

## **Capítulo I. INTRODUCCIÓN**

### ***1.1 Definición del Problema.***

Dentro del universo tan extenso y complejo que significa la investigación sobre la seguridad en las carreteras y que ha cobrado particular importancia en México, debido a los altos índices de accidentalidad que se generan, se ha hecho necesario el estudio de dicho tema. Para estar en mejor posibilidad de lograr un mayor conocimiento sobre la materia, uno de los primeros pasos es homogeneizar la terminología, los criterios, los factores y las causas que originan los accidentes viales, lo que hace necesario mejorar los procedimientos de recopilación y manejo de la información para que, en función de ello, se recomienden ciertas acciones tendientes a reducir tanto el número como la severidad de los accidentes.

En cuanto a esta información recaudada, es necesario que sea compatible, tanto en el nivel nacional, como con la que se genera en otros países, donde existen más datos. Los programas de almacenamiento y procesamiento de datos y los sistemas de información geográfica son sólo algunas de las nuevas herramientas para diseñar nuevos sistemas de administración, modernización y conservación de la Red Carretera, así como para generar acciones que aumenten la seguridad y disminuyan el número y severidad de los accidentes.

## ***1.2 Justificación.***

Las nuevas exigencias en materia de seguridad, en las que ha incursionado México por la apertura económica y social, obligan a la búsqueda de estrategias que brinden la posibilidad de competir con los países del primer mundo. Una de las principales preocupaciones es reducir el problema de la inseguridad en las carreteras, a proporciones que estén dentro de un nivel aceptable y manejable, para lo cual se deben predecir con certeza los sitios en los que sea necesario actuar con mayor rapidez. La importancia de cada medida tomada, así como su optimización estarán estrechamente ligadas con la efectividad. Por lo anterior, se justifica la creación de un sistema de consulta y manejo de la información de los accidentes, con relación a las características físico-operativas de la Red Carretera, para de esta manera establecer las acciones de mejoramiento más eficientes y oportunas.

## ***1.3 Utilidad del Proyecto.***

Según las condiciones y los problemas que se presentan en México, el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), ha iniciado una estrategia nacional para la administración de la seguridad en las Carreteras Federales; a partir de ello, se han elaborado estudios apoyados en el uso de sistemas computacionales, gracias a lo cual es posible facilitar las tareas de manejo, análisis y administración de la información, de tal forma que faciliten a los responsables en la toma de decisiones, mostrando de manera oportuna la situación actual que presentan los accidentes en la Red Carretera Federal.

Los métodos expuestos en esta tesis sirven como base para el desarrollo de otras redes carreteras; por ejemplo, estatales, municipales, etc.

#### ***1.4 Antecedentes.***

La estrategia nacional para la administración de la seguridad en Carreteras Federales que se aplica en México en los últimos años, con el fin de reducir tanto el número como la severidad de los accidentes y atacar el problema de la inseguridad, ha llegado a constituir todo un reto. En años recientes, un considerable número de países ha abordado este problema, utilizando para ello diferentes políticas, programas que incluyen actividades muy diversas, en las que generalmente se establecen metas específicas, medidas para alcanzarlas y procedimientos de vinculación etc., con el objeto de lograr un mayor control sobre los problemas y sus costos asociados (humanos y económicos).

Para el caso de México, hará poco más de dos años se creó el Comité Nacional de Prevención de Accidentes en Carreteras Federales (CONAPREA). El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), como integrante de este Comité, inició el desarrollo de un Sistema para la Administración de la Información de Accidentes en Carreteras Federales (SAIACF), el cual, tiene el propósito de formar una base integral de información con los datos más confiables de las organizaciones participes. Hasta donde se tiene conocimiento, ninguna otra organización está realizando actualmente esta tarea. Asimismo, se iniciaron gestiones para que todas las organizaciones capturen su información en archivos electrónicos y alimenten oportunamente a la base integral de datos.

## **Capítulo II. OBJETIVOS**

### **II.1 Objetivo General.**

Proponer un método para elaborar y administrar un sistema que permita analizar la información de accidentes que se generan en las Carreteras Federales del estado de Hidalgo, y que sirva como marco de referencia en la toma de decisiones, respaldado por bases de datos y un sistema geoestadístico; donde se señalen, entre otras cosas, las características de los problemas; para de esta forma, conocer la mejor estrategia para atacar dicho problema.

### **II.2 Objetivos Específicos. Establecer estrategias adecuadas para:**

1. Generar información más completa y detallada.
2. Validar la información entre las distintas fuentes.
3. Ampliar las posibilidades de análisis.
4. Manejar un sistema geográfico de información.
5. Establecer vínculos con otras bases de datos de organismos públicos y privados.
6. Identificar los sitios que requieren intervención inmediata.
7. Evaluar medidas aplicables para seleccionar las más efectivas.

## **Capítulo III. HIPÓTESIS**

### **III.1 Hipótesis.**

Si se elaboran bases homogeneizadas de datos en organismos públicos y privados, cuyas características permitan unirlos y crear un sistema computacional de fácil visualización y manejo; y si, además, se conocen las condiciones que guarda la infraestructura existente en la Red Carretera, entonces se tendrá la posibilidad de diseñar un sistema de consulta y manejo de dicha información para mejorar las condiciones de seguridad en las Carreteras Federales del estado de Hidalgo.

Todo lo anterior con el propósito de facilitar el desarrollo y la elección de acciones de inmediata aplicación, para incrementar la seguridad en la Red Carretera Federal.

## Capítulo IV. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

### IV.1 Seguridad Vial.

Es un conjunto de acciones, analizadas a partir de procesos estadísticos, que sirven de apoyo en la toma de decisiones en un alto nivel de aceptabilidad.

“Planes que se convierten en una poderosa declaración de intenciones, que pueden llevar a propuestas con un sentido común, para la toma de decisiones políticas de una comunidad, para los profesionistas y para los usuarios de la vía. Los planes de seguridad vial están orientados hacia un resultado deseable que estimule la creatividad y el pensamiento innovador. Los planes constituyen la fase inicial del sistema orientado al control de resultados” [*Francisco Toledo, (2000), Manual de Seguridad Vial*].

“Los accidentes de circulación constituyen hoy día uno de los principales problemas de salud pública. La mejora de los niveles de seguridad de la circulación vial es una demanda de la sociedad a la que los responsables de la conservación y explotación de la misma deben responder dentro de su esfera de posibilidades. La seguridad es así un componente esencial del servicio que presta la carretera” [*José María Pardillo Mayora, (2000), Universidad Politécnica De Madrid*]

## **IV.2 Accidente.**

“Es un evento fortuito multicasual, procedido por una situación en la cual algo ha fallado” [Ken Ogden. 1986 Departamento del Transporte. Reino Unido]

“También puede definirse como una cadena de eventos desafortunados en la que interactúan los elementos del sistema (conductor, vehículo y camino) en tres etapas del desarrollo de un accidente (pre-impacto, impacto, post-impacto)” [Reaon. 1990]

“O como un suceso furtivo que obedece reglas imposibles de controlar”.  
[Francisco Toledo (2000), *Manual de Seguridad Vial*].

“O como el resultado final de un proceso en el que se encadenan diversos eventos, condiciones y conductas”. [Francisco Toledo (2000), *Manual de Seguridad Vial*].

**IV.3 Global Positioning Systems (G.P.S.).** Es un aparato portátil, receptor de señales generadas por satélite, el cual genera coordenadas geográficas de posicionamiento global (latitud, longitud y altitud), útiles para el conocimiento de la infraestructura Carretera Federal existente, entre otras aplicaciones.

**IV.4 Sistemática de Administración de la Seguridad (S.A.S.).** Es una estrategia implementada por la SCT, con el fin de reducir la ocurrencia de accidentes en la Red Carretera Federal (alrededor de 50,000 km de longitud).

**IV.5 Comité Nacional de Prevención de Accidentes en Carreteras Federales** (CONAPREA). Comité director encargado de coordinar las acciones de las diferentes organizaciones públicas y privadas, interesadas en ese problema.

**IV.6 Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (SIGET)**. Consiste en proporcionar un medio informático versátil y sencillo para el registro, análisis y representación de la información geográfica y estadística asociada con los accidentes. (Ver capítulo 5.3)

**IV.7 Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.)**. "Son, básicamente, instrumentos técnicos de capacidades múltiples, creados en primera instancia para inventariar la información geográfica que alimenta las funciones de análisis con que están equipados los SIG; para, finalmente, convertirse en herramientas útiles en las labores de administración" [Crain y MacDonal, 1983 citado en Cowen, 1988].

**IV.8 Sistema para la Administración de la Información de Accidentes en Carreteras Federales.** (SAIACF). Sistema que inicialmente identifica y analiza las fuentes de información útiles, para posteriormente presentar el esquema ideal concebido para la vinculación de las distintas fuentes de información.

**IV.9 Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF).** Organismo de la SCT encargado de regular el servicio público de autotransporte de pasajeros y carga, que se realiza por las Carreteras Federales.

**IV.10 Dirección General de Servicios Técnicos (DGST).** Organismo de la SCT que produce anualmente archivos electrónicos sobre aforos y composición vehicular (datos viales), en sitios de toda la Red Carretera Federal.

**IV.11 Dirección General de Protección Y Medicina Preventiva en el Transporte (DGPMPT).** Organismo de la SCT encargado de realizar exámenes médicos a los conductores del autotransporte público y federal, involucrados en accidentes, así como para la expedición y renovación de licencias de conducir. Genera archivos electrónicos sobre los resultados de estos exámenes.

**IV.12 Policía Federal Preventiva (PFP).** Antes **Policía Federal de Caminos Y Puertos (PFC y P).** Organismo de la Secretaría de Gobernación, encargado de la vigilancia de las Carreteras Federales. Cubre territorialmente el país, a través de 83 destacamentos.

## **Capítulo V. LA SEGURIDAD EN LAS CARRETERAS FEDERALES Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

### **V.1 Consideraciones para un Programa de Seguridad en Carreteras.**

Los accidentes que ocurren en el sistema carretero del país son factores que afectan drásticamente la calidad del servicio y el adecuado desplazamiento de personas y bienes por las carreteras.

Como esta situación parece aumentar a medida que se incrementa la movilidad en el sector productivo y la motorización, el tema de la seguridad en las Carreteras Federales ha adquirido gran importancia en todas las partes del mundo y ha despertado gran interés entre los expertos y la preocupación de las autoridades correspondientes, a efecto de reforzar las acciones para aumentar la seguridad de manera permanente.

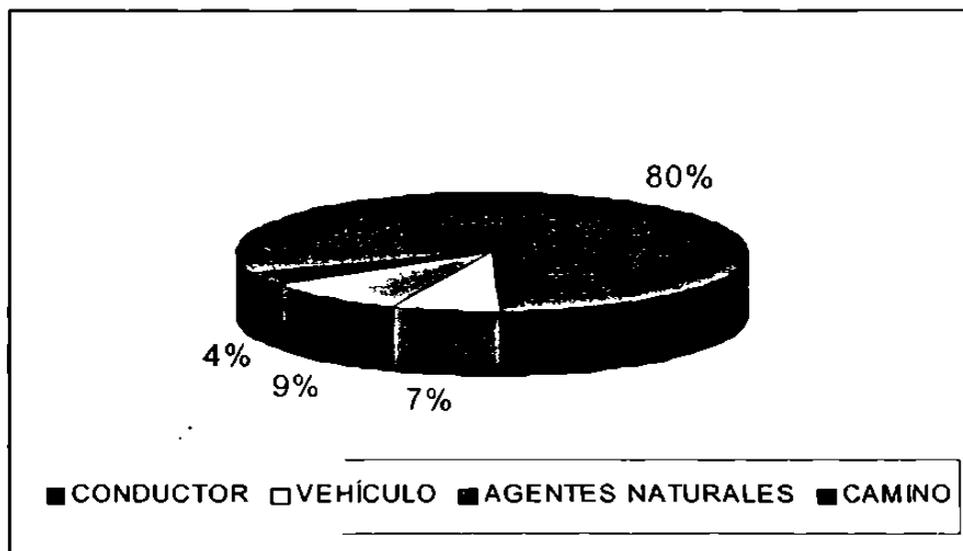
Debido a la apertura comercial de México, se torna importante mejorar la seguridad vial en el país, particularmente el renglón del autotransporte, por ser éste el modo que más contribuye al movimiento nacional de carga y de pasajeros.

Existen algunas evidencias que hacen pensar que los esfuerzos que se realizan en México para solucionar los problemas existentes de seguridad vial en las

Carreteras Federales, han quedado bastante rezagados. Esta suposición se basa en la información que muestra la estadística nacional, en la cual se puede apreciar que es común “culpar a los usuarios”, en vez de encontrar soluciones a los problemas que causaron el accidente, en las que participan tres elementos importantes: el conductor, el vehículo y el camino.

Es justo decir que en México estamos en la etapa de “culpar al usuario” y que al accidente se le asigna una “causa única”, pues se observa en la estadística que se maneja y en los reportes que genera la PFP; éstos indican que de las causas de accidentes carreteros, alrededor del 80% son atribuibles al conductor, el 7% al vehículo, el 9% a agentes naturales y el 4% al camino. Cabe señalar que no existen estadísticas que muestren la interacción de estos elementos en la ocurrencia de accidentes [2].

Figura 5.1.- Causas de Accidentes Carreteros.



En primera instancia, se deben concentrar los esfuerzos en prevenir los accidentes; para lo cual, se requiere identificar todos aquellos elementos que representen un posible riesgo en la operación del tránsito, actuando en la etapa “pre-impacto”.

Como resultado de la investigación del cómo y por qué ocurren los accidentes, se generaron varias alternativas para tratar de resolver el problema, cada una dirigida a aspectos específicos:

1. *El control de la exposición.*
2. *La prevención de accidentes.*
3. *La reducción de la severidad.*

**V.1.2 Bases para un Programa de Seguridad en Carreteras.-** Para poder establecer una estrategia nacional, es necesario contar con una voluntad política firme y decidida en reducir los riesgos de accidentes en la Red Carretera; además, se requieren esfuerzos coordinados nacionalmente, definiendo claramente las responsabilidades y obligaciones de cada uno de los sectores involucrados en el problema.

Adicionalmente, se deberán fijar metas específicas a alcanzar en el mediano y en el largo plazo; con evaluaciones periódicas que permitan analizar el comportamiento y decidir si resulta necesario incrementar las medidas para cumplir con lo establecido.

Conviene recalcar la importancia de contar con un presupuesto exclusivo para cada uno de los sectores, destinado para acciones en materia de seguridad carretera, independiente del resto de los recursos económicos asignados a la entidad.

Como complemento al planteamiento de acciones, deberá determinarse el costo de cada una y el monto anual por ejercer. Se recomienda elaborar cuadros sinópticos o tablas que faciliten su comprensión, incluyendo la importancia del camino en el contexto regional y nacional.

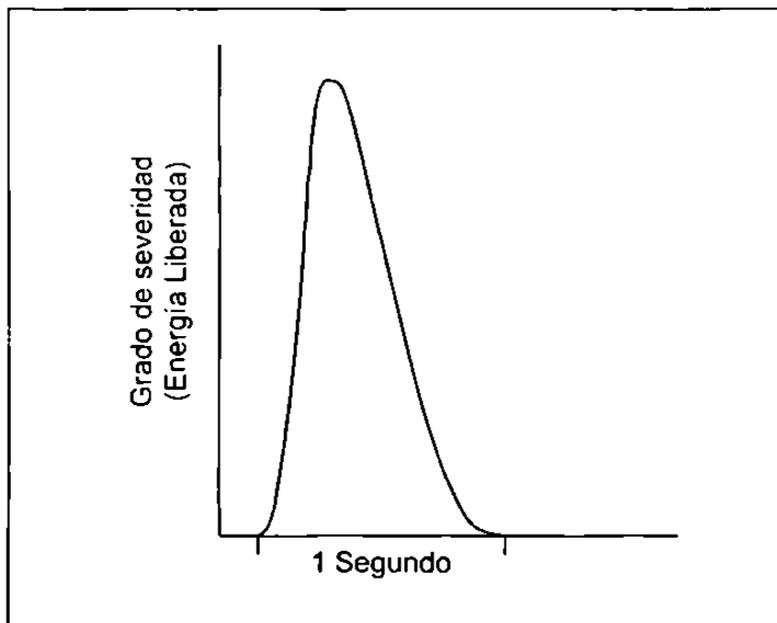
Los programas de seguridad deberán aplicarse en cuatro niveles, que pueden ser de tipo preventivo o de tipo correctivo:

1. *Etapa de planeación de nuevos caminos.*
2. *Diseño de nuevos caminos.*
3. *Caminos existentes.*
4. *Localización de los sitios de alto riesgo en la Red Carretera Federal.*

La idea de comparar las propuestas con el fin de seleccionar aquellas que probablemente sean las más efectivas e importantes, es resultado de la evaluación a implementar, guiar razonablemente hacia aquellas medidas que pueden ser las más apropiadas y efectivas en respuesta a las situaciones que generan accidentes; esto particularmente es vital en el área de la Ingeniería de Seguridad en los caminos.

Los accidentes son consecuencia inevitable de la movilidad y su severidad es el resultado de la energía cinética que se disipa de un vehículo al impactarse ya sea contra otro vehículo, objeto o persona, así que se pueden tomar algunas medidas para minimizar las consecuencias del accidente.

Figura 5.2.- Energía consumida en un accidente carretero.



[Referencia 32]

## V.2 Elaboración de un Banco Integral de Datos.

Después de revisar detalladamente todos los reportes de las organizaciones que intervienen en los accidentes viales ocurridos en carreteras federales, así como los archivos electrónicos que ya están siendo generados y otros tipos de información existente, se diseñó el esquema de banco integral de datos de accidentes. El enfoque de vínculos busca extender la información recopilada en

los reportes de accidentes de la PFP, utilizando los datos existentes en otras organizaciones públicas y privadas. Los datos de ubicación sirven primeramente para localizar sitios de elevada accidentalidad, pueden también utilizarse como elementos de vinculación con las fuentes de información [4].

### ***V.3 Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (SIGET).***

En la actualidad, los procesos de planeación, organización, gestión y evaluación de accidentes reclaman sistemas eficientes de manejo y análisis de información, en términos de rapidez de procesamiento, capacidad de almacenamiento y sobre todo, confiabilidad. Para aspirar a cumplir los términos anteriores, resulta indispensable disponer de los mecanismos para garantizar la generación y el acopio de la información. En respuesta a la demanda por obtener información precisa y actualizada sobre la localización, condiciones y características de la infraestructura existente; el IMT, en coordinación con la DGST y la asesoría académica del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), llevaron a cabo el levantamiento del Inventario Nacional de Infraestructura para el Transporte (INIT), fase inicial y plataforma de partida del SIGET, mediante el empleo de receptores GPS, para la generación de la información geográficamente referenciada en campo y de un SIG para su procesamiento posterior.

El objetivo central del SIGET consiste en proporcionar un medio informático versátil y sencillo para el registro, análisis y representación de la información geográfica y estadística asociada a los accidentes; así que, por una parte, tiene

la finalidad de diseñar un mecanismo de acceso, consulta y representación de la información generada por otras fuentes y por otra parte, sistematizar el registro y actualización de la información georeferenciada, con relación a los accidentes y desarrollar un esquema metodológico para la utilización del SIGET.

La primera parte del desarrollo del SIGET consistió en la creación de la plataforma básica de datos, a partir de la cual se formará todo el sistema; en tal sentido, se planteó la creación del INIT, cuyo fin se centró en la creación, en formato digital, de bases de datos georeferenciados, del trazo de la Red Carretera Pavimentada, así como también la localización precisa de rasgos asociados a los caminos.

La importancia del banco de información resultante reside tanto en la precisión y la ubicación de los elementos registrados, como en la gran versatilidad de manejo que facilita el formato digital, lo cual nos origina actualización permanente, representación a la escala deseada, combinación de los datos, etc.

**V.3.1 Organización y Estructura del SIGET.-** La concepción, planeación y organización del proyecto son el resultado de la línea de investigación sobre tecnologías georeferenciadas que realiza el IMT. La coordinación general de registro del inventario se asignó al mismo. No obstante, por tratarse de un proyecto de interés prioritario para la SCT, por su alcance nacional, entre los

organismos involucrados se encuentran los 31 centros SCT, la DGST y el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), en calidad de órgano normativo de la producción de información estadística y geográfica de México.

La estrategia organizacional y territorial para emprender las labores se dividió en tres fases. La primera fase consistió, además del diseño de logística general, en la capacitación de 32 brigadas integradas por 3 elementos, una por cada estado de la República Mexicana, mediante un curso teórico-práctico.

En la segunda fase, las brigadas equipadas con un receptor GPS "Motorola SIXGUN", conectado a una computadora portátil, como medio de almacenamiento y captura y con el uso del software "Geolink", generaron las bases de datos de los registros de posición (latitud, longitud y altitud) a intervalos de un segundo, mediante el recorrido de alrededor de 95,000 km de caminos pavimentados del país, en un lapso promedio de dos a tres meses por estado. La información generada se recopiló en el IMT donde fue transformada al formato SIG ARC/INFO, con la cual se han venido editando e imprimiendo en mapas de diferentes escalas, de acuerdo con el tamaño del estado y el grado de detalle deseado. A la fecha, se ha concluido la generación en el campo, el procesamiento y la edición de la información, en cuanto a carreteras pavimentadas se refiere, misma que se encuentra a disposición de los usuarios interesados, mediante convenios de colaboración interinstitucional.

En virtud de que los errores máximos observados en el posicionamiento promedian 150 m, prácticamente despreciables para los propósitos del proyecto, no se contempla la corrección de los registros por el método de post-procesamiento diferencial. No obstante, puede ser considerada en etapas posteriores, apoyados por las 14 estaciones GPS de la Red Geodésica Nacional Activa que administra el INEGI.

La tercera fase de INIT, que se desarrolla actualmente, corresponde a la 2ª etapa del 1er. periodo de levantamiento de la información en el campo. Contempla el registro relativo a los más de 160,000 km. de la red de caminos rurales (revestidos y de terracería), y de manera simultánea el procesamiento, edición e impresión de los resultados finales, tanto en papel como en medios electrónicos accesibles a través de un sistema interactivo de fácil manejo.

La información obtenida del levantamiento en el campo. Con los equipos GPS ya fue procesada y transformada en el SIG, con objeto de ponerla a disposición de los usuarios, en un formato común de intercambio de archivos y sobre todo, organizada en una estructura de fácil manejo, así que no sólo resulta sencillo consultarla, sino que está también dispuesta para una rápida actualización y adición de nuevos alcances.

Esta cobertura contiene toda la información registrada y que reproduce la totalidad de la información tal y como fue captada en el campo. Cabe resaltar que, a la fecha, los resultados obtenidos muestran un alto grado de precisión en

la localización de los trazos, que se confirman al cotejarlos con los originales del INEGI.

**V.3.2 Potencial y Límites de Utilización del SIGET.-** Los problemas enfrentados con mayor frecuencia, al momento del levantamiento usando el SIGET, obedecieron a la degradación de la señal del satélite, producto de la “Disponibilidad Selectiva” inducida intencionalmente por el Departamento de Defensa de los EUA, o por efecto de la interferencia de la vegetación en los caminos densamente arbolados, principalmente en sierras y zonas tropicales. En tales casos, con el fin de completar los trazos en los mapas finales, se digitalizaron las líneas faltantes a partir de mapas impresos por la SCT.

Para cumplir los objetivos trazados, además de otras actividades que se identifiquen al mismo tiempo, se concibe al SIGET como de carácter continuo o permanente, de tal forma que, en términos de generación de información, ya se tiene planeado el 2º período de levantamiento y registro del INIT, con datos relativos a:

1. *Condiciones de la superficie de rodamiento.*
2. *Características técnicas del diseño geométrico de los caminos.*
3. *Señalización y bancos de material.*
4. *Complemento de las bases de datos con información generada en otras instancias y medios.*

Se puede afirmar que la importancia de la base de datos resultante reside, tanto en la precisión de la ubicación geográfica de los elementos registrados, como en la gran versatilidad de manejo que facilita el formato digital en el entorno de SIGET.

**V.3.3 Horizonte de Aprovechamiento del SIGET.-** El aprovechamiento del sistema se debe sustentar en el desarrollo de un esquema metodológico, conceptual y práctico para la utilización del mismo, que se encuentra en el sistema en el IMT, a partir del diseño de un mecanismo interactivo de acceso, consulta, asociación y representación de información, generada por otras fuentes y medios relacionados con el sector, que conducirá a la sistematización del registro y actualización en archivos digitales de la información geográficamente referenciada con relación a los accidentes.

Puede afirmarse que este proyecto abre un horizonte de aplicaciones de los SIG y de los GPS como herramientas tecnológicas asociadas, que se extienden a todos los modos de transporte, abarcando un amplio margen de posibilidades, que van desde el ámbito nacional hasta escalas locales, o bien, desde un nivel de detalle de algún elemento de la infraestructura, hasta la totalidad del sector, contando, a su vez, con la capacidad funcional de responder a las necesidades de diversos agentes involucrados con los accidentes en las Carreteras Federales [5].

#### **V.4 Los Sistemas de Información Geográfica y los Accidentes en Carreteras Federales.**

Ante un universo de información que se genera diariamente, es posible afirmar que los SIG surgen como un valioso instrumento de apoyo a todas aquellas acciones que para su ejecución llevan implícitas la necesidad de análisis geográfico de sus elementos o variables que el problema en cuestión comprenda, que en el caso de accidentes son muchos. La clave para emplear un SIG y obtener de él la efectividad y los resultados deseados, consiste en la identificación acertada de su aplicación y la necesidad del análisis geográfico.

Lo que distingue a un SIG de una base de datos tradicional, es que las características de éstos están asociados a un objeto topográfico y registran una ubicación geográfica precisa. El SIG agrega un nivel de inteligencia a las bases de datos en seguridad, hasta el momento subestimado.

La selección de los proyectos se sustenta en la información que se tiene por tramo acotado geográficamente, respecto a las condiciones de infraestructura existente, como la superficie de rodamiento, los accidentes y las cuestiones financieras.

La vinculación de la información en los reportes de accidentes con este tipo de datos abre amplísimas posibilidades de análisis sobre las características específicas de la infraestructura y de las condiciones naturales que pueden ser causa frecuente de accidentes.

En todos los casos, es importante identificar y precisar las demandas de manejo de la información planteadas por los objetivos de la investigación y facilitadas por los SIG, los que cuentan con funciones de integración y procesamiento, en combinación con avanzadas formas de despliegue y representación. En forma paralela y de igual importancia para la exitosa operación de los SIG, es necesario que sean manejados como herramientas exclusivas de apoyo en la toma de decisiones.

**V.4.1 Instrumentación y Operacional de los SIG.-** La llave básica para operar exitosamente un SIG consiste en la precisión de sus aplicaciones; es decir, se deben determinar los objetivos de utilización del sistema y las respuestas esperadas, así como, orientar la selección del software más apropiado a las necesidades particulares de la acción.

Actualmente los SIG están compuestos por decenas de diversos programas, con funciones propias, que les otorgan ventajas y limitantes de uso. Por ello, la instrumentación de un SIG en el manejo de la información de accidentes en la Red Carretera Federal debe partir del conocimiento de las características de la acción, deben evaluarse los rasgos distintivos de los software en función de su capacidad de respuesta a los requerimientos analíticos.

En el ámbito de la seguridad en las carreteras, a partir de la favorable evaluación de la utilidad del paquete ARC/INFO, como instrumento de apoyo (el cual se identificó como requisito previo para el empleo de un SIG), para

desarrollar un plan estratégico de acciones tendientes a disminuir el problema, la principal razón de conformar un sistema integrado de información es la intención de elevar la efectividad de los datos y la productividad de los mismos, propósito basado en términos de la diversidad de usuarios que se benefician con su utilización y de la modificación en la calidad de la información empleada en las tareas de planeación, administración y operación. La existencia de nuevas tecnologías hace posible, tanto el almacenamiento como el acceso rápido a un sin fin de datos, así como, al incremento de ventajas y el potencial de los sistemas de información.

La creación de estos sistemas no es tarea fácil, pues se enfrentan obstáculos tales como la falta de interés o renuncia a colaborar de manera integrada por parte de las distintas dependencias involucradas; la ausencia de alguien que dirija la integración, especialmente cuando se trata de un proceso permanente, que requiere esfuerzos de coordinación que son costosos y lentos para cambiar la definición, agregación y el formato de algunos conceptos; así como, para determinar prioridades de captura, la suspensión de algunas recopilaciones y las modificaciones de las mismas.

**V.4.2 Estructura de los SIG.-** La formulación de un sistema integrado de información debe servir como guía a las siguientes etapas propuestas por Briggs y Chatfield (1987) [2], que sin duda variarán conforme a los objetivos y necesidades de cada organización.

1. *Organización.*- La creación de un sistema integrado de información requiere el apoyo irrestricto de la dirección. El cuerpo directivo debe estar convencido de los beneficios que un esfuerzo de esta magnitud puede reportar. En este sentido, se recomienda el desarrollo e instauración de un sistema piloto, a fin de demostrar las ventajas de la integración.
2. *Definición de objetivos.*- La definición clara de éstos es la clave del éxito del sistema.
3. *Determinación de necesidades de los datos.*- Se considera quizá la actividad más difícil, pero es la oportunidad de que los usuarios manifiesten sus requerimientos, desde la etapa de diseño del sistema.
4. *Formulación de las especificaciones de los datos.*- Se basa en la descripción de las necesidades de los usuarios. Incluye la selección del método de referencia locacional, que el diseño del sistema deberá reconocer.
5. *Diseño del sistema computacional.*- El software debe elegirse conforme con los objetivos planteados y considerando la rapidez de los cambios tecnológicos.
6. *Desarrollo del software necesario y de reportes estándar.*
7. *Exploración del sistema.*- El software deberá ponerse a prueba conforme incrementa su desarrollo. En los casos en que sustituya a algún sistema anterior, el nuevo debe iniciar su operación en paralelo. Esta actividad se realiza tantas veces y con la regularidad que los problemas de operación del sistema lo reclamen, ya que su misión es la de resolver las in-consistencias entre las series de datos y su accesibilidad al usuario.

8. *Inicio de operaciones.*- Su funcionamiento debe ser progresivo; además, deberá contar con mecanismos que adiestren al usuario en su empleo y con canales que permitan reportar problemas relativos al propio sistema.
9. *Evaluación del sistema.*- La evaluación necesita ser periódica, con el propósito de comprobar si el sistema está funcionando bien o si necesita correcciones.

Los SIG, señala Fletcher, están diseñados para responder dos preguntas fundamentales:

- *¿ Cuáles son las relaciones especiales inherentes a los datos?*
- *¿ Cuáles son los datos de una localización específica?*

La clave de un Sistema Integrado de Información es la capacidad de correlación entre series de datos provenientes de dos o más fuentes distintas. Los datos acerca de accidentes son sólo algunos de los muchos datos generados y utilizados. Sin su respectiva referencia de ubicación geográfica sería difícil interrelacionarlos; pero, sobre todo, su utilidad no podría proyectarse para apoyar y facilitar las grandes tareas de planeación y administración de la seguridad en las carreteras.

Para analizar un accidente en carretera y poder establecer las causas que lo provocaron, es necesario recurrir a una serie de variables; como la condición del pavimento el conductor, el estado del tiempo, la geometría del camino, el

volumen del tránsito, la señalización, el alumbrado, etc., cuya correlación es posible por medio del sistema común de referencia locacional.

Se conocen 38 sistemas de referencia locacional distintos; entre los cuales destacan, por ser los más empleados por las agencias gubernamentales, el de tipo por Ruta y el de Vínculos por Nodos. A continuación se describe brevemente en qué consiste cada uno de ellos.

El primero utiliza el kilometraje que se le asigna a una carretera y con base en él se identifican los distintos elementos del paisaje. En cada Ruta, se elige el km cero y la medición se inicia a partir de dicho punto. Por lo general, se fija en el extremo W, para las rutas este – oeste y en el extremo S, para las norte – sur. El software de los SIG tiene, en este caso, la responsabilidad de poder convertir a coordenadas geográficas algunos de los distintos sistemas de referencia locacional, con el fin de hacer verdaderamente compatible la información a partir de sus registros de localización. Tal como se realizó en el SIGET, se espera que esto podrá efectuarse de manera rápida y fácil, usando para ello algún GPS.

En el segundo sistema, cada intersección es un nodo, al que se asigna un número; cada nodo se conecta a por lo menos otro nodo, a través de un segmento de camino denominado vínculo y cada vínculo representa una sección única de la vía, la cual puede identificarse a partir de los nodos de inicio y fin que lo determinan. Los vínculos pueden subdividirse en sub-segmentos,

numerados éstos, la localización a lo largo de un segmento, puede especificarse de acuerdo con la distancia a los nodos.

En cuanto al equipo y soporte técnico, cabe resaltar que para los fines de aplicación en esta tesis, los SIG más desarrollados cuentan con la capacidad de enlace directo con otros sistemas e instrumentos de captura y registro, unidades móviles con rayos láser, deflectómetros automáticos para detectar condiciones del pavimento, sensores remotos y procesadores de imágenes de satélite que permiten mantener la información prácticamente al día. La elección del software debe estar en función de la precisión de las aplicaciones deseadas, las que a su vez determinarán las condiciones de funcionamiento del programa.

Los programas más adecuados, cuando de transporte se trata, son los de tipo vectorial, que además de las funciones distintivas de los SIG, permitan el manejo de relaciones topográficas entre nodos, segmentos y áreas (ARC/INFO, EARTH/INFO, GENAMAP, SPANS), correcciones geométricas (ARC/INFO, ERDAS). Por último, debe resaltarse la trascendencia del factor tiempo, dentro del proceso de organización y puesta en marcha de un SIG, dado que en éste están incluidas gran cantidad de actividades tendientes a satisfacer los requerimientos particulares, el cual exige una concepción precisa de los plazos en todos los niveles de la organización a la que apoyará.

Para alcanzar un aprovechamiento óptimo en el empleo de este tipo de sistema, es indispensable precisar los objetivos de su utilización, a la par que cumplir con una serie de requerimientos organizacionales, técnicos, etc.

A continuación se describe una más de las características de los SIG: su capacidad de "integración espacial", referida a la facultad de plantear cuestionamientos geográficos al sistema. Dicho de otro modo, un SIG con un algoritmo apropiado puede expresar espacialmente los resultados derivados de aplicar operaciones estadísticas y matemáticas o ejecutar las acciones de manejo de las bases de datos o de modelos de transporte asociados, a partir de los principios geográficos de localización, distribución e interrelación, ofreciendo múltiples salidas gráficas y despliegue de la información.

Los tipos de sobreposiciones se definen por seis clases de permutaciones posibles, entre los tres elementos (puntos, líneas y áreas) [6].

*Áreas en líneas.*- Por ejemplo, trazo de rutas óptimas, atendiendo determinadas condiciones de las áreas por donde cruzan (pueden ser límites administrativos, tamaños de población, etc.).

*Áreas en áreas.*- Correlación de áreas por nivel de ingreso, con las resultantes de estimar un radio a partir de las rutas de abasto establecidas, con el objeto de definir zonas no cubiertas.

*Punto en punto.*- Análisis de incidencia de accidentes, versus puntos de intersección.

*Líneas en puntos.*- Casos de estudios de prevención o de enrutamiento del tránsito, a causa de alguna interrupción de la vialidad en algún punto de la Red.

*Áreas en puntos.*- Localización de centros estratégicos de acopio y distribución de carga por áreas de cobertura o influencia.

*Líneas en líneas.*- Sobreposición de rutas e itinerarios de las líneas de pasajeros con los datos de tránsito promedio, para determinar su incidencia en el deterioro de la infraestructura y posibles rutas alternativas.

Atención aparte merece, por su utilidad para el análisis, el hecho de que el ambiente de tecnología del SIG ha desarrollado el proceso nombrado “*segmentación dinámica*”, idea concebida por Fletcher (1987) para su aplicación en carreteras, la cual parte del razonamiento de que la segmentación no debe registrarse solamente en los nodos o puntos de intersección, sino que en ocasiones conviene fijar otros atributos como la conducción de segmentación, por ejemplo: el número de carriles, el volumen del tránsito, Los accidentes, la condición del pavimento, etc.

Tal vez el SIG con mayor avance, en cuanto a la segmentación dinámica, sea el ARC/INFO 6.0, última versión desarrollada por la empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute) de los Estados Unidos. En la tecnología del ARC/INFO, un segmento corresponde a la porción de un rasgo geográfico definido por un atributo; por ejemplo, el cruce de un puente, una calle entre dos avenidas o un canal. La segmentación representa el proceso de descomponer

en porciones un rasgo lineal, conforme a los cambios registrados en sus atributos, por medio de nodos.

**V.4.3 Algunas de las Aplicaciones de los SIG en México.**- Se empieza con la identificación de aquellos estudios que necesiten la implantación de un SIG para ser desarrollados más ampliamente. Actualmente, en el propio IMT, son susceptibles de beneficiarse con el apoyo de un SIG los estudios siguientes, identificados como propuestas de aplicación, los cuales se encuentran en distintas etapas de avance, pero en cuyos procesos de trabajo se pretende mejorar las características de la información manejada.

- *“Análisis de Accidentes y estudios de prevención”*. En atención a los cuantiosos daños, que traducidos a costos generan los accidentes en las carreteras, el estudio de las principales causas es indispensable para formular y promover acciones de prevención y de instrumentación de programas de seguridad, contexto en el cual los SIG aparecen como instrumentos útiles por su capacidad de correlación espacial de variables, tales como: la condición de pavimento, los registros meteorológicos, la geometría del camino, el volumen del tránsito, la señalización, etc.
- *El Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos (SIMAP)*.
- *El Sistema para la Administración de Puentes (SIAP)*.
- *Pesos y Dimensiones del Transporte de Carga en México*.
- *Evaluación Permanente de la Situación de Transporte de Carga en México*.

- *Distribución y Comercialización de los Productos Avícolas en la Zona Centro.*
- *Estrategias para la Realización de Estudios origen-des ino.*
- *Análisis de Necesidades de Libramientos en Pueblos y Ciudades.*
- *Problemas de Conectividad en Puertos y Fronteras. Casos de Nuevo Laredo, Tamaulipas y Lázaro Cárdenas, Michoacán.*
- *Análisis de Vulnerabilidad de Grandes Ciudades, por Problemas de Conexión del Transporte Interurbano y Suburbano con la Red General de Carreteras. Caso del Corredor "Tequesquináhuac-Tepozotlán".*
- *Manual Estadístico del Sector Transporte. 1991.*
- *"Logística de la Distribución del Transporte de Carga".*

#### **V.5 Situación de la Red Carretera Federal.**

De acuerdo con un estudio realizado en el IMT, en el renglón de accidentes viales con lesionados, entre 1988 y 1992, México observó una tasa media de crecimiento anual de 6%, la cual aumentó a 8% para el periodo comprendido entre 1990 y 1994; además, sus índices de accidentalidad por cada 100 millones de vehículo-kilómetro, resultan bastante significativos, particularmente en lo referente a muertos.

En 1996 recorrieron cerca de 74,000 millones de veh-km ó 202 millones de veh-km, promedio por día, en los 50,000 km de carreteras vigiladas por la PFP. Combinando la cifra anterior con los saldos totales anuales en la tabla 5.1, se

obtienen tasas de 79 accidentes, 6.7 muertos y 44.3 lesionados por cada 100 millones de veh-km recorridos. Las tasas anteriores de accidentes y lesionados son similares a las de otros países desarrollados como Estados Unidos, Alemania e Inglaterra, pero la de fallecidos resulta de 5 a 6 veces mayor para México. No hay que pasar por alto que el índice de motorización en estos países es 6 veces mayor que el del nuestro. Lo anterior señala la importancia de reforzar en México la prevención de accidentes, particularmente en lo referente a la mitigación de sus consecuencias.

Por otra parte, en el 29% de la Red vigilada por la PFP (14,543 de 50,464 km vigilados) se generó el 47% de los veh-km recorridos en la Red total vigilada (93,785,081 de 202 millones veh-km diarios totales)[4].

Tabla 5.1.- Tasas por estado de accidentes, muertos y lesionados por cada 100 millones de veh-km recorridos.

Entidad	Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales Dólares	Costos del Accidente Dólares	Jerarquización	Costo del Acci. PIB (%)	Jerarquización
México	5,078	503	2,498	6,878,981	64,672,891	1	0.150%	26
Veracruz	4,667	300	2,110	8,748,431	45,078,431	2	0.231%	18
Michoacán	2,831	278	1,805	4,562,596	37,777,596	3	0.395%	5
Jalisco	2,815	242	1,865	5,410,702	35,205,702	4	0.132%	27
Guanajuato	2,502	274	1,320	3,553,701	34,913,701	5	0.253%	15
Tamaulipas	3,103	233	1,603	5,413,633	33,522,633	6	0.267%	14
Baja California	1,995	219	1,704	3,835,307	30,847,307	7	0.235%	17
Puebla	2,257	217	1,390	3,521,595	29,391,595	8	0.208%	20
Coahuila	2,735	195	1,567	5,095,434	29,296,434	9	0.214%	19
Hidalgo	1,469	211	784	1,827,373	25,279,373	10	0.442%	3
Querétaro	1,627	180	897	2,680,353	23,371,353	11	0.344%	8
San Luis Potosí	2,085	155	1,054	4,543,155	23,205,155	12	0.318%	9
Nuevo León	2,120	146	1,262	4,787,122	23,173,122	13	0.085%	31
Sonora	1,633	156	947	3,487,868	21,928,868	14	0.191%	23
Sinaloa	1,411	146	840	3,616,648	20,736,648	15	0.239%	16
Guerrero	2,179	133	1,227	3,353,936	20,334,936	16	0.291%	11
Oaxaca	1,672	136	1,079	3,252,655	20,089,655	17	0.302%	10
Chihuahua	1,512	136	1,098	3,130,779	20,024,779	18	0.114%	30
Morelos	2,034	127	1,059	3,221,107	19,098,107	19	0.349%	7
Chiapas	1,568	96	897	2,579,913	14,870,913	20	0.206%	21
Tabasco	1,288	104	631	2,014,193	14,307,193	21	0.270%	13
Nayarit	1,145	95	550	2,573,389	13,723,389	22	0.593%	1
Zacatecas	986	99	552	2,105,075	13,661,075	23	0.402%	4
Distrito Federal	1,521	87	636	2,473,897	13,081,897	24	0.014%	32
Tlaxcala	1,241	69	535	1,635,625	10,140,625	25	0.470%	2
Campeche	438	81	297	984,380	9,975,380	26	0.184%	24
Yucatán	682	71	330	819,513	8,909,513	27	0.170%	25
Aguascalientes	590	66	418	936,571	8,790,571	28	0.193%	22
Baja California Sur	956	53	524	1,748,177	8,620,177	29	0.388%	6
Durango	522	41	441	1,011,207	6,434,207	30	0.116%	29
Colima	736	40	379	1,090,574	6,227,547	31	0.285%	12
Quintana Roo	819	38	301	1,222,880	5,925,880	32	0.118%	28
<b>Nacional</b>	<b>58,208</b>	<b>4,927</b>	<b>32,600</b>	<b>102,116,743</b>	<b>692,616,743</b>		<b>0.167%</b>	

Referencia [4].

## **Capítulo VI. CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE INFORMACIÓN**

A continuación se describen los procedimientos de cómo se elaboró el sistema de manejo de la información, para la Red Carretera Federal comprendida dentro del estado de Hidalgo, que se encuentra incluido dentro del Sistema Geográfico de Información (SIG) denominado ArcView. Con la recopilación de datos tales como representaciones cartográficas, clasificación y nomenclatura de las carreteras, aforos y composición vehicular e información de accidentes. La Red Federal del estado de Hidalgo tiene una longitud de 1,030.52 kilómetros (siendo alrededor del 2% de la longitud de la Red Federal Básica total, la cual es de 50,000 km.), para fines de este estudio, se tomó en su totalidad la Red Federal y algunos tramos de la Red Estatal, resultando una longitud total de 2,484.48 kilómetros. La información que se maneja en esta tesis, incluyendo accidentes, corresponde a los años: 1996, 1997, 1998 y 1999.

### **VI.1 Visualización de la Representación Cartográfica.**

**VI.1.1 Cartografía Básica.-** La representación cartográfica fue generada a partir del levantamiento realizado por el Centro SCT en el estado de Hidalgo, para el cual se utilizó GPS. La captura de esta información fue realizada con la dirección del IMT, dentro del desarrollo del SIGET. Posteriormente esta información fue almacenada en archivos computacionales, en formato de datos espaciales del SIG nombrado ArcInfo. Este SIG representa el estándar

operativo para cada uno de ellos, en un nivel universal. En este formato, la información queda organizada en coberturas o niveles. Cabe mencionar que dicha información es actualizada anualmente por el Centro SCT Hidalgo, así como por el IMT, donde recibe diversas validaciones, para ser utilizada por diferentes usuarios.

Cada representación cartográfica o mapa en ArcView se forma integrando un conjunto de rasgos geográficos dentro de un proyecto. Cada uno de estos conjuntos forma un tema, en cada tema existen tablas de participantes y atributos, las cuales son una base de datos que almacena en diferentes campos las características o datos específicos de cada rasgo geográfico. Es aquí donde se pueden generar vistas en las que se visualicen tanto el mapa deseado como la información representada en el mismo. Un proyecto es un archivo que contiene todas las vistas, tablas, gráficas, etc.

Para el desarrollo de esta tesis se importaron en coberturas de ArcInfo los rasgos geográficos contenidos en los archivos de ArcView. Estos presentan la extensión "shp" (shapefiles), siendo ésta una característica que se utiliza para identificar archivos que tienen el formato de datos espaciales de ArcView.

- Límites.shp. En este archivo, los registros corresponden a un polígono. En conjunto, éste define y delimita la división política (o por estados) de la República Mexicana.

- Hidalgo.shp. En este archivo también los registros corresponden a un polígono, el conjunto de estos polígonos define los límites y colindancias del estado de Hidalgo.
- Loc15000.shp. En este archivo, cada registro corresponde a un punto que representa una población de 15,000 o más habitantes.
- Cabecera.shp. En este archivo, cada registro corresponde a un punto que representa una cabecera municipal.
- Federales\_hgo.shp. En este archivo los registros corresponden a una poligonal abierta que representa una sección o tramo de carretera federal. En uno de los campos se almacenan las claves que indicarán las características que podría tener el registro, para así tener a mano alguna de las opciones siguientes: (I) libre de dos carriles, (II) libre de cuatro carriles, (III) cuota de cuatro carriles.
- Estatales\_hgo.shp. Al igual que en el anterior, cada registro corresponde a una sección o tramo de carretera estatal.

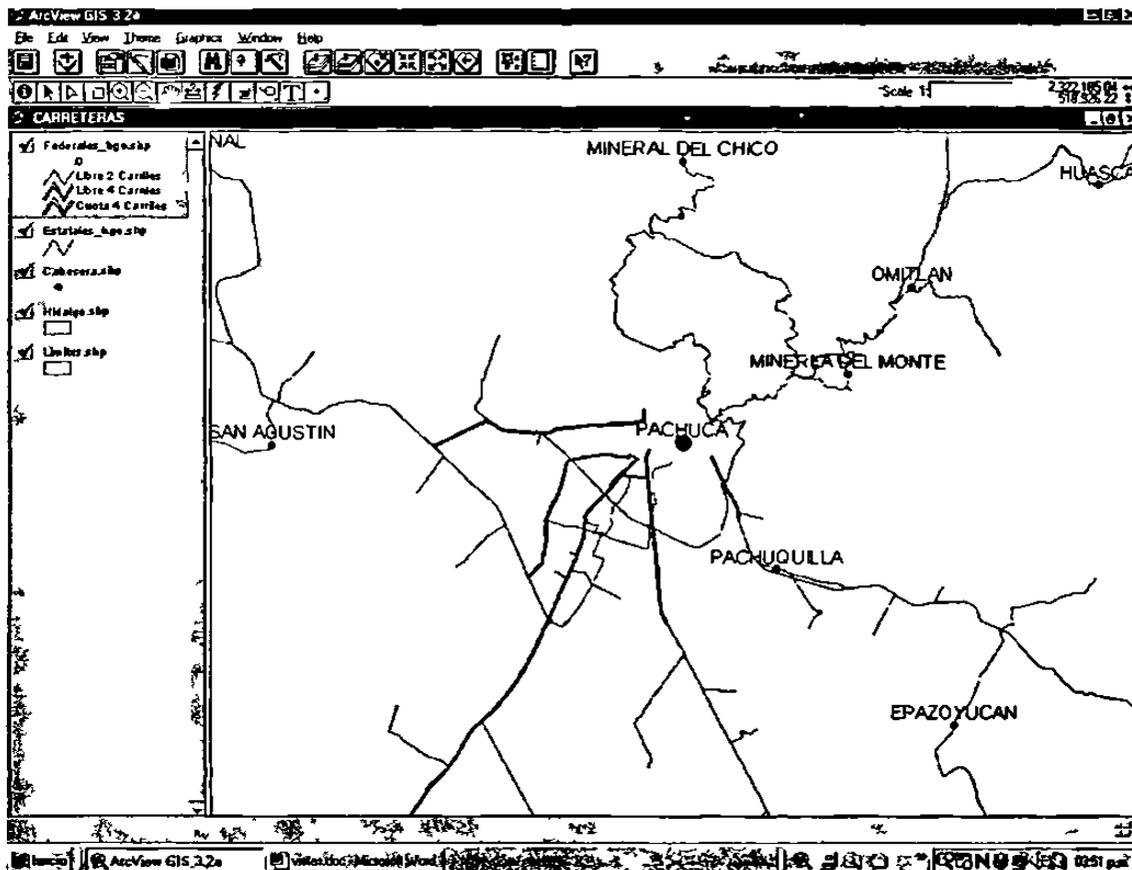
Una vez importados y activados los temas anteriores, dentro de una vista del proyecto generado, se visualiza el mapa como se ilustra en las figuras 6.1a, y 6.1b; ésta última, es sólo un acercamiento de la ciudad de Pachuca. La tabla de contenidos que se observa en la parte izquierda del mapa indica los temas incluidos en el proyecto. Se puede observar que los temas tienen que ser activados con una marca, la cual se encuentra en la parte izquierda de las leyendas; de esta forma se conocen los temas activados y dibujados en el

mapa. En ArcView, los temas son dibujados y sobrepuestos de abajo hacia arriba (como en acetatos).

Figura 6.1a.- Rasgos Geográficos Importados de ArcInfo.



Figura 6.1b.- Rasgos Geográficos Importados de ArcInfo  
(Acercamiento a la Ciudad de Pachuca).



**VI.1.2 Segmentación de la Clasificación de las Carreteras Federales.-** Se requiere que el sistema maneje información en los siguientes cuatro niveles de detalle: ruta, carretera, tramo y segmento de 500 metros; para lo cual, en cada uno de estos niveles, fue necesario realizar una segmentación de la Red de Carreteras del estado. Aquí el término “segmentar” significa redefinir los elementos poligonales que forman el tema “federales\_hgo.shp”, dando origen a un nuevo sistema de elementos carreteros. La segmentación para cada uno de los niveles anteriores fue preparada en vistas diferentes (en todos los casos se

utilizaron las herramientas de ArcView “Start Editing” del menú “Theme”, “Union Feature” del menú “Edit” y algunas opciones del botón “Draw Line”).

La primera segmentación fue por tramos, derivándose, a partir de ella, las otras tres segmentaciones (carretera, segmento, ruta) y utilizando para ello el programa “segmentacion” (*Ver anexo A*); sin embargo, la descripción mostrada enseguida se realiza de acuerdo con la estructura jerárquica del sistema de clasificación de las Carreteras Federales, de la DGST, que es de la siguiente manera: primero las rutas, luego las carreteras, después los tramos y por último, los segmentos de 500 metros.

- **Segmentación por rutas.**

La tabla 6.1 muestra las rutas que cruzan y conforman la Red Federal del estado de Hidalgo, incluidas en esta segmentación. La primera columna muestra un número consecutivo, la segunda muestra la nomenclatura y el número de identificación de cada ruta “*id\_ruta*”, el cual consta de siete dígitos: los tres primeros indican las siglas del país, después un guión separador, y los tres últimos el número de la ruta, según la clasificación de carreteras de la DGST. La tercera columna indica el nombre de la ruta; por último, la longitud registrada en ArcView para cada ruta. El identificador asignado a cada ruta, al generar la segmentación, es el mismo que asigna la DGST.

En la última fila de la tabla se indica la longitud total de la Red Carretera Federal del estado de Hidalgo, registrada en ArcView (proveniente del SIGET) que

consta de 1,030.52 kilómetros. Este arreglo fue realizado dentro de la vista denominada "RUTAS", del proyecto "Hidalgo.apr.", el mapa de la figura 6.2 muestra la vista obtenida, indicando con diferentes colores las 12 rutas identificadas.

Tabla 6.1.- Rutas Nacionales a las que pertenecen las Carreteras Federales del estado de Hidalgo.

Nº	Ruta (DGST) Id_ruta	Nombre de la ruta	Long. (km)
1	MEX-045	México - Cd. Juárez	71.41
2	MEX-057	México - Piedras Negras	20.44
3	MEX-057 D	México - Querétaro	25.30
4	MEX-085	México - Nuevo Laredo	336.19
5	MEX-085 D	México - Tizayuca	11.67
6	MEX-087	Jorobas - Tula	33.45
7	MEX-088	Pachuca - Cd. Sahagun	45.31
8	MEX-105	Pachuca - Tampico	338.29
9	MEX-119	Puebla - Tejocotal	2.84
10	MEX-130	México - Poza Rica	88.32
11	MEX-132	Venta de Carpio - Tulancingo	32.95
12	MEX-136	México - Zacatepec	24.35
<b>Longitud total</b>			<b>1,030.52</b>

Figura 6.2.- Rutas Nacionales a las que pertenecen las Carreteras Federales del estado de Hidalgo.



- **Segmentación por Carreteras.**

La tabla 6.2 contiene las Carreteras Federales del estado de Hidalgo. En la tercera columna de la tabla se encuentra la clave o nomenclatura de la clasificación de carreteras de la DGST, la misma que contiene el identificador de carretera "id\_carr", el cual es un número con cinco dígitos, formado de dos partes: la primera (con dos dígitos), muestra cierta característica de la carretera, ya que empezar con doble cero (00) indicará que la carretera cruza dos o más estados, de no ser así y si tiene algún número diferente al anterior, en este caso

13 (número correspondiente al estado de Hidalgo), esto indica que el inicio y el final de esta carretera se encuentran dentro del mismo estado; por lo tanto, se asigna el mismo número, de no caer en ninguno de los casos anteriores, el "id\_carr" corresponde entonces al de una nueva carretera y su número es asignado consecutivamente, para evitar duplicidades; los tres últimos dígitos indican el número de la carretera que le corresponde según la DGST. Esta segmentación fue almacenada dentro de la vista nombrada "CARRETERAS".

Tabla 6.2.- Carreteras Federales del estado de Hidalgo.

N°	Id_ruta	Clave (DGST) o Id_carr	Nombre de la carretera	Long. (km)
1	MEX-085	00023	T.C.(PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	167.99
2	MEX-136	00054	LIM.EDOS.TLAX./HGO.-APAN	12.62
3	MEX-105	00113	PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	210.88
4	MEX-087	00159	LIM.EDOS.MEX./HGO.-TULA	29.59
5	MEX-045	00194	PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	71.41
6	MEX-057 D	00411	LIM.EDOS.MEX./HGO.-LIM.EDOS.HGO./MEX.	25.30
7	MEX-119	00430	LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	2.84
8	MEX-085	00431	LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	44.26
9	MEX-085 D	00432	LIM.EDOS.MEX./HGO.-T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE))	11.67
10	MEX-132	00455	LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	32.95
11	MEX-130	00608	TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	37.18
12	MEX-088	13088	PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	44.49
13	MEX-130	13112	PACHUCA- TULNCINGO	44.08
14	MEX-085	13254	PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	8.64
15	MEX-085	13257	T.COLONIA- PORTEZUELO	82.95
16	MEX-105	50140	HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	32.23
17	MEX-105	50420	LIBRAMIENTO PACHUCA	15.26
18	MEX-105	50980	RAMAL ATLAPEXCO-HUAUTLA	27.21
19	MEX-105	51030	RAMAL CASETAS-OTONGO	14.05
20	MEX-105	51300	RAMAL MOLANGO-TOTOTLA	10.84
21	MEX-057	51550	RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	20.44
22	MEX-105	54000	ACCESO A ATLAPEXCO	0.91

23		54010	TIZAYUCA-RANCHERIA	2.98
24	MEX-085	54020	RAMAL AEROPUERTO PACHUCA	0.51
25	MEX-085	54030	RAMAL S.E.P. PACHUCA	0.34
26	MEX-105	54040	MOLANGO-T. IZQ. AZTECA	7.42
27	MEX-085	54050	ACCESO A TASQUILLO	3.45
28	MEX-136	54060	APAN-LIM.EDOS.HGO./TALX.	11.73
29	MEX-085	54070	ACCESO A ZIMAPAN	13.24
30	MEX-085	54080	ACCESO A ACTOPAN	1.55
31	MEX-105	54090	ACCESO A JALTOCAN	3.4
32	MEX-087	54100	LIBRAMIENTO TULA-EL LLANO	3.86
33	MEX-130	54110	ACCESO A ACOXOCHITLAN	3.38
34	MEX-105	54120	ACCESO A ZACUALTIPAN	3.51
35	MEX-130	54130	ACCESOA PACHUQUILLA	3.68
36	MEX-085	54140	ACCESO AL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PACHUCA	0.39
37	MEX-085	54150	ACCESO A SANTA JULIA PACHUCA	1.14
38	MEX-085	54160	ACCESO A CENTRAL DE AUTOBUSES DE PACHUCA	1.03
39	MEX-085	54170	BOULEVAR S.N.T.E. PACHUCA	7.72
40	MEX-105	54180	ACCESO A TIANGUISTENGO	12.58
41	MEX-088	54190	ACCESO A ACELOTLA	0.82
<b>Longitud total</b>				<b>1,030.52</b>

El gráfico de la figura 6.3 muestra la segmentación obtenida; están con distintos colores las 41 carreteras identificadas en el proyecto. Es importante señalar que los kilometrajes están respaldados por la DGST y Datos Viales, debido a que inicia con el kilómetro cero en cualquiera de los extremos de cada carretera.

Figura 6.3.- Carreteras Federales que pertenecen al estado de Hidalgo.



- **Segmentación por tramos.**

La tabla 6.3 muestra los tramos de la Red Federal del estado de Hidalgo. De igual manera que en la tabla anterior, solo se detallan las características de las columnas nuevas; en la tercera columna de la tabla se muestra el identificador único "id\_unico", para cada tramo al generarse la segmentación, este número está formado por nueve dígitos de identificación; de los cuales, los dos primeros indican el número del estado. Para este caso, al estado de Hidalgo le corresponde el 13, los siguientes cinco dígitos corresponden al número de la

carretera "id\_carr" explicado anteriormente. Por último, los dos dígitos finales corresponderán a un número consecutivo de segmento, para evitar posibles repeticiones.

Tabla 6.3.- Tramos de la Red Federal, que pertenecen al estado de Hidalgo.

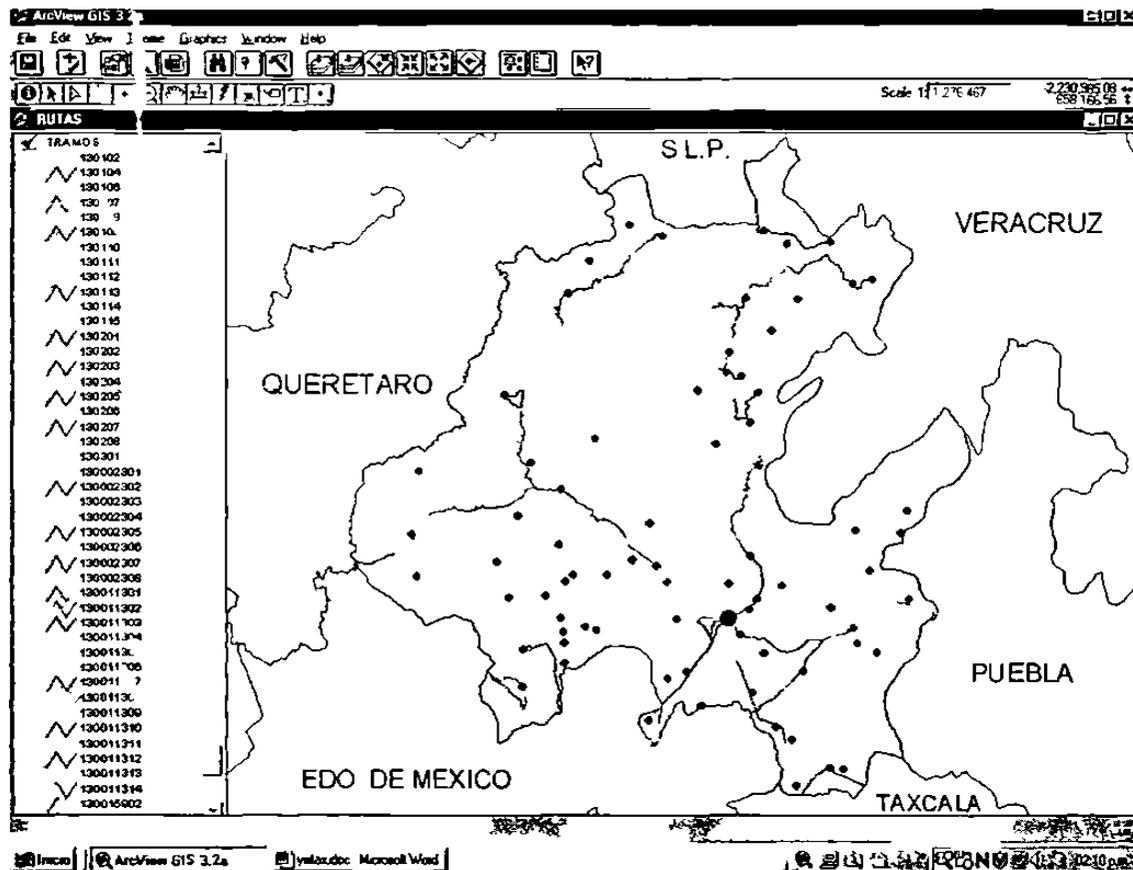
Nº	Id_carr	id_unico	Nombre del tramo	Long. (km)
1	00023	130002301	T.C. (PORTEZUELO-PALMILLAS) - T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO)	32.43
2	00023	130002302	T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO) - T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	6.11
3	00023	130002303	T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO) - T.DER. MINAS VIEJAS	40.94
4	00023	130002304	T.DER. MINAS VIEJAS - JACALA	19.51
5	00023	130002305	JACALA - RANCHO VIEJO	18.28
6	00023	130002306	RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	36.22
7	00023	130002307	T.IZQ. PISA FLORES - CHAPULHUACAN	8.14
8	00023	130002308	CHAPULHUACAN - LIM. EDOS. HGO./S.L.P.	6.36
9	00054	130005402	LIM. EDOS. TLAX./HGO. - APAN	12.62
10	00113	130011301	PACHUCA - T.IZQ. MINERAL EL CHICO	4.73
11	00113	130011302	T.IZQ. MINERAL EL CHICO - T.DER. REAL DEL MONTE	3.09
12	00113	130011303	T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	21.95
13	00113	130011304	ATOTONILCO EL GRANDE - T.IZQ. BAÑOS AMAJAC	2.18
14	00113	130011305	T.IZQ. BAÑOS AMAJAC - T.IZQ. METZTITLAN	27.49
15	00113	130011306	T.IZQ. METZTITLAN - T.IZQ. ZACUALTIPAN	35.09
16	00113	130011307	T.IZQ. ZACUALTIPAN - NONOALCO	13.67
17	00113	130011308	NONOALCO - X. (MOLANGO-XOCHICOATLAN)	16.72
18	00113	130011309	X. (MOLANGO-XOCHICAOTLAN) - QUETZALTONGO	21.54
19	00113	130011310	QUETZALTONGO - TLANCHINOL	10.84
20	00113	130011311	TLANCHINOL - TEHUETLAN	35.34
21	00113	130011312	TEHUETLAN - T.DER. LA CANDELARIA	10.9
22	00113	130011313	T.DER. LA CANDELARIA - T.IZQ. HUEJUTLA	4.63
23	00113	130011314	T.IZQ. HUEJUTLA - LIM.EDOS. HGO./VER.	2.71
24	00159	130015902	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	16.79
25	00159	130015903	T. DER. ATOTONILCO - TULA	12.8
26	00194	130019401	PORTEZUELO - JONACAPA	29.31
27	00194	130019402	JONACAPA - HUICHAPAN	15.41
28	00194	130019403	HUICHAPAN - T. IZQ. NOPALA	11.03
29	00194	130019404	T.IZQ. NOPALA - LIM EDOS. HGO./QRO.	15.66
30	00411	130041104	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	8.69

31	00411	130041105	T. DER TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX	16.61
32	00430	130043005	LIM. EDOS. PUE./HGO. - TEJOCOTAL	2.84
33	00431	130043106	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	12.07
34	00431	130043107	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	32.19
35	00432	130043205	LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (OTUMBA-TIZAYUCA)	5.71
36	00432	130043206	X.C. (OTUMBA-TIZAYUCA) - T.C. (MEXICO-PACHUCA (LIBRE))	5.96
37	00432	130043207	PFCYP	0
38	00455	130045507	LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	32.95
39	00455	130045508	PFCYP	0
40	00608	130060801	TULANCINGO - T.IZQ. ACATLAN	1.89
41	00608	130060802	T.IZQ. ACATLAN - TERMINA TULANCINGO	2.22
42	00608	130060803	TERMINA TULANCINGO - T.IZQ. HUAYACOCOTLA	10.03
43	00608	130060804	T.IZQ.HUAYACOCOTLA - T.IZQ.ACAXOCHITLAN 1. ACCESO	9.32
44	00608	130060805	T.IZQ.ACAXOCHITLAN 1. ACCESO - T.IZQ.ACAXOCHITLAN 2o ACCESO	1.98
45	00608	130060806	T IZQ.ACAXOCHITLAN 2o. ACCESO - LIM.EDOS. HGO./PUE.	11.74
46	13088	131308801	PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	29.58
47	13088	131308802	T.C.(VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - T.C.(TOLIMAN-CD.SAHAGUN)	14.91
48	13088	131308803	PFCYP	0
49	13112	131311201	PACHUCA - PUNTO DE INFLEXION	2.64
50	13112	131311202	PUNTO DE INFLEXION - T.IZQ. PACHUQUILLA 2o. ACCESO	5.75
51	13112	131311203	T.IZQ.PACHUQUILLA 2o.ACCESO - T.DER. SAN JUAN TIZAHUAPAN	2.1
52	13112	131311204	T.DER. SAN JUAN TIZAHUAPAN - T.DER. CD. SAHAGUN	4.69
53	13112	131311205	T.DER. CD. SAHAGUN - SAN RAFAEL	8.06
54	13112	131311206	SAN RAFAEL - EL SUSTO	7.15
55	13112	131311207	EL SUSTO - T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	4.36
56	13112	131311208	T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	9.33
57	13112	131311209	PFCYP	0
58	13254	131325401	PACHUCA - T C. (LA COLONIA-PORTEZUELO)	8.64
59	13254	131325402	PFCYP	0
60	13257	131325701	T. COLONIA - T. DER. PACHUCA	8.57
61	13257	131325702	T. DER PACHUCA - ACTOPAN	25.12
62	13257	131325703	ACTOPAN - T. IZQ. TULA	34.5
63	13257	131325704	T. IZQ. TULA - IXMIQUILPAN	6.77
64	13257	131325705	IXMIQUILPAN - PORTEZUELO	7.99
65	13257	131325706	PFCYP	0
66	5014	135014001	HUEJUTLA - SAN FELIPE ORIZATLAN	25.09
67	5014	135014002	SAN FELIPE ORIZATLAN - LIM. EDOS. HGO./S.L.P.	7.14

68	5042	135042001	LIBRAMIENTO PACHUCA	15.26
69	5042	135042002	PFCYP	0
70	5098	135098001	RAMAL ATLAPEXCO – HUAUTLA	27.21
71	5103	135103001	RAMAL CASETAS – OTONGO	14.05
72	5130	135130001	RAMAL MOLANGO – TOTOTLA	10.84
73	5155	135155001	RAMAL TEPEJI DEL RIO – CORRALES	20.44
74	5400	135400001	ACCESO A ATLAPEXCO	0.91
75	5401	135401001	TIZAYUCA – RANCHERIA	2.98
76	5402	135402001	RAMAL AEROPUERTO PACHUCA	0.51
77	5403	135403001	RAMAL S.E.P. PACHUCA	0.34
78	5404	135404001	MOLANGO – T IZQ. AZTECA	7.42
79	5405	135405001	ACCESO A TASQUILLO	3.45
80	5406	135406001	APAN - LIM. EDOS HGO./TLAX.	11.73
81	5407	135407001	ACCESO A ZIMAPAN	13.24
82	5408	135408001	ACCESO A ACTOPAN	1.55
83	5409	135409001	ACCESO A JALTOCAN	3.4
84	5410	135410001	LIBRAMIENTO TULA - EL LLANO	3.86
85	5411	135411001	ACCESO A ACAXOCHITLAN	3.38
86	5412	135412001	ACCESO A ZACUALTIPAN	3.51
87	5413	135413001	ACCESO A PACHUQUILLA	3.68
88	5414	135414001	ACCESO AL INSTITUTO TECNOLOGICO DE PACHUCA	0.39
89	5415	135415001	ACCESO A SANTA JULIA PACHUCA	1.14
90	5416	135416001	ACCESO A CENTRAL DE AUTOUSES DE PACHUCA	1.03
91	5417	135417001	BOULEVAR S.N.T.E. PACHUCA	7.72
92	5418	135418001	ACCESO A TIANGUISTENGO	12.58
93	5419	135419001	ACCESO A ACELOTLA	0.82
<b>Longitud total</b>				<b>1,030.52</b>

En el último renglón de las tablas se encuentra la longitud total. Esta segmentación se puede visualizar dentro de la vista denominada “TRAMOS”. La figura 6.4 ilustra la segmentación generada, indicándose con diferentes colores los 93 tramos identificados.

Figura 6.4.- Tramos de la Red Federal que pertenecen al estado de Hidalgo.

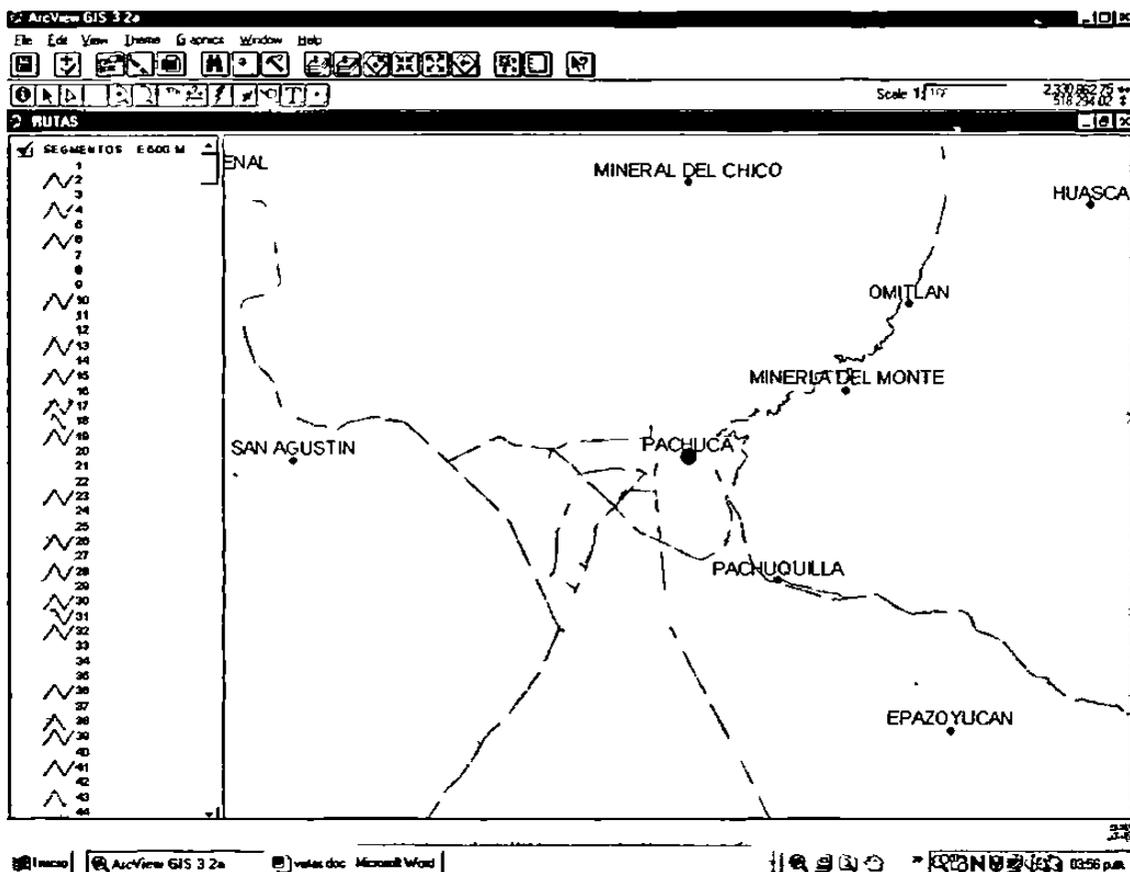


- Segmentación por segmentos de 500 metros.

Cada uno de los tramos de la Red Federal del estado de Hidalgo se segmentó en elementos de 500 metros de longitud. En este caso, se le asignó un identificador a cada segmento "id\_seg", el cual, es un número que está formado por doce dígitos: los primeros dos corresponden al número del estado al que pertenece, los siguientes cinco dígitos indican el número de la carretera; posteriormente, los dos dígitos siguientes denotan el número del segmento al que corresponden y finalmente, los tres últimos dígitos constituyen un número progresivo, útil para evitar duplicidades. Esta segmentación fue almacenada

dentro de la vista denominada "SEGMENTOS DE 500 M". La vista de la figura 6.5 muestra un acercamiento de la ciudad de Pachuca, donde se puede apreciar la segmentación final, indicándose con diferentes colores; los 2,109 segmentos generados, de acuerdo con la longitud total de la Red Federal manejada.

Figura 6.5.- Segmentos de 500 metros de la Red Federal, que pertenecen al estado de Hidalgo.



## VI.2 Generación de Archivos Electrónicos Tabulares.

**VI.2.1 Aforos / Composición Vehicular.-** La información de aforos y composición vehicular recopilada por la DGST, para la Red Carretera Federal, en los años 1996, 1997, 1998 y 1999, fueron unidas a las cuatro vistas generadas en el proyecto (rutas, carreteras, tramos y segmentos de 500 m). Esta información fue depurada por procesos de ponderación y tomando en cuenta las longitudes existentes entre puntos conocidos, con la finalidad de hacer más real el volumen vehicular registrado en cada elemento. La información que publica anualmente la DGST en los libros de datos viales [7], se encuentra contenida en forma de tabla; de éstas, se obtiene el dato del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), el cual se calcula en algunos sitios de las carreteras, como entronques, casetas y a la entrada o salida de ciudades. Este tipo de información indica el número y el tipo de vehículos que circulan por esa carretera, el cual puede ser A, B, C2, C3, T3S2, T3S3, T3S2R4 u otros, siendo los mencionados el parque vehicular más común en las Carreteras Federales del Estado de Hidalgo.

Tabla 6.4.- Campos tabulares de los valores ponderados de aforo y composición vehicular para cada elemento.

Campo	Nombre	Tipo	Ancho del Campo	Descripción
1	Id_unico	Numérico	9	Clave de identificación a la que pertenece el tramo según la DGST
2	Id_ruta	Carácter	7	Clave de identificación de la ruta a la que pertenece la carretera según la DGST.

3	Cuota	Carácter	1	Clave de identificación de las carreteras de cuota
4	Id_carr	Carácter	5	Clave de identificación de las carreteras según la DGST
5	Id_tramo	Carácter	2	Numero secuencial de identificación del tramo
6	Nom_tramo	Carácter	80	Nombre del tramo según la DGST
7	TDPA_98	Numérico	10/2	Ponderación del TDPA del año que se indica.
8	Long_t	Numérico	8/2	Longitud del tramo según la DGST.
9	A	Numérico	5	Porcentaje de automóviles
10	B	Numérico	5	Porcentaje de autobuses
11	C2	Numérico	5	Porcentaje da camiones de dos ejes
12	C3	Numérico	5	Porcentaje da camiones de tres ejes
13	T3S2	Numérico	5	Porcentaje de tractocamiones de tres ejes y semiremolque de dos ejes
14	T3S3	Numérico	5	Porcentaje de tractocamiones de tres ejes y semiremolque de tres ejes
15	T3S2R4	Numérico	5	Porcentaje de tractocamiones de tres ejes con semiremolque de dos ejes y remolque de cuatro ejes
16	Otros	Numérico	5	Porcentaje de otras categorías de camiones de carga
17	Atot	Numérico	5	Porcentaje total de automóviles
18	Btot	Numérico	5	Porcentaje total de autobuses
19	Ctot	Numérico	5	Porcentaje total de camiones

El proceso de “pegado” de la información en las segmentaciones consistió en:

- (1) preparar y llenar las tablas o bases de datos con toda la información necesaria así como, los valores ponderados; (2) colocar los identificadores de ArcView que servirán como vinculo de unión para cada uno de los elementos carreteros; (3) establecer los vínculos entre los elementos y el tema de la segmentación a la cual se refiera mediante la instrucción “Join” del menú “Table” de ArcView. Es importante aclarar que este último paso se efectúa

desde la segmentación, estableciendo una liga entre la tabla de atributos y el archivo tabular vinculado y no transfiriendo datos del archivo de aforos hacia el tema de segmentación.

**VI.2.2 Niveles de Servicio.-** Para conocer la capacidad de servicio que se tiene en cada tramo de una carretera, el dato se obtiene midiendo cuantitativa y cualitativamente, con un cálculo de la capacidad y los niveles de servicio, los cuales orientan al establecimiento de prioridades, conforme a las necesidades sociales y económicas, aplicables para la planeación, conservación y operación de la infraestructura carretera. Estos indicadores permiten establecer cierta comparación de la oferta contra la demanda de servicio. Por ser estos datos necesarios y útiles, se integraron como archivos tabulares.

Se entiende por capacidad; el número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un lapso determinado; de esta forma, los niveles de servicio son una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden nombrar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones al flujo continuo del tránsito, la comodidad, los costos de operación, el confort de manejo. En la práctica se manejan seis niveles de servicio para clasificar las condiciones de operación de un camino, como se listan a continuación [27]:

- *Nivel de servicio A.- Representa el flujo libre. Los usuarios no se ven afectados por la presencia de otros en la corriente del tránsito. Con*

volúmenes de tránsito bajos, la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites reglamentarios y en las condiciones físicas de la carretera.

- *Nivel de servicio B.- Está en el nivel de flujo estable, pero la presencia de otros usuarios en la corriente del tránsito empieza a ser notoria, los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación.*
- *Nivel de servicio C.- Aquí el flujo es estable, marca el inicio de flujo en el cual la operación de los usuarios, en forma individual, empieza a ser afectada significativamente por la interacción con otros en la corriente del tránsito. Los conductores perciben restricciones, tanto para elegir su velocidad, como para efectuar maniobras de cambio de carril; pero se obtiene una velocidad de operación satisfactoria. Se considera que este nivel de servicio es el más desfavorable para que operen las vialidades.*
- *Nivel de servicio D.- Esta condición representa alta densidad, pero un flujo estable; la velocidad de operación es aún satisfactoria, pero se ve afectada por los cambios en las condiciones de operación. Aquí los conductores tienen poca libertad de maniobra y, por consecuencia, poca comodidad de manejo.*

- *Nivel de servicio E.- Representa condiciones de operación cerca del nivel de la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir interrupciones de poca duración.*
- *Nivel de servicio F.- Se usa para definir flujos forzados de operación, en donde los volúmenes son inferiores a los de la capacidad y las velocidades se reducen pudiendo producir interrupciones de larga duración.*

La información de los niveles de servicio fue recopilada de la publicación *Capacidad y Niveles de Servicio en la Red Federal de Carreteras 1998* [22], generada por la DGST. Los análisis que dieron origen a los resultados se generaron siguiendo un método del *Manual de Capacidad*, editado por la SCT en el año 1991 [28], para el cual se hicieron algunas adecuaciones a los cálculos, como se menciona a continuación:

- El método fue aplicado en carreteras de dos carriles, segmentos básicos de autopistas y en carreteras de carriles múltiples.
- En el caso de las carreteras de dos carriles, la capacidad en condiciones ideales se consideró de 2800 vehículos por hora (vph), en ambos sentidos; para las autopistas su valor fue de 1900 vph cuando la velocidad de proyecto era menor de 90 km/h (terreno montañoso) y de 2000 vph cuando la velocidad de proyecto era mayor o igual que 90 km/h (terreno plano y lomerío).

- El factor de distribución direccional se consideró como 1.00, con una distribución del 50% en cada sentido.
- La relación volumen – capacidad “v/c” se determinó a partir de los promedios de velocidad observada en cada tipo de terreno y de la distancia de visibilidad de rebase en cada caso.
- El factor de ajuste por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales fue determinado a partir del ancho de carril y los acotamientos; en el caso de las carreteras de dos carriles, varía entre 0.65 y 0.95. En las autopistas se tomó un valor de 1.00 m.
- Se consideró el ancho de corona de 9.00 m para el caso del terreno plano; de 8.00 m, para lomerío y de 7.00 m para terreno montañoso.
- El factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en el tránsito fue calculado con la siguiente ecuación.

$$F_{vp} = (P_P + P_B E_B + P_C E_C)^{-1}$$

Donde:

$P_P$ ,  $P_B$ ,  $P_C$  = Porcentaje de automóviles, autobuses y camiones en el tránsito.

$E_B$ ,  $E_C$  = automóviles ligeros equivalentes por autobuses y camiones.

Las condiciones físicas que imperan en el camino y las que dependen de la naturaleza del tránsito vehicular, en cuanto a su volumen y tipo de vehículo, también fueron consideradas para determinar la capacidad y los niveles de servicio que prevalecen en cada tramo de la Red Carretera Federal.

La tabla 6.5 lista la segmentación por nombre de tramo “*nom\_tramo*”, de la red carretera con su respectivo *id\_unico* y nivel de servicio, originando la base de datos de niveles de servicio.

Tabla 6.5.- Niveles de Servicio en los tramos de la Red Carretera Federal de Hidalgo.

<b>Id_ruta</b>	<b>nom_tramo</b>	<b>N.S.</b>
MEX-085	T.C. (PORTEZUELO-PALMILLAS) - T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO)	C
MEX-085	T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO) - T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	C
MEX-085	T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO) - T.DER. MINAS VIEJAS	B
MEX-085	T.DER. MINAS VIEJAS - JACALA	B
MEX-085	JACALA - RANCHO VIEJO	B
MEX-085	RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	B
MEX-085	T.IZQ. PISA FLORES - CHAPULHUACAN	B
MEX-085	CHAPULHUACAN - LIM. EDOS. HGO./S.L.P.	B
MEX-136	LIM. EDOS. TLAX./HGO. - APAN	D
MEX-105	PACHUCA - T.IZQ. MINERAL EL CHICO	F
MEX-105	T.IZQ. MINERAL EL CHICO - T.DER. REAL DEL MONTE	E
MEX-105	T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	E
MEX-105	ATOTONILCO EL GRANDE - T.IZQ. BAÑOS AMAJAC	C
MEX-105	T.IZQ. BAÑOS AMAJAC - T.IZQ. METZTITLAN	B
MEX-105	T.IZQ. METZTITLAN - T.IZQ. ZACUALTIPAN	C
MEX-105	T.IZQ. ZACUALTIPAN - NONOALCO	B
MEX-105	NONOALCO - X. (MOLANGO-XOCHICOATLAN)	B
MEX-105	X. (MOLANGO-XOCHICAOTLAN) - QUETZALTONGO	B
MEX-105	QUETZALTONGO - TLANCHINOL	B
MEX-105	TLANCHINOL - TEHUETLAN	B
MEX-105	TEHUETLAN - T.DER. LA CANDELARIA	B
MEX-105	T.DER. LA CANDELARIA - T.IZQ. HUEJUTLA	B
MEX-105	T.IZQ. HUEJUTLA - LIM.EDOS HGO./VER.	B
MEX-087	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	D
MEX-087	T. DER. ATOTONILCO - TULA	D
MEX-045	PORTEZUELO - JONACAPA	D
MEX-045	JONACAPA - HUICHAPAN	C
MEX-045	HUICHAPAN - T. IZQ. NOPALA	C
MEX-045	T.IZQ. NOPALA - LIM. EDOS. HGO./QRO.	C
MEX-057	LIM. EDOS MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	A

MEX-057	T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX.	C
MEX-119	LIM. EDOS. PUE./HGO. - TEJOCOTAL	C
MEX-085	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	A
MEX-085	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	A
MEX-085	LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (OTUMBA-TIZAYUCA)	E
MEX-085	X.C. (OTUMBA-TIZAYUCA) - T.C. (MEXICO-PACHUCA (LIBRE))	A
MEX-132	LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	A
MEX-130	TULANCINGO - T.IZQ. ACATLAN	F
MEX-130	T.IZQ. ACATLAN - TERMINA TULANCINGO	F
MEX-130	TERMINA TULANCINGO - T.IZQ. HUAYACOCOTLA	F
MEX-130	T.IZQ.HUAYACOCOTLA - T.IZQ ACAXOCHITLAN 1. ACCESO	F
MEX-130	T.IZQ.ACAXOCHITLAN 1. ACCESO - T.IZQ.ACAXOCHITLAN 2o. ACCESO	F
MEX-130	T.IZQ.ACAXOCHITLAN 2o. ACCESO - LIM EDOS HGO./PUE.	E
MEX-088	PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	D
MEX-088	T.C.(VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - T.C.(TOLIMAN-CD.SAHAGUN)	B
MEX-130	PACHUCA - PUNTO DE INFLEXION	D
MEX-130	PUNTO DE INFLEXION - T IZQ. PACHUQUILLA 2o. ACCESO	C
MEX-130	T.IZQ.PACHUQUILLA 2º.ACCESO - T.DER.SAN JUAN TIZAHUAPAN	C
MEX-130	T.DER. SAN JUAN TIZAHUAPAN - T.DER. CD. SAHAGUN	C
MEX-130	T.DER. CD. SAHAGUN - SAN RAFAEL	D
MEX-130	SAN RAFAEL - EL SUSTO	E
MEX-130	EL SUSTO - T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	C
MEX-130	T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	E
MEX-085	PACHUCA - T C. (LA COLONIA-PORTEZUELO)	E
MEX-085	T. COLONIA - T. DER. PACHUCA	E
MEX-085	T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	E
MEX-085	ACTOPAN - T. IZQ. TULA	D
MEX-085	T. IZQ. TULA - IXMIQUILPAN	E
MEX-085	IXMIQUILPAN - PORTEZUELO	E
MEX-105	HUEJUTLA - SAN FELIPE ORIZATLAN	B
MEX-105	SAN FELIPE ORIZATLAN - LIM. EDOS. HGO./S.L.P.	B
MEX-105	LIBRAMIENTO PACHUCA	C
MEX-105	RAMAL ATLAPEXCO - HUAUTLA	B
MEX-105	RAMAL CASETAS - OTONGO	B
MEX-105	RAMAL MOLANGO - TOTOTLA	B
MEX-057	RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	C
MEX-105	ACCESO A ATLAPEXCO	B
*	TIZAYUCA - RANCHERIA	*
MEX-085	RAMAL AEROPUERTO PACHUCA	A
MEX-085	RAMAL S.E.P. PACHUCA	*
MEX-105	MOLANGO - T IZQ. AZTECA	B
MEX-085	ACCESO A TASQUILLO	B
MEX-136	APAN - LIM. EDOS HGO./TLAX.	D
MEX-085	ACCESO A ZIMAPAN	C

MEX-085	ACCESO A ACTOPAN	D
MEX-105	ACCESO A JALTOCAN	C
MEX-087	LIBRAMIENTO TULA – EL LLANO	C
MEX-130	ACCESO A ACAXOCHITLAN	B
MEX-105	ACCESO A ZACUALTIPAN	B
MEX-130	ACCESO A PACHUQUILLA	C
MEX-085	ACCESO AL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PACHUCA	*
MEX-085	ACCESO A SANTA JULIA PACHUCA	C
MEX-085	ACCESO A CENTRAL DE AUTOUSES DE PACHUCA	D
MEX-085	BOULEVAR S.N.T.E. PACHUCA	B
MEX-105	ACCESO A TIANGUISTENGO	B
MEX-088	ACCESO A ACELOTLA	*

(\*)No reporta Nivel de Servicio en ese tramo.  
[Referencia 22]

### **VI.2.3 Estructura de la Información sobre Accidentes.**

**VI.2.3.1 Base de Datos.-** La información sobre los accidentes, que se utiliza en este trabajo de tesis, fue recopilada a través de archivos electrónicos, por la PFP, con información procedente de reportes generados directamente en las Carreteras Federales del estado de Hidalgo, bajo su jurisdicción, en 1996 y 1997. También se incluyeron las bases de datos de accidentes, generadas por la Unidad de Servicios Técnicos (UST) del Centro SCT Hidalgo, para los años 1998 y 1999.

La Base de Datos de la PFP está formada por una serie de registros en la que cada uno corresponde a un participante en algún accidente; entre los que se pueden encontrar un vehículo motor o no motor, peatón, etc. En esta Base de Datos se realizó el proceso de validación, que consistió en asignar los *id\_carr* correspondientes, según el reporte en cada uno de los registros. Posteriormente

se “corrieron” una serie de programas como “union2” y “segmentacion3” (Ver anexo A), realizados en Visual Fox Pro, los cuales generaron en la Base de Datos el campo del identificador de accidentes “*id\_acc*”, el cual está formado por once dígitos, donde se relacionan el *id\_carr*, en sus cinco primeros dígitos y el kilometraje de ocurrencia del accidente, con los seis últimos dígitos. También se agregaron los campos el *id\_unico* e *id\_seg*. Dentro de este proceso de validación fue necesario revisar en el cadenamamiento de ocurrencia del accidente, con el fin de detectar posibles errores al hacer la toma de datos, con respecto a la diferencia de kilometrajes entre la PFP y la DGST, el sentido del levantamiento del accidente, etc. Partiendo de estas consideraciones fue posible construir una nueva tabla de resumen de accidentes, por medio de la herramienta “Summarize” del menú “Field” de ArcView, que almacenan toda la información contenida en la bases de datos original. Estas Bases son “hgo\_acci97” y “hgo\_seg500”, que sirvieron de plantilla para insertar la información de accidentes al proyecto. La tabla de Datos de resumen fue generada como tabla de atributos y nombrada “accidentes. dbf” donde se generaron un total de 1699 registros, es decir, accidentes ocurridos durante este año en las carreteras federales del estado de Hidalgo. Por otro lado, la base de datos de participantes “hgo\_acci97a” donde se generaron 2,841 registros de vehículos o peatones involucrados en dichos accidentes.

Con estas Bases de Datos se realizará un análisis detallado de los accidentes con el fin de observar las tendencias y algunos índices como de accidentalidad,

morbilidad y mortalidad, entre otros. En la tabla 6.6 se muestran algunos de los elementos tabulares de la estructura de la Base de Datos.

Tabla 6.6.- Estructura de la base de datos de participantes (hgo\_acci97a).

Campo	Nombre	Tipo	Ancho del Campo	Descripción
1	Entidad	Carácter	2	Número designado a cada estado alfabéticamente
2	Rep_acci	Numérico	10	Numero de reporte del accidente
3	Num_veh	Numérico	2	Total de participantes en el accidente (vehículo o peatón)
4	Ubicación	Carácter	6	Destacamento encargado del levantamiento del accidente
5	Hora	Carácter	6	Hora de registro del accidente
6	Fecha	Carácter	10	Fecha de ocurrencia del accidente desde 0,00 h a las 24,00 h
7	Día	Numérico	2	Día de la semana en que ocurrió el accidente
8	Num_carr	Numérico	3	Numero de carretera donde ocurrió el accidente
9	Km_homo	Carácter	7	Cadenamiento del accidente
10	Causa	Numérico	2	Causa del accidente
11	Tipo_lic	Numérico	2	Tipo de licencia
12	Tipo_acci	Numérico	2	Tipo de accidente
13	Muertos	Numérico	2	Numero de muertos en el accidente
14	Lesionados	Numérico	2	Numero de lesionados en el accidente
15	Daños_mat	Numérico	12	Daños materiales relacionados para cada vehículo
16	Placa	Carácter	10	Número de placa del participante en el accidente
17	Tipo	Carácter	5	Clasificación del vehículo participante
18	Marca	Carácter	4	Responsable de fabricación del vehículo
19	Modelo	Numérico	4	Año de fabricación del vehículo
20	Mercancía	Numérico	3	Mercancía que se transporta en ese vehículo

21	Empresa	Numérico	7	Empresa responsable del vehículo
22	Tipo_serv	Numérico	2	Tipo de servicio que presta el vehículo (publico o privado)
23	Actas_con	Carácter	8	Actas convenio en caso de existir
24	Sexo	Carácter	12	Sexo del conductor envuelto en el accidente
25	Edad	Numérico	2	Edad del conductor envuelto en el accidente

- El número del reporte de accidente "*rep\_acci*" no es único en la base de datos, ya que cada destacamento de la PFP en el estado genera su propia secuencia numérica; debido a esto, fue necesario adicionar un número a cada destacamento, creando así el campo "*num\_rephomo*" de esta manera cada accidente tiene su propio número de identificación del accidente.
- El campo "*num\_veh*" es un número consecutivo que evitar duplicidades y se le otorga a cada participante (vehículo o peatón) involucrado en el accidente.
- La fecha de registro del accidente es capturada en formato día/mes/año
- El campo "día del accidente" es un número que varia de cero a seis, representando cada uno de los días de la semana
- Las variables "Muertos y Lesionados" nos indican si hubo o no muertos y heridos asociados a cada participante.
- La variable "*Daños\_mat*" almacena el monto de los daños, asociados con el vehículo participante, en dólares americanos.
- La variable "*tipo\_acci*" nos indica las combinaciones posibles de colisiones, como se muestra en la tabla 6.7

- El campo “causa de accidente”, puede variar desde el conductor, como la más común, hasta el estado de la carretera. Se anotará de acuerdo con el sistema de claves que se observa en la tabla 6.8

La estructura de la Base de Datos de accidentes facilitada por la UST, del centro SCT Hidalgo, es muy similar a la de la PFP; la diferencia radica en el sistema de claves que utiliza cada dependencia; por lo tanto, también se incluyen éstas en las tablas 6.7 y 6.8.

Tabla 6.7.- Claves de la SCT y PFP para tipo de accidente.

Causas		Descripción
SCT	PFP	
A	1	Salida del camino
B	2	Volcadura
C	3	Caída de pasajero
D	4	Incendio
*	5	Choque
E	6	Otros
F	7	Atropellamiento
G	*	Vehículo motor en tránsito
H	*	Vehículo motor por alcance
I	*	Vehículo motor estacionado
J	*	Ferrocarril
K	*	Bicicleta
L	*	Objeto fijo
M	*	Semoviente
N	*	Otros objetos

(\*) Sin clave. Como se puede observar en la tabla la SCT desglosa la colisión o choque en ocho diferentes tipos de accidentes.

Tabla 6.8.- Lista de claves para la identificación de las causas del accidente.

Causas		Descripción
SCT	PF	
CO	1	Imprudencia o intención
CA	2	Velocidad excesiva
CB	3	Invadió carril contrario
CC	4	Rebasó indebidamente
CD	5	No respetó señal de alto
CE	6	No respetó semáforo
CF	7	No cedió paso
CG	8	No guardó distancia
CH	9	Viró indebidamente
CI	10	Mal estacionado
CJ	11	Estado de ebriedad
CK	12	Bajo efecto de drogas
CL	13	Dormitando
*	14	Deslumbramiento
DH	15	Llantas
DI	16	Frenos
DB	17	Dirección
DC	18	Suspensión
DD	19	Luces
DE	20	Ejes
DF	21	Transmisión
DG	22	Motor
CM	23	S/cupo o S/cargado
CN	24	Exceso de dimensiones
EA	25	Irrupción de ganado
EB	26	Desperfectos del camino
EC	27	Falta de señales
ED	28	Objetos en el camino
EE	29	Pavimento mojado
EF	30	Pavimento resbaloso
EG	31	Otras al camino
FA	32	Lluvia
FB	33	Nieve o granizo
FC	34	Niebla o humo
FD	35	Tolvanera
FE	36	Vientos fuertes
FF	37	Otras de agente natural
DJ	*	Otras del vehículo

(\*) Sin clave.

La PFP atribuye las primeras 14 causas al conductor; de la 15 a la 24, al vehículo; de la 25 a la 31, al camino y por último, de la 32 a la 37 a agentes naturales, mientras que la SCT identifica las causas a los diferentes factores con la primera letra de la clave, quedando "C" al conductor, "D" al vehículo, "E" al camino y "F" a los agentes naturales.

**VI.2.3.2 Geocodificación.-** El proceso de Geocodificación es aquel mediante el cual se añaden puntos de ubicación conocida a un mapa (vista), de acuerdo con un cierto sistema de direcciones; para poder realizar este proceso, se requiere la dirección precisa de los puntos a geocodificar, así como el mapa con el sistema de direcciones. La base en este trabajo es geocodificar tanto en el archivo de accidentes como en el de participantes, en ambos casos, cada punto a geocodificar es cada uno de los registros contenidos en la base de datos, en el esquema de funcionalidad de ArcView el mapa (vista) debe estar contenido en un Tema de Referencia de Indices de Geocodificación denominado (TRIG). Debemos mencionar que para ninguna de las dos bases de datos se cuenta con el TRIG, sobre el cual realizar la geocodificación. En estas circunstancias, ArcView permite generar dicho tema, haciendo real la ubicación de los puntos. Lo anterior es posible si la generación de TRIG se realiza sobre una segmentación activa, preparada con ArcInfo, como se realizó en esta tesis. Otra posible opción sería pegar los puntos, con base en su caoenamiento, a lo largo de las rutas de Red Carretera Federal. A esto se le conoce como segmentación manual.

Para que la segmentación pudiera ser geocodificada, en la tabla de atributos se generó un identificador único para cada segmento; asimismo, en el archivo de puntos debe tener cada uno de estos su identificador único. Al realizarse la geocodificación con base en TRIG, ArcView coloca cada punto en el centro del segmento en el que se localiza, por esta razón y con el fin de obtener la geocodificación más exacta permitida por las segmentaciones realizadas, se seleccionó la segmentación de 500 metros, para generar el TRIG correspondiente y posteriormente geocodificar las dos bases de datos (accidentes. dbf, hgo\_acci97).

Con la geocodificación de un archivo de puntos se genera un nuevo tema, que al ser activado muestra la representación geográfica de los puntos. La tabla de atributos de este tema es el mismo archivo de puntos geocodificados, adicionado con una serie de campos que califican qué tan efectivo ubicó ArcView cada uno de los puntos en el TRIG (Av\_add, Av\_status, Av\_score), el tema generado es un archivo que sigue el formato de datos espaciales "shp" (shapefiles), es por esta razón que en las dos Bases de Datos los temas resultantes obtenidos pueden ser copiados y representados sobre la vista de segmentos de 500 metros y en los otros tres niveles (rutas, carreteras y tramos).

- La figura 6.6 ilustra la representación que se genera al realizarse la geocodificación de la Base de Datos de "accidentes. dbf". La gran ventaja obtenida, al hacer la geocodificación, consiste en que, con ella se ingresan los

datos generados en las Bases de Datos, pudiendo ser analizados y representados geográficamente.

Figura 6.6.- Geocodificación de la base de datos de accidentes, para 1997.



Nota: En los tramos carreteros próximos a los límites del estado se puede observar que algunos no cuentan con reportes; esto no implica que no existan registros o eventos, sino que pudieron ser registrados por la PFP de otro estado o por policías estatales. Ejemplo claro de esto es la autopista que sale y vuelve a entrar al estado de México, pasando un tramo por el estado de Hidalgo, en la

y cuyos reportes seguramente estarán siendo anotados por algún destacamento del estado de México.

## **Capítulo VII. INTEGRACIÓN DEL ESTUDIO DE ACCIDENTES.**

### **VII.1 Introducción.**

El aumento notable que han experimentado en los últimos años las carreteras del estado de Hidalgo, en materia de accidentes, se debe al incremento de vehículos que circulan por estos caminos. Los Gobiernos de los estados de la República Mexicana y del mundo, utilizan los caminos como uno de los medios de crecimiento económico y social más efectivos y rápidos, además la construcción de caminos favorece la comunicación, traslada personas y servicios, contribuye a la integración geográfica de las comunidades y el intercambio cultural; sin embargo, también tienen su aspecto negativo, ya que han generado congestionamientos, contaminación y sobre todo, accidentes. Es en este último punto donde los expertos han puesto su atención para implementar acciones eficaces que minimicen la ocurrencia.

A través de la Ingeniería de Tránsito, podemos encontrar la forma de estudiar los accidentes y dar soluciones diversas basadas en análisis del problema, pudiendo generar resultados que se transformen en acciones para salvar vidas, evitar un gran número de lesionados y ahorrar millonarias pérdidas económicas.

A continuación se muestra un análisis de los accidentes, basado en la información contenida en los reportes de accidentes que levanta la PFP. Con esta información se integró una Base de Datos, la cual contiene los datos más sobresalientes de los accidentes, como: características de los vehículos involucrados, el camino, las causas aparentes del accidente, los datos de los conductores, el número de muertos, de lesionados y los daños materiales, etc.

La pauta para la realización del estudio de los accidentes es la determinación del periodo de tiempo en el cual girará el análisis. Para esto es conveniente tener en cuenta las siguientes consideraciones [32].

- El período debe ser suficientemente largo para asegurar la fiabilidad de la muestra de los accidentes. Sobre la experiencia de numerosos estudios realizados se ha llegado a la conclusión de que un período de 3 a 5 años es suficiente, en la mayor parte de los casos.
- Para la identificación de tramos en los que se han producido súbitos cambios en la accidentalidad, es conveniente analizar períodos cortos (1 año o menos).
- Para evitar distorsiones debidas a las variaciones estacionales, es conveniente utilizar períodos múltiples del año.
- Períodos muy largos requieren una gran capacidad de memoria y aumentan los costos del tratamiento informático de los datos. Por otro lado, después de 4 ó 5 años, los datos sobre accidentes pueden no ser ya representativos

de las condiciones presentes de las vías, de los volúmenes del tránsito, del desarrollo de actividades cercanas, de los patrones de desplazamiento, etc.

El análisis de esta tesis contempla cuatro años (de 1996 a 1999), lo que hace posible un análisis que cumple con las recomendaciones anteriores y asegura la fiabilidad de la muestra.

### ***VII.2 Bases de datos.***

El origen de las bases de datos con las que se efectúa el análisis de los accidentes proviene directamente de los reportes y levantamientos en el campo, que realiza la PFP; sin embargo, algunas de estas bases ya fueron depuradas y validadas con anterioridad, para diferentes estudios estadísticos. A continuación se describe la estructura e información que contiene, específicamente, cada una de estas bases de datos.

En el caso de la base de datos del año 1996, que se utilizó ésta ya había recibido un proceso de validación por parte del IMT, para la investigación titulada Administración de la Información de Accidentes Carreteros. Para este caso sólo se utilizó la información correspondiente a la red federal del estado; dicha base de datos presenta la información de los accidentes ya sintetizada por segmentos. La base de datos es una lista de los 2,109 segmentos de 500 m encontrados, en los cuales ocurrieron accidentes, cada uno de los registros corresponde a un segmento y muestra los saldos, es decir, el total de accidentes, lesionados, muertos y daños materiales; por lo tanto, existen

registros de segmentos donde ocurrieron uno o más accidentes, sin detallar los saldos de cada uno de ellos. Por esta razón no fue posible clasificar los accidentes según las consecuencias (accidentes con muertos, lesionados y daños materiales, accidentes con lesionados y daños materiales y accidentes sólo con daños materiales), ni clasificarlos por el tipo de accidente (choque, volcadura salida del camino atropellamiento, incendio, caída de pasajero, entre otros).

La depuración de las bases de datos se debe a las diferencias que existen entre los reportes de la PFP y la DGST; a estos registros se le llama PFCYP, los cuales representaban los accidentes que no se habían podido representar en algún tramo de la carretera, ya que el cadenamamiento que reportaba el accidente no existía, se salía del kilometraje o pertenecía a otro estado. Se omitieron en el análisis los registros de los que no se tenía la certeza de su ubicación real dentro de los tramos carreteros.

En el caso de la Base de Datos del año 1997, la cual está formada por aproximadamente 80,000 registros, que representan a cada uno los participantes en un accidente, en toda la Red Federal Carretera del país; de esta Base se depuraron los accidentes reportados en las Carreteras Federales del estado de Hidalgo, formando una Base de datos con 2841 registros de participantes, nombrada "hgo\_acci97a". Posteriormente, con "Summarize" herramienta de ArcView se obtuvo una nueva base de datos con un total de

1699 registros, que representan los accidentes. Dicha base fue denominada "accidentes. dbf".

La información de accidentes del año 1998 y 1999 proviene de las bases de datos que genera la UST del centro SCT Hidalgo. Esta información ya se encuentra depurada y sólo fue necesario agregar el "id\_unico" en cada uno de los registros de accidentes. La estructura de esta base de datos es muy parecida a la de "hgo\_acci97", que se muestra en la tabla 6.6

### ***VII.3 Análisis de Accidentes en el nivel de carretera.***

En este análisis se contempla la información en el nivel de carretera. Por comodidad para el manejo de la información, ésta se representa por medio de tablas para los años en estudio.

***VII.3.1 Saldos y costo total de los accidentes.***- Los saldos que se originan en un accidente no son otra cosa más que el total de accidentes, el número de muertos, lesionados y una cuantificación de los daños materiales. El costo total de los accidentes está indicado por la suma correspondiente a los daños materiales, más el valor estimado que se le asigna a un muerto y a un herido. Estos dos valores son indicadores que ayudan a estimar la magnitud del problema que representan los accidentes, según estimaciones de orden nacional.

Sabemos que la vida humana es invaluable sin embargo, es necesario, para fines estadísticos, asignarle un valor promedio, con la finalidad de determinar el costo total del accidente. Una referencia [32], muestra los resultados originados por un estudio donde se estima el costo medio, tanto por un muerto como por un herido; dicho estudio está basado en un reporte de la Transport Research [39].

Para estimar el costo promedio por muerto, se relacionaron los ingresos que la persona fallecida deja de percibir durante el resto de su vida activa laboral. Se estima una edad promedio de 30 años, para el muerto, al momento del percance y con un ingreso promedio anual de 5,000 dólares. Otros costos intangibles, relacionados con el dolor y la aflicción de las víctimas y familiares, dan un costo total, por cada muerto, cercano a los 100,000 dólares. Mientras que el costo promedio por lesionado se calcula asumiendo que el 80% son lesiones leves, que tienen un costo promedio de 1,000 dólares y el otro 20% son de gravedad, con un costo de 10,000; considerando, igual que el caso anterior, el ingreso que el lesionado deja de percibir durante el periodo de recuperación, más los gastos hospitalarios y otros costos humanos intangibles, la ponderación de ambos corresponde a unos 3,000 dólares por lesionado.

En consecuencia, el costo total por accidente se obtiene de la fórmula que se muestra a continuación:

$$C = D M + (M \times 100,000) + (L \times 3,000)$$

Donde:

$C$  = Costo total del accidente en dólares.

$DMA$  = Monto de los daños materiales en dólares.

$M$  = Número de muertos en el accidente.

$L$  = Número de lesionados en el accidente.

En las tablas siguientes se muestran los saldos y los costos totales de los accidentes registrados para los cuatro años en que se realizó el estudio, el orden de aparición de las carreteras se encuentra en función del "id\_carr" y en color más oscuro el valor máximo de eventos en las Carreteras Federales del estado de Hidalgo.

Para fines de manejo de la información, el caso de las carreteras que no aparecen como en la tabla 6.2 del capítulo anterior, se debe a que no se tienen registros por parte de la PFP, ya que pudieron ser levantados los eventos o datos de accidentes por policías estatales o municipales y supondremos que son estas autoridades las que tienen la jurisdicción de las mismas.

Debido al gran costo que representa que en un accidente existan muertos, y siendo estos el principal problema a disminuir, es obvio suponer que en las carreteras donde se presenta un gran número de pérdidas humanas por accidentes, sean aquellas en las que el costo de los accidentes es mayor, lo cual se puede comprobar en cada uno de los cuatro años del estudio.

Tabla 7.1a.- Saldos y costos totales de los accidentes por carretera para 1996.

Nombre de la carretera	N° de Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
T.C.(PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	252	7	129	2'173,450	1'373,017.90
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	177	23	112	1'492,900	2'832,460.06
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	103	11	59	1'789,500	1'512,491.51
LIM.EDOS.MEX./HGO.-LIM.EDOS.HGO./MEX.	174	5	86	3'648,300	1'238,102.65
LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	7	3	2	48,950	312,441.64
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	10	0	3	61,550	17,099.75
LIM.EDOS.MEX./HGO.-T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE))	227	46	99	1'868,100	5'142,834.98
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	84	16	83	1'101,500	1'993,953.28
TULANCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	689	52	333	9'075,000	7'393,236.08
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	98	7	28	724,250	879,308.59
PACHUCA- TULANCINGO	195	50	96	1'715,250	5'513,720.49
T.COLONIA- PORTEZUELO	237	18	156	2'402,950	2'584,219.24
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	7	2	6	30,300	221,987.37
LIBRAMIENTO PACHUCA	120	4	32	643,700	580,708.51
RAMAL ATLAPEXCO-HUAUTLA	5	2	3	42,300	214,566.52
RAMAL CASETAS-OTONGO	5	0	0	54,500	7,172.00
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	36	5	17	333,200	594,847.87
<b>TOTALES</b>	<b>2426</b>	<b>251</b>	<b>1244</b>	<b>27'205,700</b>	<b>32'412,168.44</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.

Fuente: Base de datos de la investigación Administración de la Información de accidentes carreteros. (Elaboración propia).

Tabla 7.1b.- Saldos y costos totales de los accidentes por carretera para 1997.

Nombre de la carretera	N° de Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
T.C.(PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	125	23	94	1'917,350	2'824,150.80
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	306	17	171	2'479,294	2'526,121.24
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	91	10	35	1'274,400	1'265,949.73
LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	27	4	20	222,300	488,075.27
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	482	16	113	2'434,578	2'246,473.86
LIM.EDOS.MEX./HGO.-T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE))	17	2	4	100,700	224,717.86
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	160	6	68	1'646,684	1'011,967.16
TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	217	8	117	1'986,050	1'401,827.23
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	214	20	61	1'015,817	2'311,292.12
PACHUCA- TULNCINGO	440	5	104	2'488,320	1'126,261.18
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	50	2	10	318,300	270,199.55
T COLONIA- PORTEZUELO	472	22	189	4'964,500	3'393,989.14
LIBRAMIENTO PACHUCA	245	13	48	1'058,206	1'577,645.62
RAMAL CASETAS-OTONGO	6	0	0	60,500	7,640.82
ACCESO A ACOXOCHITLAN	1	0	4	6,000	12,757.77
ACCESO A CENTRAL DE AUTOBUSES DE PACHUCA	5	0	0	3,100	391.51
<b>TOTALES</b>	<b>2858</b>	<b>148</b>	<b>1038</b>	<b>21'976,099</b>	<b>20'689,460.85</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
Fuente: Base de datos de la Policía Federal Preventiva. (Elaboración propia).

Tabla 7.1c.- Saldos y costos totales de los accidentes por carretera para 1998.

Nombre de la carretera	N° de Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
T.C.(PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	96	8	72	2'261,000	1'263,482.49
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	202	9	127	3'485,450	1'662,507.22
LIM.EDOS.MEX./HGO.-TULA	84	2	63	1'321,100	533,603.77
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	128	17	35	4'569,200	2'305,131.35
LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	0	0	0	0	0.00
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	253	29	164	3'206,950	3'743,023.42
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	102	8	94	2'330,200	1'337,056.92
TULANCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	153	9	117	2'179,800	1'489,594.57
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	128	4	46	1'620,750	715,402.58
PACHUCA- TULANCINGO	173	16	97	2'629,600	2'178,828.37
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	12	0	5	87,100	24,533.71
T.COLONIA- PORTEZUELO	318	33	160	5'334,150	4'363,860.55
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	5	0	1	65,500	10,169.44
LIBRAMIENTO PACHUCA	126	9	53	1'112,180	1'180,735.99
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	29	3	22	447,400	414,971.10
ACCESO A CENTRAL DE AUTOBUSES DE PACHUCA	0	0	0	0	0.00
<b>TOTALES</b>	<b>1809</b>	<b>147</b>	<b>1056</b>	<b>30'650,380</b>	<b>21'222,901.49</b>

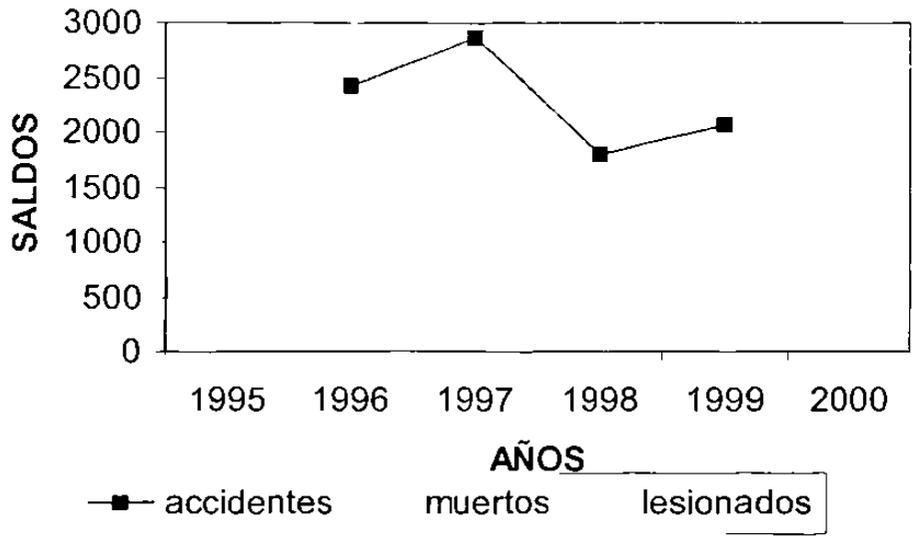
NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.1d.- Saldos y costos totales de los accidentes por carretera para 1999.

Nombre de la carretera	N° de Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
T.C.(PORTEZUELO-PALLILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	92	9	56	1'642,600	1'239,802.11
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	238	13	115	4'155,900	2'079,672.11
LIM.EDOS.MEX./HGO.-TULA	68	6	41	1'058,000	833,657.88
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	98	7	46	2'757,900	1'125,442.63
LIM.EDOS.MEX./HGO.-LIM.EDOS.HGO./MEX.	128	11	93	3'450,500	2'439,893.21
LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	4	2	1	36,500	206,817.59
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	300	33	180	4'648,250	4'326,167.76
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	81	5	90	1'465,800	923,310.32
TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	167	8	80	3'454,200	1'401,280.22
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	150	9	69	2'096,600	1'326,286.69
PACHUCA- TULNCINGO	179	9	137	2'892,450	1'613,525.89
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	47	2	11	443,100	279,344.52
T.COLONIA- PORTEZUELO	308	20	246	7'362,800	3'508,086.81
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	3	0	2	31,000	9,242.34
LIBRAMIENTO PACHUCA	173	6	79	1'858,500	1'031,383.43
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	34	4	28	1'289,100	618,828.99
ACCESO A CENTRAL DE AUTOBUSES DE PACHUCA	0	0	0	0	0.00
<b>TOTALES</b>	<b>2070</b>	<b>151</b>	<b>1274</b>	<b>38'643,100</b>	<b>22'963,742.50</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos. Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

Gráfica 7.1.- Total de accidentes ocurridos en la Red Carretera Federal del estado de Hidalgo.



En esta gráfica visualizamos los saldos de los accidentes durante los años del estudio que van desde 1996 a 1999, aunque las tendencias son a disminuir en los dos primeros años, en el renglón de mueritos y lesionados, lo que indica que las mejoras al camino y las campañas de seguridad han sido efectivas; aunque en menor grado al esperado. Debemos hacer mención del aumento de accidentes en el año 1997 y a la acción que se llevo a cabo en el año 1998, cuando disminuyo más que el nivel aumentado en el periodo anterior. Para el año 1999 podemos observar que la frecuencia de los accidentes volvió a aumentar, esto se puede achacar a la falta de continuidad o a la familiarización de los conductores con las campañas de seguridad, o a las mejoras del camino.

**VII.3.2 Accidentes carreteros, según sus consecuencias.-** Para comodidad en el estudio, se deberán clasificar los accidentes según su magnitud y consecuencias Esta clasificación se representa de la siguiente manera:

- Accidente con muertos, lesionados y daños materiales.
- Accidente con lesionados y daños materiales.
- Accidente sólo con daños materiales.

A continuación se clasifica y cuantifica la cantidad de accidentes, el porcentaje correspondiente por tipo, que representan el total y la jerarquización de los mismos.

Tabla 7.2a.- Accidentes según su peligrosidad por carretera para 1996.

Nombre de la carretera	Accidentes con muertos lesionados y daños materiales		Accidentes con lesionados y daños materiales		Accidentes con daños materiales		Total de accidentes	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	Cantidad
T.C.(PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	3	22	2	32	6	59	2	252
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	2	23	3	29	8	58	6	177
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	5	7	5	26	10	67	9	103
LIM.EDOS.MEX./HGO.-LIM.EDOS.HGO./MEX.	12	2	10	5	4	94	7	174
LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	15	1	16	14	13	72	14	7
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	13	2	11	60	15	20	13	10
LIM.EDOS.MEX./HGO.-T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE))	6	7	8	6	2	91	4	227
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	9	4	7	25	11	70	11	84
TULANCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	1	30	1	13	1	83	1	599
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	7	6	9	11	9	83	10	98
PACHUCA- TULNCINGO	8	5	6	14	5	83	5	195
T.COLONIA- PORTEZUELO	4	12	4	12	3	83	3	237
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	16	1	12	4	16	29	15	7
LIBRAMIENTO PACHUCA	10	3	13	3	7	94	8	120
RAMAL ATLAPEXCO-HUAUTLA	17	1	17	0	14	4	16	5
RAMAL CASETAS-OTONGO	14	2	15	60	17	0	17	5
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	11	3	14	11	12	29	12	36
<b>Resultados Estatales</b>	<b>131</b>	<b>5</b>	<b>382</b>	<b>16</b>	<b>1913</b>	<b>79</b>		<b>2426</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.

Fuente: Base de datos de reportes de accidentes de la PFP y Unidad General de Servicios Técnicos. (Elaboración propia).

Tabla 7.2b.- Accidentes según su peligrosidad por carretera para 1997.

Nombre de la carretera	Accidentes con muertos lesionados y daños materiales			Accidentes con lesionados y daños materiales			Accidentes con daños materiales			Total de accidentes		
	N°	Cantidad	%	N°	Cantidad	%	N°	Cantidad	%	N°	Cantidad	%
	T.C.(PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	7	5	4	9	19	15	9	101	81	9	125
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	2	14	5	4	53	17	4	239	78	4	306	
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	8	5	6	10	15	16	10	71	78	10	91	
LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	11	2	7	11	8	30	12	17	63	12	27	
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	3	14	3	3	62	13	1	406	84	1	482	
LIM.EDOS.MEX./HGO.-T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE))	12	2	12	13	4	24	13	11	64	13	17	
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C (PACHUCA-TULANCINGO)	5	6	4	8	29	18	8	125	78	8	160	
TULANCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	9	5	2	7	30	14	6	182	84	6	217	
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	4	13	6	6	31	14	7	170	80	7	214	
PACHUCA- TULNCINGO	10	5	1	2	65	15	3	370	84	3	440	
PACHUCA-T.C (LA COLONIA-PORTEZUELO)	13	2	4	12	7	14	11	41	82	11	50	
T COLONIA- PORTEZUELO	1	18	4	1	72	15	2	382	81	2	472	
LIBRAMIENTO PACHUCA	6	6	2	5	37	15	5	202	83	5	245	
RAMAL CASETAS-OTONGO	14	0	0	15	0	0	14	6	100	14	6	
ACCESO A ACOXOCHITLAN	15	0	0	14	1	100	16	0	0	16	1	
ACCESO A CENTRAL DE AUTOBUSES DE PACHUCA	16	0	0	16	0	0	15	5	100	15	5	
<b>Resultados Estatales</b>		<b>97</b>	<b>3</b>		<b>433</b>	<b>15</b>		<b>2328</b>	<b>82</b>		<b>2858</b>	

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.

Fuente: Base de datos de reportes de accidentes de la PFP y Unidad General de Servicios Técnicos. (Elaboración propia).

Tabla 7.2c.- Accidentes según su peligrosidad por carretera para 1998.

Nombre de la carretera	Accidentes con muertos lesionados y daños materiales		Accidentes con lesionados y daños materiales		Accidentes con dañados y daños materiales		Accidentes con daños materiales		Total de accidentes		
	N°	Cantidad	N°	%	N°	Cantidad	%	N°	Cantidad	N°	Cantidad
T.C. (PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	10	3	3	30	8	8	8	9	85	10	96
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	4	9	5	125	37	18	77	3	156	3	202
LIM.EDOS MEX./HGO.-TULA	11	2	2	18	15	18	80	11	67	11	84
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	3	12	9	300	12	9	82	8	104	6	128
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	2	18	7	350	15	6	87	2	220	2	253
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	8	4	4	50	15	15	81	10	83	9	102
TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	6	6	4	67	20	13	83	5	127	5	153
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	9	4	3	33	17	13	84	7	107	7	128
PACHUCA- TULNCINGO	5	9	5	100	16	9	86	4	148	4	173
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	13	0	0	0	2	16	84	13	10	13	12
T.COLONIA- PORTEZUELO	1	19	6	600	34	11	83	1	265	1	318
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	14	0	0	0	1	20	80	14	4	14	5
LIBRAMIENTO PACHUCA	7	5	4	57	6	5	91	6	115	8	126
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	12	2	7	58	5	17	76	12	22	12	29
<b>Resultados Estatales</b>		<b>93</b>	<b>5</b>		<b>203</b>	<b>11</b>			<b>1513</b>		<b>1809</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos. Fuente: Base de datos de la Unidad General de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.2d.- Accidentes según su peligrosidad por carretera para 1999.

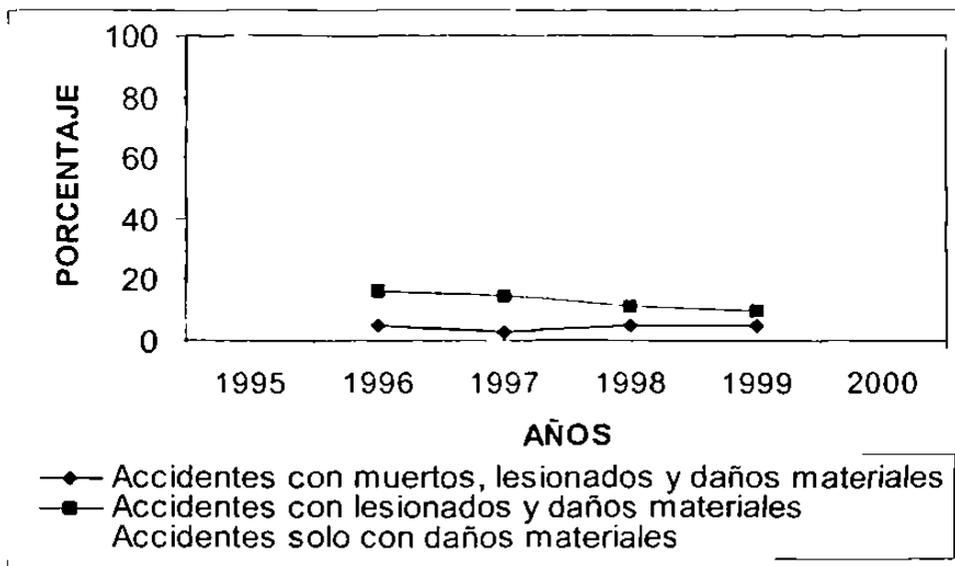
Nombre de la carretera	Accidentes con muertos lesionados y daños materiales		Accidentes con lesionados y daños materiales		Accidentes con daños materiales		Total de accidentes	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
T.C.(PORTEZUELO-PALLILLAS)-LIM EDOS.HGO./S.L.P.	5	8	7	16	10	69	10	75
PACHUCA-LIM EDOS.HGO./VER.	3	10	1	34	3	194	3	82
LIM EDOS.MEX./HGO.-TULA	13	3	9	12	12	53	12	78
PORTEZUELO-LIM.EDOS HGO /QRO.	10	5	11	10	9	83	9	85
LIM.EDOS MEX./HGO.-LIM.EDOS.HGO./MEX.	4	9	10	12	8	107	8	84
LIM EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	15	1	16	0	15	3	15	75
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	1	18	8	15	1	267	2	89
LIM.EDOS MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	11	4	5	16	11	61	11	75
TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	8	6	4	17	6	144	6	86
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	7	7	3	18	7	125	7	83
PACHUCA- TULNCINGO	6	8	6	16	5	155	4	87
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	14	2	14	4	13	41	13	87
T.COLONIA- PORTEZUELO	2	17	2	29	2	262	1	85
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	16	0	15	1	16	2	16	67
LIBRAMIENTO PACHUCA	9	6	12	8	4	159	5	92
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	12	4	13	6	14	24	14	71
<b>Resultados Estatales</b>		<b>108</b>	<b>5</b>	<b>213</b>	<b>10</b>	<b>1749</b>	<b>85</b>	<b>2070</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
 Fuente: Base de datos de la Unidad General de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

El orden en que se listan las carreteras en cada una de las tablas anteriores se realizó respetando el *id\_carr*. En la columna "N°" se visualiza un número consecutivo que jerarquiza el índice de peligrosidad de cada uno de los tipos de accidentes y en la columna de "Cantidad" aparece el número de eventos o siniestros registrados en esa carretera en el año correspondiente. Podemos observar que en año 1996, la carretera TULNCINGO-LIM.EDOS.HIGO./PUE., registró el mayor número de accidentes; con muertos, lesionados y daños materiales, con 30 y accidentes con lesionados y daños materiales con 91 y para el caso de los accidentes con sólo daños materiales, también esta fue la carretera con el mayor índice, con 568 eventos, llevándola a ser la carretera donde ocurren más accidentes, en los cuatro años de estudio, con un total de 689. En la columna "%" se muestra el porcentaje correspondiente del total de accidentes ocurridos, por su clasificación, según la severidad. El que en algunas carreteras no se tiene registro de eventos, no indica que no existan accidentes; sino que pudieron ser elaborados los registros por la policía Estatal o Municipal, según sea el caso.

En la última fila de las tablas anteriores podemos observar los totales estatales generados en las carreteras y son éstos el resultado de la suma de eventos, por clasificación de accidente, según la severidad. Por último, se debe señalar el porcentaje que indica la cantidad, la severidad y la frecuencia con la que los tipos de accidentes se manifiestan en las Carreteras Federales del estado de Hidalgo.

Gráfica 7.2.- Porcentaje de accidentes, según su clasificación de severidad.



En esta gráfica se puede visualizar el porcentaje de accidentes en los que han ocurrido pérdidas humanas. La tendencia es constante, a excepción del año 1997, cuando bajó un 2%. Hay que mencionar que esta disminución se considera como un nivel muy bueno. Para el caso en que los accidentes se presentan con lesionados y daños materiales, la tendencia a disminuir es notoria; lo cual convierte en un acierto las acciones tomadas por las autoridades. Por último, para el caso donde sólo hay daños materiales, es claro que este tipo de accidentes tiende al aumento, indicando una posible aplicación de la campaña para disminuir la severidad de los accidentes, llevándolos a esta clasificación, que es la menos peligrosa.

**VII.3.3 Tipos de Accidentes por Carretera.-** La identificación de los tipos de accidentes que ocurren en la carretera es sin duda el primer acercamiento para conocer las posibles causas del percance, ya que éstos están estrechamente relacionados con el tipo de accidente con los movimientos vehiculares, y es éste el que nos indica el desarrollo de posibles acciones, tendientes a disminuir el índice de peligrosidad del sitio. Es importante señalar que una vez detectado el lugar, se deben identificar los movimientos de tipo vehicular que se presenten, ya que son éstos, los que generarán los puntos de conflicto que pudiesen originar accidentes. Para lograr esto se pueden utilizar diagramas dibujados en el campo por personas capacitadas o con experiencia en el tema, ya que existen diversas formas de representación que varían por zonas, dependencias o jurisdicciones.

En las siguientes tablas 7.3a, 7.3b y 7.3c, se clasificaron los accidentes por su tipo, para las diferentes Carreteras Federales del estado de Hidalgo. En la tabla 6.7, del capítulo anterior, se muestran más detalles acerca de las claves que maneja la SCT y la PFP acerca del tipo de accidente.

Para el caso del año 1996, debido a que no se contaba entonces con la información necesaria en las bases de datos, se realizaron porcentajes de los tres años restantes del estudio, con la finalidad de obtener una cuantificación más confiable y poder incluirla en el estudio, para tener así completos los cuatro años del estudio.

Tabla 7.3a.- Tipos de accidentes por carretera para 1997.

CARRETERA	TIPO DE ACCIDENTE					
	Salida del camino		Sin colisión sobre el camino		Colisión sobre el camino	
	A Cantidad	%	B,C,D,E Cantidad	%	F,G,H,J,K,L,M,N,O Cantidad	%
T.C (PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	40	32	9	7	76	61
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	92	30	15	5	199	65
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	30	33	3	3	58	64
LIM.EDOS PUE./HGO.-TEJOCOTAL	6	22	1	4	20	74
LIM.EDOS MEX./HGO.-PACHUCA	70	15	29	6	383	79
LIM EDOS MEX /HGO -T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE))	1	6	1	6	15	88
LIM EDOS MEX /HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	27	17	6	4	127	79
TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	37	17	12	6	168	77
PACHUCA-T.C (TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	24	11	9	4	181	85
PACHUCA- TULNCINGO	34	8	11	3	395	90
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	8	16	2	4	40	80
T.COLONIA- PORTEZUELO	95	20	28	6	349	74
LIBRAMIENTO PACHUCA	10	4	10	4	225	92
RAMAL CASETAS-OTONGO	2	33	0	0	4	67
ACCESO A ACOXOCHITLAN	1	100	0	0	0	0
ACCESO A CENTRAL DE AUTOBUSES DE PACHUCA	0	0	0	0	5	100
<b>TOTAL DE ACCIDENTES</b>	<b>477</b>	<b>17</b>	<b>136.</b>	<b>5</b>	<b>2245</b>	<b>78</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
Fuente: Base de datos de la Unidad General de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.3b.- Tipos de accidentes por carretera para 1998.

CARRETERA	Salida del camino		TIPO DE ACCIDENTE				Colisión sobre el camino	
	A		Sin colisión sobre el camino		B,C,D,E		F,G,H,J,K,L,M,N,O	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
T.C.(PORTEZUELO-PALLILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	46	48	4	4	46	48		
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./MER.	86	43	12	6	104	51		
LIM.EDOS.MEX./HGO.-TULA	19	23	7	8	58	69		
PORTEZUELO-LIM.EDOS HGO./QRO.	54	42	8	6	66	52		
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	78	31	8	3	167	66		
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	42	41	14	14	46	45		
TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	34	22	6	4	113	74		
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	36	28	5	4	87	68		
PACHUCA- TULNCINGO	38	22	3	2	132	76		
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	1	8	0	0	11	92		
T.COLONIA- PORTEZUELO	100	31	18	6	200	63		
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	4	80	0	0	1	20		
LIBRAMIENTO PACHUCA	11	9	4	3	111	88		
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	5	17	4	14	20	69		
<b>TOTAL DE ACCIDENTES</b>	<b>554</b>	<b>31</b>	<b>93</b>	<b>5</b>	<b>1162</b>	<b>64</b>		

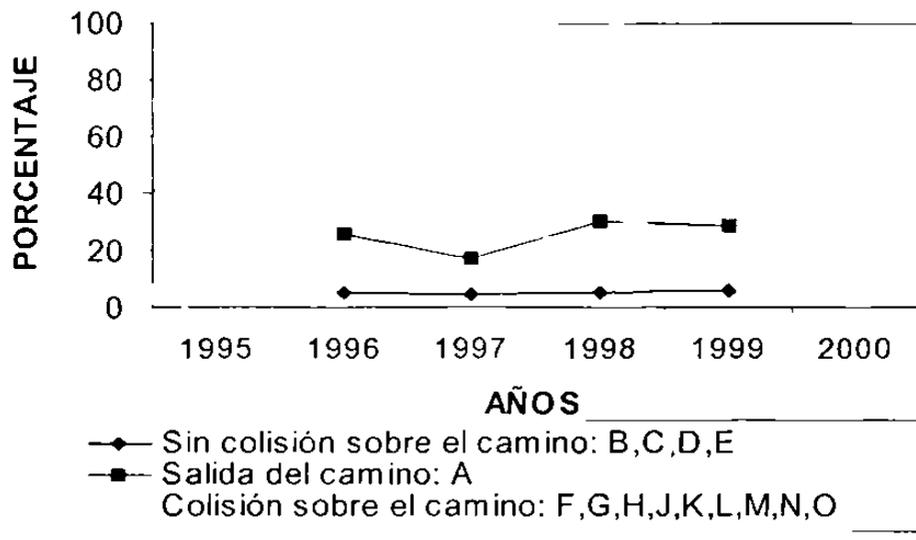
NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
 Fuente: Base de datos de la Unidad General de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.3c.- Tipos de accidentes por carretera para 1999.

CARRETERA	TIPO DE ACCIDENTE					
	Salida del camino		Sin colisión sobre el camino		Colisión sobre el camino	
	A Cantidad	%	B,C,D,E Cantidad	%	F,G,H,J,K,L,M,N,O Cantidad	%
T.C (PORTEZUELO-PALLILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	52	57	4	4	36	39
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	107	45	13	5	118	50
LIM EDOS MEX./HGO.-TULA	15	22	1	1	53	77
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	31	32	10	10	57	58
LIM EDOS MEX./HGO.-LIM EDOS.HGO./MEX.	24	19	18	14	86	67
LIM EDOS PUE./HGO.-TEJOCOTAL	1	25	0	0	3	75
LIM.EDOS MEX./HGO.-PACHUCA	71	24	25	8	202	68
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	37	46	4	5	40	49
TULNCINGO-LIM EDOS.HGO./PUE.	42	25	9	5	116	69
PACHUCA-T C (TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	44	29	7	5	99	66
PACHUCA- TULNCINGO	44	25	3	2	132	74
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	6	13	2	4	40	83
T.COLONIA- PORTEZUELO	103	33	26	8	179	58
HUEJUTLA-LIM.EDOS HGO./S.L.P.	1	33	0	0	2	67
LIBRAMIENTO PACHUCA	18	10	3	2	152	88
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	5	15	3	9	26	76
<b>TOTAL DE ACCIDENTES</b>	<b>601</b>	<b>29</b>	<b>128</b>	<b>6</b>	<b>1341</b>	<b>65</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
Fuente: Base de datos de la Unidad General de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

Gráfica 7.3.- Tipos de accidentes por carretera, en la Red Federal del estado de Hidalgo.



En esta gráfica se puede observar que los tipos de colisiones son constantes, lo cual indica que las tendencias se mantienen, probablemente por la costumbre de conducción. Se puede observar que para el año 1997 se redujo el número de los accidentes de tipo "salida del camino"; pero aumentaron las colisiones sobre el camino.

**VII.3.4 Generación de índices por carretera.-** La planificación de las medidas de seguridad, en una red de carreteras, exige información precisa y que esté disponible en el momento en que se necesite. El tratamiento de la información sobre los accidentes y sus circunstancias hace posible obtener una serie de índices de referencia, que contribuyen a delimitar y definir las actuaciones prioritarias en cada momento y a valorar la eficacia que estas acciones tienen

en el corto y en el mediano plazo. Se pueden definir distintos índices como objetos diferentes, que en principio pueden clasificarse de la forma siguiente: [Referencia 32].

- a) *Índices que sirven para establecer comparaciones globales en el nivel de grandes territorios, países o regiones.* Entre éstos podrían incluirse los que relacionan el número de accidentes o de víctimas mortales en periodos relativamente largos, con datos estadísticos generales, como pueden ser: la población, los parques de vehículos, la longitud de las redes carreteras, la superficie territorial o determinados grupos de usuarios.
- b) *Índices que pueden utilizarse para la planificación de medidas.* Estos instrumentos deben relacionar un determinado nivel de peligrosidad, medido en accidentes mortales o no mortales, accidentes con lesionados o accidentes mortales, con los niveles de exposición.
- c) *Por último, se utilizan índices específicos para el estudio de situaciones concretas, que requieren un análisis detallado de las circunstancias en que se ha producido el accidente.* Este tipo de índices permite, a través de la información recolectada en los partes de accidentes, realizar un análisis de las características físicas de la vía, del tránsito y del entorno; en el punto exacto donde ha ocurrido el accidente y su área de influencia. A partir de esta información, se debe tratar de identificar los elementos de la carretera y las circunstancias que han tenido mayor participación en el accidente.

Es conveniente relacionar los saldos de accidentes en los que se reporten muertos, lesionados y en donde sólo ocurrieron daños materiales, con el total de la población, el número de vehículos o el kilometraje de la Red Carretera Federal; de esta manera se dispondrá de cifras o índices que permitan generar estadísticas comparativas, las cuales indican la magnitud del problema que generan los accidentes. Es de esta forma como se podrá evaluar la magnitud del problema existente entre las carreteras, las ciudades, los estados, los países o su ocurrencia a través del tiempo.

**VII.3.4.1 Índices generados en base a los vehículos-kilometro.-** Para poder calcular los vehículos-kilometro, esta cantidad se determina multiplicando el número de vehículos al año “Tránsito Diario Promedio Anual” (TDPA), por los 365 días del año y por la longitud de la carretera. Una vez obtenido este valor, se podrá obtener también los índices, con base en el kilometraje generado o también conocidos como índices respecto al tránsito.

- Índice de Accidentalidad.

$$I_{AV-k} = \text{N}^\circ. \text{ de Accidentes Total Anual} / (\text{Veh-Km} / 1X10^6)$$

- Índice de Mortalidad.

$$I_{MV-k} = \text{N}^\circ. \text{ de Muertos} / (\text{Veh-Km} / 1X10^6)$$

- Índice de Morbilidad.

$$I_{HV-k} = \text{N}^\circ. \text{ de Heridos} / (\text{Veh-Km} / 1X10^6)$$

- Índice de Peligrosidad.

$$I_{PV-k} = \text{N}^{\circ} \text{ Acc.} + (\text{N}^{\circ} \text{ de Muertos} \times 6) + (\text{N}^{\circ} \text{ de Heridos} \times 2) / (\text{Veh-Km} \cdot 10^6)$$

[Referencia 40].

En las tablas 7.4a, 7.4b, 7.4c y 7.4d, se muestran los índices de las fórmulas anteriores, calculados para cada carretera y en cada uno de los años de estudio: En color más oscuro, los valores máximos; de éstos podemos mencionar que en el año 1996 se registraron los mayores valores de los cuatro diferentes tipos de índices. El RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES es sin duda la más peligrosa carretera, por sus altos índices, en general. Al final de la tabla se pueden visualizar valores ponderados de los índices, los cuales permiten hacer una rápida evaluación entre el comportamiento de las carreteras del estado de Hidalgo, para los cuatro años del estudio.

Tabla 7.4a.- Índices por carretera para 1996.

Nombre de la carretera	Longitud	Índices con respecto al tránsito			
		Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad	Peligrosidad
T.C.(PORTEZUELO-PALLILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	167.99	2.59	0.07	1.32	5.66
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	210.88	0.91	0.12	0.57	2.76
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	71.41	0.90	0.10	0.52	2.51
LIM.EDOS.MEX./HGO.-LIM.EDOS.HGO./MEX.	25.3	1.37	0.04	0.68	2.96
LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	2.84	2.92	1.25	0.83	12.10
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	44.26	0.08	0.00	0.02	0.13
LIM.EDOS.MEX./HGO.-T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE))	11.67	8.34	1.69	3.64	25.75
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	32.95	0.98	0.19	0.96	4.02
TULANCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	37.18	6.32	0.48	3.05	15.28
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	44.49	1.47	0.11	0.42	2.95
PACHUCA- TULANCINGO	44.08	1.23	0.32	0.60	4.33
T.COLONIA- PORTEZUELO	82.95	0.83	0.06	0.55	2.30
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	32.23	8.02	2.29	6.87	35.51
LIBRAMIENTO PACHUCA	15.26	1.98	0.07	0.53	3.43
RAMAL ATLAPEXCO-HUAUTLA	27.21	0.50	0.20	0.30	2.32
RAMAL CASETAS-OTONGO	14.05	1.95	0.00	0.00	1.95
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	20.44	18.07	2.51	8.53	50.20
<b>Longitud total</b>	<b>1030.52</b>	<b>3.44</b>	<b>0.56</b>	<b>1.73</b>	<b>10.24</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.

Fuente: Base de datos de la investigación Administración de la Información de accidentes carreteros. (Elaboración propia).

Tabla 7.4b.- Índices por carretera para 1997.

Nombre de la carretera	Longitud	Índices con respecto al tránsito				
		Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad	Peligrosidad	
T.C (PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	167.99	1.35	0.25	1.02	4.88	
PACHUCA-LIM EDOS.HGO /MER.	210.88	1.52	0.08	0.85	3.72	
PORTEZUELO-LIM.EDOS HGO./QRO.	71.41	0.80	0.09	0.31	1.93	
LIM EDOS.PUE /HGO.-TEJOCOTAL	2.84	11.14	1.65	8.25	37.55	
LIM EDOS MEX /HGO -PACHUCA	44.26	3.77	0.13	0.88	6.28	
LIM EDOS.MEX /HGO.-T.C (MEXICO-PACHUCA(LIBRE))	11.67	0.59	0.07	0.14	1.27	
LIM EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	32.95	1.78	0.07	0.76	3.69	
TULNCINGO-LIM EDOS.HGO./PUE.	37.18	1.89	0.07	1.02	4.34	
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	44.49	3.11	0.29	0.89	6.62	
PACHUCA- TULNCINGO	44.08	2.65	0.03	0.63	4.08	
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	8.64	1.69	0.07	0.34	2.77	
T.COLONIA- PORTEZUELO	82.95	1.60	0.07	0.64	3.32	
LIBRAMIENTO PACHUCA	15.26	3.77	0.20	0.74	6.45	
RAMAL CASETAS-OTONGO	14.05	2.34	0.00	0.00	2.34	
ACCESO A ACOXOCHITLAN	3.38	1.62	0.00	0.00	14.59	
ACCESO A CENTRAL DE AUTOBUSES DE PACHUCA	1.03	13.30	0.00	0.00	13.30	
<b>Longitud total</b>	<b>1030.52</b>	<b>3.31</b>	<b>0.19</b>	<b>1.43</b>	<b>7.32</b>	

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
Fuente: Base de datos de reportes de accidentes de la PFP. (Elaboración propia).

Tabla 7.4c.- Índices por carretera para 1998.

Nombre de la carretera	Longitud	Índices con respecto al tránsito		
		Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad
T.C.(PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	167.99	1.10	0.09	0.83
PACHUCA-LIM EDOS.HGO./VER.	210.88	1.08	0.05	0.68
LIM.EDOS MEX /HGO -TULA	29.59	1.69	0.04	1.27
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	71.41	1.04	0.14	0.29
LIM.EDOS MEX./HGO.-PACHUCA	44.26	1.90	0.22	1.23
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	32.95	1.08	0.08	1.00
TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	37.18	1.23	0.07	0.94
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	44.49	0.99	0.03	0.35
PACHUCA- TULNCINGO	44.08	1.00	0.09	0.56
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	8.64	0.40	0.00	0.17
T.COLONIA- PORTEZUELO	82.95	1.02	0.11	0.51
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	32.23	5.85	0.00	1.17
LIBRAMIENTO PACHUCA	15.26	1.76	0.13	0.74
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	20.44	10.80	1.12	8.19
<b>Longitud total</b>	<b>1030.52</b>	<b>2.21</b>	<b>0.15</b>	<b>1.28</b>
				<b>33.88</b>
				<b>5.70</b>

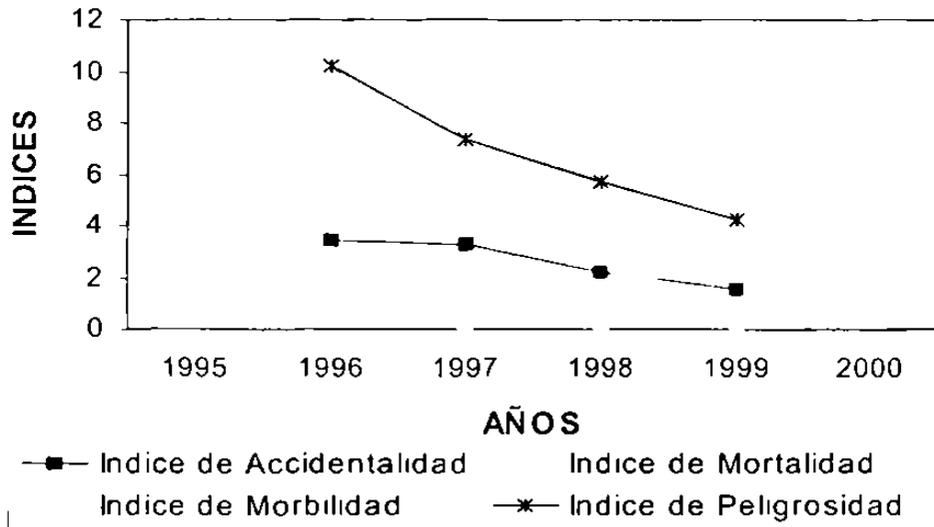
NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
 Fuente: Base de datos de la Unidad General de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.4d.- Índices por carretera para 1999.

Nombre de la carretera	Longitud	Índices con respecto al tránsito			
		Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad	Peligrosidad
T.C.(PORTEZUELO-PALMILLAS)-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	167.99	0.97	0.10	0.59	2.73
PACHUCA-LIM.EDOS.HGO./VER.	210.88	1.21	0.07	0.58	2.77
LIM.EDOS.MEX./HGO.-TULA	29.59	1.25	0.11	0.75	3.41
PORTEZUELO-LIM.EDOS.HGO./QRO.	71.41	0.75	0.05	0.35	1.77
LIM.EDOS.MEX./HGO.-LIM.EDOS.HGO./MEX.	25.3	0.67	0.09	0.49	2.22
LIM.EDOS.PUE./HGO.-TEJOCOTAL	2.84	1.72	<b>0.86</b>	0.43	7.76
LIM.EDOS.MEX./HGO.-PACHUCA	44.26	2.10	0.23	1.26	6.00
LIM.EDOS.MEX./HGO.-X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	32.95	0.85	0.05	0.94	3.05
TULNCINGO-LIM.EDOS.HGO./PUE.	37.18	1.22	0.06	0.59	2.75
PACHUCA-T.C.(TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	44.49	1.05	0.06	0.48	2.40
PACHUCA- TULNCINGO	44.08	1.19	0.06	0.91	3.37
PACHUCA-T.C.(LA COLONIA-PORTEZUELO)	8.64	1.53	0.07	0.36	2.63
T.COLONIA- PORTEZUELO	82.95	0.93	0.06	0.74	2.78
HUEJUTLA-LIM.EDOS.HGO./S.L.P.	32.23	3.23	0.00	2.15	7.54
LIBRAMIENTO PACHUCA	15.26	2.37	0.08	1.08	5.03
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	20.44	<b>3.36</b>	0.40	<b>2.77</b>	<b>11.26</b>
<b>Longitud total</b>	<b>1030.52</b>	<b>1.53</b>	<b>0.15</b>	<b>0.91</b>	<b>4.22</b>

NOTA. Las carreteras que no reportan accidentes no fueron tomadas en cuenta para efectos prácticos.  
Fuente: Base de datos de la Unidad General de Servicios Técnicos centro SCT Hidalgo. (Elaboración propia).

Gráfica 7.4 Índices del estado de Hidalgo, con base en el kilometraje.



En la gráfica anterior se puede visualizar que la tendencia que siguen los accidentes, estatalmente representados a través de los índices, es a disminuir en los últimos años. Es importante mencionar que la disminución de accidentes es notoria, pero aún no ha sido suficiente; sin embargo, el comportamiento que presentan muestra que las campañas para disminuir este problema no han tenido el impacto deseado; pues si se comparan con los registros nacionales del año 1996 (ver tabla 7.4e) se puede observar que los valores superan lo que sucede en el resto del país, indicando un serio problema de accidentalidad en las carreteras del estado de Hidalgo.

Tabla 7.4e.- Comparación de los índices Nacional de 1996 y Estatal, para los cuatro años del estudio.

Índice	Nacional 1996	Estatal			
		1996	1997	1998	1999
Accidentalidad	0.79	3.44	3.31	2.21	1.53
Mortalidad	0.06	0.56	0.19	0.15	0.15
Morbilidad	0.44	1.73	1.43	1.28	0.91
Peligrosidad	2.08	10.24	7.32	5.20	4.22

#### VII.4 Análisis de accidentes al nivel de tramo.

El siguiente estudio abarca básicamente los mismos cuatro puntos considerados en el análisis anterior: saldos de accidentes, accidentes según su consecuencia, tipos de accidente e índices, con la diferencia que ahora el estudio se aplica para cada uno de los 93 tramos que forman la Red Carretera Federal del estado de Hidalgo. Se muestran en las tablas siguientes sólo los 10 tramos más peligrosos, para cada uno de los tipos de análisis que se estén estudiando. Las tablas completas se muestran en el *anexo B*

En las siguientes tablas se puede visualizar, en color más fuerte, el valor máximo que registró esa categoría, el orden en que aparecen los tramos está calculado con base en el Costo total de los Accidentes.

**VII.4.1 Saldos y costo total de los accidentes.**

Tabla 7.5a.- Saldos y costo total de los accidentes, por tramo, para 1996.

Nombre del tramo	Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	73	47	42	834,850	4'935,863.14
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	81	15	82	1'080,500	1'888,189.76
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	70	10	61	930,750	1'305,483.22
PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	82	6	24	536,050	742,542.18
T.IZQ. NOPALA - LIM. EDOS. HGO /QRO.	31	5	30	755,850	689,467.04
X.C (OTUMBA-TIZAYUCA) - T.C. (MEXICO-PACHUCA (LIBRE))	29	5	25	361,500	622,572.05
T. DER PACHUCA - ACTOPAN	115	4	53	1'032,050	694,813.92
T.IZQ. METZTITLAN - T.IZQ. ZACUALTIPAN	34	4	27	379,400	530,927.62
T.IZQ. ZACUALTIPAN - NONOALCO	8	4	8	87,000	435,448.87
T IZQ. BAÑOS AMAJAC - T.IZQ. METZTITLAN	15	4	5	197,000	440,924.46

Fuente: Base de datos de la investigación Administración de la Información de Accidentes Carreteros. (Elaboración propia).

Tabla 7.5b.- Saldos y costo total de los accidentes, por tramo, para 1997.

Nombre del tramo	Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo total de los Accidentes (Dólares)
RANCHO VIEJO - T. IZQ. PISA FLORES	29	21	48	963,450	2'365,678.48
ACTOPAN T. IZQ. TULA	236	15	122	3'122,250	2'260,323.21
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	415	14	75	2'073,228	1'886,837.52
PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	176	14	41	804,617	1'624,618.79
LIBRAMIENTO PACHUCA	241	13	48	1'050,006	1'576,610.04
PORTEZUELO - JONACAPA	61	10	20	882,500	1'171,454.94
LIM. EDOS. MEX /HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	137	6	58	1'504,684	964,033.38
T.C.(VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - T.C.(TOLIMAN-CD.SAHAGUN)	38	6	20	211,200	686,673.43
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	163	4	32	946,000	615,474.64
T. IZQ. METZITILAN - T. IZQ. ZACUALTIPAN	69	4	34	753,056	597,106.89

Fuente: Base de datos de la Policía Federal de Caminos. (Elaboración propia).

Tabla 7.5c.- Saldos y costo total de los accidentes, por tramo, para 1998.

Nombre del tramo	Accidentes	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo total de los Accidentes (Dólares)
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	131	18	70	2'066,750	2'236,220.45
T.C (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	189	16	114	2'402,250	2'204,943.30
LIM EDOS MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	64	13	50	804,700	1'538,080.12
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	99	10	51	1'667,950	1'335,568.96
LIBRAMIENTO PACHUCA	126	9	53	1'112,180	1'180,735.99
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	102	8	94	2'330,200	1'337,056.92
PORTEZUELO - JONACAPA	81	8	19	2'321,800	1'111,137.48
IXMIQUILPAN - PORTEZUELO	21	8	8	411,200	869,008.76
T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	100	5	47	1'565,700	812,376.97
TERMINA TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	51	5	29	784,100	672,825.31

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.5d.- Saldos y costo total de los accidentes, por tramo, para 1999.

Nombre del tramo	Accidentes	muertos	Lesionados	Daño, Materiales (Dólares)	Costo total de los Accidentes (Dólares)
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	252	28	138	3'964,650	3'628,668.97
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	43	12	20	1'181,200	1'383,543.56
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	129	11	149	4'247,700	1'991,273.61
PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	132	8	54	1'621,300	1'131,574.31
T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	52	7	12	824,300	822,214.83
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	22	6	18	418,800	697,802.95
T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	90	6	49	1'300,200	882,989.96
T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX.	85	6	73	2'269,300	1'056,349.65
LIBRAMIENTO PACHUCA	173	6	79	1'858,500	1'031,383.43
PORTEZUELO - JONACAPA	57	5	30	1'657,300	763,339.61

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

**VII.4.2 Accidentes según sus consecuencias por tramo.**

Tabla 7.6a.- Accidentes según sus consecuencias, por tramo, para 1996.

Nombre del tramo	Accidentes con muertos, lesionados y daños materiales			Accidentes con lesionados y daños materiales			Accidentes solo con daños materiales			Total de Accidentes	
	N°	cantidad	%	N°	cantidad	%	N°	cantidad	%	N°	Cantidad
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	1	5	7	4	13	19	5	52	74	6	70
PACHUCA-T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	2	5	6	5	7	9	2	70	85	2	82
T.CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	3	5	7	8	6	8	3	62	85	5	73
T. DER PACHUCA - ACTOPAN	4	4	3	2	18	16	1	93	81	1	115
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.CARR.(PACHUCA-TULANCINGO)	5	4	5	3	16	20	4	61	75	3	81
T.IZQ. METZITILAN - T.IZQ. ZACUALTIPAN	6	4	12	6	7	21	9	23	68	8	34
X.CARR.(OTUMBA-TIZAYUCA) - T.CARR.(MEXICO-PACHUCA)	7	4	14	9	4	14	10	21	72	10	29
LIM.EDOS. HIDALGO/SAN LUIS POTOSI - CD. VALLES	8	3	4	1	23	31	7	49	65	4	75
LIM EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	9	3	5	7	7	12	6	50	83	7	60
T.IZQ. NOPALA - LIM.EDOS. HGO./QRO.	10	3	10	10	4	13	8	24	77	9	31

Fuente: Base de datos de la investigación Administración de la Información de Accidentes Carreteros. (Elaboración propia).

Tabla 7.6b.- Accidentes según sus consecuencias, por tramo, para 1997.

Nombre del tramo	Accidentes con muertos, lesionados y daños materiales			Accidentes con lesionados y daños materiales			Accidentes solo con daños materiales			Total de Accidentes	
	N° cantidad	%	N°	Cantidad	%	N°	Cantidad	%	N°	Cantidad	
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	1	12	3	1	11	1	36	86	1	415	
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	2	11	5	3	13	3	194	82	3	236	
PACHUCA - T. CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	3	8	5	5	14	4	143	81	4	176	
LIBRAMIENTO PACHUCA	4	6	2	2	15	2	198	82	2	241	
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	5	6	4	4	19	6	105	77	6	137	
T.C.(VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - T.C.(TOLIMAN-CD.SAHAGUN)	6	5	13	9	16	10	27	71	10	38	
PORTEZUELO - JONACAPA	7	5	8	10	10	9	50	82	9	61	
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	8	4	2	6	13	5	138	85	5	163	
T.IZQ. METZITILAN - T.IZQ. ZACUALTIPAN	9	4	6	8	13	8	56	81	8	69	
T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	10	3	3	7	10	7	100	87	7	115	

Fuente: Base de datos de la Policía Federal de Caminos. (Elaboración propia).

Tabla 7.6c.- Accidentes según sus consecuencias, por tramo, para 1998.

Nombre del tramo	Accidentes con muertos, lesionados y daños materiales		Accidentes lesionados y daños materiales		Accidentes con daños materiales		Total de Accidentes	
	Nº cantidad	%	Nº	%	Nº	%	Nº	Cantidad
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	10	5	2	7	1	88	1	189
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	10	8	4	8	3	85	2	131
LIM EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	8	13	9	3	8	84	8	64
PORTEZUELO - JONACAPA	5	6	5	7	7	86	7	81
LIBRAMIENTO PACHUCA	5	4	6	5	2	91	3	126
LIM EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	4	4	1	15	6	81	4	102
T DER PACHUCA - ACTOPAN	4	4	3	12	5	84	5	100
T.C (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	4	4	7	5	4	91	6	99
TERMINA TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	4	8	4	4	9	84	9	51
JONACAPA - HUICHAPAN	4	14	10	2	7	79	10	28

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.6d.- Accidentes según sus consecuencias, por tramo, para 1999.

Nombre del tramo	Accidentes con muertos, lesionados y daños materiales				Accidentes con lesionados y daños materiales				Accidentes solo con daños materiales				Total de Accidentes	
	N° cantidad		%		N°		%		Cantidad		%		N°	Cantidad
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	Cantidad
T.C (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	14	6	3	11	4	1	227	90	1	252				
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	8	6	2	14	11	4	107	83	4	129				
PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	6	5	4	11	8	3	115	87	3	132				
LIBRAMIENTO PACHUCA	6	3	5	8	5	2	159	92	2	173				
T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	6	7	7	6	7	5	76	87	5	90				
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	5	12	9	4	9	9	34	79	9	43				
T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	5	10	10	4	8	8	43	83	8	52				
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	4	5	1	16	20	7	61	75	7	81				
T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX.	4	5	6	8	9	6	73	86	6	85				
RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	4	12	8	6	18	10	24	71	10	34				

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

**VII.4 3 Tipos de accidentes por tramo.**

Tabla 7.7a.- Tipos de accidentes, por tramo, para 1997.

Nombre del tramo	T I P O D E A C C I D E N T E		Sin colisión sobre el camino		Colisión sobre el camino	
	Salida del camino		B,C,D,E		F,G,H,J,K,L,M,N,O	
	A	%	B,C,D,E	%	F,G,H,J,K,L,M,N,O	%
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	62	15	21	5	335	80
LIBRAMIENTO PACHUCA	10	4	10	4	225	92
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	42	17	10	4	190	79
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	10	5	4	2	179	93
PACHUCA - T.CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	17	10	6	3	153	87
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	25	18	6	4	106	77
T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	36	29	11	9	78	62
TERMINA TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	14	15	5	5	74	80
T. IZQ. METZITILAN - T. IZQ. ZACUALTIPAN	28	41	2	3	39	57
T. DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	16	25	6	9	42	66

Fuente: Base de datos de la Policía Federal de Caminos. (Elaboración propia).

Tabla 7.7b.- Tipos de accidentes, por tramo, para 1998.

Nombre del tramo	T I P O D E A C C I D E N T E		Colisión sobre el camino		Colisión sobre el camino	
	Salida del camino		Sin colisión sobre el camino		F, G, H, J, K, L, M, N, O	
	A	%	B, C, D, E	%	F, G, H, J, K, L, M, N, O	%
	Cantidad		Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	53	28	6	3	130	69
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	45	35	6	5	79	61
LIBRAMIENTO PACHUCA	11	9	4	3	111	88
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	42	41	14	14	46	45
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	19	19	3	3	77	78
T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	37	37	10	10	52	53
PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	22	22	4	4	72	73
PORTEZUELO - JONACAPA	36	44	7	9	39	48
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	25	39	2	3	37	58
TERMINA TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	15	29	1	2	35	69

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.7c.- Tipos de accidentes, por tramo, para 1999.

Nombre del tramo	T I P O		D E		A C C I		D E N T E	
	Salida del camino		Sin colisión sobre el camino		Colisión sobre el camino			
	A		B,C,D,E		F,G,H,J,K,L,M,N,O			
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
T.C (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	58	23	21	8	172	69		
LIBRAMIENTO PACHUCA	18	10	3	2	152	88		
PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	41	31	6	5	85	64		
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	47	37	8	6	73	57		
T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	35	38	7	8	50	54		
T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX.	10	11	15	17	63	72		
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	14	16	0	0	72	84		
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	37	46	4	5	40	49		
PORTEZUELO - JONACAPA	18	32	7	12	32	56		
T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	27	52	1	2	24	46		

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

**VII.4.4 Generación de Índices por tramo.**

Tabla 7.8a.- Índices, por tramo, para 1996.

Nombre del tramo	Longitud	Índices con respecto al tránsito			
		Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad	Peligrosidad
HUEJUTLA - SAN FELIPE ORIZATLAN	25	11.45	3.27	9.81	50.71
RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	20	11.29	1.54	6.16	32.84
LIM. EDOS. PUE./HGO. - TEJOCOTAL	2.9	2.86	1.23	0.82	11.84
T.IZQ. PISA FLORES - CHAPULHUACAN	7.8	53.96	1.07	19.65	99.69
T.C (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	9.2	1.64	1.06	0.94	9.87
T.IZQ ACAXOCHITLAN 1. ACCESO - T.IZQ.ACAXOCHITLAN 2o. ACCESO	1.9	1.75	0.58	0.39	6.02
T.IZQ. ZACUALTIPAN - NONOALCO	13.4	0.71	0.36	0.71	4.27
X.C (OTUMBA-TIZAYUCA) - T.C. (MEXICO-PACHUCA (LIBRE))	6.4	1.97	0.34	1.70	7.40
X. (MOLANGO-XOCHICAOTLAN) - QUETZALTONGO	21.2	0.65	0.26	0.90	4.01
RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	36.6	5.89	0.24	5.03	17.36

Fuente: Base de datos de la investigación Administración de la Información de Accidentes Carreteros. (Elaboración propia).

Tabla 7.8b.- Índices, por tramo, para 1997.

Nombre del tramo	Longitud	Índices con respecto al tránsito				
		Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad	Peligrosidad	
RANCHO VIEJO - T. IZQ. PISA FLORES	36.6	2.23	1.61	3.69	19.27	
T. IZQ. MINERAL EL CHICO - T. DER. REAL DEL MONTE	2.9	4.02	0.50	1.63	10.31	
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - T.C. (TOLIMAN-CD. SAHAGUN)	15.3	3.10	0.49	1.63	9.30	
T. IZQ. PISA FLORES - CHAPULHUACAN	7.8	7.38	0.34	2.01	13.42	
PACHUCA - T. CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	29.4	3.09	0.25	0.72	6.01	
LIBRAMIENTO PACHUCA	15	3.78	0.20	0.75	6.50	
NONOALCO - X. (MOLANGO-XOCHICOATLAN)	17	3.01	0.20	1.91	8.04	
PORTEZUELO - JONACAPA	29.4	1.21	0.20	0.40	3.19	
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	32.2	4.27	0.14	0.77	6.68	
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	34.3	2.13	0.14	1.10	5.15	

Fuente: Base de datos de la Policía Federal de Caminos. (Elaboración propia).

Tabla 7.8c.- Índices, por tramo, para 1998.

Nombre del tramo	Longitud	Índices con respecto al tránsito			
		Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad	Peligrosidad
RAMAL TEPEJIDEL RIO - CORRALES	20	11.04	1.14	8.37	34.63
TULANCINGO - T IZQ ACATLAN	1.8	5.11	0.55	3.73	15.88
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	12.4	1.94	0.39	1.52	7.35
RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	36.6	1.97	0.34	1.76	7.53
IXMIQUILPAN - PORTEZUELO	7.5	0.76	0.29	0.29	3.09
T IZQ ZIMAPAN (1 ACCESO) - T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	6.5	2.89	0.26	0.79	5.04
T DER MINAS VIEJAS - JACALA	19.3	1.32	0.22	3.18	8.99
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	9.2	2.03	0.21	1.05	5.36
JONACAPA - HUICHAPAN	15.7	1.11	0.20	0.20	2.70
ACTOPAN - T. IZQ TULA	34.3	1.41	0.19	0.75	4.07

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.8d.- Índices, por tramo, para 1999.

Nombre del tramo	Longitud	Índices con respecto al tránsito			
		Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad	Peligrosidad
LIM. EDOS. PUE./HGO. - TEJOCOTAL	2.9	1.69	0.84	0.42	7.59
RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	20	3.43	0.40	2.83	11.51
T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO) - T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	6.5	1.26	0.25	1.01	4.80
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	32.2	2.27	0.25	1.25	6.28
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	9.1	0.80	0.22	0.37	2.90
RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	36.6	1.52	0.19	0.57	3.79
T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	22.2	1.26	0.17	0.29	2.86
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	16	0.62	0.17	0.50	2.63
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	12.4	1.44	0.15	1.26	4.87
PUNTO DE INFLEXION - T.IZQ. PACHUQUILLA 2o. ACCESO	5.8	1.12	0.14	0.33	2.62

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

**VII.4.5 Tramos con alta concentración de accidentes.**- Una forma para identificar los tramos con mayor número de accidentes, de las Carreteras Federales del estado de Hidalgo, en los cuatro años del estudio, es conociendo el costo total de los accidentes, el número de muertos, el de lesionados, el de accidentes y los índices para cada tramo, obteniendo saldos totales.

En los cuatro puntos anteriores se mostraron los diez tramos carreteros más importantes de cada año del estudio, ordenados en función al índice de Mortalidad. En las siguientes tablas y gráficas se muestran los diez tramos más peligrosos del año 1999 suponiendo que son los más recientes y ordenados según el mismo criterio. Posteriormente se procedió a obtener el historial de accidentes, a través de los tres años restantes. En estas gráficas se puede observar la tendencia de cada estudio, en cada tramo, para los cuatro años. También se puede observar el Índice de Mortalidad de los diez tramos en los cuatro años; los resultados obtenidos se muestran en las tablas 7.9 y en las gráficas siguientes.

Tabla 7.9a.- Costo Total de Accidente más alto, por tramo carretero.

N°	Nombre del tramo	Costo Total de los Accidentes (Dólares)		
		1996	1997	1998
1	LIM. EDOS. PUE./HGO. - TEJOCOTAL	312441.64	32341.26	0.00
2	RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	359371.50	0.00	414971.10
3	T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO) - T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	460.59	58455.17	128428.63
4	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	6532.96	1886837.52	2204943.30
5	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	581505.86	0.00	0.00
6	RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	109974.60	2365678.48	632181.26
7	T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	398464.01	344479.71	379208.41
8	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	0.00	0.00	222719.79
9	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	10566.79	355721.39	1538080.12
10	PUNTO DE INFLEXION - T.IZQ. PACHUQUILLA 2o. ACCESO	8434.93	173680.48	57905.87
	Total	1787752.86	5217194.01	5578438.49
	<b>Total estatal</b>	<b>32412168.4</b>	<b>20689460.9</b>	<b>21222901.49</b>
	Porcentaje	5.52	25.22	26.28
				38.79
				206817.592
				618828.993
				125596.904
				3628668.97
				1383543.56
				379348.081
				822214.831
				697802.949
				697498.797
				346677.23
				8906997.91
				<b>22963742.50</b>

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo (Elaboración propia).

Tabla 7.9b.- N° de Muertos, por tramo carretero.

N°	Nombre del tramo	N° de Muertos			
		1996	1997	1998	1999
1	LIM. EDOS./HGO. - TEJOCOTAL	3	0	0	2
2	RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	3	0	3	4
3	T. IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO) - T. IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	0	0	1	1
4	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	0	14	16	28
5	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	3	0	0	12
6	RANCHO VIEJO - T. IZQ. PISA FLORES	1	21	5	3
7	T. DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	3	2	2	7
8	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	0	0	1	6
9	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	0	2	13	5
10	PUNTO DE INFLEXION - T. IZQ. PACHUQUILLA 2o. ACCESO	0	1	0	3
	Total	13	40	41	71
	<b>Total estatal</b>	<b>251</b>	<b>148</b>	<b>147</b>	<b>151</b>
	Porcentaje	5.18	27.03	27.89	47.02

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.9c.- N° de Lesionados, por tramo carretero.

N°	Nombre del tramo	1996	1997	1998	1999
1	LIM. EDOS. PUE./HGO. - TEJOCOTAL	2	7	0	1
2	RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	12	0	22	28
3	T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO) - T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	0	12	3	4
4	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	2	75	114	138
5	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	29	0	0	20
6	RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	1	48	26	9
7	T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	24	35	31	12
8	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	0	0	21	18
9	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	1	38	50	42
10	PUNTO DE INFLEXION - T.IZQ. PACHUQUILLA 2o. ACCESO	1	13	16	7
	Total	72	228	283	279
	<b>Total estatal</b>	<b>1244</b>	<b>1038</b>	<b>1056</b>	<b>1274</b>
	Porcentaje	5.79	21.97	26.80	21.90

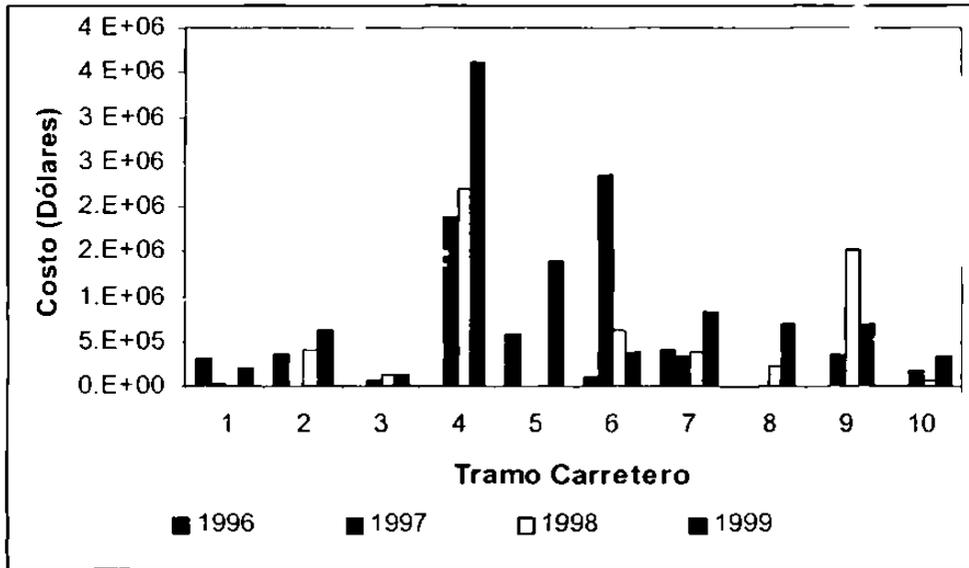
Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.9d.- N° de Accidentes, por tramo carretero.

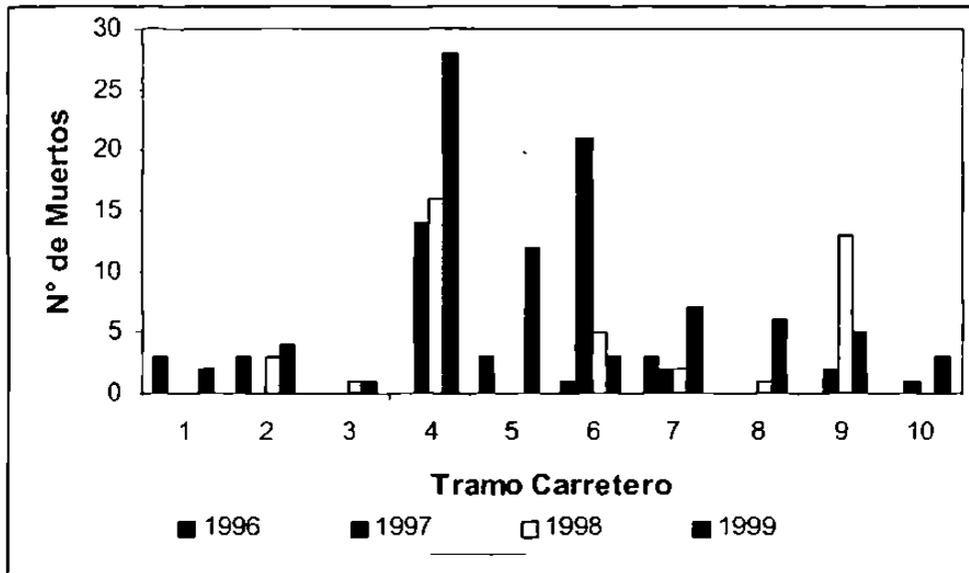
N°	Nombre del tramo	1996	1997	1998	1999
1	LIM. EDOS. PUE./HGO. - TEJOCOTAL	7	11	0	4
2	RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	22	0	29	34
3	T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO) - T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	1	7	11	5
4	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	2	415	189	252
5	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	60	0	0	43
6	RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	8	29	29	24
7	T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	27	64	50	52
8	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	0	0	35	22
9	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T.C.(MEXICO-PACHUCA (CUOTA))	8	65	64	48
10	PUNTO DE INFLEXION - T.IZQ. PACHUQUILLA 2o. ACCESO	8	57	5	24
	Total	143	648	412	508
	<b>Total estatal</b>	<b>2426</b>	<b>2858</b>	<b>1809</b>	<b>2070</b>
	Porcentaje	5.89	22.67	22.78	24.54

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

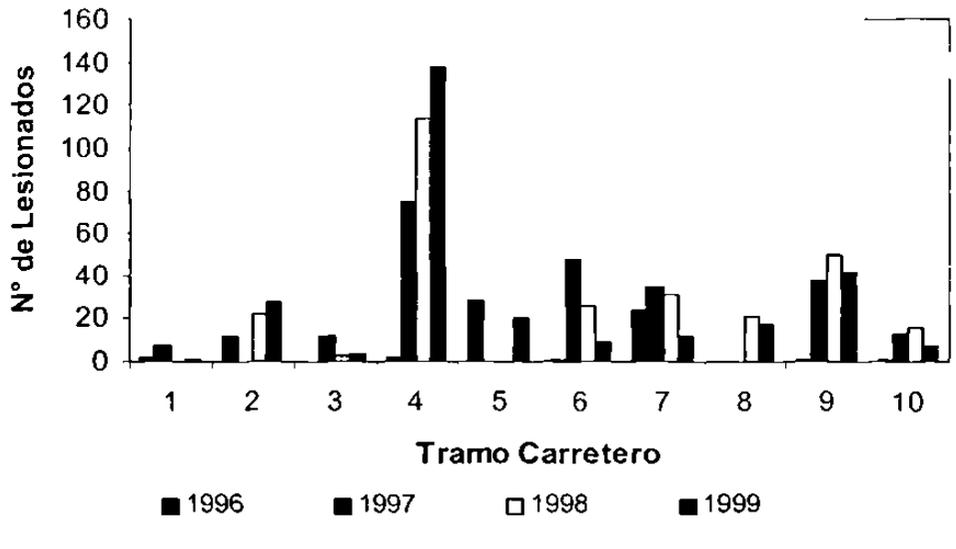
Gráfica 7.5.- Costo Total de los Accidentes (Dólares), por tramo carretero.



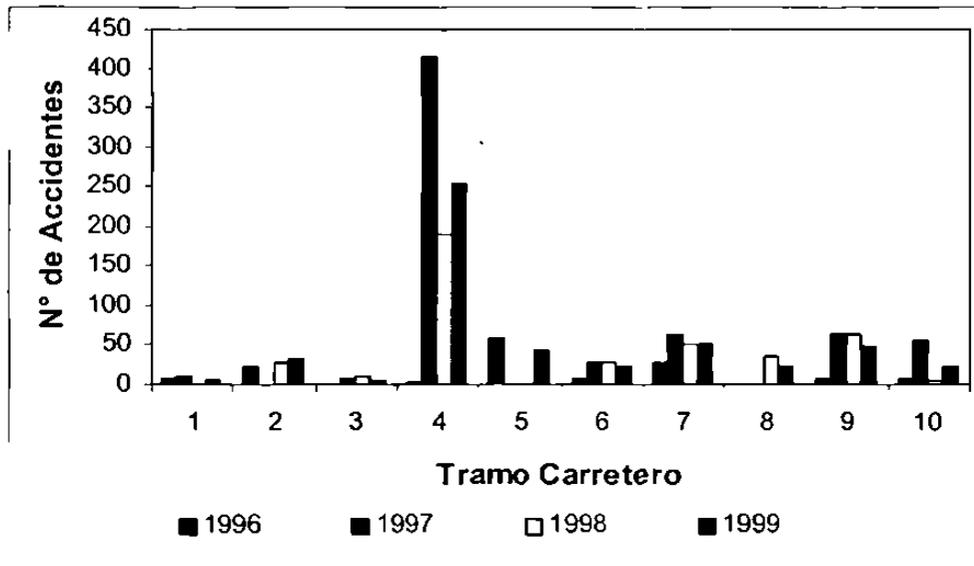
Gráfica 7.6.- Número de Muertos, por tramo carretero.



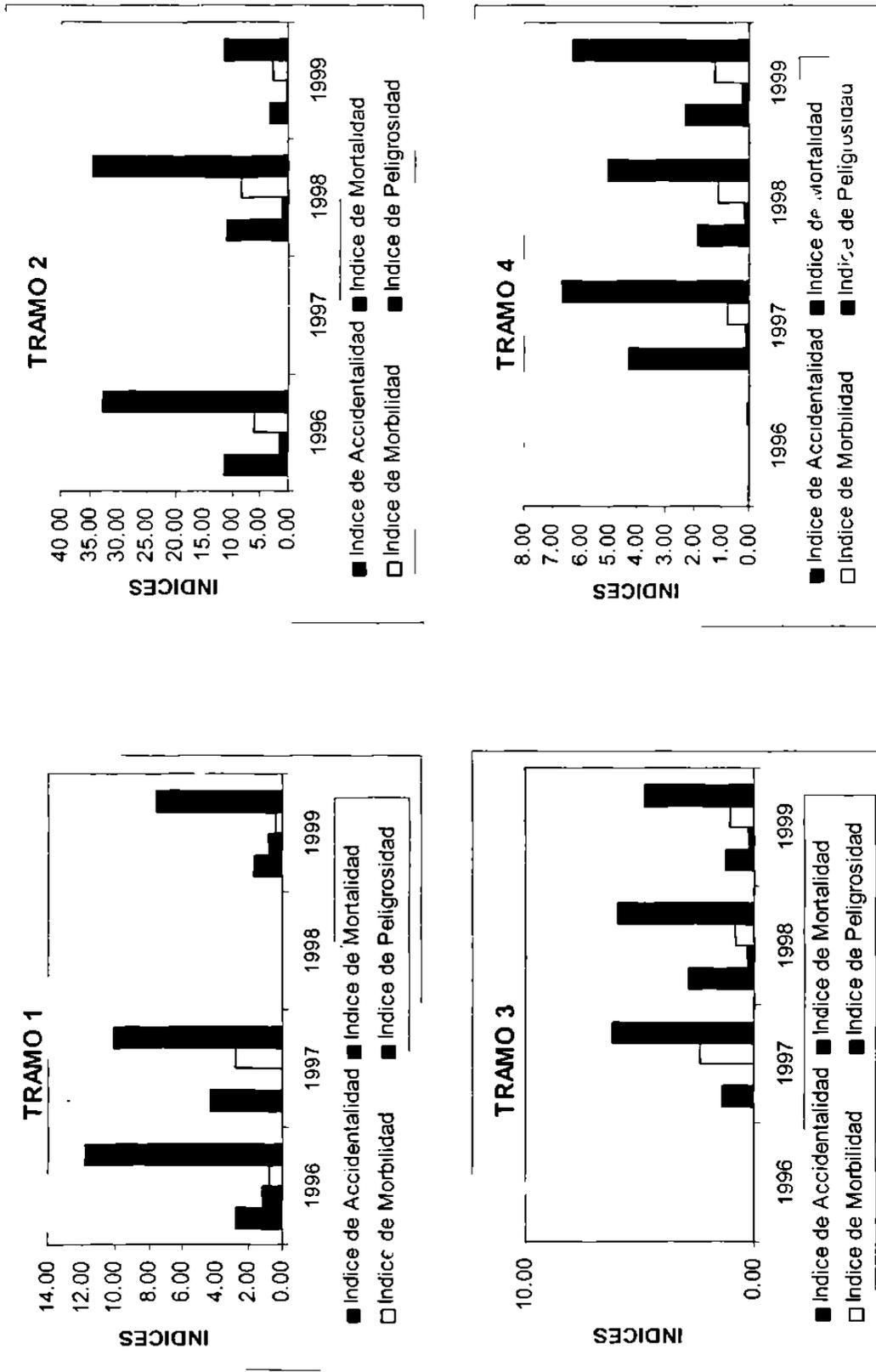
Gráfica 7.7.- Número de Lesionados, por tramo carretero.

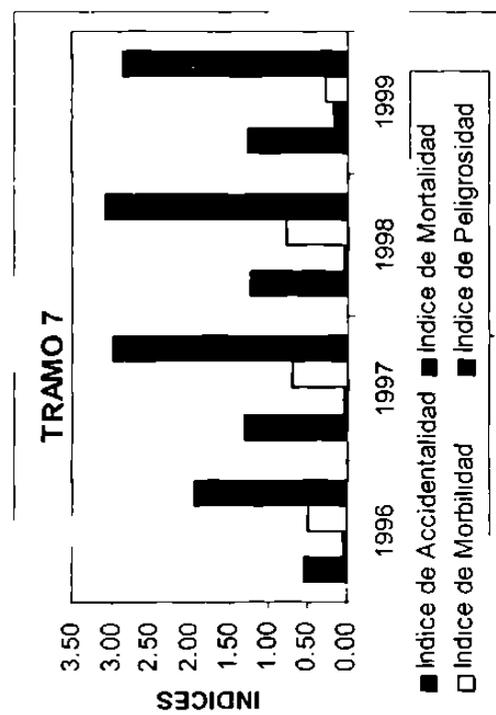
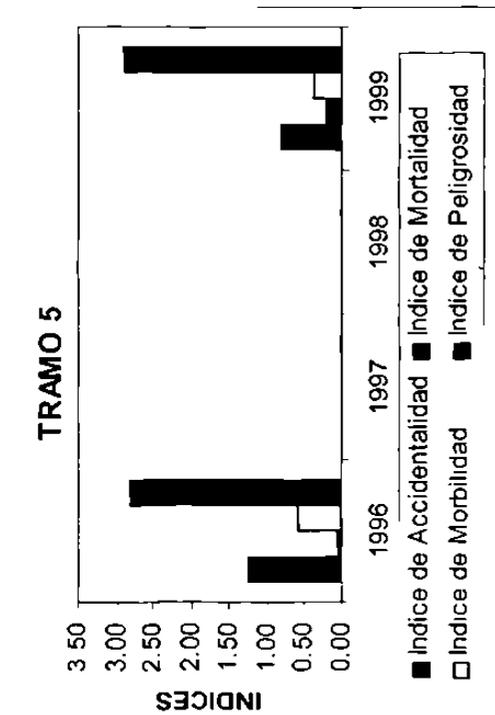
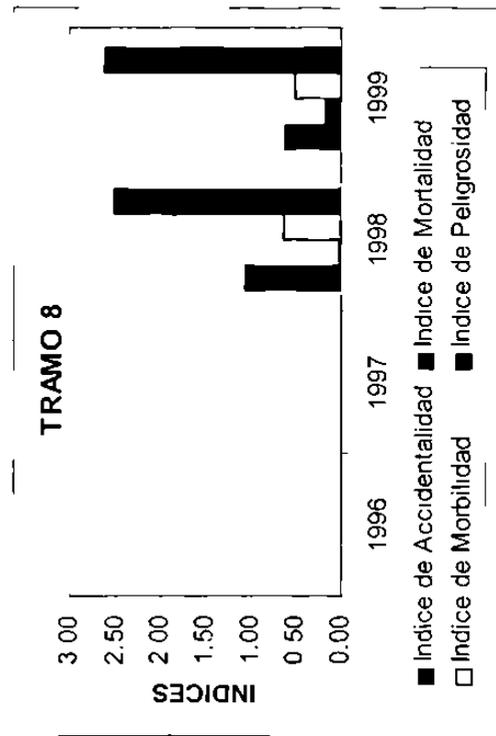
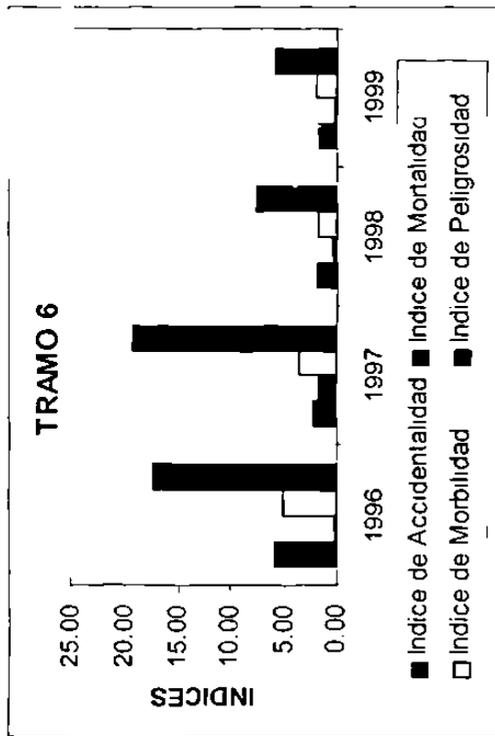


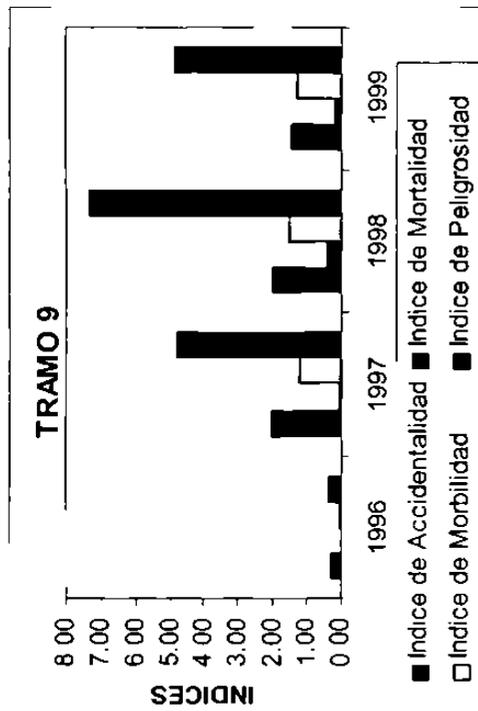
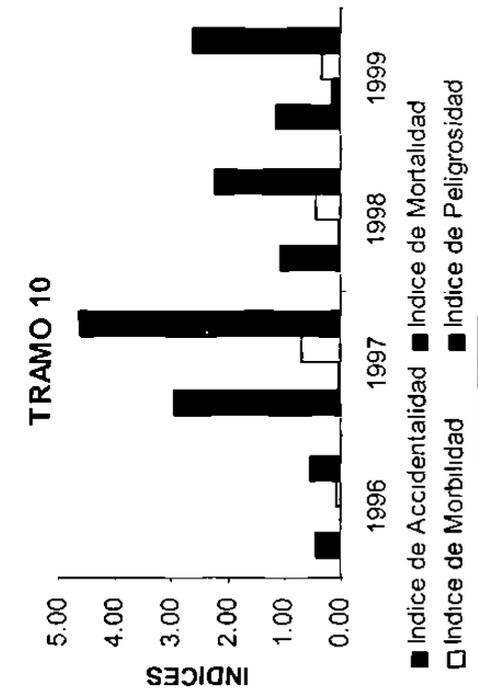
Gráfica 7.8.- Número de Accidentes, por tramo carretero.



Gráficas 7.9.- Índices por año del estudio, por cada tramo carretero en 1999.

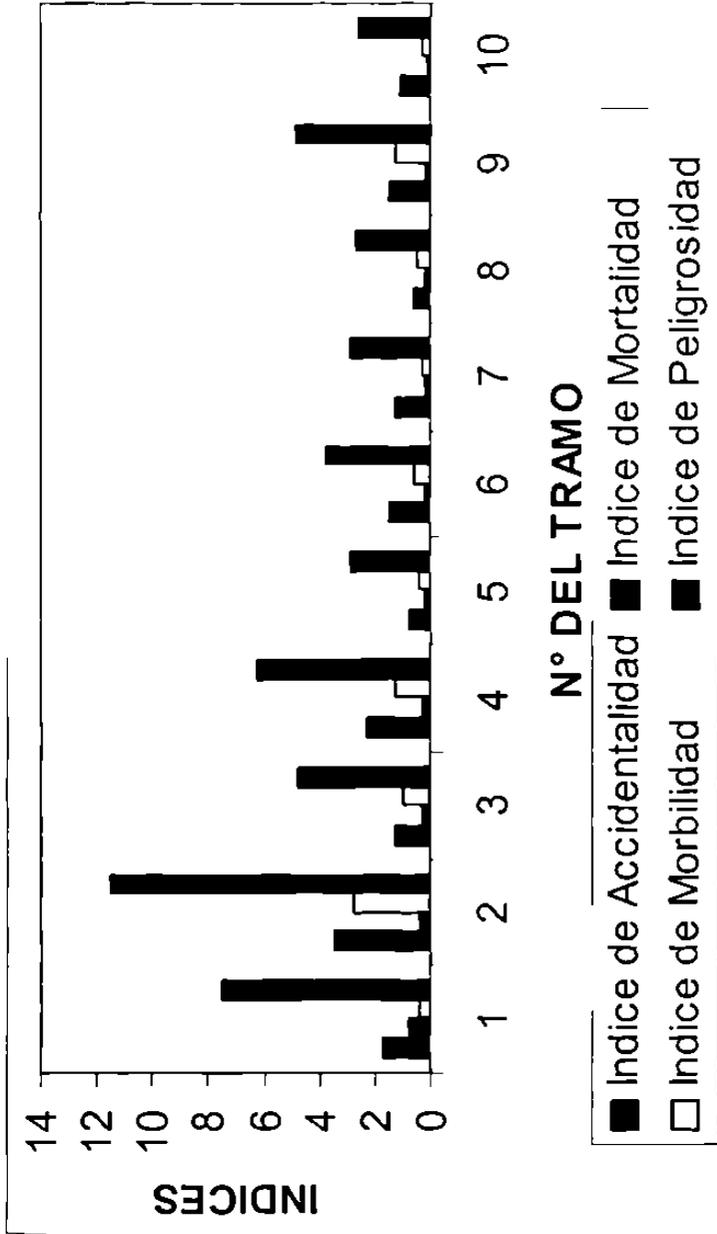






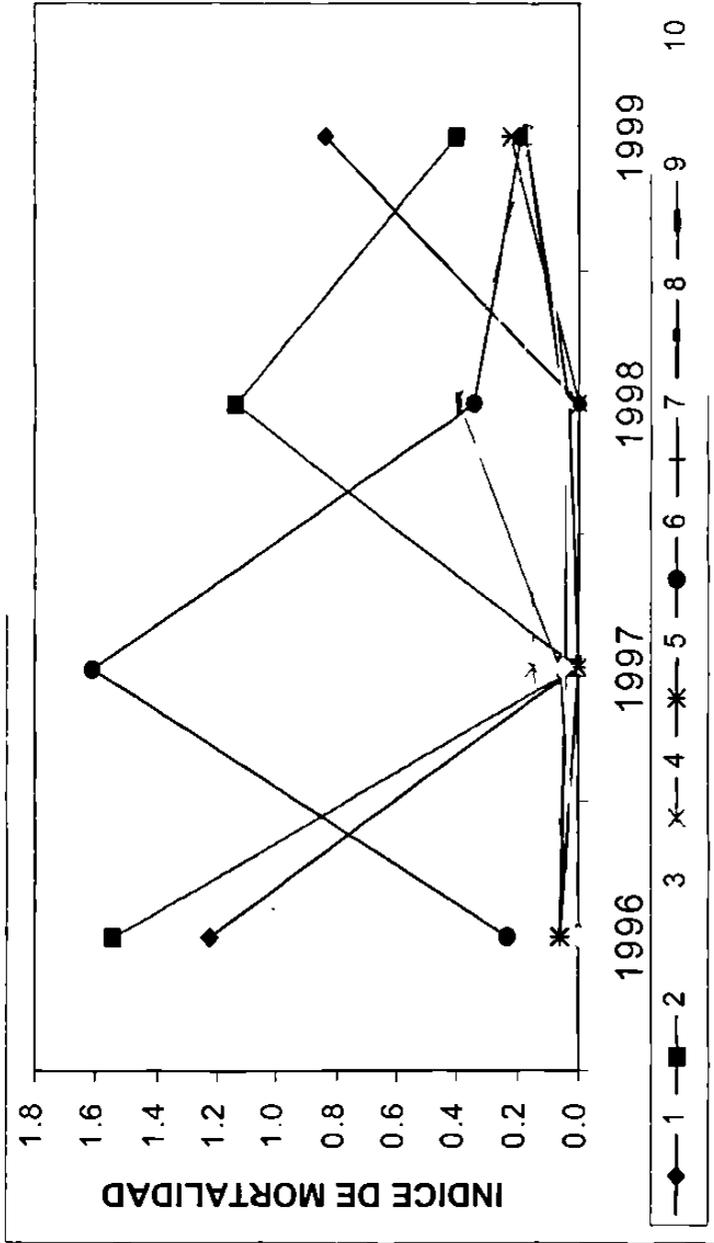
Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).  
 Los valores de las gráficas anteriores se muestran en el anexo 2

Gráfica 7.10.- Índices por tramo carretero, para el año 1999.



Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).  
 Los valores de la gráfica anterior se muestran en el anexo B

Gráfica 7.1.1.- Índice de Mortalidad por año, para cada tramo carretero más peligroso, de 1999.



Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).  
 Los valores de la gráfica anterior se muestran en el anexo B

En las tablas 7.9 se puede observar los diez tramos considerados más peligrosos en 1999, al final de la tabla, el total de la suma de los diez años y el total estatal; por último, el porcentaje correspondiente del total por año.

En las gráficas 7.5, las tendencias de los índices se consideran como “dispersas”, lo cual indica que el comportamiento no está regido por las condiciones físicas de los tramos carreteros, sino por errores de los conductores, u otras causas naturales o mecánicas. El único tramo tendencia es apreciable es el tramo 6 RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES, en el cual podemos observar que la tendencia de los cuatro índices ha tendido a disminuir notablemente, lo cual es muy difícil de conseguir; ya que es probable que al atacar un problema o disminuir la severidad de los accidentes éstos se muden a otro tipo de accidente; que, aunque menos peligroso, sí ocasiona lesionados o grandes daños materiales. En caso contrario al anterior, se tiene el tramo carretero 4 T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) – PACHUCA, en el cual los cuatro índices tienen una tendencia muy marcada a aumentar. Cabe mencionar que este tramo, como se puede apreciar, en 1996 no era peligroso y en 1999 ya es una de los 10 tramos carreteros más peligrosos del estado de Hidalgo. Por último, se menciona el tramo 7 T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE, el cual ha mantenido constantes sus Índices a través de los cuatro años del estudio.

En la gráfica 7.6 se puede visualizar que el tramo 1 LIM. EDOS. PUE./HGO. – TEJOCOTAL es el único del estado cuyo índice de mortalidad es mayor al

índice de morbilidad, ubicándolo en el primer lugar en esta gráfica. También se puede hacer una rápida comparación entre los diferentes índices y los 10 tramos carreteros, los cuales fueron jerarquizados basándose en el índice de mortalidad.

En la gráfica 7.7 se observa el índice de mortalidad de los diez tramos carreteros más peligrosos, de la cual podemos mencionar que la tendencia del índice en los tramos 3, 4, 7, 8, 9 y 10 es a aumentar, dando un punto de vista de posibles lugares hacia dónde dirigir acciones para disminuir este problema. En los tramos 1 y 2, la tendencia ha sido a disminuir, probablemente por mejoras al camino o por la utilización de controladores de velocidad. En el caso 5, la tendencia ha sido constante, pero hay que mencionar que se están presentando accidentes severos en este tramo carretero en el último año; por último, el tramo 6 muestra una tendencia similar al anterior, teniendo un aumento notable en el año 1997, volviendo a sus niveles de operación durante el año 1999.

#### ***VII.5 Análisis de accidentes en el nivel de segmentos.***

En el siguiente estudio se analizaron los saldos y el costo total de los accidentes y la generación de índice. Con los mismos criterios ya mencionados en las tablas aparecen únicamente los 20 segmentos más importantes para cada uno de los análisis que se está detallando. La segmentación que se realiza a continuación varía según los datos con los que cuentan las bases de datos. Cabe señalar que para los años 1996 y 1997, la segmentación aplicada

es a cada 500 metros, mientras que para los años 1998 y 1999, la segmentación es de un kilómetro. El criterio utilizado para la jerarquización de los 20 segmentos que aparecen en la tabla 7.10; "Saldo y Costo total de los accidentes", se toma en función del costo total de los accidentes y para el caso de la tabla 7.11, "Generación de índices", su jerarquía está en función del índice de Peligrosidad.

Una forma de describir el procedimiento realizado se basa en la selección de los segmentos más peligrosos, cuya frecuencia es alta, considerándola como tal, cuando ocurren cuatro o más accidentes por año, originando un punto peligroso o punto negro, según sea el caso. Estos son considerados por la DGST como una parte del camino, la cual puede ser un entronque, una curva, un puente, etc. al cual se le asigna un radio de influencia de un kilómetro.

Hay que mencionar que es de vital importancia conocer la severidad de los accidentes para la pronta aplicación de acciones tendientes a disminuirla e identificar los tramos peligrosos; para esto se suele apoyar en los siete procedimientos siguientes, cuya eficiencia y precisión está en aumento para identificar los segmentos.

- *Frecuencia de los accidentes.*- Se considera sólo el número de accidentes en cada tramo de la red, considerándose como peligrosos aquellos en los que se producen 10 o más accidentes por año, tiene el inconveniente de que no considera ni el volumen de tránsito ni la gravedad de los accidentes.

- *Índice de peligrosidad.* Considera conjuntamente el número de accidentes y el volumen de tránsito y se expresa en accidentes por  $10^6$  vehículos x kilómetro. Los tramos de la red se ordenan en función de su índice, estableciéndose un valor crítico del mismo, a partir del cual los tramos se consideran peligrosos.
- *Método combinado frecuencia-índice de peligrosidad.* Consiste en seleccionar primero una serie de tramos, en función de la frecuencia de los accidentes, y jerarquizar las acciones en función del índice de peligrosidad.
- *Método del intervalo de confianza.* Se basa en la aplicación de un test estadístico para determinar si el índice de peligrosidad de un determinado tramo es significativamente más alto que un cierto valor medio, previamente determinado para tramos de similares características, aceptando que la ocurrencia de los accidentes sigue la distribución de Poisson. El índice crítico, a partir del cual un tramo se considera peligroso es:

$$I_c = I_m + K \frac{R_m}{M} + \frac{1}{2\sqrt{M}}$$

Donde:

$I_c$ = Índice crítico para un tramo determinado en accidentes por 100 millones de veh-km o por millón de vehículos en intersecciones o tramos cortos.

$I_m$ = Índice medio de todos los tramos de características similares o en carreteras del mismo tipo.

$R_m$ = Frecuencia media de los accidentes

M = Volumen total del tránsito en el tramo, en el período considerado en  $10^8$  veh-km o  $10^6$  veh.

K = Factor de probabilidad, que es función del nivel de significación. Los valores de K que corresponden a varios valores del nivel de significación P son:

<b>P:</b>	0,001	0,005	0,0075	0,05	0,075	0,10
<b>K:</b>	3,09	2,576	1,96	1,645	1,440	1,282

Los valores de K más comúnmente adoptados son 2,576 (P=0.005) y 1,645 (P=0,05).

- *Índice de gravedad de los accidentes.* Los accidentes pueden clasificarse, en función de su gravedad, en las siguientes categorías:

M: accidentes mortales (1 o más víctimas mortales)

V: accidentes con víctimas. Pueden dividirse en:

Tipo A : Con heridos graves (precisan hospitalización prolongada)

Tipo B : Con heridos leves (precisan atención médica, pero no hospitalización prolongada)

Tipo C : Con sólo contusiones ( no precisan hospitalización)

P: accidentes con sólo daños materiales (sin víctimas)

El índice de gravedad de los accidentes  $G$ , en cada tramo de la red, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$G = K_1 (F+A) + K_2 (B+C) + P$$

Donde:

- $G$  = Índice de gravedad;
- $K_1$  = Coeficiente de ponderación para los accidentes mortales o con heridos graves;
- $F+A$  = Número de accidentes mortales o con víctimas tipo A;
- $K_2$  = Coeficiente de ponderación para los accidentes sólo con heridos leves;
- $B+C$  = Número de accidentes con víctimas tipo B y C;
- $P$  = Número de accidentes sólo con daños materiales.

Cada accidente se clasifica en la categoría que corresponde a su consecuencia más grave, y se cuenta sólo una vez al aplicar la ecuación. Los tramos se clasifican por el orden correspondiente a su índice de gravedad.

El método se puede aplicar también considerando los costos medios equivalentes para cada tipo de accidente.

- *Índice de riesgo.* El método se basa en establecer las distintas características que influyen en la peligrosidad de un tramo, definir para cada una de ellas una función de peligrosidad de valor comprendido entre 0 y 100,

que expresa el riesgo de accidente en función del valor de la característica, asignar pesos distintos a cada una de las características consideradas para tener en cuenta su grado de influencia en la seguridad, y calcular un índice de peligrosidad ponderado. Los tramos cuyo índice de peligrosidad sobrepasa un valor predeterminado, son considerados peligrosos.

## VII.5.1 Saldos y Costo total de los accidentes.

Tabla 7.10a.- Saldos y Costo total de los accidentes, por segmento, para 1996.

Nombre del segmento	Kilometraje	Nº de Accidentes	Nº de Muertos	Nº de Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	044+000 044+500	7	43	15	116,600	4'360,344.12
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	077+500 078+000	3	6	8	48,800	630,421.90
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	059+000 059+500	3	4	9	114,200	442,028.29
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	073+000 073+500	2	4	2	121,000	421,923.15
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	048+500 049+000	1	4	4	15,000	413,973.94
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	041+000 041+500	2	3	2	54,500	313,106.20
T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	029+000 029+500	2	3	3	25,300	312,529.39
T.IZQ. BAÑOS AMAJAC - T.IZQ. METZTITLAN	052+000 052-500	1	3	0	16,000	302,105.54
T.IZQ.ACAXOCHITLAN 1. ACCESO.- T.IZQ.ACAXOCHITLAN 2o. ACCESO	022+500 023+000	2	3	0	12,000	301,579.16
PORTEZUELO - JONACAPA	024+000 024+500	3	2	5	65,000	223,553.76
T.IZQ. NOPALA - LIM.EDOS. HGO./QRO.	064+000 064+500	2	2	6	37,000	222,869.06
T.IZQ. NOPALA - LIM.EDOS. HGO./QRO.	063+000 063+500	1	2	5	50,000	221,579.81
JONACAPA - HUICHAPAN	034+500 035+000	2	2	2	33,500	210,408.47
PACHUCA-T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	006+000 006+500	2	2	2	24,000	209,158.31
T.IZQ. ZACUALTIPAN - NONOALCO	108+500 109+000	3	2	0	52,000	206,843.01
X.C.(OTUMBA-TIZAYUCA) - T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE)	056+000 056+500	1	2	2	6,000	206,789.58
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	061+000 061+500	4	1	15	63,200	153,316.88
X.C.(OTUMBA-TIZAYUCA) - T.C.(MEXICO-PACHUCA(LIBRE)	057+000 057+500	11	1	9	75,000	136,869.72
PACHUCA - T.IZQ. MINERAL EL CHICO	008+000 008+500	5	1	10	44,100	135,803.40
T.IZQ. METZTITLAN - T.IZQ. ZACUALTIPAN	084+500 085+000	5	1	6	116,000	133,265.17

Fuente: Base de datos de la investigación Administración de la Información de Accidentes Carreteros. Elaboración propia.

Tabla 7.10b.- Saldos y Costo total de los accidentes, por segmento, para 1997.

Nombre del segmento	Kilometraje	Nº de Accidentes	Nº de Muertos	Nº de Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
RANCHO VIEJO - T. IZQ. PISA FLORES	204+600	1	15	22	200,000	1'591,258.90
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	060+400	1	4	44	150,000	550,944.18
PORTEZUELO - JONACAPA	015+600	1	5	0	10,000	501,262.95
PACHUCA - T. C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	001+700	1	5	0	200	500,025.26
RANCHO VIEJO - T. IZQ. PISA FLORES	214+900	1	4	11	120,000	448,155.34
LIBRAMIENTO PACHUCA	008+200	1	4	0	112,000	414,144.99
T. IZQ. MINERAL DEL CHICO - T. DER. RAL DEL MONTE	006+900	1	4	2	30,000	409,788.84
LIBRAMIENTO PACHUCA	014+000	1	4	0	300	400,037.89
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	060+300	1	3	1	8,000	304,010.36
T. IZQ. ACAXOCHITLAN 2o ACCESO - LIM. EDOS. HGO./PUE.	080+200	1	3	0	30,000	303,788.84
PACHUCA - T. C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	011+100	1	3	0	6,000	300,757.77
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	060+500	1	2	30	60,000	297,577.67
TERMINA TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	055+800	1	2	17	80,000	261,103.56
LIBRAMIENTO PACHUCA	014+000	1	2	4	5,500	212,694.62
PORTEZUELO - JONACAPA	011+150	1	2	2	7,000	206,884.06
RANCHO VIEJO - T. IZQ. PISA FLORES	206+200	1	2	0	8,000	201,010.36
T. IZQ. ACATLAN - TERMINA TULANCINGO	040+500	1	2	0	8,000	201,010.36
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	079+100	1	1	4	70,000	120,840.62
PORTEZUELO - JONACAPA	005+800	1	1	6	8,000	119,010.36
PORTEZUELO - JONACAPA	017+250	1	1	1	120,000	118,155.34

Fuente: Base de datos de la Policía Federal de Caminos. (Elaboración propia).

Tabla 7.10c.- Saldos y Costo total de los accidentes, por segmento, para 1998.

Nombre del segmento	Kilometraje	Nº de Accidentes	Nº de Muertos	Nº de Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
T.C.(VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	40	15	6	2	33,5100	642,679.07
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	35	2	6	2	5,0000	611,472.85
IXMIQUILPAN - PORTEZUELO	76	5	6	1	4,7200	608,166.37
RANCHO VIEJO - T. IZQ. PISA FLORES	140	6	5	25	7,5000	583,209.28
PORTEZUELO - JONACAPA	15	5	4	0	65,1000	471,256.57
LIBRAMIENTO PACHUCA	13	16	4	11	15,1150	449,544.44
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	82	5	4	4	7,5000	420,209.28
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	85	16	3	9	25,0500	354,419.00
LIM. EDOS. MEX./HGO.- T. C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA))	50	4	3	13	5,7000	345,239.05
PACHUCA - T. C.(VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	0	16	3	8	15,5500	341,020.58
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	80	8	3	7	15,8500	330,348.95
LIM. EDOS. MEX./HGO.- T. C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA))	54	4	3	1	15,8900	320,392.73
T. DER. MINAS VIEJAS - JACALA	86	4	2	27	20,8700	303,843.70
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	61	19	2	11	26,9500	262,498.69
T.C.(VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	41	12	2	10	20,0250	251,918.78
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	48	7	2	3	25,3000	236,692.64
LIM. EDOS. MEX./HGO.- T. C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA))	58	11	2	7	10,5000	232,492.99
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	50	8	2	4	16,7000	230,279.33
TERMINA TULANCINGO - T. IZQ. HUAYACOCOTLA	12	7	2	4	16,6500	230,224.61
LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C.(PACHUCA-TULANCINGO)	62	1	2	9	2,5000	229,736.43

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.10d.- Saldos y Costo total de los accidentes, por segmento, para 1999.

Nombre del segmento	Kilometraje	Nº de Accidentes	Nº de Muertos	Nº de Lesionados	Daños Materiales (Dólares)	Costo Total de los Accidentes (Dólares)
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	82	12	4	3	82,500	417,628.80
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	40	5	3	23	80,000	377,367.33
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	65	10	3	6	258,500	345,036.92
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	61	3	3	2	208,200	327,775.96
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	78	10	3	3	135,000	323,119.86
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	69	11	3	3	134,800	323,098.94
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. TEPEJI DEL RIO	67	3	3	0	174,000	318,198.93
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	63	3	3	1	54,000	308,647.94
T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	26	1	3	1	23,000	305,405.61
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER. ATOTONILCO	15	1	3	0	9,000	300,941.32
T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX.	70	11	2	16	205,000	269,441.27
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	83	18	2	8	426,400	268,597.85
T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX.	71	14	2	11	281,400	262,432.07
PORTEZUELO - JONACAPA	1	8	2	12	180,000	254,826.48
T.C.(VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	42	15	2	12	153,000	252,002.51
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	75	5	2	9	130,300	240,628.28
T. C. (PORTEZUELO_PALMILLAS) - T. IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO)	13	1	2	11	30,000	236,137.75
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	77	6	2	6	146,500	233,322.66
T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA) - PACHUCA	72	5	2	3	210,000	230,964.23
LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA))	59	4	2	6	101,000	228,563.75

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

VII.5.2 Generación de Índices por segmento.

Tabla 7.11a.- Generación de índices, por segmento, para 1996.

Nombre del segmento	kilometraje	id_unico	Índice de accidentalidad	Índice de mortalidad	Índice de morbilidad	Índice de peligrosidad
HUEJUTLA-SAN FELIPE ORIZATLAN	015+000 - 015+500	135014001	0.08	0.08	0.16	0.90
HUEJUTLA-SAN FELIPE ORIZATLAN	006+500 - 007+000	135014001	0.08	0.08	0.08	0.74
HUEJUTLA-SAN FELIPE ORIZATLAN	023+500 - 024+000	135014001	0.08	0.00	0.16	0.41
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	002+500 - 003+000	135155001	0.08	0.02	0.06	0.33
HUEJUTLA-SAN FELIPE ORIZATLAN	007+500 - 008+000	135014001	0.08	0.00	0.08	0.25
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	004+000 - 004+500	135155001	0.06	0.00	0.08	0.23
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	001+000 - 001+500	135155001	0.04	0.02	0.02	0.21
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	002+000 - 002+500	135155001	0.06	0.00	0.06	0.18
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	000+500 - 001+000	135155001	0.02	0.02	0.00	0.14
T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	044+000 - 044+500	131311208	0.00	0.02	0.01	0.12
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	004+500 - 005+000	135155001	0.10	0.00	0.00	0.10
TEHUETLAN - T.DER. LA CANDELARIA	209+500 - 210+000	130011312	0.00	0.00	0.03	0.09
HUEJUTLA-SAN FELIPE ORIZATLAN	012+000 - 012+500	135014001	0.08	0.00	0.00	0.08
HUEJUTLA-SAN FELIPE ORIZATLAN	019+500 - 020+000	135014001	0.08	0.00	0.00	0.08
HUEJUTLA-SAN FELIPE ORIZATLAN	010+500 - 011+000	135014001	0.08	0.00	0.00	0.08
X.(MOLANGO-XOCHICAOTLAN) - QUETZALTONGO	135+000 - 135+500	130011309	0.01	0.01	0.02	0.07
RAMAL ATLAPEXCO-HUAUTLA	003+000 - 003+500	135098001	0.02	0.01	0.01	0.07
RAMAL TEPEJI DEL RIO-CORRALES	001+500 - 002+000	135155001	0.02	0.00	0.02	0.06
X.(MOLANGO-XOCHICAOTLAN) - QUETZALTONGO	146+500 - 147+000	130011309	0.01	0.01	0.01	0.05
RAMAL ATLAPEXCO-HUAUTLA	002+000 - 002+500	135098001	0.01	0.01	0.01	0.05

Fuente: Base de datos de la investigación Administración de la Información de Accidentes Carreteros. Elaboración propia.

Tabla 7.11b.- Generación de índices, por segmento, para 1997.

Nombre del segmento	kilometraje	id_unico	Índice de accidentalidad	Índice de mortalidad	Índice de morbilidad	Índice de peligrosidad
RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	204+600	130002306	0.01	0.08	0.12	0.76
RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	214+900	130002306	0.01	0.02	0.06	0.26
TLANCHINOL - TEHUETLAN	158+250	130011311	0.01	0.00	0.09	0.18
ACCESO A ACAXOCHITLAN	002+000	135411001	0.01	0.00	0.04	0.10
RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	206+200	130002306	0.01	0.01	0.00	0.07
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	060+400	131325703	0.00	0.00	0.03	0.07
CHAPULHUACAN - LIM. EDOS. HGO./S.L.P.	247+200	130002308	0.00	0.00	0.03	0.06
CHAPULHUACAN - LIM. EDOS. HGO./S.L.P.	247+200	130002308	0.00	0.00	0.03	0.06
RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	202+670	130002306	0.01	0.00	0.03	0.06
T.DER. MINAS VIEJAS - JACALA	170+600	130002304	0.00	0.00	0.03	0.06
NONOALCO - X. (MOLANGO-XOCHICAO TLAN)	120+950	130011308	0.00	0.00	0.02	0.05
T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO) - T.IZQ. ZIMAPAN (2 ACCESO)	118+600	130002302	0.00	0.00	0.02	0.05
T.IZQ. BAÑOS AMAJAC - T.IZQ. METZTITLAN	039+300	130011305	0.00	0.00	0.02	0.05
T.IZQ. PISA FLORES - CHAPULHUACAN	241+200	130002307	0.01	0.01	0.01	0.05
ACTOPAN - T. IZQ. TULA	060+500	131325703	0.00	0.00	0.02	0.05
QUETZALTONGO - TLANCHINOL	147+000	130011310	0.01	0.00	0.02	0.05
TLANCHINOL - TEHUETLAN	160+200	130011311	0.01	0.01	0.00	0.04
JACALA - RANCHO VIEJO	186+200	130002305	0.00	0.00	0.02	0.04
X. (MOLANGO-XOCHICAO TLAN) - QUETZALTONGO	131+800	130011309	0.01	0.00	0.02	0.04
X. (MOLANGO-XOCHICAO TLAN) - QUETZALTONGO	137+000	130011309	0.01	0.01	0.00	0.04

Fuente: Base de datos de la Policía Federal de Caminos. (Elaboración propia).

Tabla 7.11c.- Generación de índices, por segmento, para 1998.

Nombre del segmento	kilometraje	id_unico	Índice de accidentalidad	Índice de mortalidad	Índice de morbilidad	Índice de peligrosidad
RAMAL TEPEJI DEL RIO – CORRALES	5	135155001	0.03	0.02	0.05	0.23
RANCHO VIEJO - T.IZQ. PISA FLORES	140	130002306	0.01	0.01	0.06	0.21
T.DER. MINAS VIEJAS - JACALA	86	130002304	0.01	0.00	0.06	0.15
HUEJUTLA - SAN FELIPE ORIZATLAN	7	135014001	0.04	0.00	0.04	0.13
RAMAL TEPEJI DEL RIO – CORRALES	3	135155001	0.02	0.00	0.05	0.11
RAMAL TEPEJI DEL RIO – CORRALES	4	135155001	0.04	0.00	0.03	0.10
HUEJUTLA - SAN FELIPE ORIZATLAN	12	135014001	0.08	0.00	0.00	0.08
RAMAL TEPEJI DEL RIO – CORRALES	6	135155001	0.05	0.00	0.02	0.08
RAMAL TEPEJI DEL RIO – CORRALES	14	135155001	0.02	0.01	0.01	0.08
RAMAL TEPEJI DEL RIO – CORRALES	1	135155001	0.03	0.00	0.01	0.05
HUEJUTLA - SAN FELIPE ORIZATLAN	4	135014001	0.04	0.00	0.00	0.04
HUEJUTLA - SAN FELIPE ORIZATLAN	14	135014001	0.04	0.00	0.00	0.04
T.IZQ. PISA FLORES – CHAPULHUACAN	159	130002307	0.02	0.00	0.01	0.03
T.DER. LA CANDELARIA - T.IZQ. HUEJUTLA	213	130011313	0.01	0.00	0.01	0.03
NONOALCO - X. (MOLANGO-XOCHICOATLAN)	123	130011308	0.00	0.00	0.01	0.03
JACALA - RANCHO VIEJO	103	130002305	0.00	0.00	0.01	0.03
TLANCHINOL – TEHUETLAN	162	130011311	0.00	0.00	0.00	0.03
T. DER. ATOTONILCO – TULA	30	130015903	0.01	0.00	0.01	0.03
T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	88	130043107	0.01	0.00	0.01	0.02
RAMAL TEPEJI DEL RIO – CORRALES	8	135155001	0.01	0.00	0.01	0.02

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

Tabla 7.11d.- Generación de índices, por segmento, para 1999.

Nombre del segmento	kilometraje	id_unico	Índice de accidentalidad	Índice de mortalidad	Índice de morbilidad	Índice de peligrosidad
LIBRAMIENTO PACHUCA	13	135042001	1.09	0.04	0.38	2.06
LIBRAMIENTO PACHUCA	11	135042001	0.71	0.04	0.38	1.69
LIBRAMIENTO PACHUCA	12	135042001	0.83	0.00	0.30	1.43
LIBRAMIENTO PACHUCA	8	135042001	0.90	0.04	0.11	1.35
LIBRAMIENTO PACHUCA	10	135042001	0.34	0.04	0.26	1.09
LIBRAMIENTO PACHUCA	9	135042001	0.64	0.04	0.08	1.01
LIBRAMIENTO PACHUCA	7	135042001	0.49	0.00	0.26	1.01
LIBRAMIENTO PACHUCA	14	135042001	0.23	0.00	0.34	0.90
LIBRAMIENTO PACHUCA	4	135042001	0.23	0.00	0.26	0.75
LIBRAMIENTO PACHUCA	1	135042001	0.11	0.00	0.30	0.71
LIBRAMIENTO PACHUCA	0	135042001	0.19	0.04	0.08	0.56
LIBRAMIENTO PACHUCA	2	135042001	0.11	0.00	0.15	0.41
LIBRAMIENTO PACHUCA	3	135042001	0.23	0.00	0.04	0.30
LIBRAMIENTO PACHUCA	5	135042001	0.23	0.00	0.04	0.30
HUEJUTLA - SAN FELIPE ORIZATLAN	11	135014001	0.04	0.00	0.08	0.19
LIBRAMIENTO PACHUCA	15	135042001	0.11	0.00	0.00	0.11
LIBRAMIENTO PACHUCA	6	135042001	0.08	0.00	0.00	0.08
RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	6	135155001	0.00	0.00	0.03	0.06
RAMAL TEPEJI DEL RIO - CORRALES	5	135155001	0.01	0.00	0.01	0.04
T.C (PORTEZUELO-PALMILLAS) - T.IZQ. ZIMAPAN (1 ACCESO)	15	130002301	0.00	0.00	0.01	0.04

Fuente: Base de datos de la Unidad de Servicios Técnicos del centro SCT de Hidalgo. (Elaboración propia).

## **Capítulo VIII. GENERACIÓN DE RESULTADOS.**

En este capítulo se muestran algunas de las representaciones y resultados que pueden obtenerse; con el método propuesto; las alternativas que el sistema puede desarrollar no se limitan a las presentadas a continuación, pues aquí solo se muestran algunas de las consideraciones de mayor relevancia, según la información que se maneja en la elaboración de esta tesis.

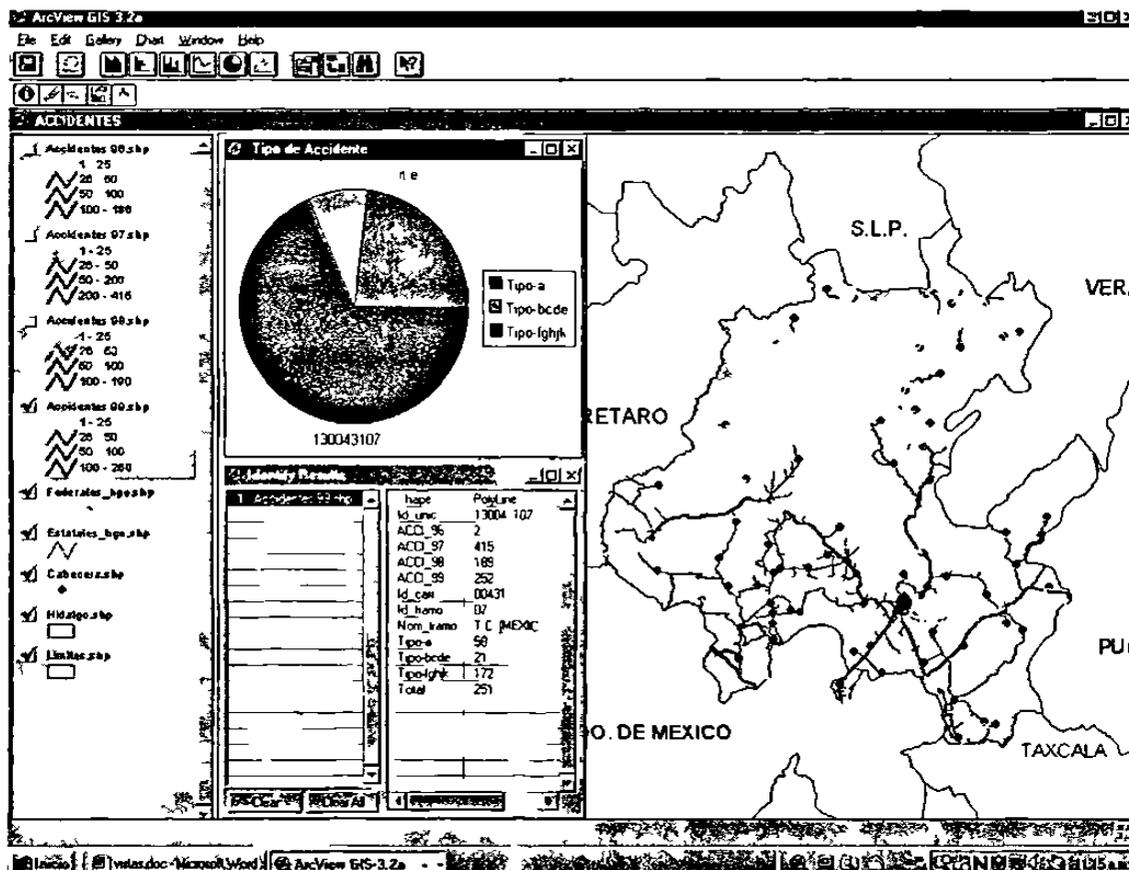
### ***VIII.1 Alternativas de Representación de la Información.***

***VIII.1.1 Representación de los accidentes por tramo carretero.***- Las figuras que a continuación se muestran, son sólo algunas de las posibles alternativas que los SIG permiten, para representar la información contenida en las bases de datos de las cuales se alimenta. En el caso siguiente, se puede visualizar el número de accidentes ocurridos en las carreteras federales del estado de Hidalgo, representado en el nivel de tramos. Estas figuras fueron generadas a partir de cuatro bases de datos, una para cada año del estudio; estas bases tienen toda la información contenida en las tablas del capítulo anterior. Para lograr estas figuras es necesario unir toda la información de los accidentes como número y clasificación de accidentes por consecuencia y tipo, índices y la longitud del tramo; por último, también fue necesario agregar los vehículos kilómetro y los niveles de servicio; todos estos datos están representados en figuras independientes.

En la figura 8.1, nombrada "ACCIDENTES", se encuentran contenidos los temas de accidentes 96 shp, accidentes 97 shp, accidentes 98 shp y accidentes 99 shp. Es éste último el que se encuentra activado en el gráfico ya que indica los tramos más peligrosos de acuerdo con el rango establecido, ubicado en el extremo izquierdo, y representación geográficamente, con números y colores distintos, mediante líneas sobrepuestas en las carreteras, clasificándolas así en tramos de frecuencias. La información que se observa corresponde al año 1999.

Es por medio de este gráfico que rápidamente se puede identificar los tramos que tienen mayor frecuencia de accidentes. La tabla 8.1 incluye una lista de los tramos donde se registraron mayor número de accidentes. Es muy común que en la zona Metropolitana de Pachuca "LIBRAMIENTO PACHUCA" y algunos tramos cercanos ocurre tal número de accidentes, por la gran cantidad de parque vehicular existente; sin embargo, dentro de esta clasificación también se encuentran los tramos: ACTOPAN – T. IZQ. TULA, X.C. (OTUMBA TIZAYUCA) – T.C. (MEXICO PACHUCA (LIBRE)), PACHUCA – T.C. (VENTA DE CARPIO -TULANCINGO).

Figura 8.1.- Accidentes por tramo de 1999.



En este gráfico, además de mostrar la información de los accidentes de 1999, se incluye una gráfica en forma de pastel que muestra los tipos de accidentes que ocurren en el tramo T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA)) – PACHUCA. También se muestra una ventana de identificación "Identifi Results", donde se presentan las condiciones que prevalecen en dicho tramo.

Es posible crear gráficas dentro de las vistas, a partir de cualquier tabla. Sólo se tiene que abrir una tabla de atributos y ponerla activa; luego, desde los comandos o botones, escoger el botón "crear gráfica ", se seleccionan los

elementos o campos que se desee representar en la gráfica y finalmente se escoge la forma y tipo de gráfica. También podemos elegir entre, color, tamaño y presentación deseada.

Tabla 8.1.- Tramos con mayor número de accidentes.

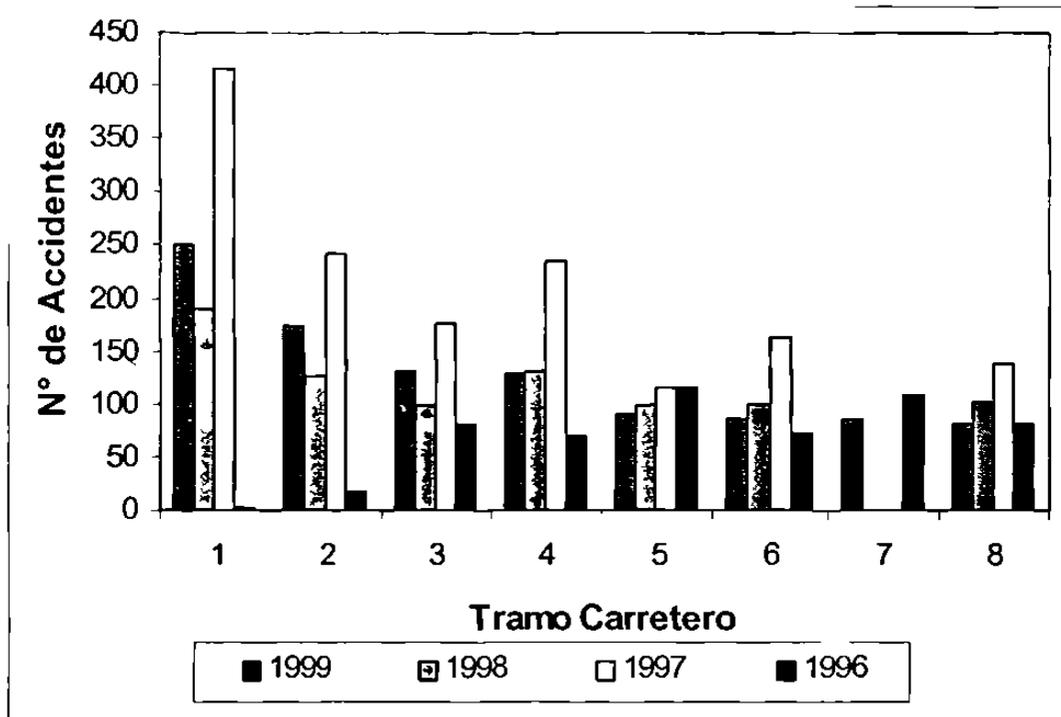
N°	Nombre del tramo	N° de Accidentes			
		1999	1998	1997	1996
1	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	252	189	415	2
2	LIBRAMIENTO PACHUCA	173	126	241	17
3	PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	132	99	176	82
4	ACTOPAN - T. IZQ. TULA	129	131	236	70
5	T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	90	100	115	115
6	T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	86	99	163	73
7	T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX.	85	0	0	109
8	LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	81	102	137	81
	<b>total</b>	<b>1028</b>	<b>846</b>	<b>1483</b>	<b>549</b>
	total estatal	2070	1809	2841	1571
	porcentaje	49.66	46.77	52.20	34.95

En la tabla se pueden observar los tramos carreteros donde se genera el mayor número de accidentes y también podemos observar un total de los accidentes ocurridos en estos 8 tramos más peligrosos, el total estatal ocurrido por año y el porcentaje de accidentes, el cual se encuentra cercano al 50%, indicándonos que es en estos 8 tramos donde ocurre la mitad de accidentes del estado de Hidalgo.

En la figura 8.2 se encuentra cada uno de los 8 tramos listados en la tabla anterior, los cuales fueron numerados para su fácil identificación. En la gráfica

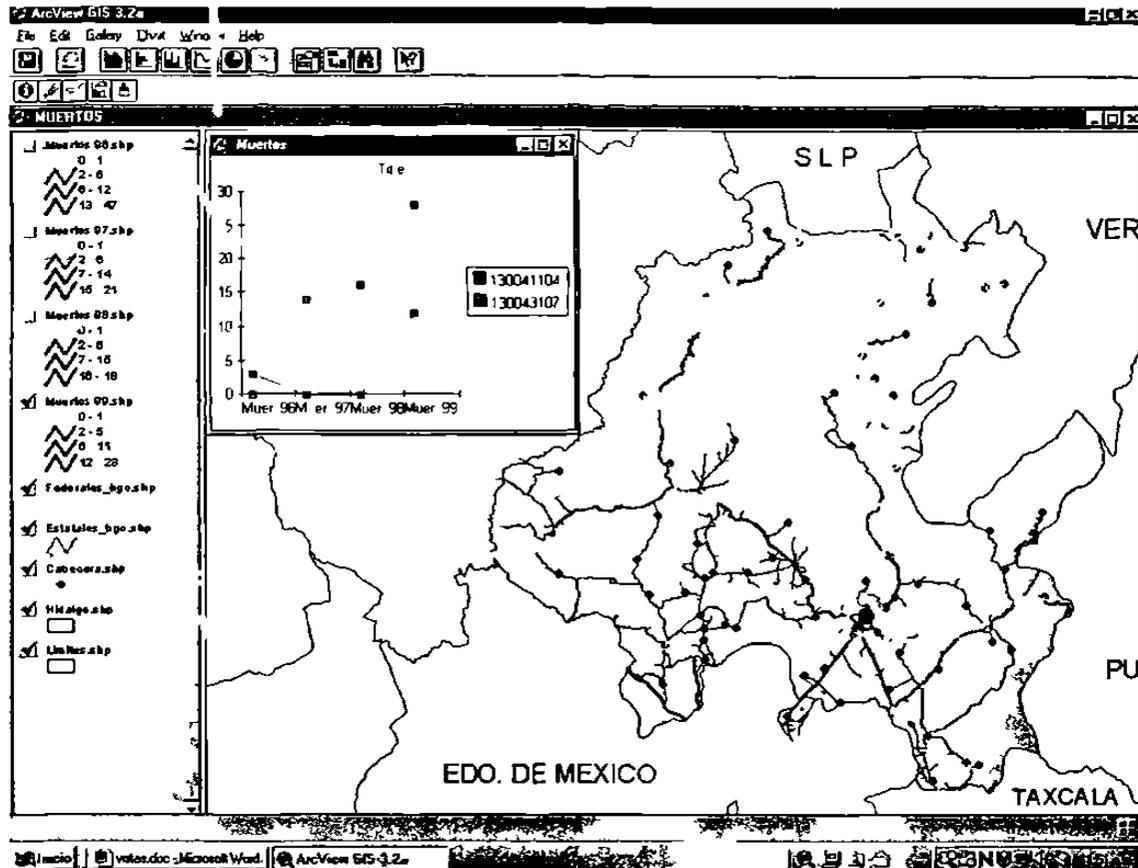
se puede observar que el tramo con el número 1, que corresponde a T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) – PACHUCA, sobresale generando la mayor cantidad de accidentes.

Figura 8.2.- Gráfica de los tramos con mayor número de accidentes.



La Figura 8.3, "MUERTOS", muestra la representación geográfica de la información del número de muertos en los tramos de la Red Carretera Federal del estado, la información que se representa corresponde al año 1999. Cabe mencionar que es posible ver la información de cualquier otro año que interese, pero este estudio se enfoca al año 1999.

Figura 8.3.- Número de Muertos en 1999.



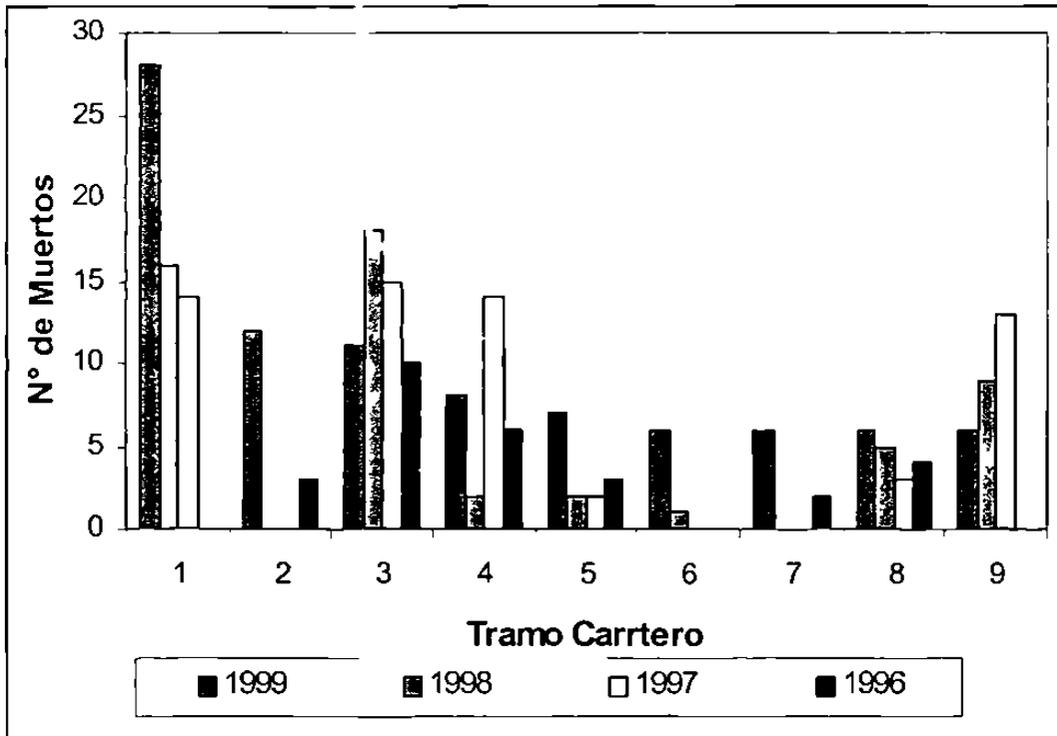
En cada uno de los temas, los muertos están representados mediante niveles, el número de muertos con líneas de colores distintos, el color más crítico o el que representa el máximo valor de registro se encuentra en rojo. En esta figura se puede observar que los tramos carreteros X.C. (OTUMBA TIZAYUCA) – T.C. (MEXICO PACHUCA (LIBRE)) y LIM. EDOS. MEX./HGO. – T.DER. TEPEJI DEL RIO, son donde se registraron entre 12 y 28 muertos, colocándolos en los primeros lugares. Se puede observar que también entre más se aleje uno del área metropolitana, disminuye el número de muertos.

Una vez más, mediante la representación de la información en ArcView, se logró la identificación de los tramos donde ocurren más accidentes con muertos. En la tabla 8.2 se observan los registros obtenidos; aquí podemos observar, el total de muertes accidentales acaecidas en estos 9 tramos, que han pasado a ser cada vez más peligrosos, a través de los cuatro años del estudio y claramente podemos detectar que para el año 1999 generan el 60% de los accidentes con muertos, que ocurren en el estado de Hidalgo.

Tabla 8.2.- Tramos carreteros que reportan mayor número de muertos.

N°	Nombre del tramo	N° de muertos			
		1999	1998	1997	1996
1	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	28	16	14	0
2	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T. DER TEPEJI DEL RIO	12	0	0	3
3	ACTOPAN - T. IZQ. TULA	11	18	15	10
4	PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	8	2	14	6
5	T.DER. REAL DEL MONTE - ATOTONILCO EL GRANDE	7	2	2	3
6	LIM. EDOS. MEX./HGO. - T DER. ATOTONILCO	6	1	0	0
7	T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO/MEX.	6	0	0	2
8	T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	6	5	3	4
9	LIBRAMIENTO PACHUCA	6	9	13	0
	<b>total</b>	<b>90</b>	<b>53</b>	<b>61</b>	<b>28</b>
	total estatal	151	147	144	195
	porcentaje	59.60	36.05	42.36	14.36

Figura 8.4.- Gráfica de los Tramos carreteros que reportan mayor número de muertes.

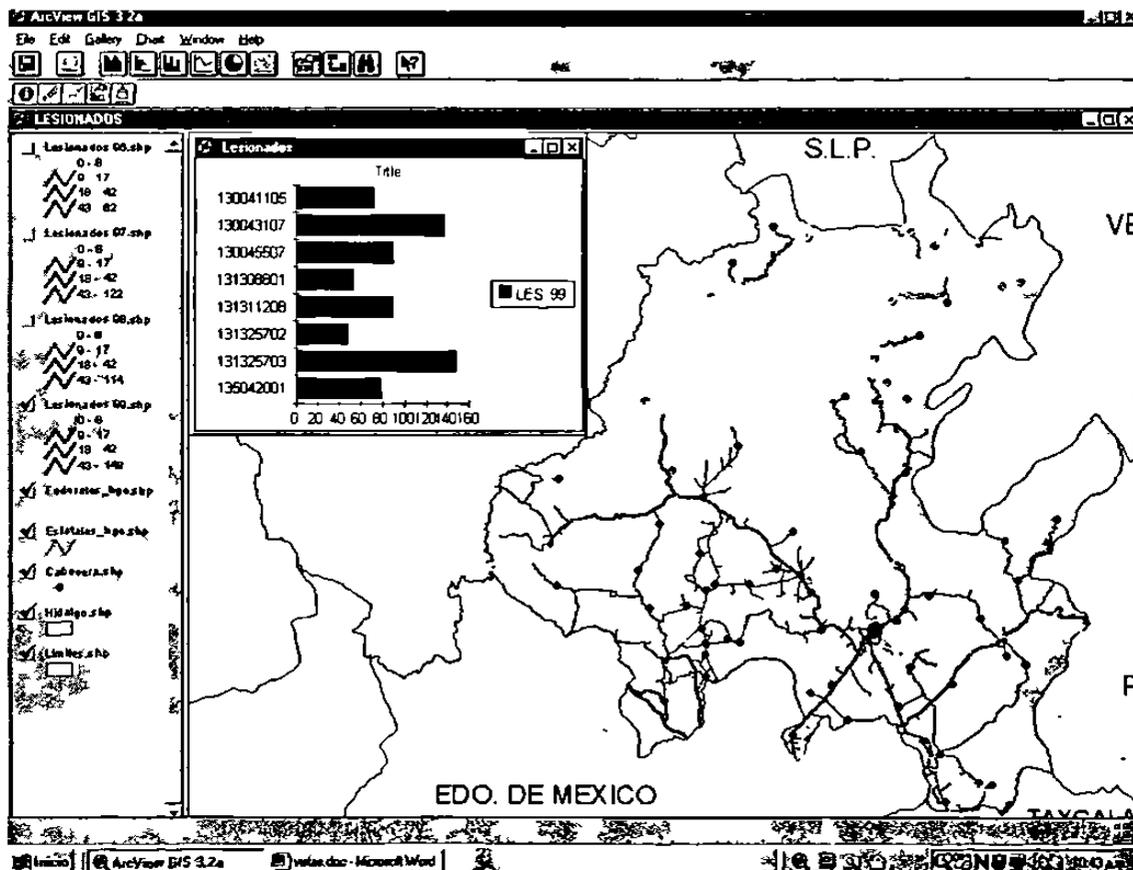


Se Observa que el tramo número 1 T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) – PACHUCA. Sobresale en el año 1999 y con una tendencia a incrementar, al igual que su frecuencia de accidentes. Como se puede ver en la tabla anterior, es sin duda uno de los tramos carreteros donde habrá que aplicar medidas inmediatas, para corregir el gran problema que ahí se genera.

La Figura 8.5 muestra el gráfico nombrado “LESIONADOS”, que es la representación geográfica del número de lesionados en accidentes ocurridos en las carreteras federales del estado de Hidalgo. Nuevamente, la información que se encuentra visible corresponde al año 1999. Como ya se mencionó, cada uno

de los temas están representados mediante niveles, según cada número de lesionados con líneas de diferente color. Cabe mencionar que para fines de identificación, se seleccionaron los mismos colores en todas las gráficas, con la finalidad de obtener homogeneidad y facilidad de apreciación entre las figuras.

Figura 8.5.- Número de Lesionados en 1999.



En esta Figura se pueden apreciar las carreteras de la red federal del estado de Hidalgo, donde se registró el mayor número de lesionados (color rojo). Cabe mencionar que la zona metropolitana de Pachuca tiene muchos problemas de

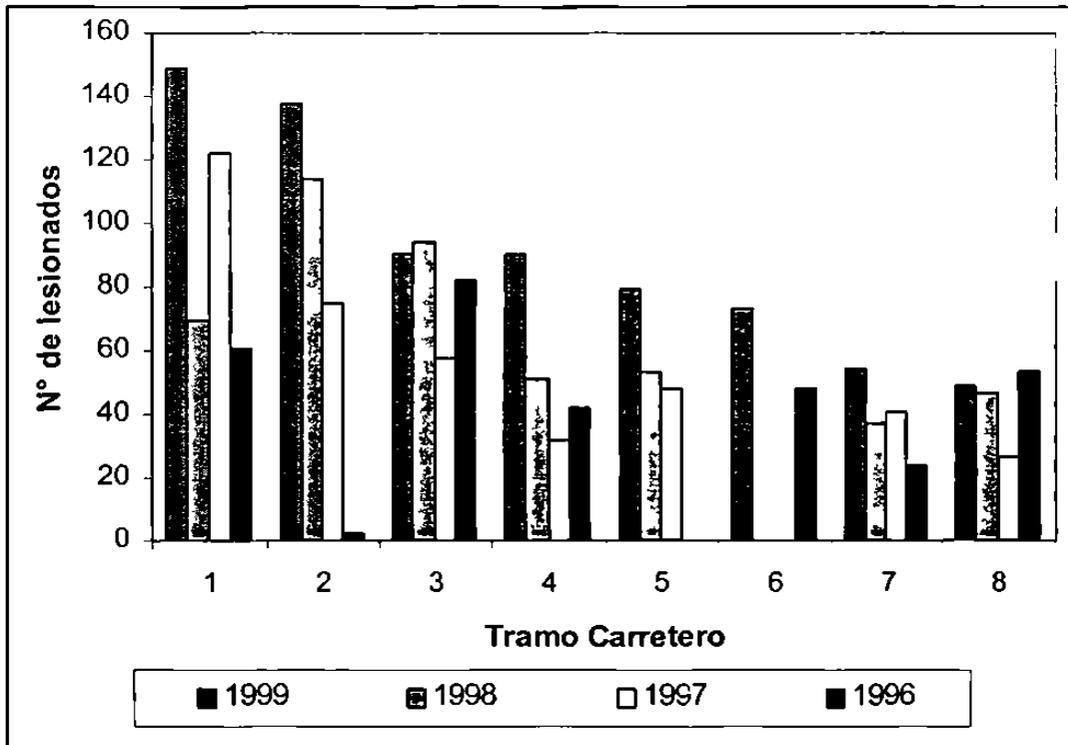
lesionados. También dentro de esta clasificación se encuentran los tramos indicados en la tabla siguiente:

Tabla 8.3.- Tramos carreteros con el mayor número de lesionados en accidentes.

N°	Nombre del tramo	N° de lesionados			
		1999	1998	1997	1996
1	ACTOPAN - T. IZQ. TULA	149	70	122	61
2	T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) - PACHUCA	138	114	75	2
3	LIM. EDOS. MEX./HGO. - X.C. (PACHUCA-TULANCINGO)	90	94	58	82
4	T.C. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO) - TULANCINGO	90	51	32	42
5	LIBRAMIENTO PACHUCA	79	53	48	0
6	T. DER. TEPEJI DEL RIO - LIM. EDOS. HGO./MEX.	73	0	0	48
7	PACHUCA - T CARR. (VENTA DE CARPIO-TULANCINGO)	54	37	41	24
8	T. DER. PACHUCA - ACTOPAN	49	47	27	53
	<b>total</b>	<b>722</b>	<b>466</b>	<b>403</b>	<b>312</b>
	<b>total estatal</b>	<b>1274</b>	<b>1056</b>	<b>1025</b>	<b>812</b>
	<b>porcentaje</b>	<b>56.67</b>	<b>44.13</b>	<b>39.32</b>	<b>38.42</b>

En esta tabla se puede observar que el tramo carretero T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) – PACHUCA, ocupa el segundo lugar estatal en lesionados, pero con una fuerte contribución a los saldos de lesionados con un 11%. Estos ocho tramos generan el 60% de accidentes de tránsito con lesionados, que ocurren en las carreteras federales del estado de Hidalgo.

Figura 8.6.- Gráfica de Tramos carreteros con el mayor número de lesionados en accidentes de tránsito.

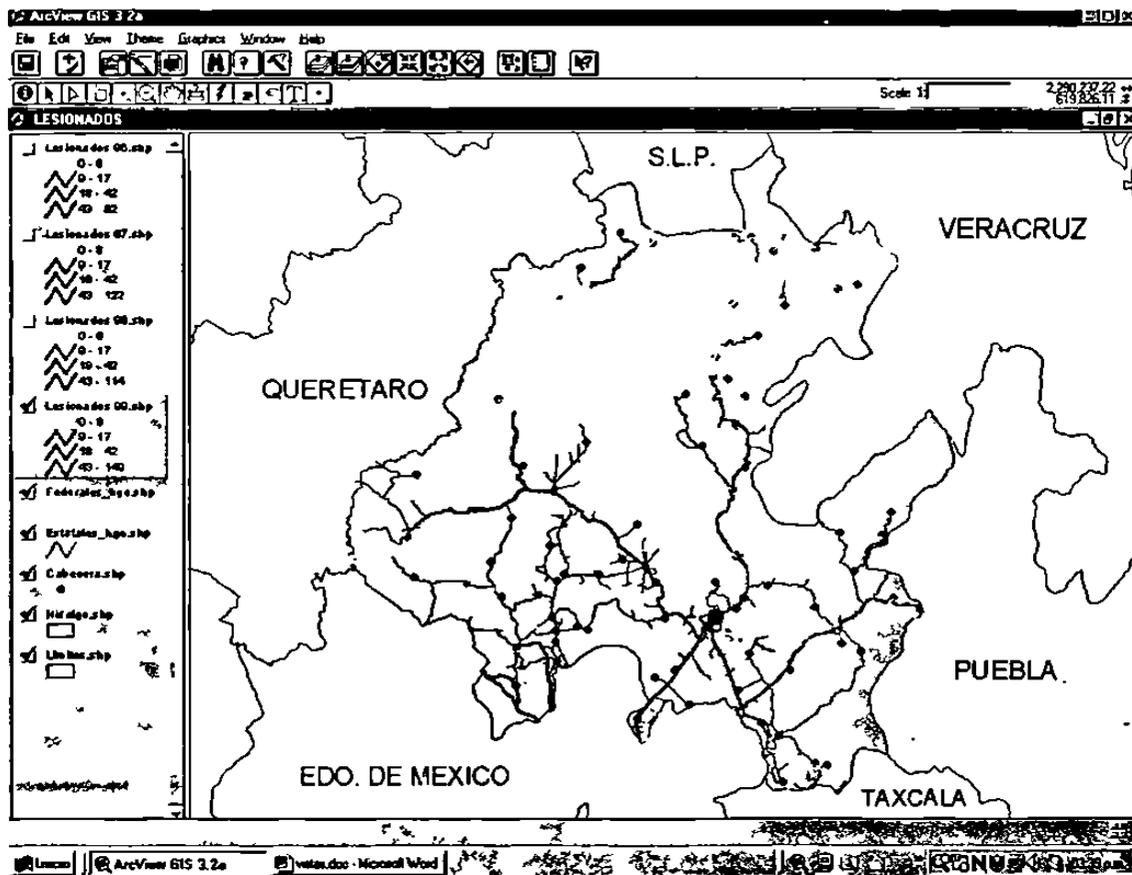


En la figura anterior se puede observar la tendencia de los accidentes de tránsito del tramo T.C. (MEXICO-PACHUCA (CUOTA)) – PACHUCA, con el número 2, que tiende a incrementar, por lo que se deben tomar acciones para abatir el alto índice de accidentes que ahí suceden.

Figura 8.7 en esta gráfica se representan los costos totales de los accidentes de 1999. A la representación en ArcWiew se le nombró "COSTOS TOTALES", las unidades que se utilizan para el manejo de esta información son en miles de

dólares. Cada uno de los temas representa el costo de los accidentes por año y son representados por líneas de distintos colores. En la gráfica se puede observar que los tramos carreteros ACTOPAN – T.IZQ. TULA, X.C. (OTUMBA TIZAYUCA) – T.C. (MEXICO PACHUCA (LIBRE)). Son los más peligrosos en esta categoría.

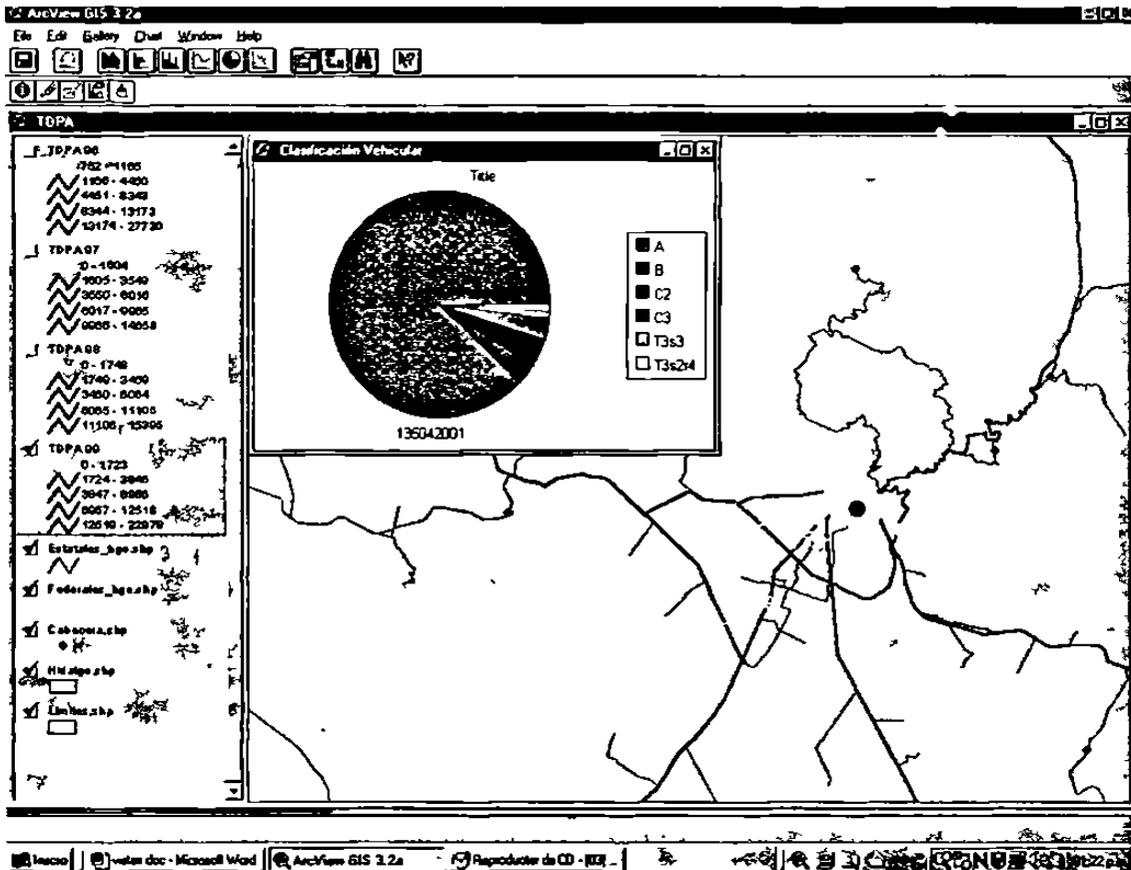
Figura 8.7.- Costo Total de los Accidentes en 1999.



**VIII.1.2.- Representación de la Información de Aforos y Composición Vehicular por Tramos Carreteros.**

A la figura 8.8 le fue agregada la información correspondiente al TDPA y la clasificación vehicular de la DGST, de las carreteras federales de este estado, generándose el gráfico "TDPA".

Figura 8.8.- Tránsito Diario Promedio Anual de 1999.



Aquí el TDPA está representado por 5 líneas de diferentes colores, para una fácil apreciación, siguiendo una graduación de color, con la finalidad de identificar los tramos carreteros más peligrosos inmediatamente. La información visible corresponde al año 1999.

En esta impresión se incluye una gráfica nombrada "Clasificación Vehicular", donde se ha representado la participación por tipo de vehículo, en el tránsito del tramo LIBRAMIENTO PACHUCA, donde el 86% son vehículos ligeros tipo a, 3% son autobuses, y el 11% son vehículos pesados. Esta misma información puede ser representada para cualquier otro tramo de la Red Carretera Federal del estado.

Para conocer el porcentaje de utilización de la red carretera federal del estado de Hidalgo, los rangos fueron tomados de las memorias del Curso Internacional sobre Seguridad en Carreteras [32] y para la tabla siguiente se tomó la clasificación de la DGST, indicando que, de 1 a 3,000 Vehículos se considera un volumen bajo, de 3,000 a 5,000 volumen medio, entre 5,000 y 10,000 se considera alto y finalmente, volúmenes mayores que 10,000 vehículos, es muy alto.

Tabla 8.4.- Porcentaje de utilización vehicular de la longitud de la red carretera federal del estado de Hidalgo y una comparación Nacional según estos niveles.

TDPA	1996	1997	1998	1999	Nacional
1 - 3,000	73	74	74	74	49
3,000 - 5,000	8	7	6	5	20
5,000 - 10,000	14	14	15	15	20
Más de 10,000	5	5	5	6	11
<b>total</b>	100	100	100	100	100

Como se observa en la tabla, el 49% de la red carretera federal del país opera con un volumen menor que 3,000 vehículos, mientras que en Hidalgo, el 74% de la red carretera federal opera en estas mismas condiciones y sólo un 6% tiene un volumen vehicular muy alto.

### **VIII.1.3 Representación de índices.**

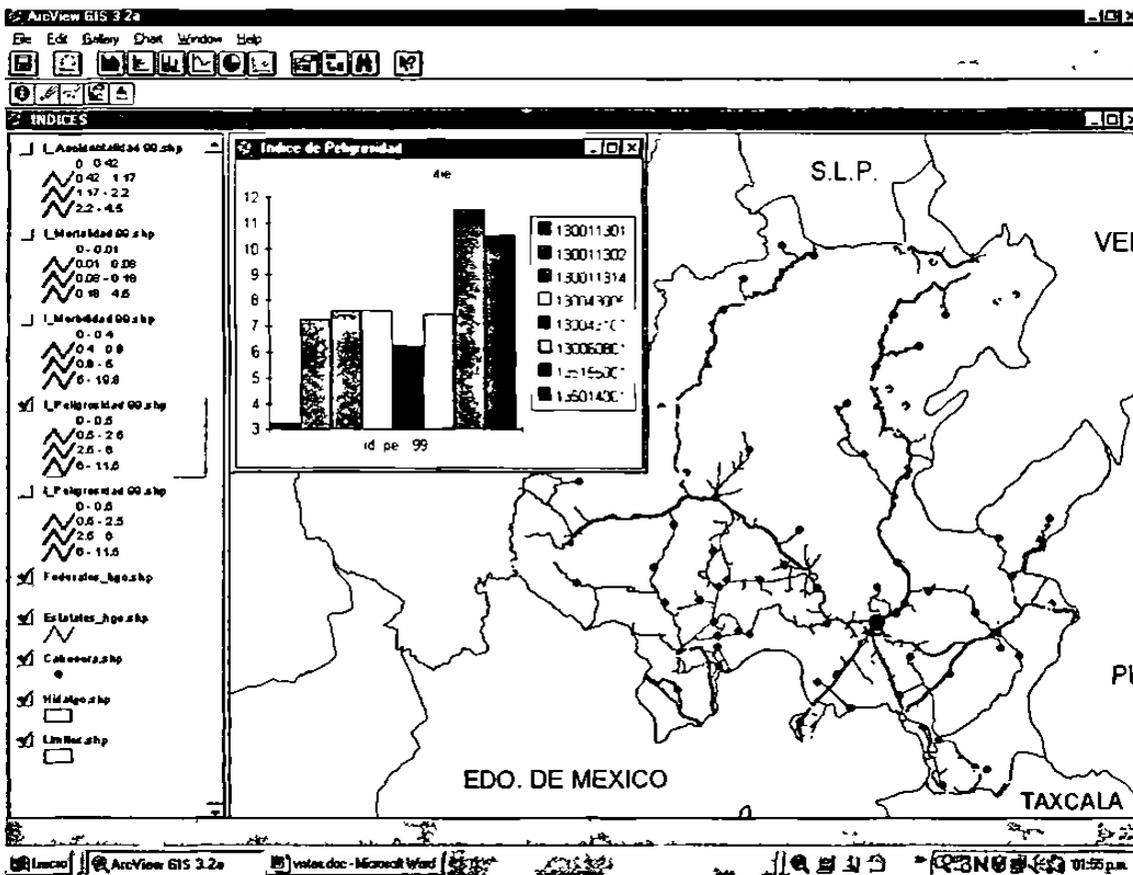
Para realizar la representación de la información de índices generados en la Red Carretera Federal del estado, ésta debe ser traída de los temas 1996.shp, 1997.shp, 1998.shp y 1999.shp, como fue realizado para los ejemplos anteriores de accidentes.

Esta información fue representada en el gráfico 8.9: "INDICES" y aunque sólo están representados los cuatro índices correspondientes al año 1999, no hay que olvidar que el ArcView permite visualizar la información para cualquier otro año. En el grabado sólo se puede observar el índice de Peligrosidad; por ser el que está activado, pero la figura cuenta con los cuatro índices obtenidos en el

capítulo anterior: accidentalidad, mortalidad y morbilidad. En esta figura, los índices fueron representados por cuatro niveles indicados por líneas de colores diferentes, dedicando el color rojo para el valor más crítico.

En la figura también se insertó una gráfica en la que se aprecia el índice de Peligrosidad de los tramos PACHUCA – T.IZQ. MINERAL EL CHICO, T.IZQ. MINERAL EL CHICO – T.DER. REAL DEL MONTE, T.IZQ. HUEJUTLA – LIM. EDOS HGO./VER., LIM. EDOS PUE./HGO. – TEJOCOTAL, T.C. (MEXICO-PACHUCA(CUOTA)) – PACHUCA, TULANCINGO – ACLATAN, RAMAL TEPEJI DEL RIO CORRALES, HUEJUTLA – SAN FELIPE ORIZATLAN. Pues éstos son los más críticos.

Figura 8.9.- índices de accidentalidad por tramos, para 1999.

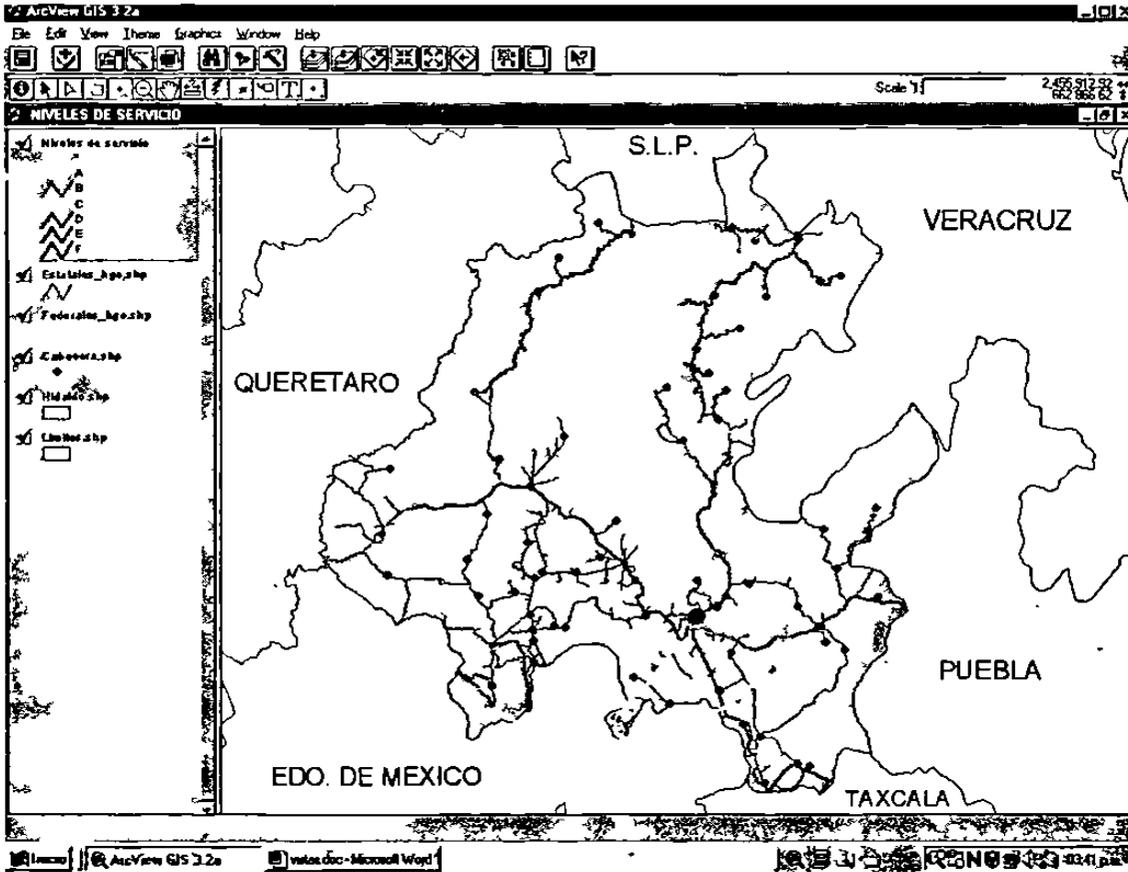


Para conocer la tendencia que tienen los índices, es necesario identificar el porqué de su comportamiento. En el caso del índice de Peligrosidad, entra en juego una serie de variables como lo son: el número de accidentes, el número de muertos, el número de lesionados, la longitud y el TDPA, los cuales harán que aumente o disminuya el valor del índice, según sea el caso.

**VIII.1.4 Representación de Niveles de Servicio.**

En la siguiente vista se integraron bases de datos de los Niveles de Servicio que imperan en la Red Carretera Federal del estado de Hidalgo correspondientes al año 1998, por ser los de mayor actualidad registrados en el IMT.

Figura 8.10.- Niveles de Servicio de las Carreteras Federales del estado de Hidalgo.



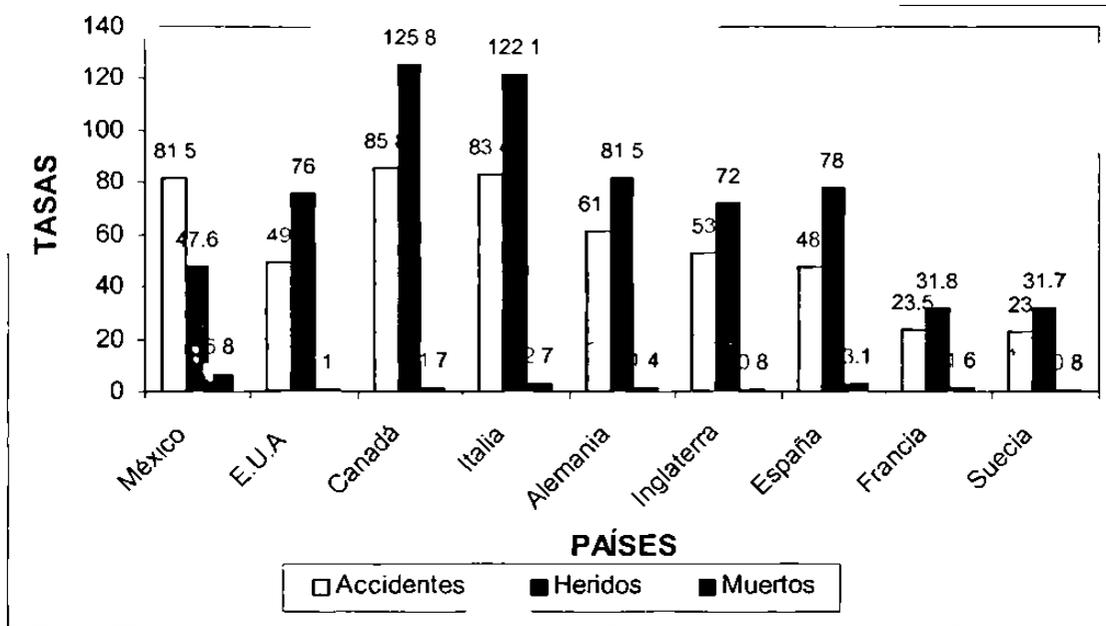
En este grabado los niveles de servicio de los tramos fueron representados mediante líneas de colores distintos, sobrepuestas en una línea blanca, la cual

indica cuáles son los tramos carreteros donde no se cuenta con este dato, en color rojo se puede observar el valor de inoperabilidad o valor máximo. No es posible observar alguna tendencia que permita asegurar que una carretera opera en un nivel de servicio deficiente, en su totalidad.

Se observa que el tramo TULANCINGO – T. IZQ. ACAXOCHITLAN 1 ACCESO y el tramo PACHUCA – T. IZQ. MINERAL EL CHICO, son los que registran el nivel de servicio máximo F. Actualmente, esta última ha sido ampliada de dos a cuatro carriles, con cuerpos separados, por lo que su operabilidad ha sido mejorada de manera notoria.

**VIII.2 Algunas comparaciones entre los problemas de México, y los de países desarrollados.**

Figura 8.11.- Comparación entre México y algunos países desarrollados.



En la figura se puede apreciar, como punto más importante, el índice de muertos, en el cual México ocupa el primer lugar, rebasando hasta por 6 veces el índice correspondiente a los EUA o Inglaterra. Cabe mencionar que en México el índice de motorización es de 0.09%, lo cual marca una referencia de 12 personas por auto, mientras que en EUA es de 0.49% esto es, de 2 personas por auto, lo cual denota que el índice de motorización en México es 6 veces menor que el de los EUA.

[Referencia 23, 24].

Se puede notar también en la figura, que México es el único país en donde existen más accidentes que lesionados; esto podría ser ocasionado porque el grado de severidad en los accidentes no es tan grande como en los otros países; aunque no hay que descartar que el índice de ocupación de un vehículo en México es mucho más bajo. Esto indica que acá no existe una cultura de compartir.

En la actualidad, México cuenta con una red carretera federal de 50,000 kilómetros, donde ocurren anualmente 60,000 accidentes, dejando un saldo de 5,000 muertos, 35,000 lesionados y 1,000 millones de pesos (100 millones de dólares) en daños materiales; incrementándose a una tasa anual de 1.3%. Los accidentes carreteros representan la principal causa de mortandad (40.5% del total). En el centro el problema se ubica la baja inversión en acciones de mejoramiento, en relación con el PIB (1.2 mil millones de dólares), ésta es de 10 a 20 veces menor en proporción con el PIB que en los países desarrollados dedican a la atención del problema. Se estima que para lograr un impacto significativo en el manejo y prevención de los accidentes debe invertirse en cada uno de los próximos 10 años la misma cantidad de dinero que se invirtió en el año 1997 para la atención de algo más de 700 puntos negros (18 millones de pesos). Esta inversión ha sido la más significativa, ya que para el año 1998 la inversión aplicada en la atención de puntos negros fue de 9 millones de pesos y a partir de entonces, la inversión ha sido nula, dejando crecer este problema hasta niveles alarmantes.

Como se mencionó con anterioridad, en el nivel internacional, México se encuentra dentro de los países que observan altos índices de mortalidad, se identifican carencias importantes detectadas en la falta de un esquema institucional de planeación y de una organización coordinadora y gestora con capacidad de actuación propia y con influencia en las actividades de las distintas organizaciones involucradas en la seguridad de las carreteras. Dentro de las carencias más importantes, en relación con las de otros países, son:

- Carencia de objetivos de mediano y largo plazo.
- Carencia de organizaciones que tengan la responsabilidad específica de este problema.
- Falta de un plan nacional.
- Falta de autonomía entre los responsables de la planeación.
- Carencia de objetivos particulares por tipo de problema.

[Referencia 25].