgación para mejorar el conocimiento por parte del usuario sobre la conservación de la salud, la seguridad y atención de emergencias.
- Estrategia # 4: Fomentar la mejora continua en la conservación de la salud, la seguridad y atención de emergencias a través de la promoción de la asistencia técnica que sea práctica, eficaz y orientada a satisfacer las necesidades del transporte de la zona.
- Estrategia # 5: Lograr una mejora en el marco institucional y normativo para la conservación de la salud, la seguridad y atención a emergencias.

**Tabla 7 Plan de Acción para la Seguridad Vial en el tramo Ciudad Mendoza - Córdoba**

<b>Programa de Seguridad en los diferentes modos de transporte en el tramo Ciudad Mendoza – Córdoba.</b>	<b>Estrategia 1</b>	<b>Estrategia 2</b>	<b>Estrategia 3</b>	<b>Estrategia 4</b>	<b>Estrategia 5</b>
	Informes y planes anuales de acción de seguridad y Prioridades de Acción de Seguridad	Coordinarse con las Oficinas Regionales de SCT o CAPUFE; para auditorías, revisiones, orientación, ejecución de las normas	Aplicar programas y talleres de capacitación a los usuarios potenciales	Sitios web, boletines, documentos de orientación, difusión de Normas de seguridad	Actualización del Reglamento
<b>Programa de Seguridad vial</b>	Realizar evaluaciones de la Asistencia Técnica y Manejo de emergencias.	Coordinación con las oficinas de tránsito locales y servicios de emergencia. Manejo de Emergencias	Realizar Programas de Formación de Seguridad	Sitio Web, documentos de orientación	Lograr coordinación de oficinas de tránsito, policía preventiva y servicios de emergencia.
<b>Programa de Capacitación y Educación</b>	Aplicación de campañas y evaluación del impacto que tienen sobre los conductores.	Cambio de normativas para conductores profesionales. Orientación sobre la conservación de la salud a conductores de autotransporte.	Aplicación de campañas de Seguridad vial en escuelas y centros de trabajo de la región.	Proporcionar Información a los usuarios del tramo sobre los lugares de atención de emergencias.	En coordinación con las cámaras de comercio, SCT, CAPUFE y los gobiernos municipales; crear nuevas normativas y sanciones para la conservación de la seguridad vial en el tramo.

Por otro lado, durante la última década, se han puesto en marcha los siguientes programas, obedeciendo a objetivos específicos sobre la seguridad vial en la RCF del país. La recomendación para el tramo de estudio es continuar con estos programas y aplicarlos de manera constante ya que muchos de ellos solo se aplican en los puntos de alta incidencia o en temporadas vacacionales. A continuación se muestra el listado de los programas con algunas recomendaciones.

- Campaña Nacional de Educación Vial y Concientización de Conductores.
- Programa de Capacitación Obligatoria para Conductores del Autotransporte Federal.
- Programa Nacional de Capacitación a Conductores.
- Programa de Modernización y Mejoramiento del Parque Vehicular del Autotransporte.
- Programa para Mejorar los Sistemas de Seguridad en Vehículos Nuevos.
- Programa de Modernización de Infraestructura para la Prevención de Accidentes en Carreteras Federales.
- Programa Nacional de Atención a Puntos de Alta Siniestralidad (“Puntos Negros”) en la RCF. Sobre este particular cabe mencionar que en 1997, la SCT invirtió alrededor de 18 millones de dólares para el mejoramiento de algo más de 700 puntos negros. Al año siguiente, esta inversión se redujo a la mitad. En años subsiguientes, dicha inversión ha sido marginal. Se estima que para generarse un impacto significativo, debe invertirse en cada uno de los próximos 10 años del orden de la misma cantidad que en 1997 (atendiendo más de 5 mil “puntos negros” en total), debiéndose generar, por lo mismo, el programa correspondiente.
- Programa de Modernización del Marco Jurídico del Transporte y la Seguridad Vial. Se considera urgente recomendar a los gobiernos estatales y municipales, reformar su legislación para incluir el uso obligatorio del cinturón de seguridad, la capacitación del conductor y establecer la educación vial como soporte de dicha

modificación.

- Programa de Integración Municipal y Estatal a las Leyes de Transporte y Seguridad Vial.
- Programa de Inspecciones y Aplicación de la Normatividad. Como regla general, en México las regulaciones se aplican con una gran laxitud.
- Programa de Aseguramiento Obligatorio contra Daños a Terceros.
- Programa de Financiamiento de la Seguridad Vial en Carreteras Federales.
- Programa para la Atención de Emergencia en Casos de Desastres (vinculados particularmente con el transporte de materiales y residuos peligrosos).
- Programa de Sistematización y Procesamiento de la Información de Accidentes. Es preciso que la Policía Federal de Caminos empiece a poner a disposición de los distintos tipos de usuarios, de manera oportuna, la base de datos completa de todos los reportes de los accidentes que registra anualmente. Hasta ahora esta Corporación es prácticamente la única que tiene acceso a esa información.
- Programa de Campañas Publicitarias. Para tener penetración en la sociedad y rendir resultados, éstas deben ser impactantes, frecuentes y referirse a sucesos reales.
- Programa de Atención a Lesionados. Se está lejos del estándar internacional pues establece que, en carreteras rurales, en el 95% de las llamadas solicitando atención médica a lesionados de accidentes viales, ésta debe arribar en menos de 30 minutos. Se estima que, para cumplir con este estándar en el tramo de estudio, se requiere el doble de centros de atención médica de emergencia en relación con los existentes. El número actual de centros no sólo es insuficiente, sino que además, muchos de ellos se encuentran ubicados en los mismos sitios. Es necesario redistribuir los centros para alcanzar una cobertura total de la Red con un centro a cada 50 km.



## Conclusiones

---

## E. Conclusiones

Ante el desarrollo socio-económico de la región centro del Estado de Veracruz y el crecimiento derivado de los viajes efectuados a través del tramo carretero Ciudad Mendoza-Córdoba, este trabajo propone un plan estratégico para mitigar la accidentalidad y sus consecuencias en el mismo, de tal manera que el servicio de transporte por carretera se sustente en condiciones adecuadas de seguridad para toda la comunidad. Esto último es uno de los componentes fundamentales del desarrollo sustentable en el transporte.

Dicho plan se resume en los siguientes puntos.

Aumentar Seguridad Vial	Atención a Puntos de Alta Incidencia	Acciones Generales	Políticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caminos Limpios</li> <li>• Adecuada Señalización</li> <li>• Dispositivos de seguridad en buenas condiciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auditorias de Seguridad Vial</li> <li>• Programas especiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de velocidades</li> <li>• Aumentar Seguridad publica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normatividad en horas de conducción</li> <li>• Aplicación de reglamentos</li> </ul>

El estudio antes descrito busca contribuir a incrementar los logros en materia de seguridad vial en el tramo de estudio, para un desarrollo carretero sustentable, mediante la definición de objetivos y programas de acciones a emprenderse de

inmediato. Su dilación repercutirá ineludiblemente en la calidad de vida de la comunidad.

Como conclusión de este trabajo, diremos que la seguridad vial en el tramo de estudio puede lograrse mediante una inversión adecuada y creciente a fin de generar mejores usuarios de las vialidades y mejores estándares de diseño, construcción y mantenimiento vehicular y carretero. Como se describió, el factor humano es un aspecto que se debe seguir estudiando, con objeto de entender el comportamiento del conductor y demás usuarios, y hacer que las medidas propuestas sean las más adecuadas.

Asimismo, está claro que la tarea de lograr la seguridad en carreteras y, en general, en las vialidades debe ser multiorganizacional y multidisciplinaria, por ejemplo, en el CONAPREA están presentes todas las áreas de la SCT, como son las Direcciones Generales de Servicios Técnicos, de Autotransporte Federal, de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte, entre otras áreas operativas, pero también están las cámaras y asociaciones de autotransportistas de carga y de pasajeros, que siempre han mostrado su interés en mejorar la seguridad, pues repercute su entorno de trabajo. La intención es que todos tengan la posibilidad de contribuir para mejorar la seguridad.

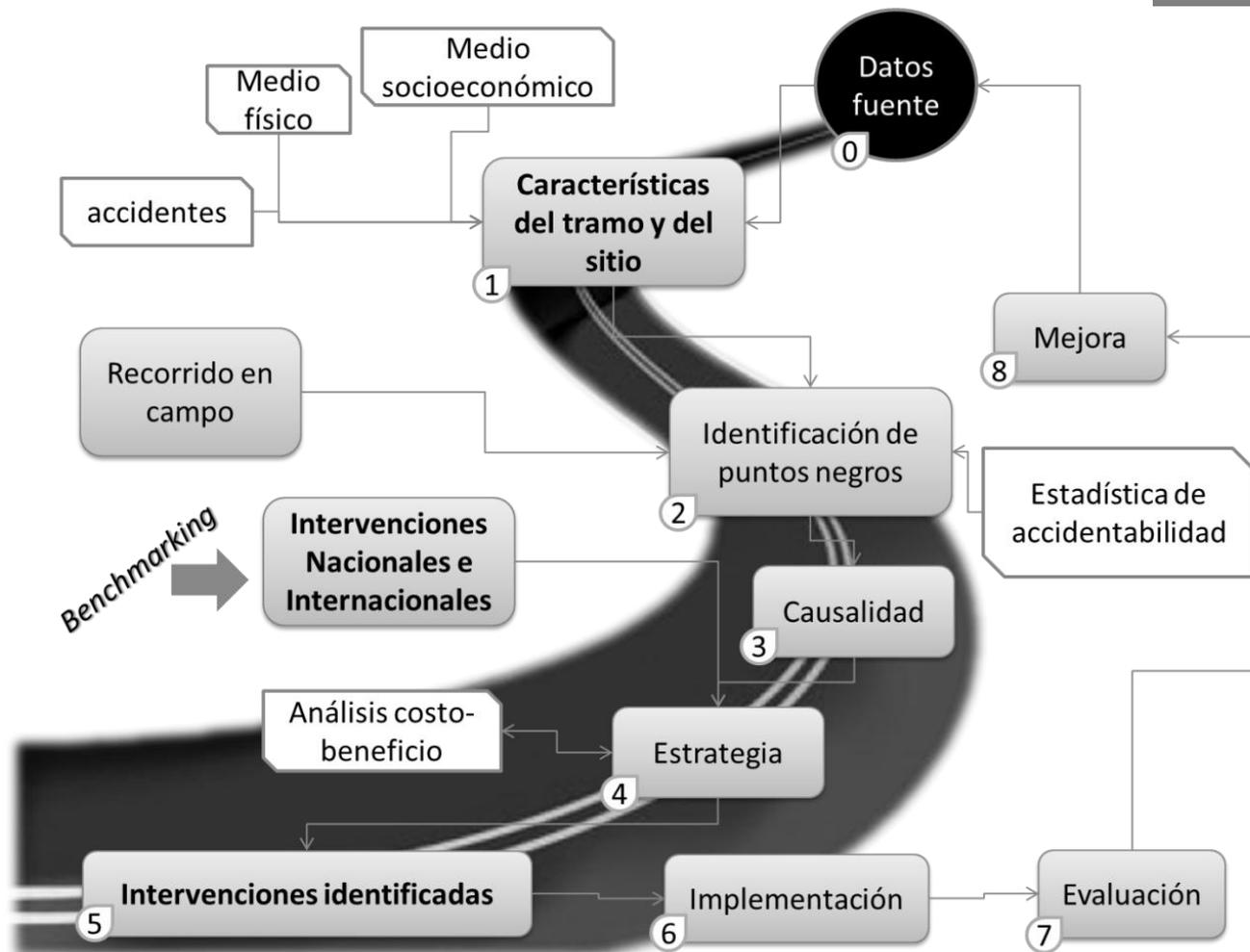
Además debe ser multidisciplinaria, porque en la atención de esta problemática, es necesario incorporar profesionales de muchas disciplinas: de ingeniería civil, de ingeniería de carreteras, de ingeniería mecánica y vehicular; también de las áreas de la salud, como los médicos, los psicólogos, etc., para atender lo relacionado con el factor humano, es decir, deben intervenir especialistas de diversos enfoques y organizaciones involucradas. Por las razones anteriores se recomienda la consolidación de un proceso continuo de planeación estratégica y de gestión.

Finalmente, todos somos usuarios de las vialidades, como tales, somos responsables de que las condiciones mejoren, es decir, sin importar si se trata de licenciados, ingenieros, abogados, médicos o cualquier especialista directamente involucrado en el tema, todos participamos como peatones, conductores, ciclistas, etc., y estamos expuestos a las consecuencias de un accidente, en nosotros mismos o en nuestros seres queridos.

Está en nuestras manos, por ejemplo, usar el cinturón de seguridad y hacer que los demás ocupantes del vehículo lo hagan; no conducir cuando se haya bebido alcohol o consumido drogas o medicamentos, y no permitir que alguien lo haga, además de no conducir estresado, cansado o con sueño.

## F. Propuesta metodológica

Figura A



La propuesta metodológica para la identificación de intervenciones preventivas de accidentes de tránsito (ver figura A) consta de tres pasos principales: Caracterización - Benchmarking - Intervenciones. Su objetivo principal es lograr la aplicación a cualquier tramo carretero federal o de cuota del país. La condicionante radica en que la evaluación debe ser realizada en tramos cortos (no mayores a 100 km) como resultado de la tesis se deduce que estadísticamente, entre mayor es la longitud de un tramo, los datos se diluyen al grado de arrojar datos homogeneizados, y a su vez erróneos (ver figura B). Es importante señalar, que para realizar intervenciones en seguridad vial, generalmente se cuenta únicamente la información proporcionada por instancias como SCT, concesionarios como CAPUFE e INEGI, no se requiere entonces de un gran trabajo de campo, ya que se usan los datos e información disponible muchas veces no hay precipitación recursos suficientes por lo que hace a dicha metodología bastante accesible para cualquier planeador.

La metodología tiene como piedra angular la caracterización del tramo, ya que cada tramo maneja una problemática diferente, no siempre los problemas de seguridad están vinculados con la geometría o el estado físico de la carretera. Muchas veces el problema se resuelve educando a los conductores y peatones de la zona, por ello, entre los puntos importantes para la caracterización están:



Tramo: Chihuahua – Janos  
Longitud: 384 km



Tramo: San Buenaventura – Nuevo Casas Grandes  
Longitud: 80.7 km

Figura B

Fuente: Chihuahua, Estado Físico de la Red Carretera Federal Libre de Peaje, DGCC, SCT, 2012

- Delimitación de la zona de estudio (incluyendo el trazo de la carretera).
- Características socio-económicas y del medio físico, como localidades unidas por el tramo, población, actividad económica, clima predominante, precipitación, riesgo etc.
- Datos viales y clasificación vehicular, incluida la estructura de tránsito del ramal o autopista a la que pertenece el tramo obtenidos mediante aforos.
- Variación del volumen al paso del tiempo, tomando en cuenta los meses, días al mes, días de la semana, etc.
- Inventario de señalamientos y dispositivos de seguridad (preferible que éste sea clasificado de acuerdo al cadenamiento y por sentido)
- Base de datos con los accidentes ocurridos durante el tramo por cada kilómetro o 500 metros (preferible contar con información a más de un año)
- Tipo de accidentes ocurridos en el tramo.

Así mismo, se recomienda realizar un recorrido fotográfico por cada sentido del camino, de esta manera, se complementa la información antes requerida y se logra un conocimiento mayor de la zona de estudio.

Una vez que se tiene esta información básica, entonces se procede a obtener la estadística descriptiva cruzando todas las variables posibles, para conocer los puntos negros y su dinámica; por ejemplo, podemos cruzar el número de muertos ubicados en el cadenamiento que hubo en un año con el TDPA (tránsito diario promedio anual), así podemos saber cuáles son las zonas más problemáticas, y a su vez, cruzar la información con el inventario de señalamiento para entonces darnos una idea de la causa del accidente.

A partir de este punto podemos comenzar a inferir y proponer intervenciones para mejorar la seguridad.

Paso seguido, es realizar un benchmarking a las intervenciones hechas en el mundo en materia de seguridad vial carretera. Esto es para no tratar de "encontrar el hilo negro", ni para construir una copia fiel de lo que se hace en países del primer mundo, puesto que por experiencia se sabe que estas soluciones aplicadas tal cual, no siempre dan los mismos resultados que en el país de origen. De igual manera vale la pena echar mano a los programas aplicados en el país, con el fin de conocer la verdadera aplicación de estos y los resultados obtenidos. Además se debe aprovechar lo existente y tomar en cuenta de que se pueden hacer reformas a los mismos.

Finalmente, es imperativo realizar un plan de acción, primeramente es necesario identificar las estrategias a seguir para las intervenciones que hemos detectado, para después designar el plan para que estas sean llevadas a cabo. Es importante decir, que es más probable que una propuesta de mejora sea llevada a cabo si representa un costo menor, por lo regular las mejoras en donde interviene un mantenimiento mayor a la infraestructura llevan un gran proceso de planeación por ser complicadas en sí mismas; además de que con este trabajo de investigación queda comprobado que los accidentes de tránsito persiguen el Principio de Pareto: "el 80% de los defectos radican en el 20% de los procesos" que en este caso aplicaría a que el 80% de los accidentes ocurren en el 20% del tramo, además de que con el 20% del costo se pueden erradicar el 80% de la problemática.

## **G. Extensiones de la investigación.**

Finalizado el proceso de investigación y la elaboración de la metodología a seguir, que arrojó los resultados y propuestas preliminares, mismas que atacan directamente a las necesidades básicas y económicamente accesibles del problema, se propone a los futuros investigadores complementar con el estudio del estado de conservación de la autopista en observación.

En todo asunto de seguridad, es básico dictaminar el estado de la carretera, con el análisis independiente de la auscultación de pavimentos, misma que ya ejecuta la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y el Instituto Mexicano del Transporte, el equivalente arrojará nuevas opiniones sobre las acciones a seguir, tomando en cuenta la regularidad superficial, buscando determinar el IRI, la estimación de la profundidad de rodaderas y la deformación de mezclas asfálticas.

Del mismo modo, la realización de estudios de topografía y la velocidad del proyecto, aunados con el estudio de las características operativas, como los flujos detallados (aforos específicos) volumen de tránsito en su vida útil (20 años en promedio) el parque vehicular y los costos beneficio, así como la clasificación funcional de la carretera, llevará a la elaboración de un proyecto geométrico, mismo que programará las mejoras en la infraestructura con la implementación de rampas de emergencia, intersecciones a nivel o la construcción de distribuidores viales, etc.

Para llegar a esto, será básico determinar el control de accesos, pues está comprobado que el índice de accidentes aumenta rápidamente con la densidad de los accesos, dicese al ingreso de tránsito a una carretera proveniente de otras,

que incluyen intersecciones, vías públicas, privadas y retornos.

Se propone así, pasar de lo económicamente accesible a la inversión estudiada y concienzuda para el mejoramiento de la infraestructura carretera, en este caso del tramo en análisis, y de otros tramos que conforman el sistema carretero nacional en lo general.

## H. Bibliografía

Cantera, C. M. (30 de Octubre de 2010). La factibilidad del consejo preventivo sobre accidentes de tráfico en atención primaria. Barcelona, España.

CAPUFE. (28 de Agosto de 2010). Seguridad Carretera. Recuperado el 25 de Octubre de 2010, de Viaje con Seguridad: <http://www.capufe.gob.mx/portal/wwwCAPUFE/ParaViajar/Seguridad/02ViajeSeguridad.pdf>

Compendio Estadístico de la Mortalidad Registrada por Accidentes. Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (CONAPRA), Secretaría de Salud.

Crespo, C. (2004). Vías de comunicación: caminos, ferrocarriles, aeropuerto, puentes y puertos. México: Limusa.

Cuevas, A C, et al, Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales, 2001. Documento Técnico No 27, IMT, Sanfandila, Qro (2002).

Del Río, M C y Álvarez, J J, Drogas ilegales y seguridad vial. Masson, España (1996).

Dirección General de Conservación de Carreteras. (1990). Normas para calificación el estado físico de un camino. México: SCT.

Estrategias de implantación y manejo de la seguridad. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, París, Francia (2001).

IMT. (1 de diciembre de 2010). Seguridad vial en carreteras. Obtenido de [http://132.247.253.89/apache2-default/mesa/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=74&Itemid=78](http://132.247.253.89/apache2-default/mesa/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=74&Itemid=78)

IMT. (s.f.). Tratamiento de sitios de alta incidencia de accidentes. Recuperado el 10 de Noviembre de 2010, de

[http://www.institutoivia.com/cisev-ponencias/analisis\\_accidentes\\_aa/Octavio\\_Agustin\\_Rascon.pdf](http://www.institutoivia.com/cisev-ponencias/analisis_accidentes_aa/Octavio_Agustin_Rascon.pdf)

Instituto Mexicano del Transporte. (30 de octubre de 2010). Seguridad en Carreteras. Recuperado el julio de 2004, de [http://132.247.253.89/apache2-default/mesa/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=96&Itemid=78](http://132.247.253.89/apache2-default/mesa/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=96&Itemid=78)

Lamm, R., Psarianos, B. & Mailaender, Th. (1999) Highway design and traffic safety engineering handbook [Manual de ingeniería para el diseño de autopistas y la seguridad del tráfico]. Nueva York, McGraw-Hill.

Las pandemias globales: Una evaluación integral de la mortalidad y morbilidad causadas por enfermedades, lesiones y factores de riesgo en 1990 y sus proyecciones al año 2020; Vol. 1. Unidad de Pandemias, Universidad de Harvard (1999).

Mayoral, E, Contreras, A F, Chavarría, J M y Mendoza A, Auditorías en seguridad carretera. Procedimientos y prácticas. Publicación Técnica 183, IMT, Sanfandila, Qro (2001).

McCormark, J. (2007). Topografía. México: Limusa.

Mendoza, A, Acciones preventivas en seguridad de carreteras. 1er. Congreso Internacional de Ingeniería Vial. Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, A C, México (2003).

Mendoza, A, Quintero, F L y Mayoral, E, Algunas Consideraciones de Seguridad para el Proyecto Geométrico de Carreteras. Publicación Técnica 217, IMT, Sanfandila, Qro (2002).

Montoro, L, Alonso, F, Esteban, C y Toledo, F, Manual de Seguridad Vial: El Factor Humano. Editorial Ariel, S A Instituto Universitario de Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS), España (2000).

National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Traffic Safety Facts 1997. Department of Transportation, EE UU (1998).

OCDE (1999) Safety strategies for rural roads [Estrategias de seguridad para las carreteras rurales]. Paris, Organización

de Cooperación y Desarrollo Económicos.

Ogden, K W, Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering. Avebury Technical, Inglaterra (1996).

PIARC (2004) Road safety manual [Manual de seguridad vial]. Paris, World Road Association PIARC (libro impreso CD-ROM).

Públicas, S. d. (1984). Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. México: SCT.

Reséndiz López, H. D. (30 de Octubre de 2010). Propuesta metodológica para la evaluación de la seguridad vial en intersecciones peligrosas del Distrito Federal con fines preventivos. México, Distrito Federal, México.

RoSPA Road Safety Engineering Manual, 3rd edition 2002, Birmingham UK

Santo-Domingo, J, El Consumo de Alcohol y los Accidentes de Tráfico. Jornadas sobre Alcohol, Drogas y Accidentes de Tráfico. Ministerio de Sanidad y Consumo, España (1987).

Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (1984). Normas de servicios técnicos proyecto geométrico de carreteras. México: SCT.

Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (1990). Manual de proyecto geométrico de carreteras, secretaria de asentamientos humanos y obras públicos. México: SCT.

Sitio de Internet de la OMS ([www.who.org](http://www.who.org)).

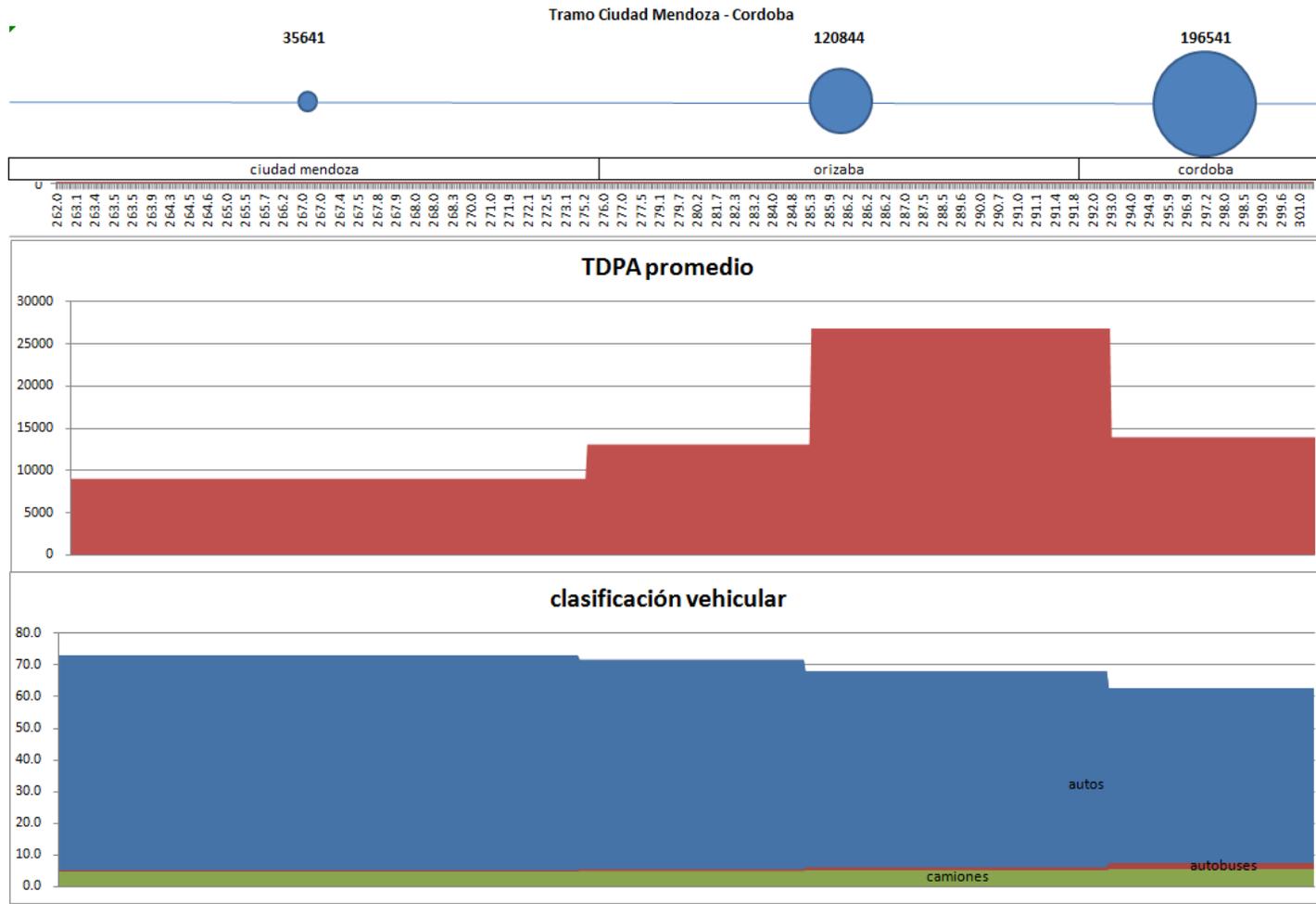
Subsecretaría de Infraestructura, División Gral. de Servicios Técnicos. (1999). Mantenimiento de pavimentos. México: SCT.

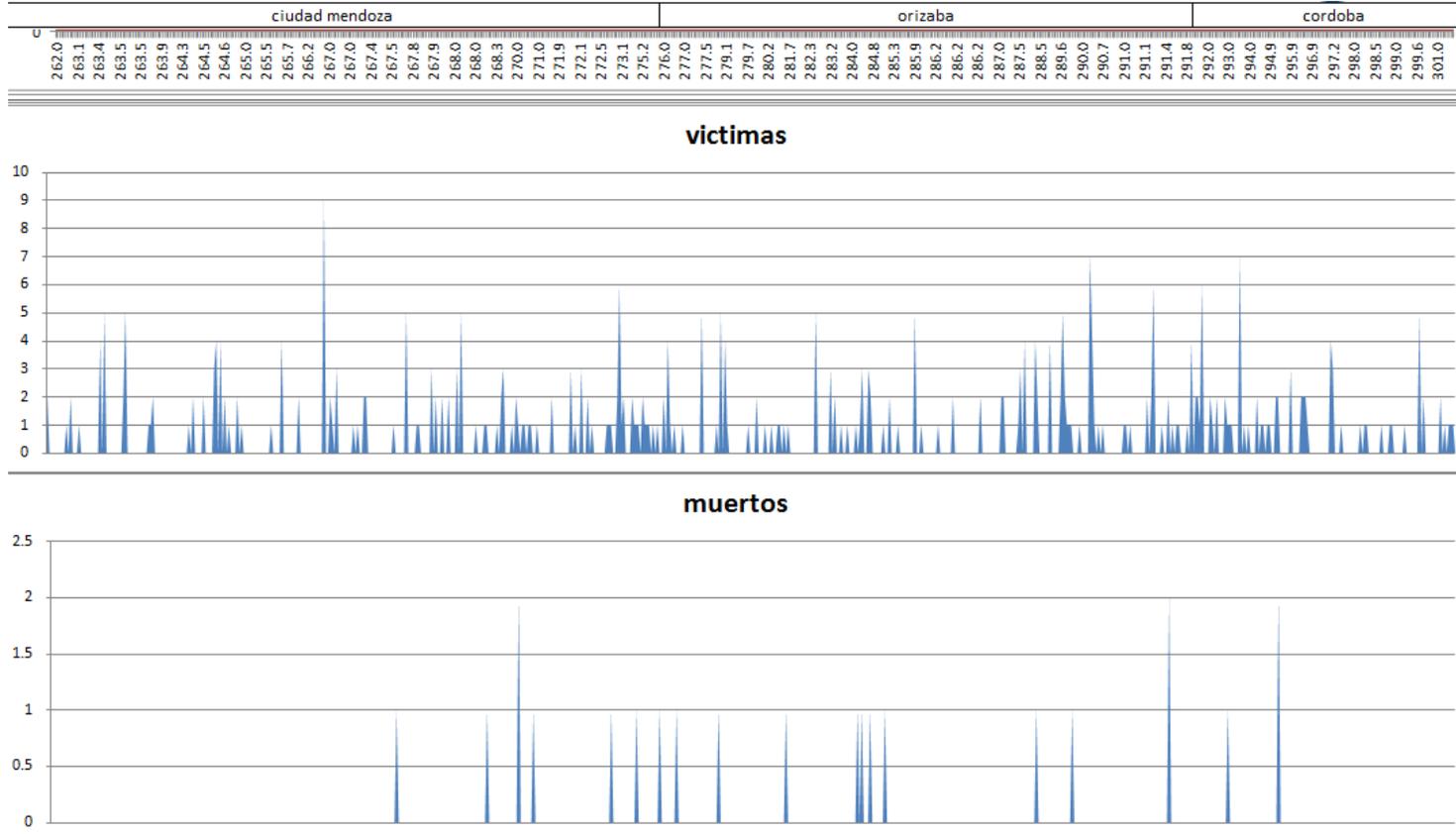
Transporte, I. M. (30 de octubre de 2010). Seguridad Vial en Carreteras. México, Distrito Federal: SCT.

Trinca, G, et al, Reducing Traffic Injury – A Global Challenge. Royal Australasian College of Surgeons, Australia (1988).

Vehículos de motor registrados en circulación. Sitio de Internet del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)). México (2003).

## Anexo 1. Caracterización del tramo





## Anexo 2: Datos viales del tramo Puebla-Córdoba 2010

L U G A R	E S T A C I O N				C L A S I F I C A C I O N V E H I C U L A R E N P O R C I E N T O												C O O R D E N A D A S		
	KM	TE	SC	TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K'	D	LATITUD	LONGITUD
PUEBLA	0.00	3	1	21794	70.4	7.7	5.5	5.3	5.2	1.3	4.0	0.6	70.4	7.7	21.9	0.069	0.507	19.069625	-98.128524
PUEBLA	0.00	3	2	22440	69.5	8.4	5.4	5.5	4.9	1.3	4.4	0.6	69.5	8.4	22.1	0.066	0.507	19.069708	-98.128503
T. DER. AMOZOC (CASETA DE COBRO)	21.55	1	1	15439	70.5	8.2	5.6	5.0	4.9	1.2	4.0	0.6	70.5	8.2	21.3	0.083	0.503	19.050776	-98.035497
T. DER. AMOZOC (CASETA DE COBRO)	21.55	1	2	15611	69.3	8.1	5.5	5.7	5.3	1.4	4.1	0.6	69.3	8.1	22.6	0.076	0.503	19.050776	-98.035497
T. DER. AMOZOC (CASETA DE COBRO)	21.55	3	1	11760	69.6	7.5	5.1	5.1	5.3	1.3	5.4	0.7	69.6	7.5	22.9	0.071	0.502	19.048033	-98.026540
T. DER. AMOZOC (CASETA DE COBRO)	21.55	3	2	11867	67.4	8.6	5.4	5.2	6.0	1.4	5.2	0.8	67.4	8.6	24.0	0.075	0.502	19.048033	-98.026540
T. IZQ. ACATZINGO	47.10	1	1	13387	68.4	8.3	5.0	5.3	5.6	1.4	5.3	0.7	68.4	8.3	23.3	0.069	0.509	18.978967	-97.816465
T. IZQ. ACATZINGO	47.10	1	2	12926	68.6	7.8	5.2	5.2	5.8	1.3	5.4	0.7	68.6	7.8	23.6	0.067	0.509	18.978967	-97.816465
T. IZQ. ACATZINGO	47.10	3	1	11221	69.9	7.9	4.8	5.0	5.4	1.3	5.0	0.7	69.9	7.9	22.2	0.068	0.503	18.973220	-97.800100
T. IZQ. ACATZINGO	47.10	3	2	11068	68.8	8.4	4.9	4.8	5.8	1.3	5.3	0.7	68.8	8.4	22.8	0.066	0.503	18.973417	-97.800023
T. DER. TECAMACHALCO	62.10	1	1	11330	53.6	6.5	5.7	8.7	13.3	2.7	8.4	1.1	53.6	6.5	39.9	0.067	0.506	18.931780	-97.683780
T. DER. TECAMACHALCO	62.10	1	2	11083	54.4	6.1	5.9	8.6	13.3	2.6	8.0	1.1	54.4	6.1	39.5	0.067	0.506	18.931959	-97.683749
T. DER. TECAMACHALCO	62.10	3	1	10402	52.8	6.4	6.2	8.8	13.5	2.6	8.5	1.2	52.8	6.4	40.8	0.078	0.503	18.929072	-97.677310
T. DER. TECAMACHALCO	62.10	3	2	10289	53.1	6.6	6.2	8.8	13.1	2.6	8.5	1.1	53.1	6.6	40.3	0.065	0.503	18.929267	-97.677247
T. DER. OAXACA (CUOTA)	83.85	1	1	8721	53.6	6.2	5.9	9.0	13.5	2.7	8.0	1.1	53.6	6.2	40.2	0.066	0.500	18.828060	-97.497216
T. DER. OAXACA (CUOTA)	83.85	1	2	8734	52.8	7.0	6.3	8.9	13.0	2.7	8.2	1.1	52.8	7.0	40.2	0.066	0.500	18.828248	-97.497178
CASETA DE COBRO ESPERANZA	99.50	1	0	14897	53.5	6.6	6.0	8.7	13.2	2.6	8.3	1.1	53.5	6.6	39.9			18.870773	-97.385953
CASETA DE COBRO ESPERANZA	99.50	3	0	11453	57.8	8.1	5.1	7.2	9.2	2.1	9.4	1.1	57.8	8.1	34.1			18.870773	-97.385953
LIM. EDOS. TERM. PUE. PPIA. VER.	111.40																		
T. DER. CD. MENDOZA	142.40	1	1	8791	72.2	5.2	4.8	5.3	6.5	1.3	4.2	0.5	72.2	5.2	22.6	0.067	0.502	18.813937	-97.193942
T. DER. CD. MENDOZA	142.40	1	2	8861	73.6	5.0	4.6	5.1	5.9	1.3	4.0	0.5	73.6	5.0	21.4	0.065	0.502	18.814127	-97.194000
T. DER. CD. MENDOZA	142.40	3	1	9079	72.9	5.5	4.6	4.8	6.2	1.3	4.2	0.5	72.9	5.5	21.6	0.066	0.504	18.813428	-97.187410
T. DER. CD. MENDOZA	142.40	3	2	9209	72.9	5.2	4.8	5.3	5.8	1.4	4.1	0.5	72.9	5.2	21.9	0.065	0.504	18.813582	-97.187366
T. IZQ. ORIZABA	157.05	3	1	13026	72.0	5.3	4.8	5.4	6.3	1.4	4.3	0.5	72.0	5.3	22.7	0.075	0.500	18.832639	-97.087667
T. IZQ. ORIZABA	157.05	3	2	13035	71.0	5.8	5.0	5.6	6.3	1.4	4.4	0.5	71.0	5.8	23.2	0.071	0.500	18.832750	-97.087556
CASETA DE COBRO FORTIN DE LAS FLORES	168.20	1	0	32724	72.4	5.4	4.8	5.2	6.1	1.4	4.2	0.5	72.4	5.4	22.2			18.907152	-96.999435
CASETA DE COBRO FORTIN DE LAS FLORES	168.20	3	0	20801	63.3	7.0	5.3	6.4	8.9	2.0	6.3	0.8	63.3	7.0	29.7			18.907152	-96.999435
CORDOBA	174.87	1	1	13885	62.6	7.5	5.4	6.4	8.7	2.0	6.6	0.8	62.6	7.5	29.9	0.067	0.503	18.893326	-96.975842

## DIRECTORIO DE VARIABLES DE LOS DATOS VIALES DE LA DGST

1. **LUGAR.**- Contiene los nombres de los puntos generadores, como son, ciudades, poblaciones y entronques.
2. **Km.**- Kilómetro del punto generador antes referido.
3. **TE** (Tipo de Estación).- Considerando el sentido en que crece el kilometraje de la carretera, el número “1” indica que el aforo fue efectuado antes del punto generador, el “2” que fue realizado en el punto generador y el “3” que el aforo se llevó a cabo después del punto generador.
4. **SC** (Sentido de Circulación).- El número “1” indica que los datos corresponden al sentido de circulación en que crece el cadenamiento del camino, el “2” al sentido en que decrece el kilometraje y el “0” a ambos sentidos.
5. **TDPA.**- Es el tránsito diario promedio anual 2010 registrado en el punto generador.
6. **CLASIFICACION VEHICULAR.**- Se refiere a los tipos de vehículos que integran al tránsito, ésta se proporciona en por ciento del TDPA, de acuerdo a la siguiente simbología.

TIPO DE VEHICULO	DESCRIPCION
A	Automóviles
B	Autobuses
C2	Camiones Unitarios de 2 ejes.
C3	Camiones Unitarios de 3 ejes.
T3S2	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes.
T3S3	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 3 ejes.
T3S2R4	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes.
OTROS	Considera otro tipo de combinaciones de camiones de carga.

7. **K’.**- Este factor es útil para determinar el volumen horario de proyecto, el dato que se proporciona es aproximado y se obtuvo a partir de relacionar los volúmenes horarios más altos registrados en la muestra de aforo semanal y el tránsito diario promedio anual.
8. **D (Factor Direccional).**- Este factor se obtuvo de dividir el volumen de tránsito horario en el sentido de circulación más cargado entre el volumen en ambos sentidos a la misma hora.
9. **Coordenadas.**- Se presentan las coordenadas geográficas del sitio de ubicación del equipo de aforo automático.