



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

División de Ingenierías Civil y Geomática

Análisis de la relación entre vehículos de carga,
características de las carreteras y accidentes viales.

Caso: Nuevo León y Tamaulipas.

TESIS PROFESIONAL
Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

JOSE COSSME PADILLA ARENAS

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Angélica del Rocío Lozano Cuevas

Ciudad Universitaria, México, Marzo 2012





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RESUMEN

Los accidentes viales se pueden presentar como consecuencia del transporte de pasajeros, bienes y servicios. En México, el transporte por modo carretero es el más utilizado, y Nuevo León es el estado más afectado por accidentes que involucran a vehículos de carga.

El objetivo principal de esta tesis es determinar la manera en que el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) de los vehículos de carga, y las principales características físicas de las carreteras, están relacionados con los accidentes viales. El caso de estudio se ubica en las carreteras federales de Nuevo León y Tamaulipas.

Para cumplir con dicho objetivo y obtener resultados bien fundamentados, se estudia la problemática actual sobre los accidentes viales en México, causas, consecuencias y principales factores: humanos, vehiculares y de la propia carretera, que pueden propiciar la generación de accidentes viales.

Se representan en mapas temáticos las principales características físicas, volumen de camiones de carga y estadísticas sobre accidentes; posteriormente se lleva a cabo el análisis espacial, que permite comparar y obtener conclusiones sobre la información investigada.

Aunque actualmente la información sobre accidentes viales es deficiente, mediante pruebas de hipótesis estadísticas se comparan diferentes escenarios, y se concluye la manera en que las características físicas y el volumen vehicular se ven involucrados en accidentes viales; en estas pruebas se incluye información sobre los tramos carreteros considerados más peligrosos, en cuanto a accidentalidad se refiere.

Se definen factores a mejorar en el sistema de seguridad vial en México y propuestas para mejorar el sistema de adquisición de estadísticas de accidentes en carreteras federales

Al comparar los resultados, se obtienen las conclusiones, algunas de las más importantes son las siguientes:

- Los tramos carreteros que tienen las mayores proporciones de camiones T3S3, T3S2 y T3S2R4, cuentan con índices de accidentalidad menores que las carreteras que tienen proporciones bajas de estos camiones.
- Las carreteras con sinuosidad alta, tienen un mayor índice de severidad en sus accidentes viales, sin embargo son igual de peligrosas que las carreteras con una sinuosidad baja.
- La mayoría de carreteras con pendientes bajas, tienen un índice de accidentalidad mayor que las carreteras con pendientes más elevadas
- Se deduce de que un alto volumen de automóviles repercute de manera importante en la generación de accidentes viales.
- Contrario a lo que generalmente se piensa, un volumen alto de vehículos de carga en un tramo carretero, no implica mayor número de accidentes.

CONTENIDO

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO 1 EL SISTEMA DE TRANSPORTE CARRETERO EN LA REGIÓN NORTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA.....	7
1.1. INTRODUCCION.....	7
1.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EN LA REGIÓN NORTE DE MÉXICO	8
1.2.1. Producto Interno Bruto.....	8
1.2.2 Inversión extranjera.....	8
1.2.3. Población total.....	9
1.2.4. Regiones socioeconómicas.....	9
1.3 CARRETERAS FEDERALES EN EL NORTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA.....	10
1.4 TRANSPORTE DE CARGA POR MODO CARRETERO EN MÉXICO	12
1.4.1 Tráfico doméstico de carga	12
1.4.2 Parque vehicular en transporte de carga federal.....	13
CAPÍTULO 2 SEGURIDAD VIAL Y SU RELACIÓN CON LOS ACCIDENTES CARRETEROS	15
2.1 INTRODUCCIÓN	15
2.2 SEGURIDAD VIAL.....	16
2.2.1 Consecuencias de accidentes viales.....	16
2.2.2 Enfoque administrativo para el control de accidentes en carreteras.....	17
2.2.3 Sistema de seguridad vial.....	18
2.2.4 Proceso de análisis en accidentes viales.....	19
2.2.5 Apartados técnicos en carreteras	21
2.3 ANUARIO ESTADISTICO DE ACCIDENTES EN CARRETERAS FEDERALES 2008	23
2.3.1. Accidentes viales según su causa	23
2.3.2. Tipos de accidentes viales	24
2.3.3 Composición vehicular en accidentes viales	25
2.3.4 Carreteras federales con mayor número de accidentes viales	25
CAPÍTULO 3 ANÁLISIS ESPACIAL DE ACCIDENTES VIALES EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	27
3.1 INTRODUCCIÓN	27
3.2 ELECCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	28
3.3 TRAZO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS FEDERALES.....	30
3.4 BASE DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN ESPACIAL	32
3.5 REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS ESPACIAL DE MAPAS TEMÁTICOS.....	37
3.5.1 Generación y análisis de mapas temáticos de la zona de estudio	38

3.5.2	Generación y análisis de mapas temáticos de áreas urbanas	48
3.5.3	Generación y análisis de mapas temáticos sobre velocidad y TDPA de camiones de carga .	52
3.5.4	Relación TDPA con accidentes.	58
3.5.5	Posible error de aforo en la carretera Monterrey – Nuevo Laredo (cuota).....	58
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES VIALES EN LA ZONA DE ESTUDIO		61
4.1	INTRODUCCIÓN	61
4.2	CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE PRUEBAS DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS	62
4.3	PRUEBAS DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS	66
4.3.1	Procedimiento empleado para realizar las pruebas.....	66
4.3.2	Pruebas de hipótesis estadísticas	67
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		101
REFERENCIAS		103
APÉNDICE		104

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los accidentes viales además de ser una de las principales causas de muertes en el mundo, representan un problema económico y social muy grave. El propósito de esta tesis es realizar un análisis espacial y estadístico de accidentes viales, con el fin de determinar la manera en que los vehículos de carga y las características físicas de las carreteras están relacionados en la generación de accidentes viales.

El estudio se centra en el sistema carretero federal en los estados de: Nuevo León y Tamaulipas; ya que dichos estados son los más afectados por accidentes en la región Norte de la República Mexicana. A continuación, se menciona brevemente el contenido de cada capítulo:

En el capítulo 1 se estudian algunos factores económicos que revelan la ventaja comparativa que tiene la zona Norte de México en con el resto del país; se revisa la importancia del modo de transporte carretero y la participación del transporte de carga en el movimiento de bienes.

Se obtiene un panorama general de los corredores troncales del sistema carretero federal, considerando la longitud y número de carriles en las carreteras que los integran.

En el capítulo 2 se analizan los aspectos más importantes sobre seguridad vial; retomando los factores que intervienen en el tratamiento y estudio de accidentes viales, así como las características físicas que aumentan la seguridad de los conductores.

Se menciona el impacto económico y social de los accidentes carreteros, que para México representan un costo de 1,200 millones de dólares por año (Cuevas, et al., 2008).

En el capítulo 3 se desarrolla un análisis espacial de los accidentes viales. Previamente a dicho análisis fue necesario crear una base de datos que integrara las principales características de las carreteras federales en la zona de estudio, tales como características físicas y geométricas, composición vehicular, accidentes viales e información agregada, para después obtener representaciones en mapas temáticos sobre el comportamiento de los accidentes viales. Es necesario observar, analizar y comparar los mapas temáticos creados, para identificar los principales factores relacionados con los accidentes viales.

En el capítulo 4 se realiza un análisis estadístico de los accidentes viales a través de pruebas de hipótesis. Para realizar este tipo de pruebas se requiere que las muestras a probar sean obtenidas mediante un proceso de aleatorización, provenientes de poblaciones con una distribución normal.

Se estudian los fundamentos básicos, características y limitaciones de las pruebas de hipótesis estadísticas.

Fue utilizado el software Mini TAB 14®, que permite probar las poblaciones de datos para verificar que cumplan con los requerimientos, y realizar las “pruebas t”. En el análisis estadístico se obtuvieron resultados con un nivel de confianza del 95%, los cuales concuerdan en su mayoría con los resultados del análisis espacial.

En el análisis espacial y estadístico, se estudia como los volúmenes vehiculares y de camiones de carga, en conjunto con las características físicas y de operación de carreteras, están relacionados con los accidentes viales. Generalmente se piensa que un volumen elevado de vehículos de carga genera una gran cantidad de accidentes viales, en esta tesis también se analiza este caso.

Posteriormente se presentan las conclusiones, y por último las referencias y apéndices.

CAPITULO 1

EL SISTEMA DE TRANSPORTE CARRETERO EN LA REGIÓN NORTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA

1.1. INTRODUCCION

A fin de conocer la importancia de la actividad económica e industrial de la zona Norte de México, se mencionan algunos de sus servicios de transportes y comunicaciones, ya que dichos servicios son factores que favorecen el desarrollo del país.

La zona Norte de la República Mexicana se divide en dos regiones: Noroeste y Noreste, la primera integra a los estados de: Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa; la segunda región comprende a los estados de: Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Un elemento muy importante para impulsar el desarrollo carretero de la zona Norte, es que forma la región fronteriza con los Estados Unidos de América, país con el cual se efectúan la mayoría de exportaciones e importaciones vía terrestre.

Una factor para medir la actividad económica y el desarrollo de un país, es el Producto Interno Bruto (PIB), la zona Norte contribuye con 11, 782,758 millones de dólares, equivalente a un 31.8% del PIB nacional (INEGI, 2010_b).

Tomando en cuenta la ubicación, desarrollo industrial y calidad de vida, la zona Norte tiene una ventaja comparativa con el resto del país, ya que esta zona conforma las regiones socioeconómicas más importantes del país (INEGI, 2001). La principal vía de comunicación terrestre se realiza a través de los corredores troncales, en la zona Norte cruzan 6 de estos corredores (SEGOB, 2007).

Para el año 2008, en la República Mexicana los servicios de transporte movilizaron 849 millones de toneladas de carga, perteneciendo un 57.0% al transporte carretero, equivalente a 484.3 millones de toneladas (INEGI, 2010_b).

Para el mismo año, se estima que el movimiento doméstico de carga en los diferentes modos que conforman el sistema de transporte nacional fue del orden de 564 millones de toneladas; el transporte por carretera se mantiene como el modo predominante con una participación de 80% del tráfico total (INEGI, 2010_b).

En la zona Norte de México, el estado de Nuevo León cuenta con el mayor parque vehicular de carga y arrastre de carga general.

1.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EN LA REGIÓN NORTE DE MÉXICO

1.2.1. Producto Interno Bruto

Un factor muy importante para medir la actividad económica y el desarrollo de un país, es el PIB. A continuación se analiza éste para la zona Norte, haciendo una sencilla comparación con el resto del país.

Tomando en cuenta que el PIB es la suma de valores monetarios de los bienes y servicios producidos en un tiempo determinado, en 2008 la oferta de bienes y servicios en la República Mexicana ascendió a 15.8 billones de pesos, correspondiendo un 76.6% al PIB (INEGI, 2010_b).

En 2008, el PIB a precios básicos de México fue de: 11, 782, 758 millones de pesos, y para el conjunto de estados ubicados en la zona Norte, correspondió un 33.1% del mismo (INEGI, 2010_b), tal como nos muestra la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. PIB en valores básicos según sector de actividad económica 2008

entidad federativa	total (miles de pesos)
Estados Unidos Mexicanos	11,782,758,265
Baja California	330,168,949
Baja California Sur	67,402,355
Coahuila de Zaragoza	372,154,768
Chihuahua	367,052,091
Durango	141,351,983
Nuevo León	886,003,130
Sinaloa	239,298,533
Sonora	288,376,237
Tamaulipas	405,268,365

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2010_b)

En 2008, la industria manufacturera contribuyó con 50.8% del valor agregado bruto total generado por la industria en su conjunto, por lo que constituye el sector económico más importante de dicha actividad (INEGI, 2010_b).

Tomando en cuenta que la mayor cantidad de personal ocupado dependiente de la industria manufacturera se ubica en el Norte del país, se justifica la importancia de tales estados para impulsar la economía nacional.

Cabe señalar que en los estados estudiados de la zona Norte, existe un gran desarrollo en actividades específicas, por ejemplo: Nuevo León se orienta a comercio y servicios, buena parte del PIB en Sinaloa y Durango está basado en el sector agropecuario (13.6% y 10.9% respectivamente); en Coahuila de Zaragoza, Tamaulipas y Nuevo León se desarrolla una actividad industrial destacada; Baja California Sur se caracteriza por su gran actividad en el sector servicios (INEGI, 2010_b).

1.2.2 Inversión extranjera

Debido a la fuerte influencia de los Estados Unidos de América sobre el desarrollo de México, es importante considerar la inversión extranjera y su impacto en algunas actividades económicas.

En 2009, la inversión extranjera directa en la República Mexicana fue de: 23,170.2 millones de dólares, los estados de la zona Norte obtuvieron una inversión conjunta de: 7,370.5 millones de dólares, lo que equivale a un 31.8% en la inversión total directa (DGIE, 2010).

Sin considerar al Distrito Federal, los estados en la zona Norte captan la mayor parte de la inversión extranjera directa.

1.2.3. Población total

Para el año 2010, la población total de la República Mexicana fue de: 112, 322,757 habitantes, los estados del Norte suman: 24, 917,178 habitantes, lo que significa un 21.99% de la población total (INEGI, 2010_a).

En resumen, para el año 2009, la zona Norte cuenta con la mayor producción ganadera; la vocación económica natural de la frontera Norte es la industria, su riqueza minera y energética impulsan el desarrollo económico (INEGI, 2010_b).

1.2.4. Regiones socioeconómicas

En la figura 1.1 se muestra un mapa comparativo sobre entidades federativas, la clasificación de las regiones socioeconómicas se sintetiza en siete estratos diferentes, relacionando aspectos de bienestar, tales como: educación, empleo, ocupación, vivienda y salud.

Se observa que los estados del Norte tienen una ventaja comparativa con el resto de los estados de la República Mexicana.

Una buena calidad en los servicios de transportes y comunicaciones, propicia una integración entre las regiones del país, consolida los mercados y favorece el intercambio cultural de las personas.

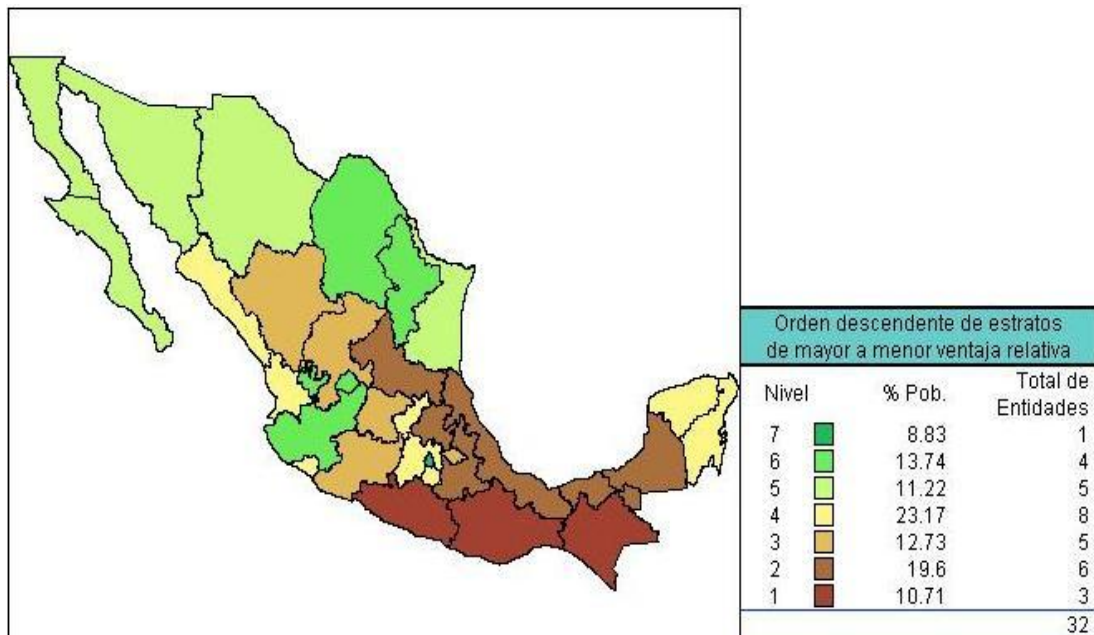


Figura 1.1. Estratos socioeconómicos de la República Mexicana
Fuente: INEGI, 2001

1.3 CARRETERAS FEDERALES EN EL NORTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA

Los corredores troncales representan la principal vía de comunicación terrestre entre ciudades del país; los corredores troncales que se ubican en la zona Norte en su totalidad o parcialidad son los siguientes:

- Transpeninsular de Baja California
- México – Nogales con ramal a Tijuana
- Querétaro – Ciudad Juárez
- México – Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras
- Veracruz – Monterrey con ramal a Matamoros
- Mazatlán – Matamoros

La figura 1.2 muestra la ubicación de los corredores troncales de la República Mexicana.

Infraestructura en 2012

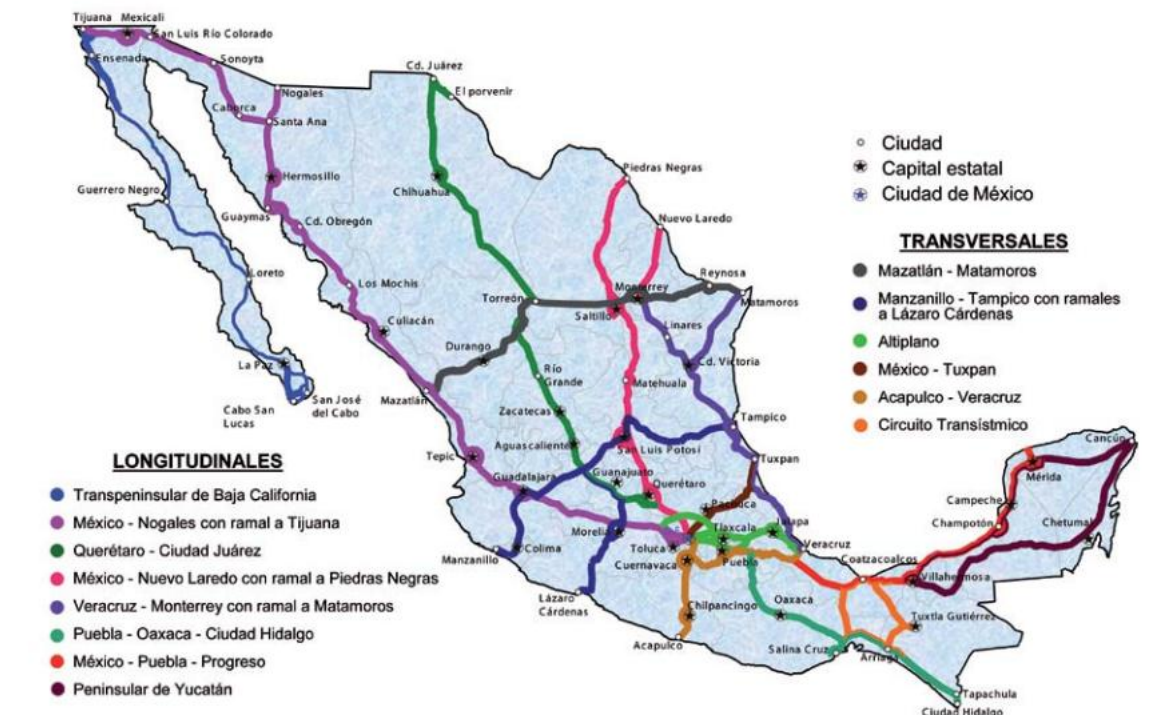


Figura 1.2. Red de corredores nacionales
Fuente: SEGOB, 2007

En 2008, los servicios de transporte en la República Mexicana movilizaron: 849 millones de toneladas de carga, perteneciendo un 57.0% al transporte carretero, equivalente a: 484.3 millones de toneladas (INEGI, 2010_b). La tabla 1.2 muestra el número de vehículos registrados dedicados al transporte de carga, divididos en: oficial, público y particular.

La tabla 1.3 muestra la longitud lineal y equivalente de la red carretera federal pavimentada en la zona Norte, divide en: corredor, básica y secundaria; se hace un comparativo con toda la República Mexicana, resaltando que la zona Norte conforma el 47.8% de longitud equivalente de red en corredores nacionales.

En las tablas 1.4 y 1.5 se muestra la longitud de los corredores nacionales ubicados en la zona Norte; la clasificación se realiza dependiendo del número de carriles en las carreteras que conforman dichos corredores.

Tabla 1.2. Camiones de carga registrados en circulación en 2008

entidad federativa	total	oficial	público	particular
Estados Unidos Mexicanos	8,453,051	62,516	138,704	8,251,831
Baja California	353,147	0	1,127	352,020
Baja California Sur	145,487	312	3,431	141,744
Coahuila de Zaragoza	216,394	1,101	3,154	212,139
Chihuahua	370,044	0	1,094	368,950
Durango	159,795	21	2,944	156,830
Nuevo León	494,690	3,014	35,560	456,116
Sinaloa	333,240	264	8,363	324,613
Sonora	302,246	0	5,236	297,010
Tamaulipas	284,625	3,313	8,888	272,424

Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 2010_b)

Tabla 1.3. Red carretera federal pavimentada (km)

entidad	lineal				equivalente			
	total	corredor	básica	secundaria	total	corredor	básica	secundaria
Baja California	1439.67	629.51	255.38	554.78	1564.69	711.46	257.35	595.88
Baja California Sur	1191.96	930.35	133.27	128.34	1241.16	976.11	136.71	128.34
Coahuila	1481.56	473.73	582.91	424.92	1812.84	750.31	592.11	470.42
Chihuahua	2124.42	304	749.83	1070.59	2568.84	608	789.63	1171.21
Durango	1933.617	285.7	448.217	1199.7	2004.167	314.4	477.267	1212.5
Nuevo León	1140.09	381.97	523.22	234.9	1547.42	748.67	562.05	236.7
Sinaloa	819.87	344.9	416.5	58.47	1086.17	583.3	438.7	64.17
Sonora	1684.345	582.82	611.5	490.025	1897.305	788.08	618.2	491.025
Tamaulipas	2130.086	732.91	535.176	862	2343.036	929.04	545.096	868.9
Total	40515.41	9886.581	13551.11	17077.023	45551.43	13412.39	14497.94	17641.093

Fuente: Elaboración propia con información de (DGCC 2010)

Tabla 1.4. Longitud de corredores por estado (km)

Baja California	Baja California Sur	Chihuahua	Coahuila
52.99 a 4 carriles	45.76 a 4 carriles	304 a 4 carriles	270.99 a 4 carriles
576.52 a 2 carriles	884.59 a 2 carriles	Equivalente: 608	202.74 a 2 carriles
28.96 en gasas	Equivalente: 976.11		5.59 en gasas
Equivalente:711.46			Equivalente:750.31

Fuente: Elaboración propia con información de (DGCC, 2010)

Tabla 1.5. Longitud de corredores por estado (km)

Durango	Nuevo León	Sinaloa	Sonora	Tamaulipas
28.7 a 4 carriles	12 a 6 carriles	17 a 8 carriles	204.7 a 4 carriles	2.4 a 6 carriles
257 a 2 carriles	342.3 a 4 carriles	8.3 a 6 carriles	378.04 a 2 carriles	178.66 a 4 carriles
Equivalente: 314.4	27.67 a 2 carriles	170.8 a 4 carriles	Equivalente: 788.0	551.85 a 2 carriles
		148.8 a 2 carriles		12.67 en gasas
	Equivalente:748.6	Equivalente: 583.3		Equivalente: 929.0

Fuente: Elaboración propia con información de (DGCC, 2010)

1.4 TRANSPORTE DE CARGA POR MODO CARRETERO EN MÉXICO

A continuación, se estudian las principales características del transporte carretero y su participación en el sistema de transporte nacional.

En la tabla 1.6 se observa el crecimiento del transporte de carga por modo carretero del año 2004 al 2009, para el último año, dicho modo tuvo la mayor participación con un 57.61%.

Tabla 1.6. Movimiento de carga por modo de transporte carretero (miles de toneladas)

transporte	2004	2005	2006	2007	2008	2009	% participación 2009
Total	780,672	809,447	829,138	847,210	849,754	782,698	100.00%
Carretero	426,100	435,500	445,449	473,859	484,300	450,900	57.61%

Fuente: Elaboración propia con información de (Gutiérrez, et al., 2008)

1.4.1 Tráfico doméstico de carga

Durante el 2008, se estima que el movimiento doméstico de carga en los diferentes modos que conforman el sistema de transporte nacional fue de: 564 millones de toneladas, lo que representa un aumento del 3% respecto al año anterior (Gutiérrez, et al., 2008).

El transporte por carretera se mantuvo como el modo predominante, con una participación de 80% del tráfico total; el resto del tráfico lo generaron los modos: ferroviario con 12% y el marítimo de cabotaje con 8% (Gutiérrez, et al., 2008).

Se espera que el modo carretero pase de: 227,300 millones de toneladas-kilómetro en 2008, a: 222,307 millones de toneladas-kilómetro en 2010.

En la tabla 1.7 se muestran los pares estatales de origen-destino, con el tonelaje desplazado promedio diario.

Tabla 1.7. Pares estatales con mayor movimiento de carga terrestre

origen - destino	ida	regreso	total (toneladas por día)
Nuevo León - Tamaulipas	4,443	706	5,150
Chihuahua - D.F.	582	419	1,001
Chihuahua - Nuevo León	723	0	723
Chihuahua - Coahuila	662	0	662
Durango - Durango	443	0	443
Tamaulipas - Tamaulipas	317	0	317
Chihuahua - Jalisco	255	0	255
Chihuahua - Durango	226	0	226
Aguascalientes - Tamaulipas	97	100	198
Tamaulipas - Jalisco	145	0	145
Aguascalientes - Nuevo León	115	0	115
Coahuila - Tamaulipas	97	0	97
Nuevo León - Nuevo León	86	0	86
Aguascalientes - Coahuila	77	0	77
Chihuahua - Sinaloa	54	0	54
Guanajuato - Nuevo León	53	0	53
Tamaulipas - San Luis Potosí	52	0	52
Coahuila - Coahuila	46	0	46
Coahuila - Nuevo León	36	0	36

Fuente: Elaboración propia con información de (Gutiérrez, et al., 2008)

1.4.2 Parque vehicular en transporte de carga federal

Las tablas 1.8 y 1.9 muestran el parque vehicular del transporte de carga y arrastre de carga por entidad federativa para el año 2009.

Tabla 1.8. Unidades motrices de carga general por clase de vehículo

entidad federativa	C-2	C-3	C-4	T-2	T-3	otros	total
Baja California	1,494	673	0	104	8,774	74	11,119
Baja California Sur	32	76	0	1	529	0	638
Chihuahua	412	510	1	40	6,305	0	7,268
Coahuila	1,124	849	0	69	5,672	0	7,714
Durango	163	464	0	35	3,850	0	4,512
Nuevo León	6,127	2,696	1	190	22,062	3	
Sinaloa	136	1,602	0	51	4,914	0	6,703
Sonora	300	837	0	38	6,423	1	7,599
Tamaulipas	2,170	1,105	0	65	9,926	0	13,266

Fuente: Elaboración propia con información de (DGCC, 2010)

Tabla 1.9. Unidades motrices de arrastre de carga general por clase de vehículo

entidad federativa	S-1	S-2	S-3	S-4	S-6	R-2	R-3	R-4	R-6	total
Baja California	81	7,726	281	8	9	87	1	0	0	8,193
Baja California Sur	1	509	110	0	0	5	2	0	0	627
Chihuahua	22	6,567	1,982	2	4	3	2	0	0	8,582
Coahuila	36	5,726	3,308	10	1	316	53	1	1	9,452
Durango	33	4,039	1,890	23	2	4	7	4	3	6,005
Nuevo León	270	29,596	7,842	17	3	177	23	25	0	37,953
Sinaloa	28	6,341	667	1	0	1	1	0	0	7,039
Sonora	17	6,049	714	4	0	13	11	1	0	6,809

Fuente: Elaboración propia con información de (DGCC, 2010)

Con la información investigada en este capítulo se observa que Nuevo León es el estado que cuenta con el mayor número de camiones de carga en circulación, así mismo encabeza el sitio de mayor generación del PIB en el Norte del País; y con Tamaulipas realiza el mayor movimiento de carga terrestre por día.

Hasta ahora sólo se ha estudiado el transporte de carga por modo carretero en México; para lograr el objetivo de esta tesis, es necesario conocer el funcionamiento de las carreteras federales y estudiar la información referente a accidentes viales en la zona de estudio.

CAPITULO 2

SEGURIDAD VIAL Y SU RELACIÓN CON LOS ACCIDENTES CARRETEROS

2.1 INTRODUCCIÓN

En el mundo se tienen más de un millón de muertes al año consecuencia de accidentes viales; para México, los accidentes carreteros representan un costo de 1,200 millones de dólares (Cuevas, et al., 2010), por lo que se requiere de inversiones adecuadas y en tiempo para tratar los accidentes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Mundial estimaron que los accidentes carreteros ocupan el noveno lugar entre las principales causas de muerte, y para el año 2020 se ubicará en el sexto lugar.

Para el tratamiento y estudio de los accidentes viales, se necesita una planeación estratégica con una visión a futuro; en el desarrollo de programas de seguridad vial se utilizan ingenierías como: carretera y vehicular para la reducción de accidentes, así mismo, se implementan programas dirigidos a peatones y conductores.

En un sistema de seguridad vial hay que reconocer que los factores: humanos, vehiculares y de la propia carretera, están estrechamente involucrados.

Se revisa la tipología de estudio en un análisis estadístico, dicho análisis debe incluir una validación e intervalos de confianza para medir la confiabilidad de resultados; el estudio requiere de un inventario carretero con información sobre: tránsito, composición vehicular y accidentes.

Existen puntos en una carretera donde los accidentes viales son más frecuentes, del 25 a 30% de accidentes fatales ocurren en curvas (Magallanes, 2011) para disminuirlos es necesario tener una correcta visibilidad en cualquier punto de la curva.

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) creó el Sistema para la Adquisición y Administración de Datos de Accidentes (SAADA), dicho sistema representa una muestra del 95% del total de accidentes. Con base en este sistema es obtenida la información referida a los accidentes viales en carreteras federales para la zona de estudio.

Los montos totales por daños materiales de accidentes viales en la República Mexicana ascienden a: 137 millones de dólares, contabilizando: 29,752 accidentes, involucrando: 47,297 participantes, distribuidos en: 46,435 vehículos y 862 peatones (INEGI, 2010_b).

La principal causa de accidentes atribuibles al camino es por pavimento mojado y resbaloso; atribuible a los agentes naturales es la lluvia. Al hacer un análisis por tipos de accidente, se tiene que los mayores porcentajes corresponden a: “salida de camino”, seguido por “choque por alcance”.

La composición vehicular en accidentes viales de la zona Norte de México está integrada en un 48% por automóviles (Cuevas, et al., 2010).

Al final de este capítulo se muestran las carreteras federales de los estados de Nuevo León y Tamaulipas que presentaron accidentes en el 2008, mostrando la longitud de carretera, número de accidentes, daños materiales y accidentes por kilómetro.

2.2 SEGURIDAD VIAL

Para elevar la seguridad de los usuarios en carreteras, éstas deben contar con ciertas características físicas y de funcionamiento, a continuación se estudian las causas y consecuencias de los accidentes viales, así como las maneras de evitarlos. Las cifras e información mencionada a continuación fue obtenida de (Magallanes, 2011) y (Mendoza, et al., 2003).

2.2.1 Consecuencias de accidentes viales

Al hacer inversiones en tiempo para tratar los accidentes viales, se obtendrán resultados como: reducción del número y severidad de accidentes, conductores más capacitados, un correcto mantenimiento vehicular, mejores estándares de diseño en construcción y operación de carreteras. A continuación se muestra la situación y algunas consecuencias de los accidentes viales.

Situación internacional

Con datos proporcionados por la OMS, en el mundo se efectúan más de un millón de muertes al año consecuencia de accidentes viales y alrededor de 20 millones de personas lesionadas, en una población de 6 mil millones de habitantes

Situación nacional

El IMT estimó el costo directo de los accidentes en la red carretera federal, con un resultado de: 1,200 millones de dólares, correspondiente al 0.3% del PIB; si se consideraran los accidentes ocurridos en redes urbanas y estatales, representaría alrededor de 1% del PIB nacional.

Los accidentes en la red carretera federal representan alrededor del 40% de la mortandad en accidentes viales, mientras que el 60% se obtiene de las demás redes carreteras de menor importancia (Magallanes, 2011).

La OMS y el Banco Mundial estiman que los accidentes carreteros ocupan el noveno lugar dentro de las principales causas de muerte en el mundo, y para el año 2020 se ubicará en la sexta posición. La situación de accidentes carreteros ha mejorado en países desarrollados pero ha empeorado en casi todos los países en vías de desarrollo.

Consecuencias en salud

La Agrupación Global de Seguridad en Carreteras (GRPS) fue la encargada de deducir algunas cifras como: número de muertos reportados en países que no contaban con esa información, el factor de corrección para estimar las muertes en 30 días posteriores al accidente y el factor de corrección para considerar los accidentes no reportados.

Se tomaron en cuenta 192 países, agrupados en 6 regiones, enfocándose en Latinoamérica y el Caribe (LAC), región con países poco motorizados.

Consecuencias económicas

Para medir las consecuencias económicas de accidentes viales, estudios de la GRPS revelan que los países en vías de desarrollo usan el enfoque de capital humano, y los países desarrollados el enfoque de disposición de pago, dichos enfoques incluyen costos de los recursos materiales afectados en el accidente y un estimado del costo de muertos y heridos.

Existen cifras que permiten comparar las situaciones y tendencias de accidentes viales entre países, aunque ningún indicador podría expresar la verdadera situación en seguridad carretera

Estimación de muertes

Se estima que el número de muertes es mayor que las reportadas por informes policiales, países en desarrollo pueden tener variaciones de un 25 a 50%. La tabla 2.1 muestra la estimación de muertes en LAC:

Tabla 2.1. Estimación de muertes en Latinoamérica y el Caribe

región	muertes estimadas 1999	ajuste por muerte en 30 días		escenario bajo		escenario alto	
		factor	estimación	factor	estimación	factor	estimación
LAC	64,699	1.15	74,044	1.25	93,005	1.5	111,606

Fuente: Elaboración propia con información de (Magallanes, 2011)

El 86% de las muertes en accidentes carreteros ocurren en países poco motorizados; en el sistema vial mexicano ocurrieron aproximadamente 14,100 muertes por año entre 1997 y 2004 (Magallanes, 2011).

Estimación de heridos

Existe un menor número de reportes de accidentes que involucren heridos que con muertos, lo cual dificulta la estimación; se concluyó que en países altamente motorizados hay 100 heridos por cada muerto y en los poco motorizados entre 20 y 30 heridos por muerto, obteniendo un total de 12 a 23 millones de heridos en países poco motorizados (Magallanes, 2011). En México, la red carretera federal promedió 7.6 heridos por muerto entre 1996 y 2004.

2.2.2 Enfoque administrativo para el control de accidentes en carreteras.

El control y prevención de accidentes viales va más allá de un buen diseño geométrico de la carretera, se requiere de ciertas medidas de control y difusión de la seguridad vial, a continuación se describen algunas estrategias utilizadas.

Planeación estratégica: un proceso de planeación estratégica está conformado por:

- formulación de una visión
- análisis del problema
- definición de metas
- desarrollo de medidas de mejoramiento
- mecanismos de evaluación y monitoreo

Formulación de una visión: consiste en concretar una visión a futuro; ciertos países del mundo han implementado programas para la seguridad vial, donde señalan que no es éticamente aceptable tener personas muertas o severamente heridas como consecuencia de un accidente vial en cualquier sistema de transporte automotor.

Análisis del problema: se debe de tener un estudio adecuado sobre la naturaleza del problema, donde se mencionen el número y el tipo de accidentes, con tendencias de evolución posteriores.

Definición de metas: las medidas y resultados deben ser cuantificables y alcanzables en un cierto lapso, recordando que México registra aproximadamente 5 mil muertos y 100 mil millones de vehículos-km recorridos en las carreteras federales.

Desarrollo de medidas de mejoramiento: definir los programas de acción que contribuyan a la obtención de metas definidas, con medidas que obedezcan a la visión y delimitación de las mismas.

Mecanismo de evaluación y monitoreo: el IMT generó el Sistema para la Adquisición y Administración de Datos de Accidentes (SAADA), que cuenta con un módulo para la captura de accidentes reportados por la Policía Federal; recordando que contar con datos precisos de accidentes en dispositivos electrónicos es de vital importancia para el proceso de planeación estratégica.

Desarrollo de programas en seguridad vial: se realizan programas con los siguientes tipos de estrategia:

- control de exposición
- prevención de accidentes a través de la ingeniería
- prevención de accidentes por modificación de la conducta
- control de lesiones y manejo de lesionados

Control de exposición: estos programas buscan una mejora en la seguridad, reduciendo la cantidad de viajes o bien, sustituyendo las formas más peligrosas de transporte por otras mucho más seguras como: ferrocarril o avión; implementando: restricciones vehiculares, gobernadores de velocidad, entre muchos otros.

Prevención de accidentes a través de la ingeniería: se utilizan ingenierías como la carretera y vehicular para reducir accidentes viales, cuyas actividades primordiales son: implementación de programas para tratar sitios de alta incidencia llamados “puntos negros” y llevar a cabo auditorías de seguridad.

La ingeniería vehicular también abarca programas de servicio para unidades motrices, revisando: frenos, luces, reflectores, maniobrabilidad, visibilidad, cualidades en choques, calefacción, ventilación, estabilidad entre otras.

Prevención de accidentes por modificación de la conducta: son programas dirigidos a peatones y conductores para el cumplimiento de regulaciones como: uso obligatorio del cinturón de seguridad, campañas policíacas para el control de velocidad, conducción bajo el efecto del alcohol, y medidas dirigidas para el cumplimiento de las regulaciones.

Control de lesiones: involucran programas donde se reconoce que el número de muertos y heridos se reducen si las personas involucradas se encuentran mejor protegidas al momento de un accidente vial. Algunos aspectos relacionados en vehículos son: cinturón de seguridad, cerraduras que no estallan, integridad de las cabinas, bolsas de aire en interiores que no dañen la integridad física de los ocupantes.

Manejo de lesionados: son programas para llevar a cabo tratamientos oportunos y eficientes a los lesionados, dichos programas se basan en el reconocimiento de que la mayoría de muertes por accidentes viales ocurre en los siguientes periodos:

- 1.- Al momento de ocurrir o unos minutos después del accidente; representando el 50% de los decesos, producto del 5% de los accidentes fatales.
- 2.- En las primeras dos horas después del accidente; aproximadamente un 35% de decesos ocurre en este periodo como resultado de un 15% de los accidentes con muertos.
- 3.- Dentro de los primeros 30 días de admisión hospitalaria; representa aproximadamente el 15% de los decesos.

2.2.3 Sistema de seguridad vial

Sistema Hombre-Ambiente-Vehículo

En este sistema intervienen factores como: la tensión al manejar, llantas en mal estado, condiciones climáticas de lluvia, superficie mojada y factores ambientales como árboles.

El principal factor es el humano, ya que cambiar el comportamiento humano es un proceso lento y progresivo; en cambio el factor ambiente puede ser modificado rápidamente.

En un accidente, el factor humano abarca:

condición física: fatiga, discapacidad en visión, reflejos, resistencia al impacto; condición psicológica: estrés, actitud, edad, género, maniobras inadecuadas; choque emocional; experiencia y habilidad en: conducción, frenado y maniobras poscolisión.

En un accidente, el factor vehículo abarca:

factores físicos: potencia, modelo, tipo; condición mecánica: frenos, llantas, luces; activación seguridad pasiva: resistencia a deformación, bolsas de aire.

En un accidente, el factor carretera abarca:

geometría: alineamiento horizontal, vertical y sección; características en superficie de rodamiento: resistencia al deslizamiento y rugosidad; alrededores: rural, tiendas, volúmenes de tránsito; condición zona crítica lateral: zona de transición, mantenimiento, obstáculos laterales.

Un accidente vial es un evento aleatorio en un sistema dinámico, puede ser resultado de una causa determinista y otras de naturaleza estocástica.

Tipología de estudios

Se pueden hacer análisis en accidentes de tipo cuantitativos o cualitativos en pequeños números.

Un análisis estadístico requiere considerar grandes números de accidentes, es necesario el uso de tasas como cifras relativas entre los sitios más peligrosos. La frecuencia de los accidentes se puede explicar por un alto nivel de riesgo o por una alta exposición al riesgo.

Los resultados en un análisis estadístico de riesgo son: determinar los grados de exposición y el agrupamiento de accidentes en ciertos puntos. Así mismo, un análisis estadístico debe de incluir una validación e intervalos de confianza para medir la confiabilidad de los resultados; un análisis de seguridad se basa en accidentes y observaciones.

Ingeniería en seguridad vial

La frecuencia de accidentes es un buen indicador para clasificar riesgos e identificar los sitios con frecuencias altas de accidentes viales, se calcula utilizando la ecuación 2.1. (Timaná, 2005)

$$\text{Tasa de accidentes} = (\text{frecuencia de accidentes} * 10^8) / (365 * \text{TDPA} * \text{longitud del tramo}) \quad (2.1)$$

Se requieren auditorías de seguridad para examinar una carretera o un proyecto carretero, validados por técnicos independientes para detectar defectos que produzcan accidentes o incrementen su severidad.

Las auditorías de seguridad en proyectos carreteros, se pueden realizar en las siguientes etapas:

- estudio de factibilidad
- proyecto preliminar
- proyecto definitivo
- al construir una carretera
- al operar una carretera

Cabe recalcar que el factor humano interviene en la mayoría de los accidentes viales, por ejemplo si se mejoran las características físicas de una carretera, pueden esperarse reducciones de accidentes en un 20%, en cambio, si se mejora el comportamiento humano, las reducciones estarían entre un 30 y 40% (Magallanes, 2011).

2.2.4 Proceso de análisis en accidentes viales

Es importante señalar que los accidentes son eventos raros y que estadísticamente representan una pequeña interacción de los conductores ente sí mismos, o respecto a su entorno. Una carretera debe cumplir con atributos importantes como: seguridad, economía, comodidad, entre otros.

Un estudio de seguridad en carreteras necesita información sobre: el entorno de carretera, características del tránsito, vehículos involucrados y factores contribuyentes al accidente; es conveniente organizar esta información en bases de datos sobre: accidentes, carreteras y tráfico

Organización

Un inventario carretero debe contener: clase, tipo, carriles, cruces, tránsito, alineamientos, superficie, límite de velocidad, entre otros; el documento con los datos de tránsito debe contener: ubicación, volumen, composición, variación de tránsito, velocidades.

En datos hospitalarios, es importante contar con: nombre del paciente, género, edad, fecha y hora, tipo de lesión, días en el hospital.

En cuanto a la tecnología, puede implementarse una grabadora de accidentes para obtener datos como: aceleración longitudinal y transversal, velocidad, rotación del vehículo, deslizamiento, activación de mecanismos e indicadores del vehículo.

Metodología para ubicar el accidente

Los métodos básicos para determinar la ubicación de un accidente son: enlace-nodo, carretera-kilometraje y por coordenadas X-Y; a continuación se describe cada método.

Método enlace-nodo: un nodo es un punto en la red asignado con un número único y un enlace es un tramo de carretera que une a dos nodos; un nodo puede corresponder a: intersecciones, puentes, ciudades ó lugares importantes.

Método carretera-kilometraje: es necesario identificar a la carretera con un número único, y el kilometraje se indica por la distancia a un kilometro "0" identificado; en México, el kilometraje se hace en intervalos de 1 km.

Método de coordenadas X-Y: referido al sistema nacional de coordenadas geográficas nacionales, este método se usa en los sistemas de información geográfica y se determina mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Reporte de accidentes

El reporte es un documento con información relevante sobre el accidente con: diagramas, fotografías e información pertinente.

La información más importante en dicho reporte será: número de identificación del accidente, ubicación, fecha y hora, tipo de colisión, vehículo, maniobras, dirección de viaje, factores ambientales contribuyentes, resultados del accidente, conductores, pasajeros, protecciones, velocidad, descripción del percance, entre otros.

Análisis

Se requiere un análisis de los datos disponibles para llegar a un diagnóstico, se debe tomar en cuenta la forma en que se generó el accidente, ya que puede ser una secuencia de eventos con circunstancias específicas, o bien, puede que cada evento y circunstancia estén asociados a algún componente del sistema hombre-entorno-vehículo.

El grado de análisis es muy importante, éste depende del número de accidentes y de la información disponible; un grado micro es un análisis detallado para un accidente; un grado intermedio es para varios accidentes en el mismo sitio; en un grado macro se estudia una gran cantidad de accidentes en una red carretera.

Análisis estadístico

Se realiza con el tratamiento estadístico de la información sobre reportes de accidentes; estos métodos identifican diferentes causas como diagnóstico; los estudios principales son: aforos, capacidad, conflictos, velocidad, visibilidad y conducción.

La velocidad es el factor que contribuye mayormente a la ocurrencia de accidentes, reduciendo así la seguridad y aumentando la severidad. Cuando se ejecutan modificaciones en sitios peligrosos, se determina si existe un cambio entre las dos velocidades medias en fechas diferentes, por medio de "pruebas t".

Al comparar sitios, es muy importante tomar en cuenta: volúmenes de tránsito, número de vehículos y peatones que circulan en un sitio determinado; cuando un sitio es tratado para disminuir la cantidad de accidentes, existe la posibilidad de que los accidentes aumenten en sitios adyacentes y se puede pensar que hubo una “migración de accidentes”.

2.2.5 Apartados técnicos en carreteras

Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección horizontal del eje de la carretera, formada por tangentes horizontales con una longitud y dirección dependiendo de su ángulo a partir de la dirección Norte, a la diferencia de acimuts entre dos tangentes horizontales consecutivas se conoce como deflexión.

Estudios revelan que (Magallanes, 2011):

- La severidad de accidentes en una curva es alta, del 25 al 30% de accidentes fatales ocurren en curvas.
- De 30 a 40% de accidentes en caminos primarios y de 55 a 60% en secundarios ocurren en curvas
- El 62% de los accidentes fatales y 49% de los demás accidentes ocurren en los extremos de las curvas horizontales.

En el diseño geométrico, existe un radio mínimo, por lo general la frecuencia de accidentes se incrementa cuando el radio decrece.

La sinuosidad es la frecuencia e intensidad de los cambios de dirección del alineamiento horizontal, se suman las deflexiones en cierto tramo y se divide entre la longitud de dicho tramo, el resultado se expresa en grados/kilometro.

Condición superficial

Un vehículo puede recorrer una curva horizontal a cierta velocidad dependiendo de la fricción transversal, ésta depende del coeficiente de fricción transversal; el agua entre las llantas y la superficie de rodamiento reduce la fricción disponible.

Un vehículo derrapa cuando la fricción y sobreelevación son excedidas por la fuerza centrífuga que se experimentan en la curva, también ciertos vehículos pesados que son muy altos en relación con su ancho, pueden voltearse antes de derrapar en una curva horizontal.

Ancho

Existe una mayor dificultad de conducción en una curva, lo que aumenta el riesgo de invadir el carril contiguo, por tal motivo, se debe de ampliar el ancho en curvas. Al aumentar el ancho, se reduce la tasa de accidentes.

Acotamientos

Son cruciales en accidentes que se salen del camino, se requieren de acotamientos a nivel, sin obstáculos, en buena forma; para que exista una recuperación y un frenado correcto de los vehículos que lo requieran, los acotamientos son muy necesarios en curvas, pueden reducir los accidentes en un 5%.

Alineamiento vertical

Es la proyección en un plano vertical del desarrollo del eje de la carretera, formado por rectas unidas por medio de curvas; en el alineamiento vertical, las curvas unen dos tangentes verticales consecutivas, éstas tienen una determinada longitud con concavidad hacia abajo ó hacia arriba.

Accidentes

La ocurrencia de accidentes es más frecuente en rampas que en plano, puede incrementar de 1.6% por cada 0.01 de pendiente; la severidad en accidentes es mayor en rampas descendentes donde se ven involucrados vehículos pesados (Magallanes, 2011).

Rampas descendentes

Se incrementa considerablemente la distancia de frenado en rampas descendentes; el sistema de frenos admite una temperatura de hasta 260°C, por arriba de este valor se reduce la eficiencia de los frenos, dicha temperatura depende de: temperatura inicial de los frenos, pendiente y longitud de la rampa, velocidad y peso del vehículo.

La carretera debe contar con la información sobre inclinaciones y longitudes de las rampas descendentes para entrar con la velocidad adecuada y evitar maniobras para la deceleración en el descenso.

Una rampa de frenado de emergencia se construye para detener camiones en caso de que éstos no puedan detenerse por sí mismos; es una superficie con un material granular redondeado de 5 a 10 mm, debe contar con longitud suficiente para detener a los camiones por fricción con una fuerza de inercia ascendente.

Rampas ascendentes

La relación peso-potencia del vehículo juega un papel muy importante: esta relación es muy pequeña en automóviles, pero en camiones es mucho más grande ya que reduce sus velocidades incluso en pendientes de 1%.

La mayoría de los accidentes en rampas ascendentes son por alcance, ya que existen diferenciales de: velocidad, colas y rebases peligrosos entre otros.

Curvas verticales

Debido a que la visibilidad debe ser mayor que la distancia de parada, los problemas de visibilidad en curvas en cresta son más frecuentes que en curvas de columpio. En curvas en cresta con visibilidad reducida, los accidentes tienen una frecuencia 52% más alta que en curvas con visibilidad adecuada.

En curvas verticales se tienen accidentes por alcances, para evitarlos se requiere comparar la visibilidad adecuada con la disponible. Según estudios, el 23% de accidentes en curvas verticales en cresta fueron provocados por maniobras de rebase (Magallanes, 2011).

Superficie de rodamiento

En carreteras, la fricción es la resistencia al movimiento entre las llantas de vehículos y la superficie de rodamiento que presenta la carretera.

En pavimentos mojados, el coeficiente de fricción disminuye significativamente y la tasa de accidentes es mayor; estudios demuestran que el riesgo de accidentes es mayor conforme la resistencia al deslizamiento es menor. Las condiciones de manejo más peligrosas ocurren cuando existe un diseño geométrico deficiente y coeficientes de fricción pobres.

Intersecciones

Las intersecciones son esenciales en la red carretera, existen de tipo: glorieta y convencional; en intersecciones es inevitable que los vehículos reduzcan su velocidad hasta detenerse, así que constituyen puntos críticos de la red.

Para su diseño, se debe tomar en cuenta que los movimientos permitidos y prioritarios deben ser más fáciles y evidentes; el 20% de accidentes en área rural y 50% en área urbana ocurren en las intersecciones; las autopistas no deben tener intersecciones convencionales a nivel, ni glorietas (Magallanes, 2011).

2.3 ANUARIO ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES EN CARRETERAS FEDERALES 2008

A continuación se presentan las estadísticas más relevantes de accidentes mostradas en (Cuevas, et al., 2010), las cuales fueron obtenidas del SAADA, elaborado por el IMT, con la responsabilidad de las Direcciones Generales de Autotransporte Federal (DGAF) y de Servicios Técnicos (DGST), a través de los Centros SCT estatales.

El SAADA representa una muestra del 95% del total, por lo que la información se complementa mediante una captura parcial del IMT y una base de datos provista por la Policía Federal, obteniendo finalmente una muestra del 97%.

Los montos totales de daños materiales causados por accidentes viales en la República Mexicana ascienden a 137 millones de dólares, mientras que en la región Norte rebasa los 40 millones de dólares, correspondiendo 7550.2 y 5192.1 miles de dólares para Tamaulipas y Nuevo León respectivamente.

Se contabilizaron: 29,752 accidentes en el SAADA, involucrando 47,297 participantes (1.59 participantes por accidente) distribuidos en 46,435 vehículos y 862 peatones. En el 2008, por los 56,551 km de carreteras vigiladas por la Policía Federal, se recorrieron alrededor de 132,680 millones de veh-km, equivalente a 365,507 millones de veh-km promedio por día.

Se obtuvieron los accidentes para las 141 rutas que registraron percances, del total de 145 rutas en las que la DGST de la SCT clasifica al sistema carretero federal, constituidas por carreteras, tramos y segmentos de 500 m. Como resultado general, se tienen 30,739 accidentes, con saldo de: 32,769 lesionados, 5,379 muertos y daños materiales por 1,581.619 millones de pesos mexicanos.

2.3.1. Accidentes viales según su causa

La principal causa de accidentes es debido en: 76.0% al conductor, 13.6% a la infraestructura, 6.3% a los agentes naturales y un 4.1% al vehículo. Las tablas 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 están referidas a la zona Norte de México. En la tabla 2.2 se observa una clasificación de las causas atribuibles al conductor, donde el principal factor es “velocidad excesiva”, seguida por “invasión de carril” e “imprudencia”.

En cuanto a las causas de accidentes atribuibles al camino, en la tabla 2.3 se muestra una clasificación de causas, donde los principales factores son: “pavimento mojado” y “pavimento resbaloso”. En la tabla 2.4 se muestra la clasificación de causas de accidentes atribuibles a los agentes naturales, donde la principal causa es la lluvia; la tabla 2.5 nos muestra las causas atribuibles al vehículo, donde el principal factor es por “mal estado de las llantas”.

Para el estado de Nuevo León, la tabla 2.2 muestra que cuenta con el mayor número de accidentes ocasionados por velocidad excesiva y por no ceder el paso; en la tabla 2.3 se observa que el pavimento mojado y resbaloso son factores importantes que producen accidentes en dicho estado. La tabla 2.4 muestra que Nuevo León y Tamaulipas tienen el mayor número de accidentes viales ocasionados por lluvia.

Tabla 2.2. Clasificación de causas en accidentes atribuibles al conductor

entidad	velocidad excesiva	invadió carril contrario	imprudencia o intención	no cedió paso
Sonora	552	103	118	56
Tamaulipas	472	148	74	75
Nuevo León	633	61	89	80
Chihuahua	494	66	34	39
Baja California	657	158	60	72
Sinaloa	402	74	63	77
Coahuila	435	61	71	39
Durango	394	82	33	25
Baja California Sur	317	82	32	68
Total	4356	835	574	531
% del total	57.95	11.11	7.64	7.06

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

Tabla 2.3 Clasificación de causas en accidentes atribuibles al camino

entidad	mojado	resbaloso	irrupción de ganado	objetos en el camino
Sonora	44	34	22	17
Tamaulipas	89	65	14	4
Nuevo León	125	118	11	11
Chihuahua	45	22	25	3
Baja California	54	45	11	12
Sinaloa	13	4	14	10
Coahuila	30	24	12	9
Durango	20	8	11	4
Baja California Sur	6	1	7	0
Total	426	321	127	70
% del total	40.53	30.54	12.08	6.66

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

Tabla 2.4. Clasificación de causas en accidentes atribuibles a agentes naturales

entidad	lluvia	niebla o humo	vientos fuertes	tolvanera
Sonora	40	2	0	0
Tamaulipas	79	16	3	0
Nuevo León	114	14	2	0
Chihuahua	38	0	10	9
Baja California	41	19	20	0
Sinaloa	10	5	1	0
Coahuila	27	6	2	3
Durango	18	2	1	1
Baja California Sur	2	3	0	0
Total	369	67	39	13
% del total	73.65	13.37	7.78	2.59

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

Tabla 2.5. Clasificación de causas en accidentes atribuibles al vehículo

entidad	llantas	frenos	ejes	dirección
Sonora	54	8	10	4
Tamaulipas	35	2	4	4
Nuevo León	54	2	8	7
Chihuahua	31	3	5	3
Baja California	37	7	3	1
Sinaloa	31	2	0	3
Coahuila	31	5	2	3
Durango	29	1	1	3
Baja California Sur	18	4	1	2
Total	320	34	34	30
% del total	62.26	6.61	6.61	5.84

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

2.3.2. Tipos de accidentes viales

En la tabla 2.6 se encuentra la clasificación de accidentes por entidad federativa, enfocado a la zona Norte de la República Mexicana; los mayores porcentajes corresponden a “salida de camino” (40.22%) y “choque” (29.88%), seguidas por “choque por alcance” (9.07%) y “choque contra objeto” (6.48%).

La tabla 2.6 muestra que en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, el mayor número de accidentes es causado por “salida del camino”.

Tabla 2.6. Clasificación de accidentes por tipo y entidad federativa

entidad	salida del camino	choque	choque por alcance	choque contra objeto
Sonora	590	228	83	34
Tamaulipas	354	351	69	19
Nuevo León	349	308	123	112
Chihuahua	385	168	38	39
Baja California	400	356	95	91
Sinaloa	218	250	79	69
Coahuila	269	186	45	55
Durango	228	170	68	29
Baja California Sur	217	219	79	37
Total	3010	2236	679	485
% del total	40.22	29.88	9.07	6.48

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

2.3.3 Composición vehicular en accidentes viales

La tabla 2.7 muestra que en la zona Norte, los mayores porcentajes de accidentes corresponden a: automóviles con un 48.04%, camionetas pick up con 22.38%, vehículos de carga con 21.59%.

Como hemos visto hasta ahora, Nuevo León es el estado de Norte de México más importante económicamente, impulsa de gran manera el desarrollo del país; también, el número de accidentes que tiene en sus carreteras federales es el más elevado de la zona. La tabla 2.7 muestra que en Nuevo León los vehículos de carga están altamente involucrados en los accidentes viales.

Tabla 2.7. Composición de vehículos involucrados en accidentes

entidad	automóvil	pick-up	vehículos de carga	autobús
Sonora	673	326	385	53
Tamaulipas	678	335	278	32
Nuevo León	687	351	446	51
Chihuahua	446	269	226	22
Baja California	865	383	282	28
Sinaloa	484	260	244	33
Coahuila	420	198	231	25
Durango	376	214	195	22
Baja California Sur	693	144	105	16
Total	5322	2480	2392	282

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

2.3.4 Carreteras federales con mayor número de accidentes viales

De las 551 carreteras federales que registraron percances para el 2008, en las tablas 2.8 y 2.9 se muestran las correspondientes a los estados de Tamaulipas y Nuevo León respectivamente. Al revisar las tablas 2.8 y 2.9, se tiene que las carreteras federales con mayor número de accidentes son: Cd. Victoria – Monterrey con 261 accidentes, Cd. Victoria – Matamoros con 138, Monterrey – Nuevo Laredo (Libre) con 127 y Saltillo – Monterrey con 113.

De las tablas 2.8 y 2.9 se obtiene también que las carreteras con mayores daños materiales causados por accidentes viales, son: Monterrey –Nuevo Laredo (libre) con 1270.3 miles de dólares, Cd. Victoria – Monterrey con 1053.2 y Tuxpam – Tampico con 814.3. La carretera Cd. Victoria – Monterrey conforma la vía de comunicación más importante entre las principales ciudades de Nuevo León y Tamaulipas, es de administración Federal Libre con un recorrido de 287 y con una sinuosidad baja.

La carretera Cd. Victoria – Matamoros es la vía principal de comunicación entre las ciudades más importantes de Tamaulipas, cuenta con una administración Federal Libre, un recorrido de 312 km y sinuosidad baja.

La principal vía de comunicación entre la ciudad fronteriza muy importante y Monterrey es la carretera Monterrey – Nuevo Laredo (libre), con un recorrido de 228 km y sinuosidad baja. Una carretera con muy poco kilometraje en la zona de estudio, pero con importantes daños materiales causados por accidentes es la Tuxpam – Tampico, con 1.6 km de recorrido en Tamaulipas; es de administración Federal Libre y sinuosidad baja.

Este capítulo está enfocado a conocer la problemática actual de los accidentes viales en México, incluyendo sus causas, consecuencias y la manera de prevenirlos; para lograr el objetivo de la tesis, que se enfoca principalmente a la relación de los vehículos de carga en accidentes viales, es necesario conocer en qué estados se tiene mayor número de accidentes viales, para posteriormente estudiar a detalle las características físicas y de operación de las carreteras federales que las integran, así como sus volúmenes de camiones de carga.

Tabla 2.8. Carreteras federales que registraron accidentes en Tamaulipas 2008

nombre de carretera	longitud carretera (km)	accidentes	daños materiales (miles dólares)	accidentes por kilometro
Antiguo Morelos - ent. El Huizache	198.8	53	268.8	0.27
Ciudad Valles - Ciudad Victoria	232	97	310.2	0.42
Ciudad Valles - Tampico	138	87	406.8	0.63
Ciudad Victoria - Matamoros	312	138	722.3	0.44
Ciudad Victoria - Soto la Marina	117.3	13	48.1	0.11
Ciudad Victoria - Monterrey	287	261	1053.2	0.91
Entronque Tula – Cd. Victoria	180	30	136.7	0.17
Estación Manuel - t.c. (Ciudad Victoria-Soto la Marina)	145	61	217.5	0.42
González - Llera de Canales	88.7	44	337.2	0.5
Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria-Monterrey)	94.3	41	455.9	0.43
Las Urracas - t.c. (Matamoros-Reynosa)	113.5	39	120.7	0.34
Matamoros - Playa Lauro del Villar	37	17	45.7	0.46
Matamoros - Reynosa	98	47	193.3	0.48
Monterrey - Mier	156.2	41	282.8	0.26
Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	228	127	1270.3	0.56
Monterrey - Reynosa (libre)	225	74	499.8	0.33
Paras - Nueva Ciudad Guerrero	32	1	1.3	0.03
Nuevo Laredo - Piedras Negras	170	27	124.5	0.16
Soto la Marina - La Coma	87.2	20	93.7	0.23
Tuxpam -Tampico	196.5	107	814.3	0.54
Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	14.3	11	70.3	0.77
Matamoros - Reynosa (cuota)	46	16	76.8	0.35

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

Tabla 2.9. Carreteras federales que registraron accidentes en Nuevo León 2008

nombre de carretera	longitud carretera (km)	accidentes	daños materiales (miles dólares)	accidentes por kilometro
Cadereyta de Jiménez - Allende	36.5	20	73.8	0.55
Ciudad Victoria - Monterrey	287	261	1053.2	0.91
Linares - entronque San Roberto	98	19	80.6	0.19
Monterrey - Castaños	156.5	57	343.7	0.36
Monterrey - Mier	156.2	41	282.8	0.26
Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	228	127	1270.3	0.56
Monterrey - Reynosa (libre)	225	74	499.8	0.33
Paras - Nueva Ciudad Guerrero	32	1	1.3	0.03
Ramal a aeropuerto Mariano Escobedo	4.5	11	15.7	2.44
Saltillo - Monterrey	79.2	113	809.8	1.43
Monterrey - La Sierrita (cuota)	163	54	299.6	0.33
Libramiento de Monterrey	66.3	11	46.9	0.17
Nuevo Laredo - Piedras Negras	170	27	124.5	0.16
Monterrey - Nuevo Laredo (cuota)	120.5	31	290.1	0.26

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS ESPACIAL DE ACCIDENTES VIALES EN LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 INTRODUCCIÓN

Para el año 2008, en el estado de Nuevo León ocurrieron 1,082 accidentes viales en carreteras federales y 84 accidentes en tramos carreteros de 500 metros considerados como “más peligrosos” (Cuevas, et al., 2010).

Nuevo León es el estado donde los vehículos de carga se involucran grandemente en accidentes viales.

Las figuras mostradas en este capítulo muestran que Nuevo León es el estado más afectado por accidentes viales en carreteras federales de la zona Norte de México. Por lo anterior, esta tesis se enfoca en los accidentes viales de las carreteras federales de Nuevo León y su estado vecino Tamaulipas, con el que realiza mayor movimiento de carga.

En este capítulo se desarrolla un análisis espacial de los accidentes viales en la zona de estudio. A continuación se describe el procedimiento utilizado para crear los mapas temáticos:

1.- Trazo geométrico del eje de las carreteras federales y ubicación de puntos de aforo vehicular; dicho trazos se realizan con el software Google Earth 2010®, el archivo terminado es un mapa de carreteras a estudiar.

2.- Creación de una base de datos utilizando el software Microsoft Office Excel 2007®, la base de datos contiene información investigada sobre: características físicas, geométricas, accidentes y su información agregada, así como la densidad de población de localidades urbanas en la zona de estudio.

La información por carretera integra: longitud, número de accidentes, índice de accidentes por kilometro, número de participantes en accidentes viales, coeficiente de severidad, índice de accidentalidad, índice de peligrosidad, tipo, velocidad máxima, TDPA (Tránsito Diario Promedio Anual), sinuosidad, pendiente promedio por tramo carretero, entre otros.

3.- Para crear una representación adecuada, es necesario complementar con mapas que muestren la delimitación geográfica de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, así como la ubicación de las localidades urbanas.

4.-Por medio del software TransCAD 4.5® se selecciona la información en la base de datos que se requiere representar y posteriormente analizar en los mapas temáticos. Los mapas son analizados visualmente, observando los factores que impactan significativamente en el comportamiento y variación de los accidentes viales, obteniendo así los resultados correspondientes al análisis espacial.

Cabe señalar que los accidentes son eventos aleatorios, y su comportamiento puede variar dependiendo del lugar donde se ubiquen.

Los resultados obtenidos mediante los análisis espacial y estadístico produjeron más de 15 mapas temáticos, algunos incluyen características generales de población; al final de este capítulo se describe un error en el aforo vehicular realizado por la SCT, para cierta carretera federal ubicada en Nuevo León.

3.2 ELECCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Tomando como referencia el “Anuario estadístico de accidentes 2008” (SCT, 2008), se obtienen los resultados para las carreteras federales en la zona de estudio, presentados en esta sección.

Los estados que presentan mayor número de accidentes en tramos más peligrosos son: Nuevo León con 621 accidentes, Sonora con 436, y Baja California Sur con 330. Al estudiar los segmentos de 500 metros más peligrosos, los estados que presentan mayor número de accidentes son: Baja California Sur con 86 accidentes, Nuevo León con 84 y Coahuila con 63.

La tabla 3.1 muestra los saldos totales de accidentes en la zona Norte; los estados que presentan mayor número de accidentes son: Baja California con 1,099 accidentes, Sonora con 1,091 y Nuevo León con 1,082.

Analizando el índice de accidentes por cada 100 millones de vehículos-kilometro de la tabla 3.1, los estados que muestran los mayores índices son: Baja California Sur con 31.3, Baja California con 24.53 y Sonora con 20.44.

Analizando los vehículos involucrados en accidentes, los estados que involucran mayor número de vehículos de carga son: Nuevo León con 446 vehículos de carga, Sonora con 385 y Baja California con 282. En las figuras 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5 se muestran algunas características de los accidentes viales en los estados del Norte.

A diferencia de los segmentos de 500m, los tramos cuentan con longitud variable, delimitados por los puntos de aforo en una carretera determinada, marcados en DGCC (2010). Los saldos de los accidentes en los primeros diez tramos por entidad federativa, jerarquizados en función de eventos por kilómetro, son presentados en la figura 3.3

Los saldos de los accidentes en los primeros diez segmentos de 500m por cada entidad federativa, jerarquizados en función del número de eventos, son presentados en la figura 3.4

Al observar las figuras 3.3 y 3.4, se tiene que Nuevo León es el estado donde se ubican los segmentos de 500m y los tramos carreteros más peligrosos de la zona Norte de México. Debido a que Tamaulipas es el estado que realiza el mayor movimiento de carga con Nuevo León, ambos estados forman la zona de estudio para esta tesis.

Tabla 3.1. Saldos totales de accidentes viales en la zona Norte de la República Mexicana 2008

entidad	accidentes	daños materiales (miles de dólares)	vehículos-kilometro recorridos (millones)	índice de accidentes por cada 100 millones de vehículos-kilometro
Sonora	1,091	6,283	5,337	20.4400
Tamaulipas	910	4,855	6,483	14.0400
Nuevo León	1,082	6,482	6,982	15.5000
Chihuahua	745	4,723	4,959	15.0200
Baja California	1,099	3,986	4,480	24.5300
Sinaloa	732	4,267	4,043	18.1100
Coahuila	649	4,046	4,589	14.1400
Durango	568	2,467	2,918	19.4600
Baja California Sur	630	3,352	2,013	31.3000
Total registrado	7,506	40,461	41,804	173
No capturado	987	3,995		
Total nacional	30,739	141,977		

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

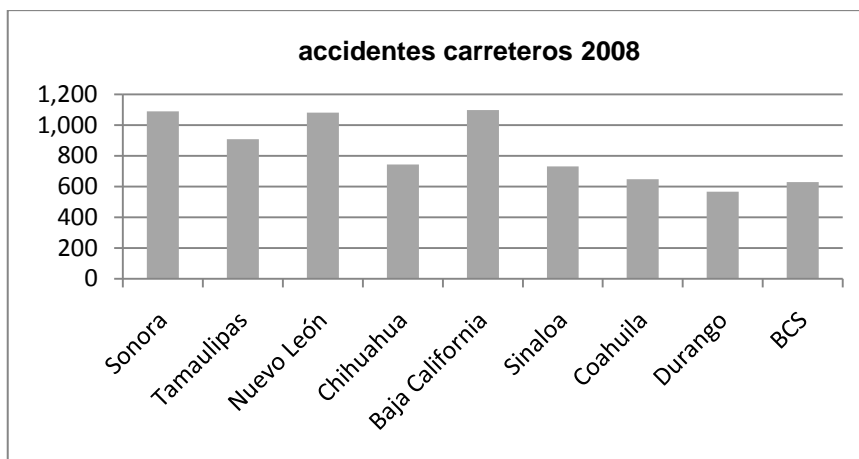


Figura 3.1 Accidentes carreteros por entidad federativa
Fuente: (Cuevas, et al., 2010)

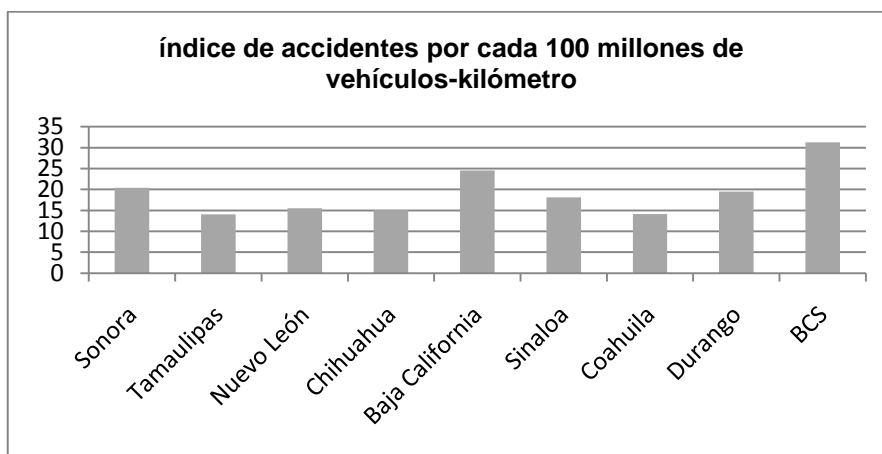


Figura 3.2 Índice de accidentes por entidad federativa
Fuente: (Cuevas, et al., 2010)

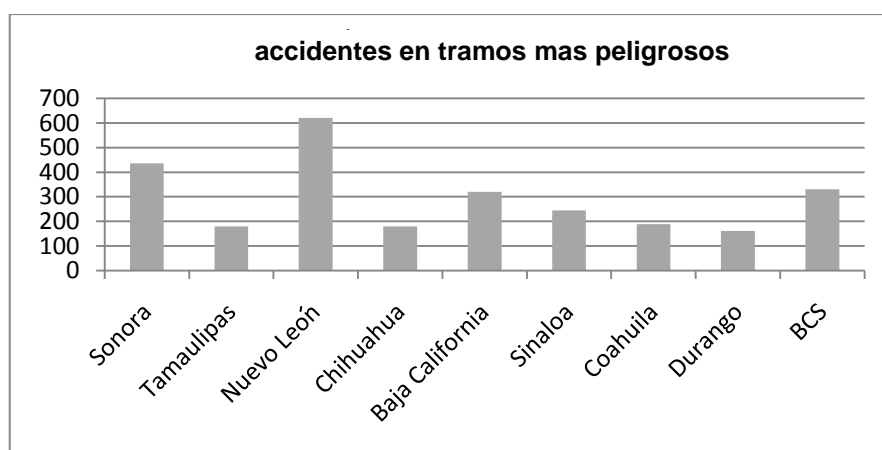


Figura 3.3 Accidentes en tramos carreteros más peligrosos por entidad federativa
Fuente: (Cuevas, et al., 2010)

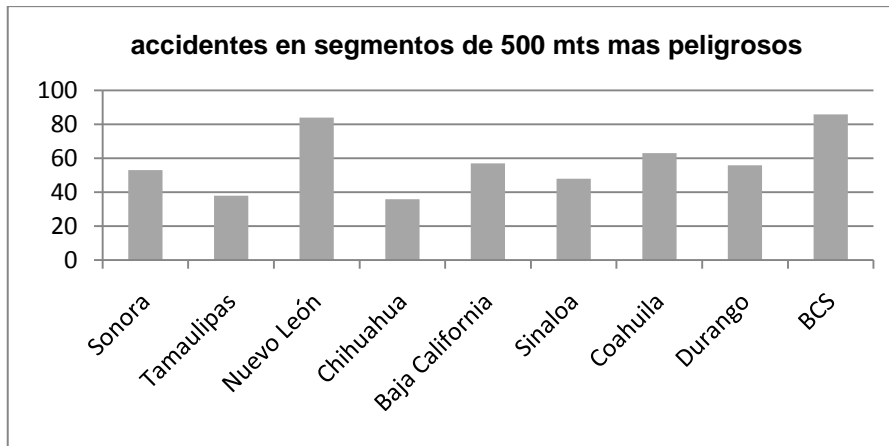


Figura 3.4 Accidentes en segmentos más peligrosos por entidad federativa
Fuente: (Cuevas, et al., 2010)

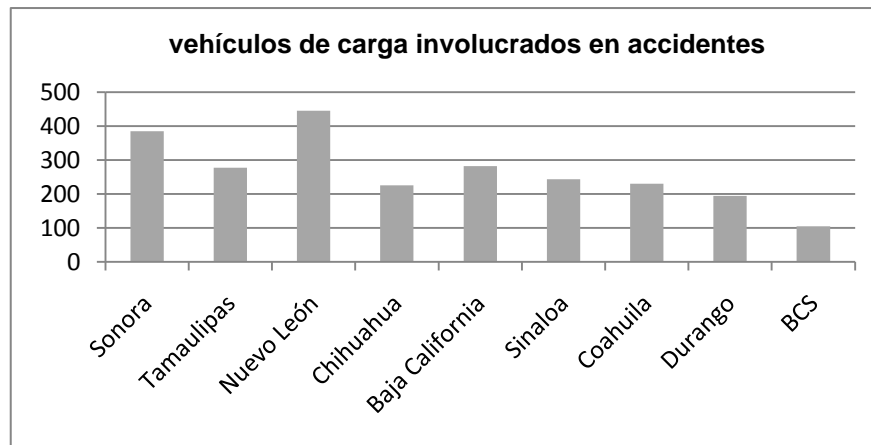


Figura 3.5 Vehículos de carga involucrados en accidentes viales por entidad federativa
Fuente: (Cuevas, et al., 2010)

3.3 TRAZO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS FEDERALES

En esta sección se describe el proceso para obtener el trazo geométrico de las carreteras federales y puntos de aforo vehicular en la zona de estudio.

El software Google Earth 2010® es utilizado para hacer el trazo geométrico de las carreteras federales y marcar la ubicación de los puntos de aforo vehicular; dicho software cuenta con: imágenes satelitales y aéreas, perfil de elevación, relieve, entre otra información.

En el proceso, el trazo geométrico es obtenido por el eje de las carreteras federales, proporcionando un identificador numérico a cada tramo, y son ubicados los puntos de aforo vehicular marcados por la SCT en los estados de Nuevo León y Tamaulipas.

La localización de puntos de aforo vehicular se realiza tomando como base las localidades y el kilometraje de las carreteras, y ubicando su entronque con otros caminos. Los tramos carreteros y los lugares de aforo marcados en DGCC (2010) sirven de referencia.

El archivo es terminado con extensión .kml, el cual se importa al software Global Mapper v8.02®, este procedimiento es requerido para después manipular el archivo en el software TranCAD 4.5® y realizar entonces un análisis geoespacial de accidentes.

La figura 3.6 muestra los puntos de aforo vehicular y el trazo geométrico de las carreteras federales utilizando el software Global Mapper v8.02®. Se observa una red carretera que comunican a las principales ciudades en la zona de estudio, existen ciertas zonas montañosas que aumentan la sinuosidad de algunas carreteras.

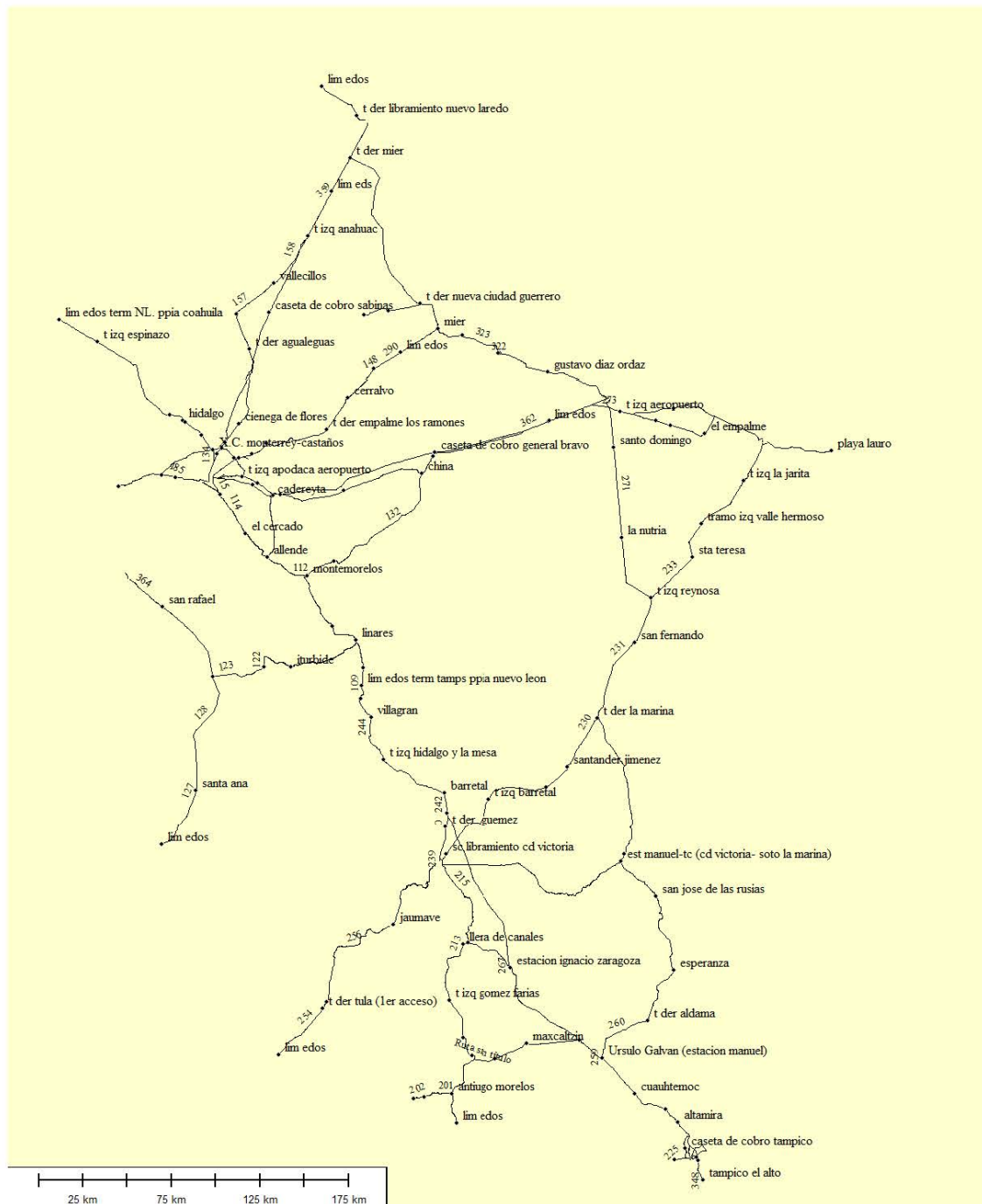


Figura 3.6 Carreteras federales y puntos de aforo vehicular en Nuevo León y Tamaulipas
Fuente: DGCC, 2010

3.4 BASE DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN ESPACIAL

Para crear los mapas temáticos, fue necesario integrar una base de datos con características: físicas, operativas y de accidentes en las carreteras federales, así como las densidades de población en las localidades de la zona de estudio.

Un parámetro muy importante en las pruebas de esta tesis es el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), definido como el volumen de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de tiempo determinado, mayor a un día y menor o igual a un año, dividió por el número de días comprendido en el periodo de medición.

La base de datos fue realizada utilizando el software Microsoft Office Excel 2007®, a continuación se describe la información que contiene cada campo:

ID_ACT2010: es un valor numérico asignado como identificador único para cada tramo carretero, este parámetro se utiliza para enlazar los tramos creados geoméricamente con sus propiedades y características respectivas.

NoCarrSCT: se refiere al número de carretera según el índice por estado (DGCC, 2010).

CARRETERA: es el nombre oficial de la carretera, se consideran las carreteras federales libres y de cuota (DGCC, 2010).

TRAMO: se refiere a cada tramo carretero, teniendo como inicio y fin los puntos de aforo vehicular (DGCC, 2010).

LUGAR: puntos de aforo vehicular (DGCC, 2010).

LONGITUD: es la longitud total de la carretera en kilómetros (Cuevas, et al., 2010).

TDPA_AC: Es el Tránsito Diario Promedio Anual por carretera, dicha cantidad se obtiene de la referencia Cuevas, et al. (2010).

TDPAT: es el TDPA por tramo carretero, calculado a partir de los datos en (DGCC, 2010). Es solo una parte del TDPA_AC, por tal puede variar considerablemente. El TDPA_AC es el TDPA por carretera, en esta tesis fue utilizado principalmente para obtener factores como el volumen de vehículos por kilómetro de las carreteras en la zona de estudio; el TDPAT es el TDPA por tramo carretero, utilizado principalmente para representar el volumen de vehículos y camiones de carga en los mapas temáticos, así como para realizar las pruebas de hipótesis.

El TDPA está conformado por los siguientes tipos de vehículos (DGCC, 2010):

- AT: automóviles por tramo carretero.
- BT: autobuses por tramo carretero.
- C2T: camiones unitarios de dos ejes por tramo carretero.
- C3T: camiones unitarios de tres ejes por tramo carretero.
- T3S2T: tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes por tramo carretero.
- T3S3T: tractor de 3 ejes con semirremolque de 3 ejes por tramo carretero.
- T3S2R4T: tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes por tramo carretero.
- OTROS: considera otro tipo de combinaciones de camiones de carga.
- CT: considera todos los camiones de carga descritos anteriormente, incluyendo "OTROS", por tramo carretero.

ACCIDENTES: cantidad de accidentes por carretera (Cuevas, et al., 2010).

INDICE_ACC_KM: índice de accidentalidad por kilómetro (Cuevas, et al., 2010).

PARTICIPANTES: número de personas involucradas en accidentes por carretera (Cuevas, et al., 2010).

MUERTOS: número de personas muertas en accidentes por carretera (Cuevas, et al., 2010).

COEF_SEVER: coeficiente de severidad que se calcula con la ecuación 3.1. (Timaná, 2005)

$$CS = ((100 * f) + (10 * i) + h) / \text{total participantes} \quad (3.1)$$

donde:

cs: coeficiente de severidad

f: número de personas muertas

i: número de personas heridas

h: número de personas sin daños

VEH-KM: número de vehículos por kilómetro por carretera que se calcula con la ecuación 3.2: (Cuevas, et al., 2010)

$$\text{Veh - km} = \text{TDPA} * 365 * \text{longitud} \quad (3.2)$$

INDICE_ACC: índice de accidentalidad por carretera que se calcula con la ecuación 3.3 (IMT, 2011)

$$I_{\text{ACC}} = (\text{Núm accidentes en el año}) * (1 * 10^6) / \text{vehículos - kilómetro} \quad (3.3)$$

INDICE_PELIG: índice de peligrosidad por carretera que se obtiene de la ecuación 3.4 (IMT, 2011)

$$I_{\text{peligrosidad}} = (\text{No. de accidentes} + (\text{No. de muertos} * 6) + (\text{No. de heridos} * 2)) * (1 * 10^6) / \text{vehículos - kilómetro} \quad (3.4)$$

LESIONADOS: número de personas lesionadas en accidentes por carretera (Cuevas, et al., 2010).

DAÑOS_MAT: daños materiales anuales causados por accidentes en miles de dólares por carretera (Cuevas, et al., 2010).

JERARQ: jerarquización por carretera acorde a los accidentes (Cuevas, et al., 2010).

JERAR: recíproco de “JERARQ”, esto con el fin de hacer de la jerarquización un campo manejable en la base de datos y en los mapas temáticos.

TIPO: considera la clasificación del “*Apéndice para la clasificación de los caminos y puentes a que se refiere el artículo 6º*”, del reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal (SCT, 2006).

Carretera tipo ET: son aquellas que forman parte de los ejes de transporte que establezca la Secretaría, cuyas características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, así como de otros que por interés general autorice la Secretaría, y que su tránsito se confine a este tipo de caminos.

Carretera tipo A: son aquellas que por sus características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, excepto aquellos vehículos que por sus dimensiones y peso sólo se permitan en las carreteras tipo ET.

Carretera tipo B: son aquellas que conforman la red primaria y que atendiendo a sus características geométricas y estructurales prestan un servicio de comunicación interestatal, además de vincular el tránsito.

Carretera tipo C: red secundaria; son carreteras que atendiendo a sus características prestan servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias, estableciendo conexiones con la red primaria.

Carretera tipo D: red alimentadora, son carreteras que atendiendo a sus características geométricas y estructurales principalmente prestan servicio dentro del ámbito municipal con longitudes relativamente cortas, estableciendo conexiones con la red secundaria.

NUM_CARRILES: número de carriles por carretera.

SINUOSIDAD: índice que presenta la carretera cuando su trazado longitudinal se aparta de una línea recta, la clasificación se lleva a cabo tomando en cuenta la conformación general de las carreteras federales en la zona de estudio; a partir de ésta se forman los parámetros de medición, tomando como patrones las figuras 3.7, 3.8 y 3.9, divididas en: 1= sinuosidad baja, 2= sinuosidad media y 3= sinuosidad alta. Así, dependiendo de este patrón de trazos, cada tramo carretero es referido a un tipo de sinuosidad.

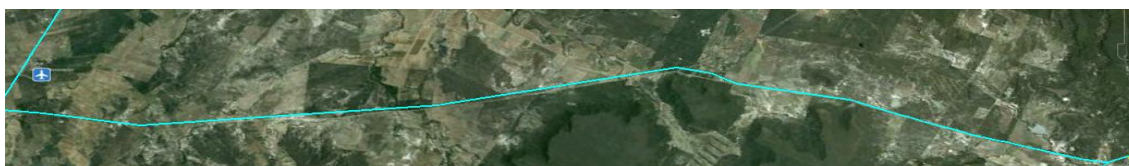


Figura 3.7 Representación de sinuosidad baja

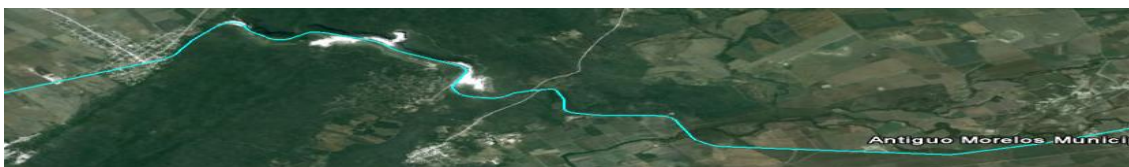


Figura 3.8 Representación de sinuosidad media

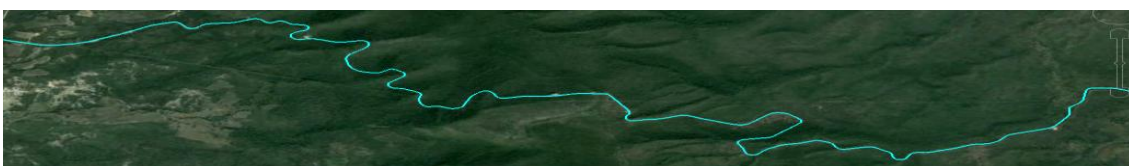


Figura 3.9 Representación de sinuosidad alta

VEL_MAXC: velocidad máxima en km/hr de camiones unitarios en carreteras tipo: ET, A, B, C y D.

VEL_MAXCR: velocidad máxima en km/hr de camión-remolque en carreteras tipo: ET, A, B, C y D.

VEL_MAXTS: velocidad máxima en km/hr de tracto camión-articulado en carreteras tipo: ET, A, B y C.

VEL_MAXTSR: velocidad máxima en km/hr de tracto camión doblemente articulado en carreteras tipo: ET, A, B y C.

El tipo de carretera ET admite las velocidades más altas para cada tipo de vehículo, e incluye todas las combinaciones en camiones de carga.

PENDIENTE: la pendiente se determina con una herramienta del software Google Earth 2010®, la cual muestra un perfil de elevación sobre el trazo marcado e indica la inclinación promedio positiva y negativa en porcentaje.

En la referencia SCT (2001) el tipo de carretera más estricto para el diseño por pendiente es el tipo A, con pendiente máxima en plano: 4%, en lomerío: 5% y en terreno montañoso: 6%. De acuerdo con esta clasificación, las carreteras federales de Nuevo León y Tamaulipas tienen pendientes aceptables

Por simplicidad en esta tesis, las carreteras en la zona de estudio son clasificadas en:

- 0-2% pendiente baja
- 2-4% pendiente media
- 4-6% pendiente alta

A continuación, en las figuras 3.10, 3.11, 3.12 y 3.13 se muestran gráficamente los tipos de camiones a estudiar. Es importante clasificar los camiones que conforman el TDPA, para así poder estudiar a detalle qué tipo de camiones son los que están involucrados en mayor número de accidentes y como se relacionan con la operación de una carretera.



CAMION UNITARIO (C)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2	2	6	
C3	3	8 o 10	

Figura 3.10 Tipos de camiones unitarios C
Fuente: (SCT, 2000)




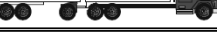
CAMION-REMOLQUE (C-R)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2-R2	4	14	
C3-R2	5	18	
C2-R3	5	18	
C3-R3	6	22	

Figura 3.11 Tipos de camión-remolque C-R
Fuente: (SCT 2000)





TRACTOCAMION-ARTICULADO (T-S)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

Figura 3.12 Tipos de tracto camión-articulado T-S
Fuente: (SCT, 2000)






TRACTOCAMION DOBLEMENTE ARTICULADO (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1-R2	5	18	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S2-R2	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4	9	34	

Figura 3.13 Tipos de tracto camión doblemente articulado T-S-R
Fuente: (SCT, 2000)

3.5 REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS ESPACIAL DE MAPAS TEMÁTICOS

Para realizar los mapas temáticos, es necesario contar con información geográfica sobre la delimitación de los estados en estudio: Nuevo León y Tamaulipas, así como la localización de los municipios en dichos estados.

La información geográfica sobre la delimitación de estados, localidades urbanas y municipios en la zona de estudio, fue tomada del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2011) en formato “Shape File” (extensión .shp), para posteriormente ser manipulada con el software Trans CAD 4.5®.

Mediante dicho programa de cómputo es posible representar la información de una base de datos en forma geográfica, con el fin de realizar un análisis espacial.

Para facilitar la representación gráfica, Trans CAD 4.5® cuenta con herramientas como: “Color Theme MapWizard”, la cual asigna colores a los rangos en que se divide una serie de datos: un buen ejemplo es representar en mapas temáticos el índice de severidad: bajo, medio y alto, en color: amarillo, naranja y rojo respectivamente.

La herramienta “Scaled-Symbol Theme MapWizard” permite representar valores por medio de grosores de línea a escala: un buen ejemplo es representar el número de accidentes por carretera, creando líneas más gruesas donde la cantidad de accidentes es más alta.

La herramienta “Chart Theme MapWizard” permite crear una gráfica circular a escala, mostrando las proporciones que la integran: esta herramienta puede ser utilizada para representar la composición vehicular del TDPA en un punto de aforo.

Con la ayuda de estas herramientas es realizado cada mapa temático; de la base de datos obtenida es seleccionado al menos un campo de datos para ser representado en forma geográfica (por ejemplo, estados, localidades y carreteras en la zona de estudio).

Para las carreteras: Matehuala – ent. Puerto México y Tampico – Cd. Mante, no se encontró información sobre accidentes en (Cuevas, et al., 2010)

3.5.1 Generación y análisis de mapas temáticos de la zona de estudio

A continuación, se presentan los mapas temáticos utilizados para realizar el análisis espacial en la zona de estudio; la información de atributos señalada en cada mapa, es referida a las columnas de la base de datos.

En la figura 3.14 se muestra el mapa temático que representa a escala la cantidad de población de los municipios en la zona de estudio; se observa que Tamaulipas tiene cinco manchas urbanas importantes: Reynosa, Matamoros, Nuevo Laredo, Tampico y Cd. Victoria; en Nuevo León, la mancha urbana más importante se localiza en Monterrey. En este mapa temático se representa información espacial de: localidades urbanas y delimitación de estados; e información de atributos: POBTOT.

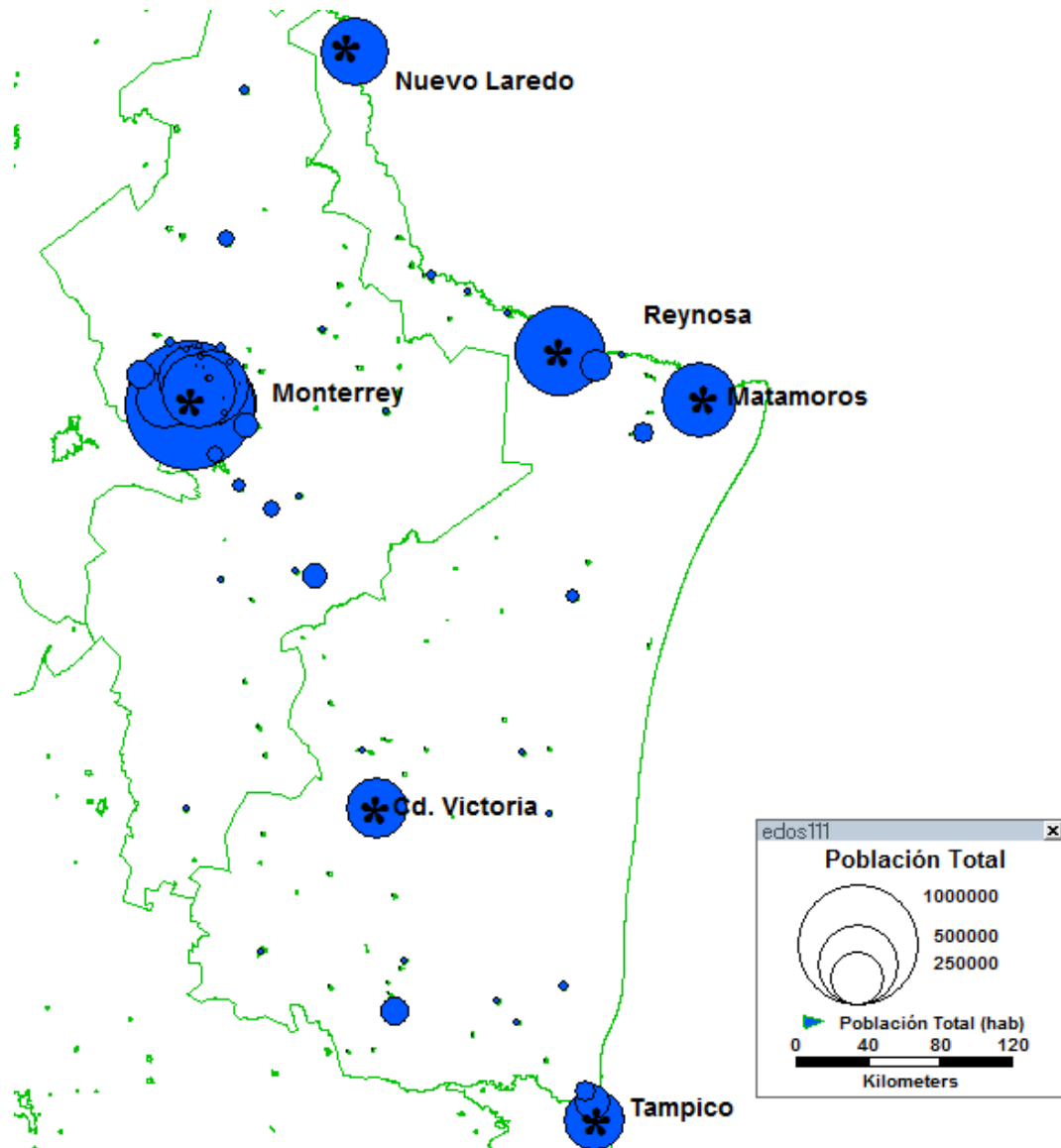


Figura 3.14 Representación de población total por localidad

En la figura 3.15 se muestra el mapa temático que contiene el nombre y tipo de cada carretera; el mapa muestra que el mayor kilometraje lo conforman las carreteras tipo: ET y B. En este mapa temático se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: CARRETERA y TIPO.

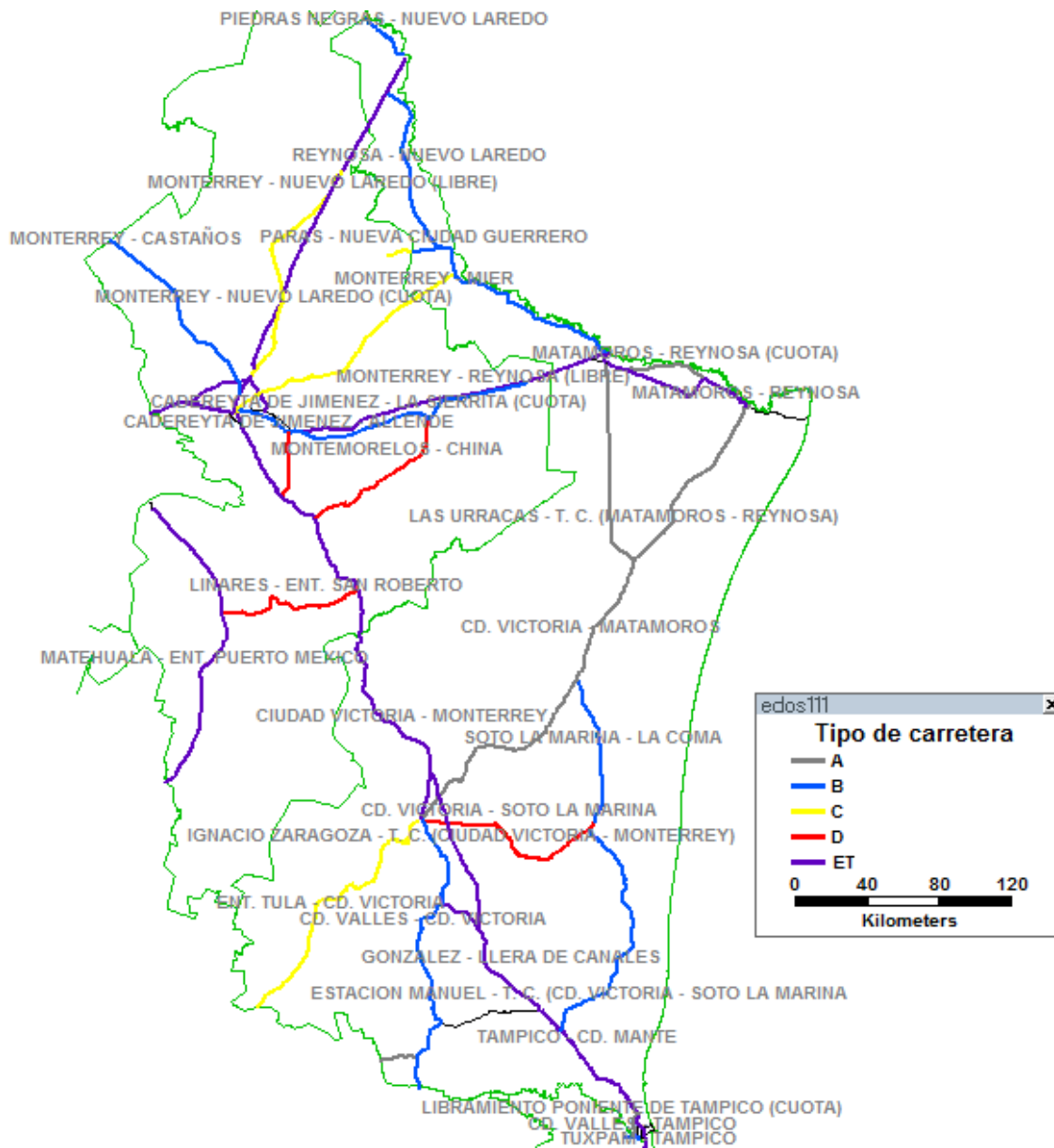


Figura 3.15 Representación de nombre y tipo de carretera

En este estudio sólo se integran las carreteras federales de cuota y federales libres, descartando las carreteras estatales.

En la figura 3.16 se observa el mapa temático que representa el tipo de administración de las carreteras en la zona de estudio; se observa que en Tamaulipas existen 23 carreteras tipo federal libre y 2 federales de cuota; en Nuevo León existen 14 carreteras tipo federal libre y 3 federales de cuota. En este mapa temático se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: ADMINISTRA.



Fig. 3.16 Representación del tipo de administración por carretera

En la figura 3.17 se muestra el mapa temático que representa el TDPA por carretera; se calcula el TDPA directamente en la base de datos, dependiendo de:

- tipo de estación: considerando el sentido en que crece el kilometraje de la carretera, el número “1” indica que el aforo fue efectuado antes del punto generador, el “2” que fue realizado en el punto generador y el “3” que el aforo se llevó a cabo después del punto generador.
- sentido de circulación: el número “1” indica que los datos corresponden al sentido de circulación en que crece el cadenamiento del camino, el “2” al sentido en que decrece el kilometraje y el “0” a ambos sentidos.

El mapa muestra que el mayor TDPA se presenta en las carreteras federales que están dentro de las principales manchas urbanas. En el mapa temático de la figura 3.17 se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: TDPAT.

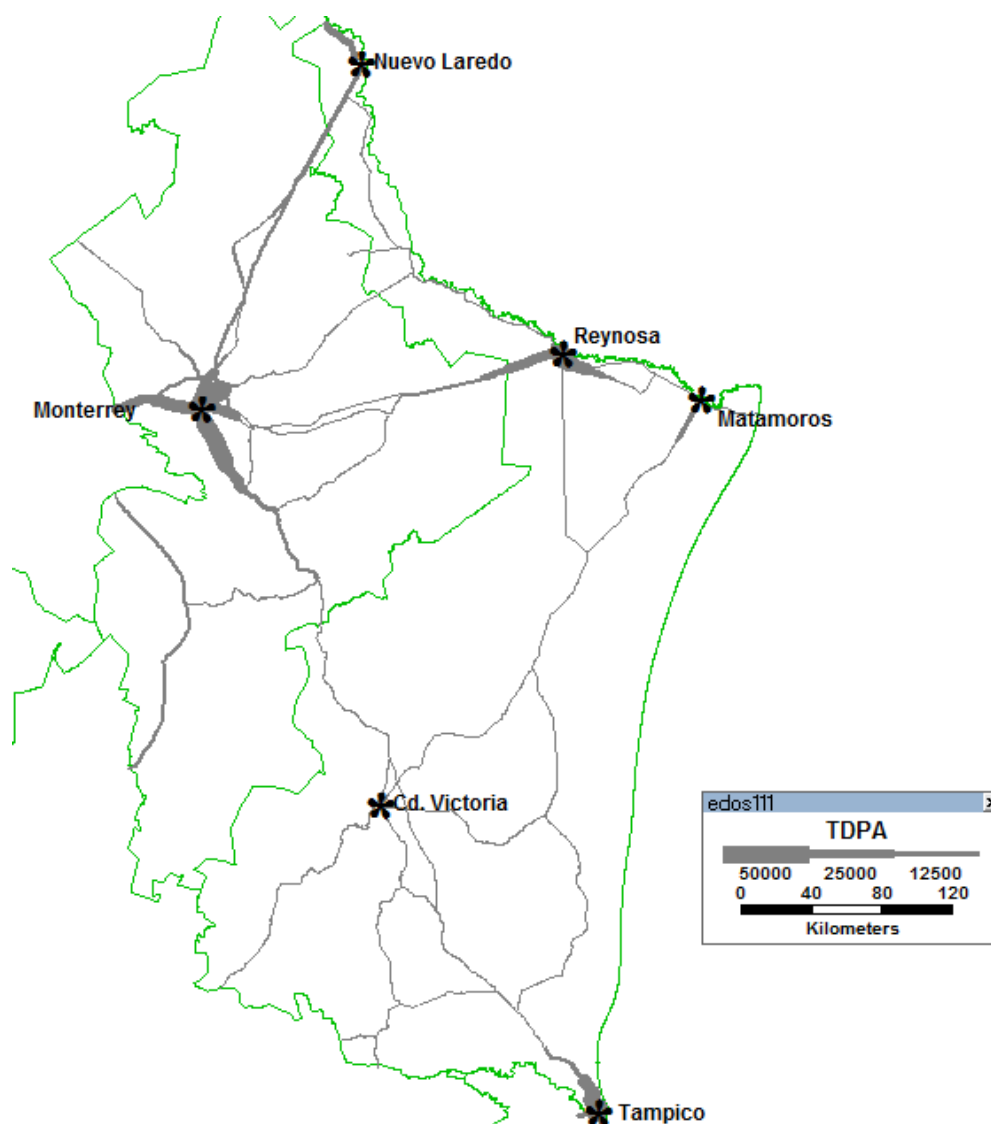


Fig. 3.17 Representación de TDPA por carretera

En la figura 3.18 se muestra el mapa temático que representa el índice de severidad y número de accidentes por carretera; se observa que en Tamaulipas existe gran kilometraje de carreteras con severidades altas en accidentes; en Nuevo León predominan las carreteras con un bajo índice de severidad en accidentes.

Se observa también que la mayoría de carreteras con alto número de accidentes tienen severidad media ó baja, lo que quiere decir que ocurre gran número de accidentes pero la mayoría no son de gravedad.

En el mapa temático de la figura 3.18 se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: INDICE_SEVER y ACCIDENTES.

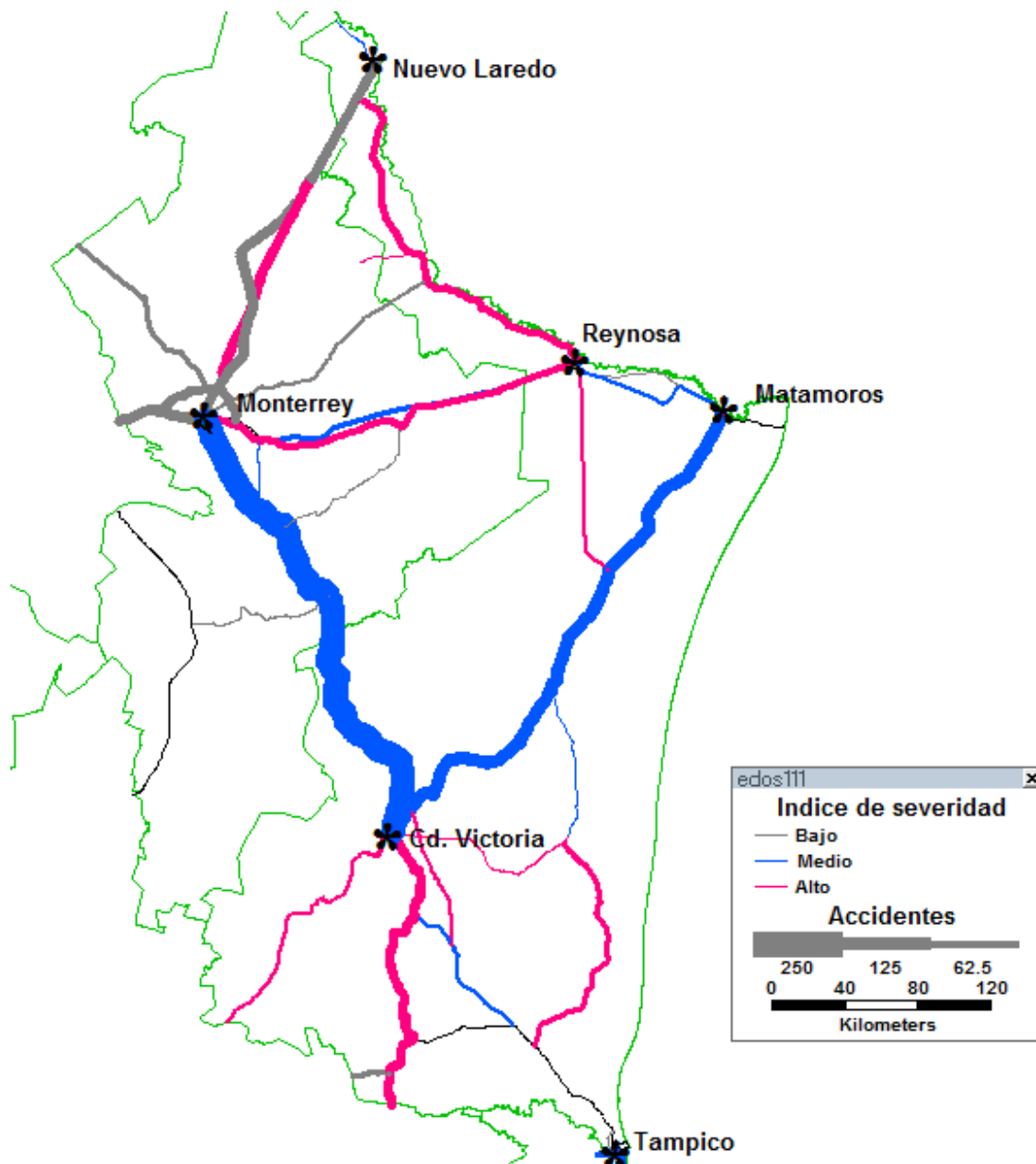


Figura 3.18 Representación del número de accidentes por carretera e índice de severidad

En el estado de Tamaulipas, las carreteras: ent. Tula – Cd. Victoria, Ignacio Zaragoza – t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey), Cd. Victoria – Soto la Marina y Estación Manuel – t.c. (Cd. Victoria – Soto la Marina) se ubican en una zona montañosa con sinuosidades altas; dichas carreteras tienen un bajo número de accidentes, sin embargo cuentan con un alto índice de severidad. Fuera de zona montañosa se encuentra la carretera Reynosa – Nuevo Laredo con un alto índice de severidad.

En el estado de Nuevo León, las carreteras que presentan mayor índice de severidad son: Monterrey – Nuevo Laredo (cuota) y Monterrey – Reynosa (libre), las cuales tienen una sinuosidad media; para la de cuota mencionada, el TDPA está conformado en gran parte por los camiones de carga tipo T3S2.

La tabla 3.2 muestra los resultados más importantes del análisis de las figuras 3.18 y 3.19

Tabla 3.2. Relación entre sinuosidad e índice de severidad

carretera	accidentes	sinuosidad	índice severidad
ent. Tula – Cd. Victoria	bajo	alta	alta
Ignacio Zaragoza – t.c. (Ciudad Victoria-Monterrey)	bajo	baja	alta
Cd. Victoria - Soto la marina	bajo	alta	alta
Estación Manuel – t.c. (Cd. Victoria – Soto la marina)	bajo	media	alta
Monterrey – Nuevo Laredo (cuota)	medio	media	alta
Monterrey – Reynosa (libre)	medio-bajo	media	alta

Se observa que en las carreteras cercanas a localidades con gran densidad de población, como Monterrey, la cantidad de accidentes es alta, sin embargo tienen una severidad baja, esto quiere decir que en estas carreteras ocurren un gran número de accidentes pero no son de gravedad.

Entre Cd. Victoria y Tampico, debido a un terreno accidentado, las carreteras presentan sinuosidades medias-altas, con un TDPA bajo y pocos accidentes pero con un índice de severidad alto.

Al relacionar el tipo de carretera y número de accidentes mostrados en las figuras 3.15 y 3.18, se observa que la mayor cantidad de accidentes se presentan en las carreteras tipo: ET y A; el mayor índice de severidad se presenta en carreteras tipo: B, C y D.

En la figura 3.19 se muestra el mapa temático que representa la sinuosidad e índice de accidentalidad de las carreteras en la zona de estudio; se observa que a excepción del Libramiento Poniente de Nuevo León, los mayores índices de accidentalidad se presentan en carreteras con sinuosidades medias y altas. Por otro lado se observa el Libramiento Noroeste de Monterrey con un alto índice de accidentalidad pero con sinuosidad baja.

En el mapa temático de la figura 3.19 se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: SINUOSIDAD e IND_ACC

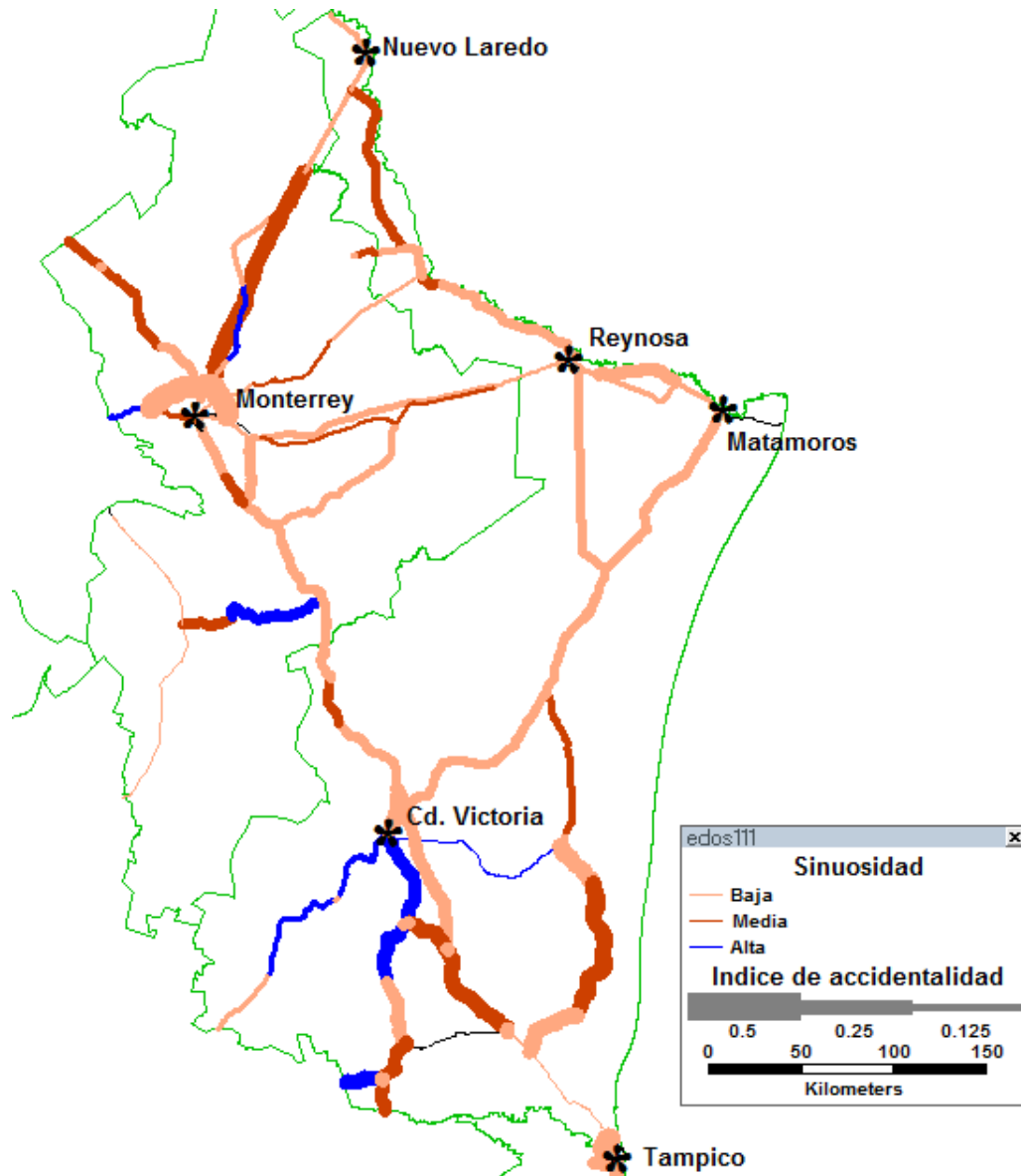


Figura 3.19 Representación de sinuosidad e índice de accidentalidad

Analizando la figura 3.19, se observa que en Tamaulipas, las carreteras con índice de accidentalidad alto son: Cd. Valles – Cd. Victoria con sinuosidad alta, González – Llera de Canales con sinuosidad media, Estación Manuel – t.c. (Cd. Victoria – Soto la marina) con sinuosidad media

En Nuevo León, las carreteras con mayor índice de accidentalidad son: Linares – ent. San Roberto con sinuosidad alta, Monterrey - Castaños y Monterrey – Nuevo Laredo (cuota) con sinuosidades medias.

La tabla 3.4 muestra los resultados más importantes del análisis de la figura 3.19

Tabla 3.4. Relación entre sinuosidad e índice de accidentalidad

carretera	sinuosidad	índice accidentalidad
Estación Manuel – t.c. (Cd. victoria – Soto la marina)	alta	alto
González – Llera de Canales	media	alto
Cd. Valles – Cd. Victoria	alta	medio
Ignacio Zaragoza – t.c. (Ciudad Victoria – Monterrey)	baja	medio
Libramiento Noroeste de Monterrey	baja	alto
Monterrey - Nuevo Laredo (cuota)	media	alto
Linares – ent. San Roberto	alta	medio
Monterrey –Castaños	media	medio

En Tamaulipas, las carreteras que tienen sinuosidades medias y altas, representan las carreteras con mayor índice de accidentalidad.

Para el caso de Nuevo León, a excepción del Libramiento Noroeste de Monterrey, que tiene el mayor índice de accidentalidad del estado y sinuosidad baja; la mayoría de carreteras con sinuosidades medias y altas corresponden a las carreteras con mayor índice de accidentalidad.

Relacionando el índice de accidentalidad con el tipo de carretera representadas por las figuras 3.15 y 3.19, se observa que el mayor índice de accidentalidad se presenta en las carreteras tipo: B y ET. La tabla 3.5 muestra los principales resultados para las carreteras de cuota. Debido a las diferentes características de ubicación, estado físico y funcionamiento, las carreteras de cuota muestran un número bajo en accidentes, índices de accidentalidad y de severidad muy variados, sin una tendencia definida.

Tabla 3.5. Índices de accidentes en carreteras de cuota

carretera	accidentes	índice accidentalidad	índice severidad
Libramiento Poniente Tampico (cuota)	bajo	alto	medio
Matamoros – Reynosa (cuota)	bajo	medio	bajo
Cadereyta de Jiménez – La Sierrita (cuota)	bajo	bajo	medio
Monterrey – Nuevo Laredo (cuota)	medio	alto	alto

En la figura 3.20 se observa el mapa temático que representa la pendiente promedio y el índice de accidentalidad por carretera; se detecta que la mayoría de carreteras con índice de accidentalidad alto, tienen inclinación promedio baja. En este mapa temático se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: INCL_PROM e INDICE_ACC.

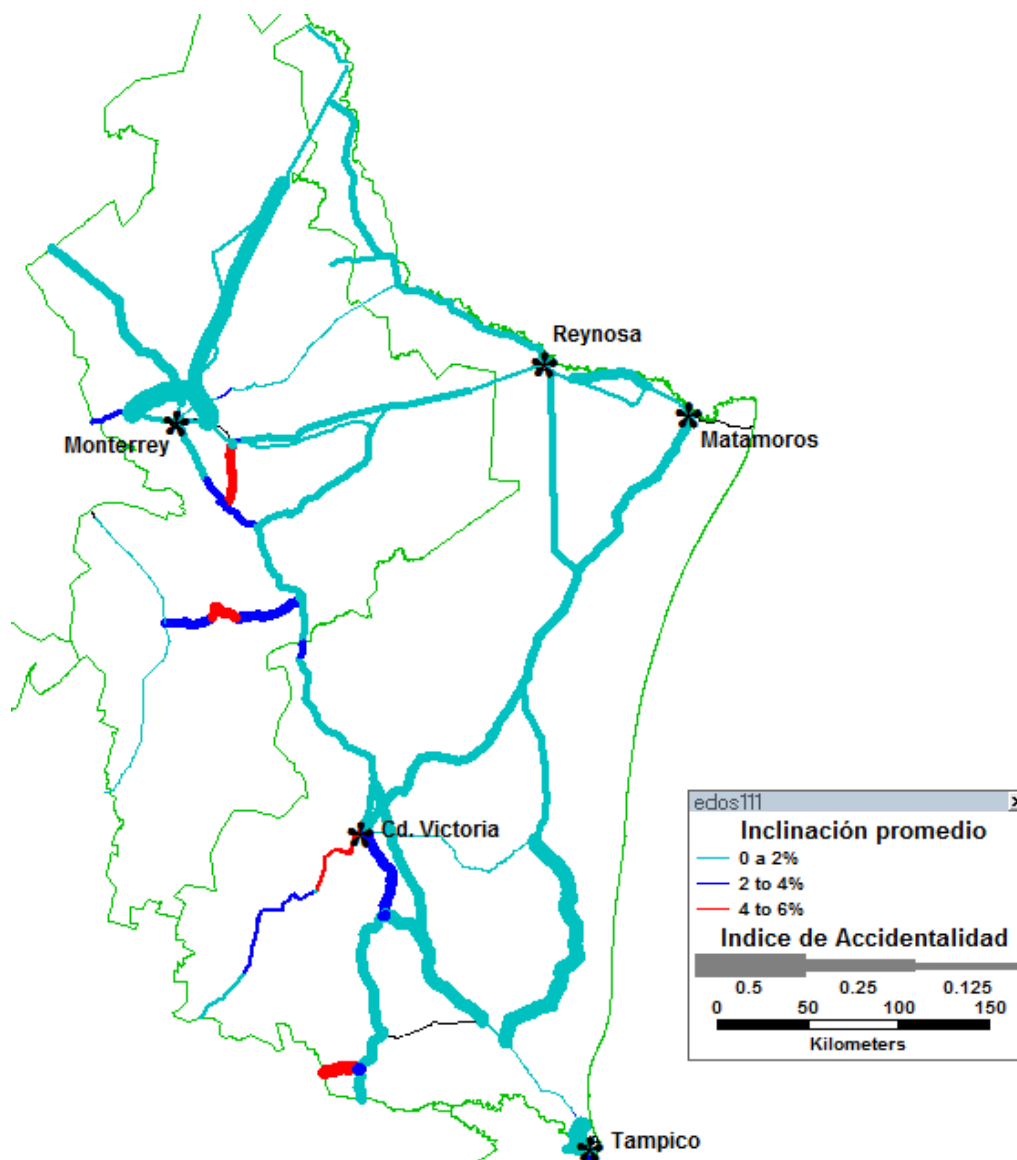


Figura 3.20 Representación de pendiente promedio (%) e índice de accidentalidad

Al analizar la figura 3.20, se observa que en Tamaulipas las carreteras que tienen el mayor índice de accidentalidad son: Estación Manuel – t.c. (Cd. Victoria – Soto la marina) que muestra poco TDPA de vehículos de carga y pendiente promedio baja, González – Llera de Canales e Ignacio Zaragoza – t.c. Ciudad Victoria Monterrey con pendiente promedio baja y Cd. Valles – Cd. Victoria con un tramo de pendiente promedio baja y otro con media.

Para el estado de Nuevo León, las carreteras que presentan mayor índice de accidentalidad son: Libramiento Noroeste de Monterrey con pendiente promedio baja, Monterrey – Nuevo Laredo (cuota) con gran cantidad

de camiones de carga tipo T3S2 y pendiente promedio baja, Linares – ent. San Roberto con TDPA de vehículos de carga muy bajo y Monterrey - Castaños con pendiente promedio baja.

La tabla 3.3 muestra los resultados más importantes del análisis del mapa en la figura 3.20

Tabla 3.3. Relación entre pendiente promedio e índice de accidentalidad

carretera	pendiente promedio	índice accidentalidad
Estación Manuel – t.c. (Cd victoria – Soto la marina)	baja	alto
González – Llera de Canales	baja	alto
Cd. Valles – Cd. Victoria	baja-media	medio
Ignacio Zaragoza – t.c. (Ciudad Victoria – Monterrey)	baja	medio
Libramiento Noroeste de Monterrey	baja	alto
Monterrey Nuevo Laredo (cuota)	baja	alto
Linares – ent. San Roberto	media-alta	medio
Monterrey –Castaños	baja	medio

Según la tabla 3.3, se observa que las carreteras con pendiente promedio baja, en su mayoría tienen los índices de accidentalidad altos.

3.5.2 Generación y análisis de mapas temáticos de áreas urbanas

A continuación se presentan de manera general los procedimientos utilizados para crear los mapas temáticos ubicados en las principales localidades urbanas de la zona de estudio. En los mapas mostrados en la subsección 3.5.1, se plasma de manera general el funcionamiento de las carreteras federales en la zona de estudio, sin embargo es necesario observar a detalle lo que sucede en las zonas urbanas, lugar donde los accidentes son más frecuentes, por tal motivo, se crean los mapas mostrados en las figuras 3.21 a 3.26 donde se incluye la densidad de población de las principales localidades urbanas en la zona de estudio.

En las figuras 3.21 a 3.26 se representa la densidad de población, el número de accidentes y la proporción de TDPA en dos grupos, el primero está integrado por automóviles y camiones unitarios, que son los vehículos con mayor volumen en el TDPA; en el segundo grupo se representan todos los tipos de camiones, para comparar volúmenes y determinar la manera en que se relacionan con el funcionamiento y operación de las carreteras federales.

Procedimiento para crear mapas temáticos que muestren la densidad de población y la proporción de autos y camiones de carga unitarios en el TDPA

En estos mapas temáticos se representa información espacial sobre delimitación de estados, carreteras en zona de estudio y localidades urbanas; e información de atributos: DENSIDAD, ACCIDENTES, AT Y CT. A continuación se describe brevemente el procedimiento general para crear dichos mapas:

1. Cargar los mapas con la delimitación de estados, carreteras federales y localidades urbanas utilizando el software Trans CAD 4.5® .
2. Abrir la base de datos que contiene la información investigada.
3. En la capa de carreteras federales, seleccionar la herramienta “Join” para enlazar el ID de las carreteras con el ID_ACT2010 de la base de datos.
4. Seleccionar la herramienta “Chart Theme Map Wizard” y señalar los campos AT y CT de la base de datos. Escoger colores y escala adecuados.
5. Seleccionar la herramienta “Scaled-Symbol Theme Map Wizard” y señalar el campo ACCIDENTES de la base de datos, escoger colores y escala adecuados.
6. Seleccionar la herramienta “Color Theme Map Wizard” y señalar el campo DENSIDAD de la base de datos, escoger colores y escala adecuados.
7. Hacer un acercamiento en la zona de interés.

Procedimiento general para crear mapas temáticos que muestren la densidad de población y la proporción de camiones tipo C2,C3, T3S2, T3S3, T3S2R4 en el TDPA

En estos mapas temáticos se representa información espacial sobre: delimitación de estados, carreteras en zona de estudio y localidades urbanas; información de atributos: DENSIDAD, ACCIDENTES, C2, C3, T3S2, T3S3, T3S2R4. Para crear estos mapas, se siguen los mismos pasos descritos previamente, a excepción del paso número 4, cuya descripción es:

4. Seleccionar la herramienta “Chart Theme Map Wizard” y señalar los campos C2T, C3T, T3S2T, T3S3T, T3S2R4T de la base de datos. Escoger colores y escala adecuados.

Las figuras 3.21 y 3.22 muestran que la densidad de población aumenta en las localidades ubicadas en el centro de Monterrey, y disminuye en las localidades que las rodea; se observa que el TDPA y el volumen de vehículos de carga disminuyen al alejarse de la mancha urbana, manteniendo la proporción de cada tipo de vehículo por carretera. En las figuras 3.23 y 3.24 se visualiza que las localidades urbanas de Tampico tienen una densidad de población baja; se observa que el TDPA y el volumen de vehículos de carga disminuyen al alejarse de la mancha urbana, manteniendo en promedio la proporción de cada tipo de vehículo por carretera.

En las figuras 3.25 y 3.26, se observa que las localidades de Reynosa y Matamoros tienen una densidad de población baja; se visualiza que el TDPA y el volumen de vehículos de carga en las manchas urbanas es bajo en comparación con las otras ciudades del estado. Al analizar las figuras 3.21 a 3.26, se observa que la mayoría de las carreteras que muestran un incremento considerable en el volumen de vehículos de carga al entrar a zonas urbanas, tienen menor número de accidentes. La mayoría de carreteras en las poblaciones urbanas tienen una proporción elevada de autos en su TDPA.

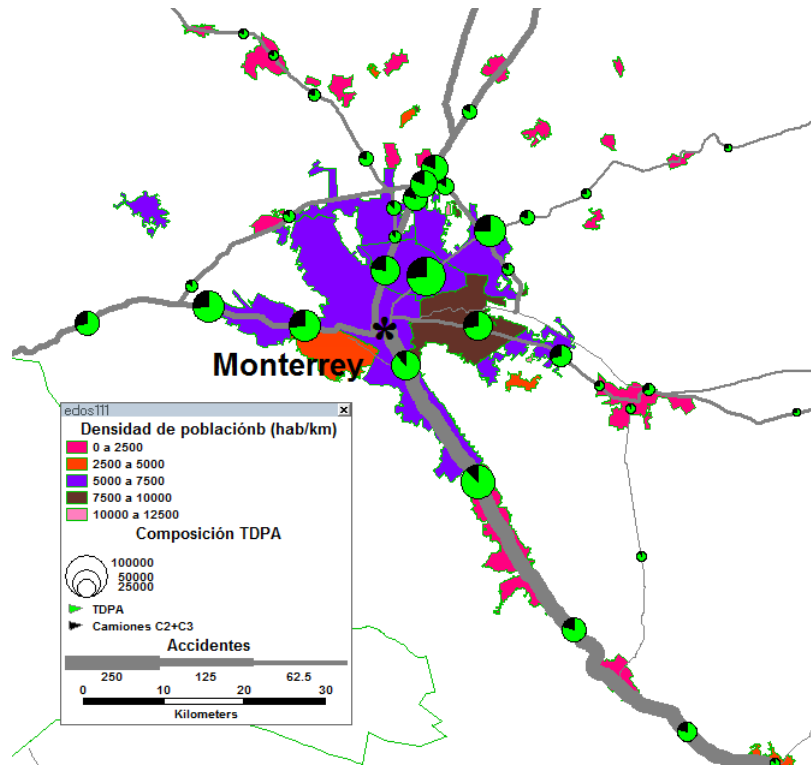


Figura 3.21 Población, TDPA y TDPA de camiones unitarios en Monterrey

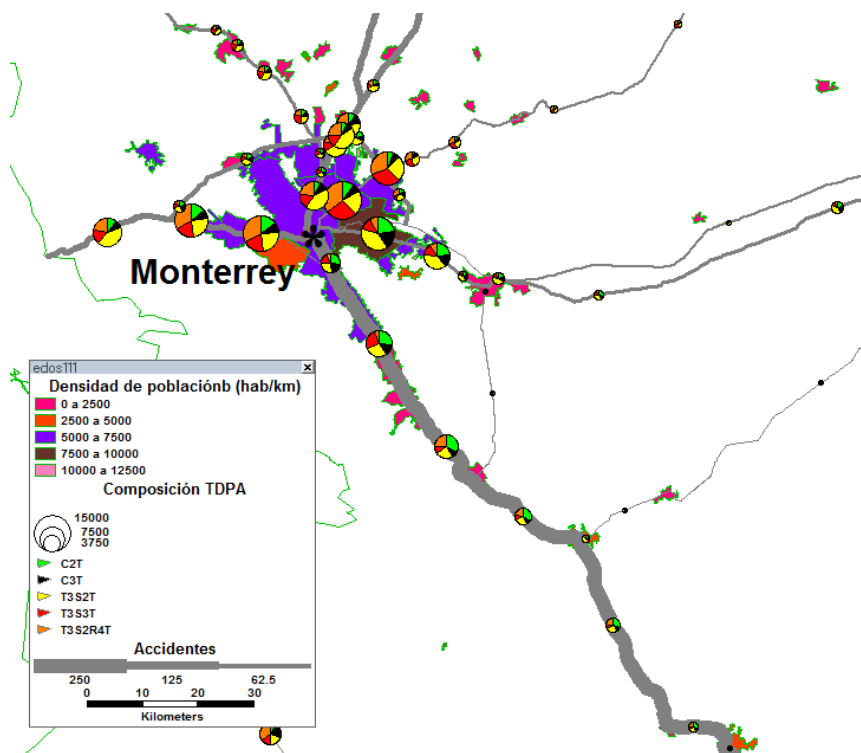


Figura 3.22 Población y TDPA de camiones de carga en Monterrey

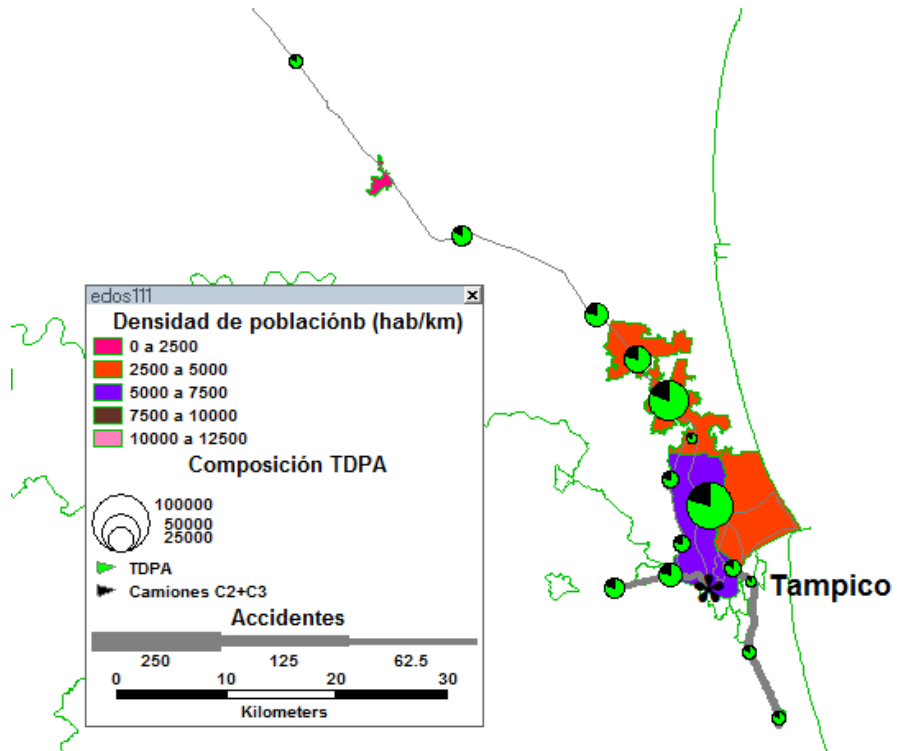


Figura 3.23 Población, TDPA y TDPA de camiones unitarios en Tampico

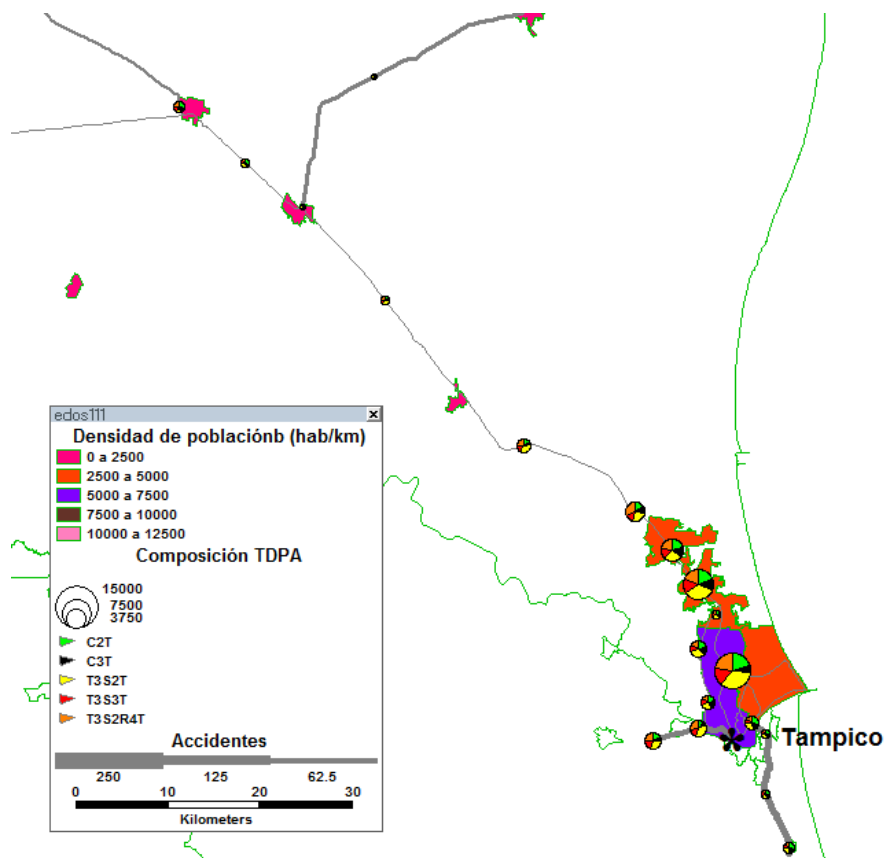


Figura 3.24 Población y TDPA de camiones de carga en Tampico

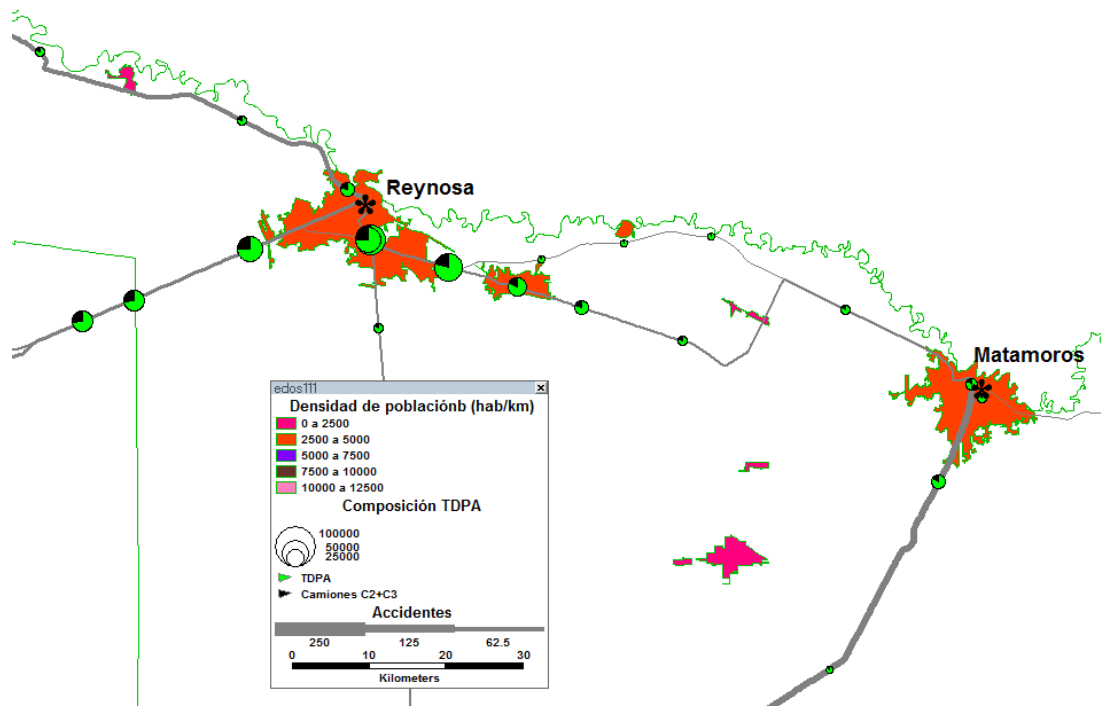


Figura 3.25 Población, TDPA y TDPA de camiones unitarios en la zona de Reynosa y Matamoros

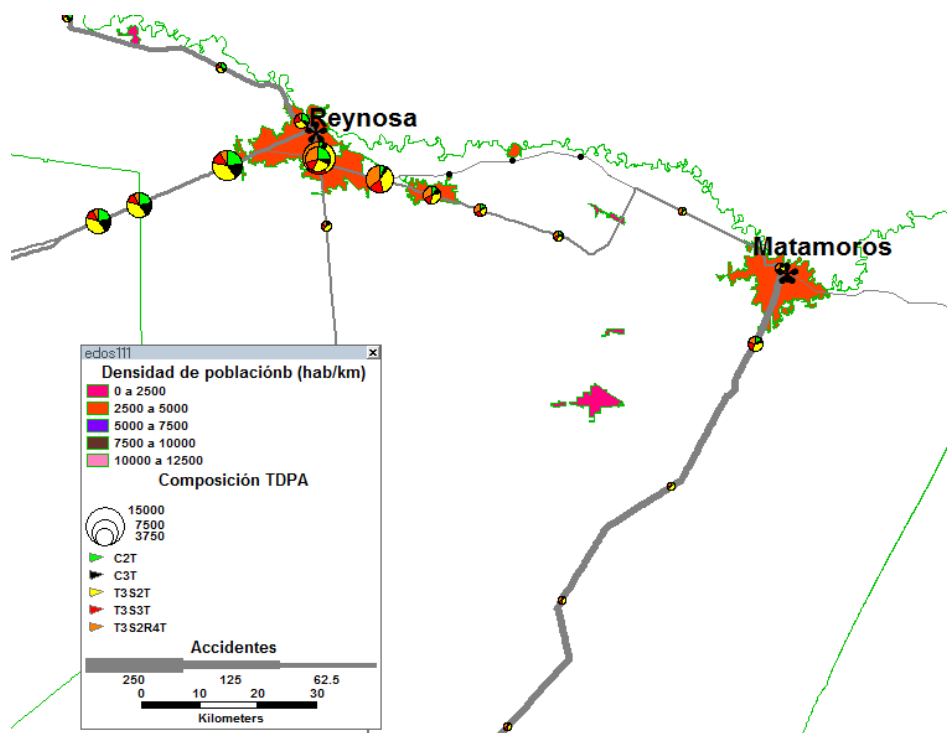


Figura 3.26 Población y TDPA de camiones de carga en la zona de Reynosa y Matamoros

En las figuras 3.21-3.26 se muestra la densidad de población de las principales ciudades en la zona de estudio, se observa que Nuevo León tiene las localidades con mayor densidad de población encabezada por la localidad Guadalupe en el municipio de Guadalupe con un área de 87.40 km² y una población de 673,616 hab.

Se observa que el mayor TDPA se ubica en las manchas urbanas y disminuye al salir de éstas, en general el porcentaje de camiones de carga varía de un 15 a un 25% en el TDPA dentro y fuera de las manchas urbanas.

La composición de vehículos de carga sigue el mismo comportamiento de concentrarse en mayor cantidad dentro de la mancha urbana en localidades de Nuevo León y las principales ciudades de Tamaulipas, disminuyendo al salir de las mismas. Dentro de las manchas urbanas generalmente los camiones de carga más utilizados son: T3S2R4, seguidos por T3S2, T3S3, C2 y finalmente los C3.

3.5.3 Generación y análisis de mapas temáticos sobre velocidad y TDPA de camiones de carga

Los mapas de las figuras 3.27 a 3.31 muestran las velocidades máximas permitidas en los diferentes tipos de carreteras, y el TDPA de los diferentes tipos de camiones por tramo carretero en la zona de estudio.

En la figura 3.27 se observa que los camiones tipo C2 son utilizados principalmente en tramos carreteros cercanos a las manchas urbanas, aunque no en gran número; el mayor volumen en el TDPA de este tipo de camión se encuentra en las carreteras de comunicación directa con las principales ciudades en la zona de estudio. En este mapa temático se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: VEL_MAXC y C2T.

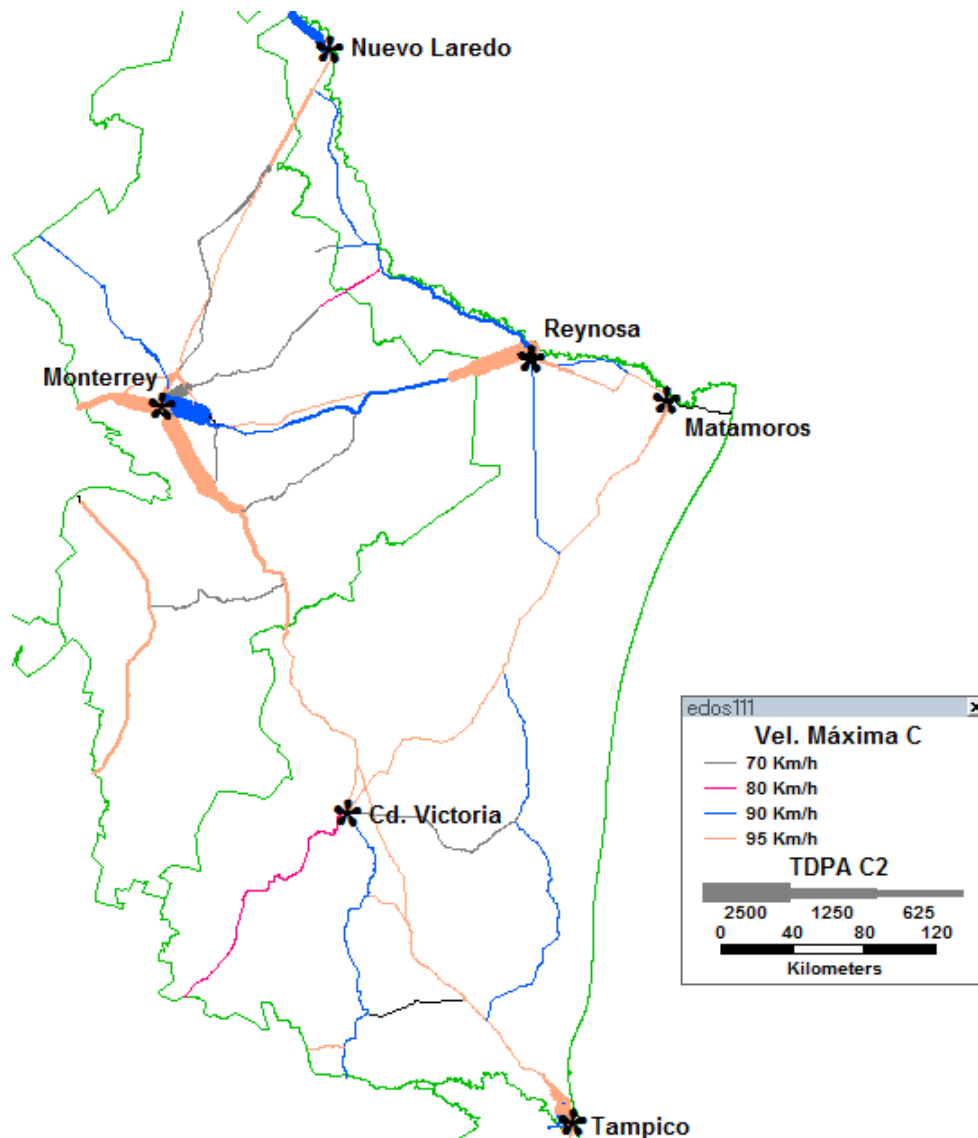


Figura 3.27 Representación de velocidades máximas y TDPA para camiones C2

En la figura 3.28 se observa que los camiones tipo C3 tienen un volumen y distribución muy similar al visualizado en la figura 3.27 para los camiones tipo C2.

En este mapa temático se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: VEL_MAXC y C3T.

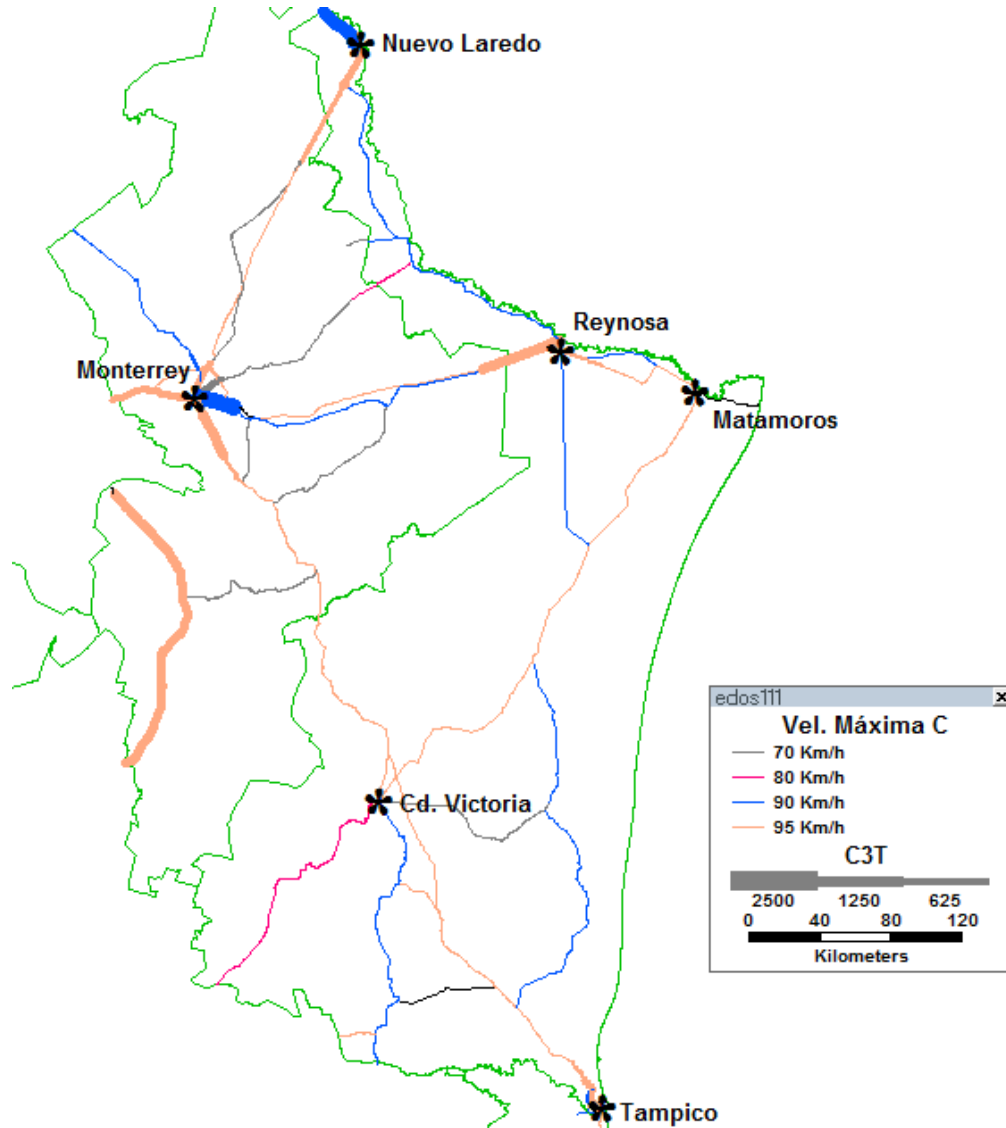


Figura 3.28 Representación de velocidades máximas y TDPA para camiones C3

En la figura 3.29 se observa que el camión tipo T3S2, es utilizado en mayor medida que los C2 Y C3. En el mapa se observa que en la carretera Monterrey – Nuevo Laredo (cuota) se tiene registrado un gran volumen de camiones T3S2, que al conectar con la carretera Monterrey – Nuevo Laredo (libre) el registro disminuye en gran medida (sin que exista en ese lugar algún punto que pueda atraer o generar viajes de ese tipo de camión). Esta gran variación el registro de camiones tipo T3S2 fue considerado en esta tesis como un posible error al momento de tomar los aforos vehiculares en esa zona, al final de este capítulo se describe este posible error.

En el mapa temático de la figura 3.29 se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: VEL_MAXTS y T3S2T.

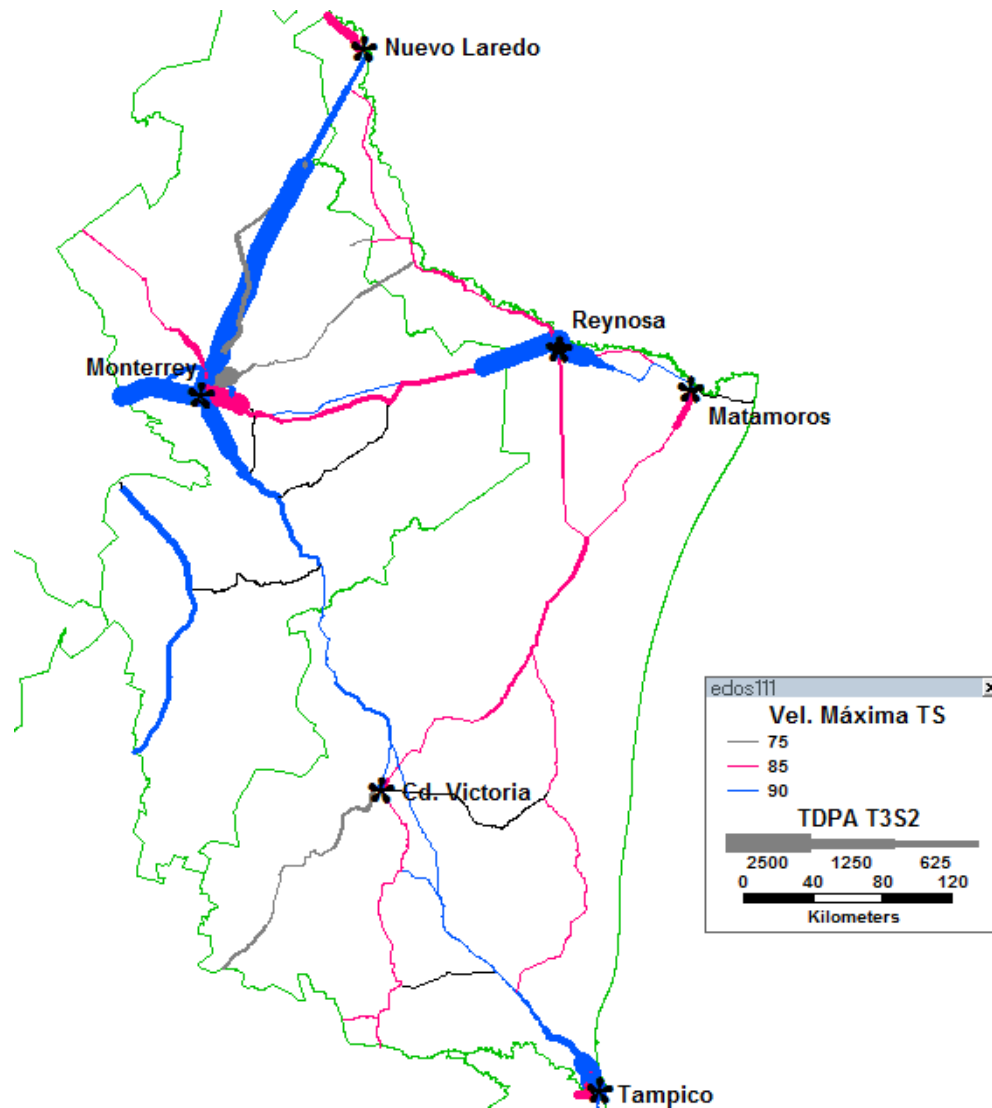


Figura 3.29 Representación de velocidades máximas y TDPA para camiones T3S2

En la figura 3.30 se muestra que los camiones de carga tipo T3S3 son mayormente utilizados en las zonas cercanas a las manchas urbanas, aunque en menor medida que los T3S2; el mayor volumen de este tipo de camión se localiza en las carreteras de comunicación directa con las principales ciudades en la zona de estudio. En este mapa temático se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: VEL_MAXTS y T3S3T.

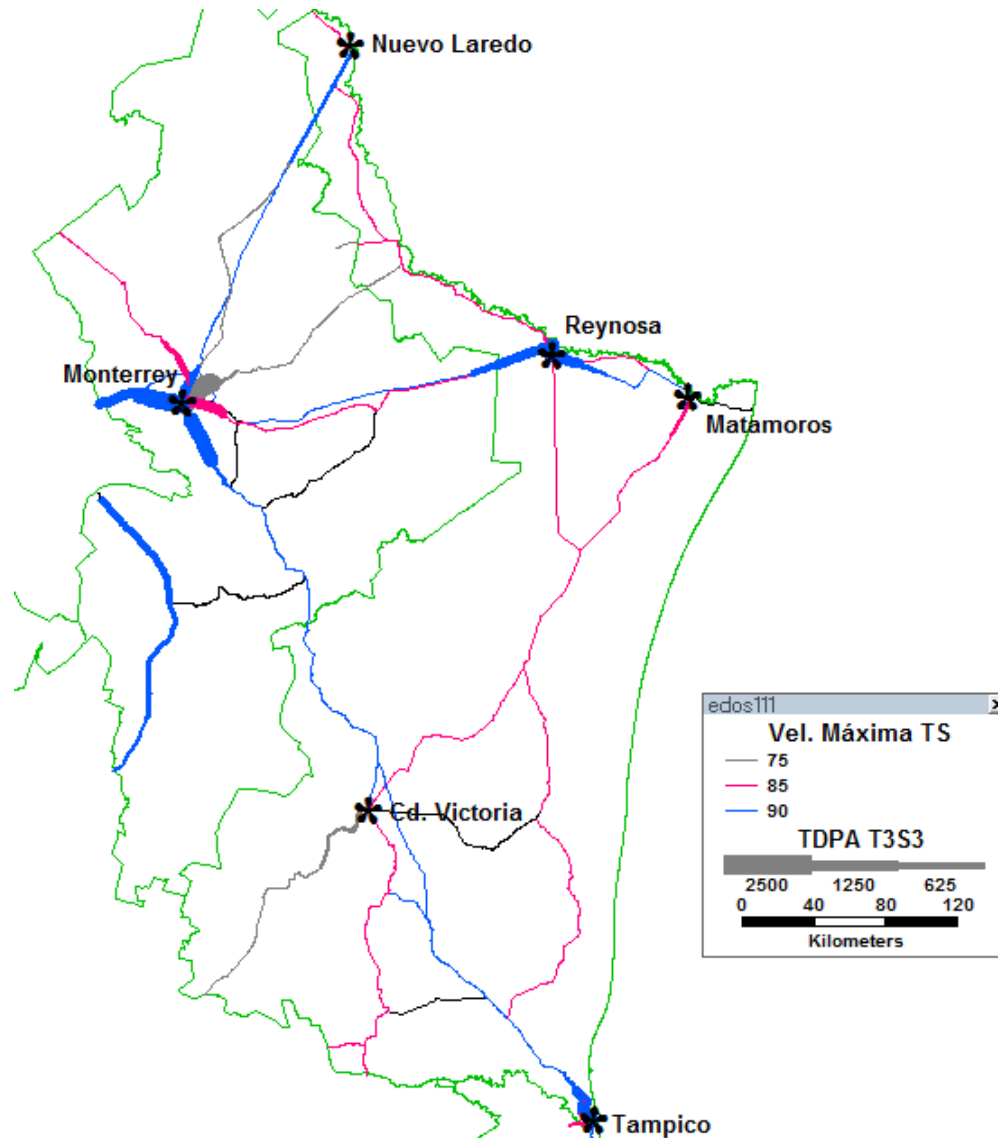
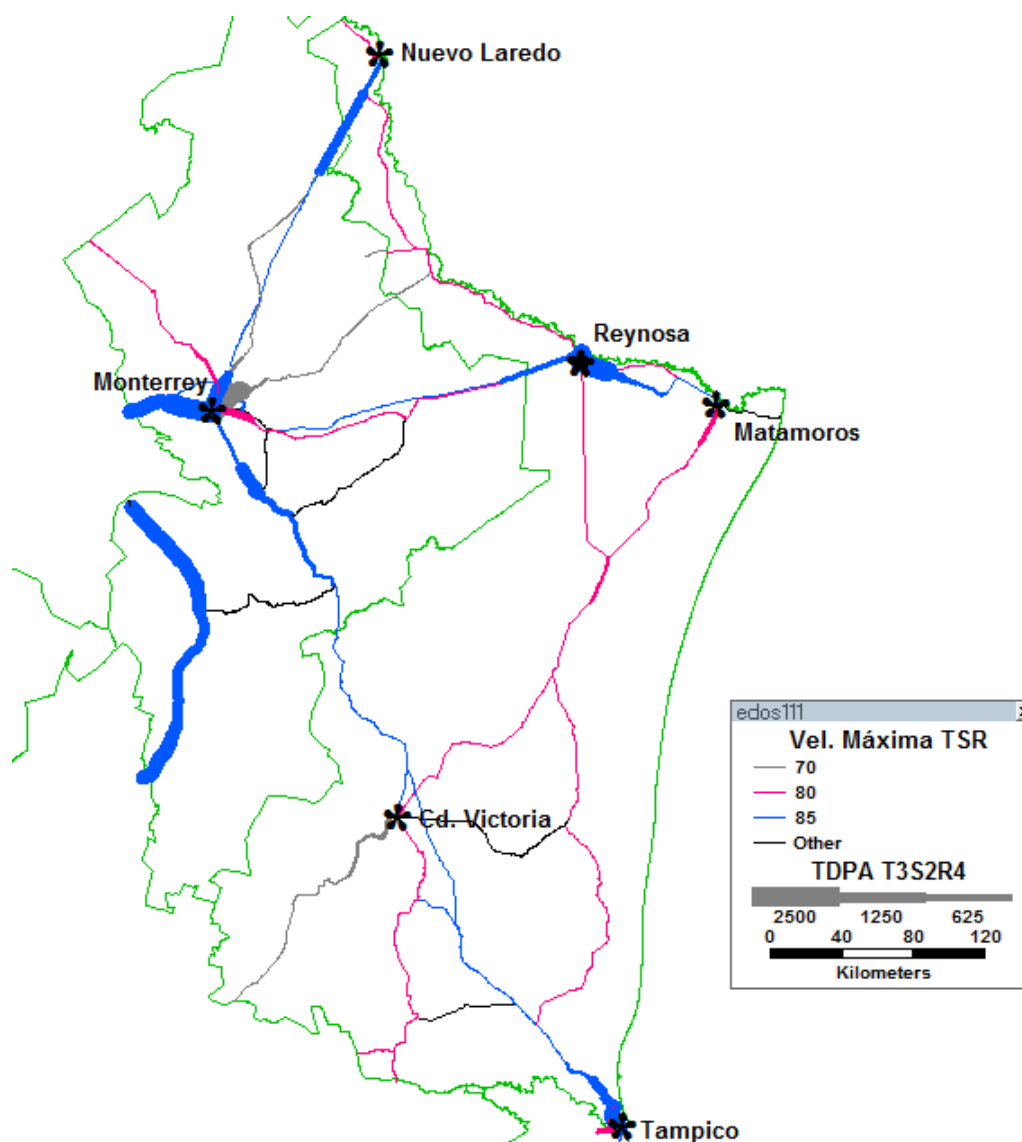


Figura 3.30 Representación de velocidades máximas y TDPA para camiones T3S3

En la figura 3.31 se observa que los camiones de carga tipo T3S2R4 son mayormente utilizados en las zonas cercanas a las manchas urbanas; se visualiza que la carretera Matehuala – ent. Puerto México tiene un gran volumen de T3S2R4. En este mapa temático se representa información espacial sobre: delimitación de estados y carreteras en zona de estudio; e información de atributos: VEL_MAXTSR y T3S2R4T.



3.31 Representación de velocidades máximas y TDPA para camiones T3S2R4

En los mapas mostrados en las figuras 3.27 a 3.31, se observa que la mayoría de camiones de carga son utilizados cerca de las principales manchas urbanas, aunque el volumen varía no es de gran medida; también se visualiza que los mayores volúmenes de camiones de carga se trasladan por las carreteras que comunican directamente a las ciudades más importantes en la zona de estudio.

Así mismo, en las figuras 3.27 a 3.31 se muestra que el TDPA de los camiones C2 y C3 (unitarios) y de los camiones T3S2, T3S3 y T3S2R4 (camiones articulados); es mayor en las carreteras que tienen las velocidades de diseño más altas.

Las carreteras con mayor número de accidentes son Cd. Victoria - Monterrey y Cd. Victoria – Matamoros. A continuación se muestran los límites máximos de velocidad para vehículos de carga en carreteras con el mayor número de accidentes en la zona de estudio.

La tabla 3.6 presenta los principales resultados de las figuras 3.27-3.31. En la tabla 3.7 se muestran las localidades urbanas con el mayor número de habitantes en la zona de estudio. Las 10 primeras localidades con mayor densidad de población en la zona de estudio están en la tabla 3.8. Los datos de población y densidad de población nos ayudan a localizar las ciudades mas importantes en la zona de estudio, se observa que la principal vía de comunicación entre dichas ciudades es mediante carreteras que debido a su diseño geométrico, permiten límites de velocidad altos; es en estas carreteras y en estas ciudades muy pobladas donde el TDPA de camiones de carga es mayor.

Debido a ciertas características geométricas y de operación, los límites máximos de velocidad para los vehículos de carga que transitan por carreteras tipo ET son mayores que las del resto de carreteras federales. Como se muestra en la tabla 3.6, una de las principales carreteras tipo ET en la zona de estudio, es la Cd. Victoria – Monterrey que cuenta 221 accidentes, que es el número más alto de accidentes en la zona de estudio. Las carreteras con los límites de velocidad altos, son carreteras que presentan el mayor número de accidentes.

En las tablas 3.7 y 3.8 se muestran la población y densidad de población de las principales localidades urbanas en la zona de estudio, es parte de la información empleada para crear los mapas temáticos de las figuras 3.14, 3.21 a 3.26

Tabla 3.6. Relación tipo de carretera con velocidades máximas en vehículos de carga

carretera	accidentes	tipo	velocidad (km/h)		
			C	TS	TSR
Cd. Victoria – Monterrey	muy alto	ET	95	90	85
Cd. Victoria - Matamoros	alto	A	95	85	80
Saltillo – Monterrey	medio-alto	ET	95	90	85
Monterrey – Nuevo Laredo (cuota)	medio-alto	ET	95	90	85
Monterrey – Nuevo Laredo (libre)	medio-alto	C	70	75	70

Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 2010_a)

Tabla 3.7. Localidades urbanas con mayor población

entidad	municipio	localidad	población total (hab)
Nuevo León	Monterrey	Monterrey	1,135,512
Nuevo León	Guadalupe	Guadalupe	673,616
Tamaulipas	Reynosa	Reynosa	589,466
Nuevo León	Apodaca	Ciudad Apodaca	467,157
Tamaulipas	Matamoros	Heroica Matamoros	449,815

Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 2010_a)

Tabla 3.8 Localidades con mayor densidad de población

entidad	municipio	localidad	densidad de población (hab/km ²)
Nuevo León	Apodaca	Prados de Santa Rosa	10,520
Nuevo León	Juárez	Héctor Caballero	10,022
Tamaulipas	Nuevo Laredo	El Campanario y Oradel	8,944
Nuevo León	Apodaca	Loma la paz	8,222
Nuevo León	Salinas Victoria	Ciudad Satélite del Norte	7,996
Nuevo León	Guadalupe	Guadalupe	7,707
Nuevo León	Apodaca	Ex hacienda Santa Rosa	7674
Nuevo León	Juárez	Jardenes de la Silla	7498
Nuevo León	San Nicolás de los Garza	San Nicolás de los Garza	7352
Nuevo León	Santa Catarina	Ciudad Santa Catarina	7030

Fuente: Elaboración propia con información de (INEGI, 2010_a)

3.5.4 Relación TDPA con accidentes.

Comparando los tramos más peligrosos en accidentes carreteros para los estados de Nuevo León y Tamaulipas con el mapa de TDPA en carreteras federales, se observa que en Nuevo León, los tramos más peligrosos están en su mayoría cerca de la mancha urbana de Monterrey, donde el TDPA es mayor para todas las carreteras, por tal motivo se determina que el TDPA impacta de gran manera al número de accidentes en carreteras. Para el caso de Tamaulipas, los tramos carreteros presentan las mismas características que en Nuevo León, estando cerca de las manchas urbanas.

Conclusión del análisis espacial

A continuación se describen los resultados generales del análisis espacial. La mayoría de las carreteras federales en la zona de estudio cumplen con las siguientes características:

- Las carreteras con sinuosidades altas presentan bajo número de accidentes pero de severidad alta.
- Las carreteras cercanas a localidades urbanas con gran densidad de población presentan un número elevado de accidentes viales pero de severidad baja.
- Cerca de las principales manchas urbanas donde existe una gran densidad de población, el TDPA de las carreteras federales es alto, en su gran mayoría integrado por automóviles; el volumen de autos y camiones de carga disminuye considerablemente al alejarse de estas zonas.
- Las carreteras que presentan pendiente promedio baja, muestran índices de accidentalidad altos.
- Los tramos más peligrosos mencionados en Cuevas, et al. (2010) se encuentran en su mayoría cerca de las principales manchas urbanas de la zona de estudio, cuentan con un volumen en el TDPA alto y un gran número de accidentes viales.
- El mayor volumen de camiones de carga circula por las carreteras que cuentan con un diseño geométrico que tiene los límites de velocidad más altos
- Es en las manchas urbanas donde aumenta el Transito Diario Promedio Anual de camiones de carga.
- La proporción en la composición de camiones de carga es similar para todas las carreteras federales en la zona de estudio.

Las carreteras tipo ET y A tienen una cantidad elevada de accidentes viales; las carreteras tipo B, C y D muestran un índice de severidad alto en sus accidentes viales. Las conclusiones anteriores nos dan una primera visión del comportamiento de los accidentes dependiendo de la ubicación geográfica y operación de las carreteras federales en la zona de estudio, se deben comparar estos resultados con los de análisis estadístico, para obtener conclusiones finales sobre la relación de camiones de carga con accidentes viales.

Mediante el análisis y comparación de los mapas temáticos fue identificado que los accidentes aumentan en las manchas urbanas, y su severidad es mayor en carreteras sinuosas.

3.5.5 Posible error de aforo en la carretera Monterrey – Nuevo Laredo (cuota)

En la carretera Monterrey – Nuevo Laredo (cuota) se tiene un porcentaje de camiones de carga T3S2 de 37.1%, el cual es muy alto comparado con los demás tipos de camiones de carga que conforman su TDPA como son: C2: 0.7%, C3:0.2%, T3S3:0.5% y T3S2R4: 0.9%.

Al conectar con la carretera Monterrey – Nuevo Laredo (libre), los porcentajes de camiones de carga son: C2:4.6%, C3:2.8%, T3S2:5.2%, T3S3: 2.4%, T3S2R4:1.2%, como lo muestra la figura 3.32, existe una gran diferencia entre la cantidad y el porcentaje de camiones que por dichas carreteras circulan, lo cual hace una gran diferencia en algunas representaciones de los mapas.

Esto podría ser un error debido a que las personas encargadas de realizar los aforos, clasifican erróneamente los tipos de camiones, ya que podrían desconocer las características físicas de los diferentes tipos de camiones de carga. No se visualizan puntos de generación de viajes.

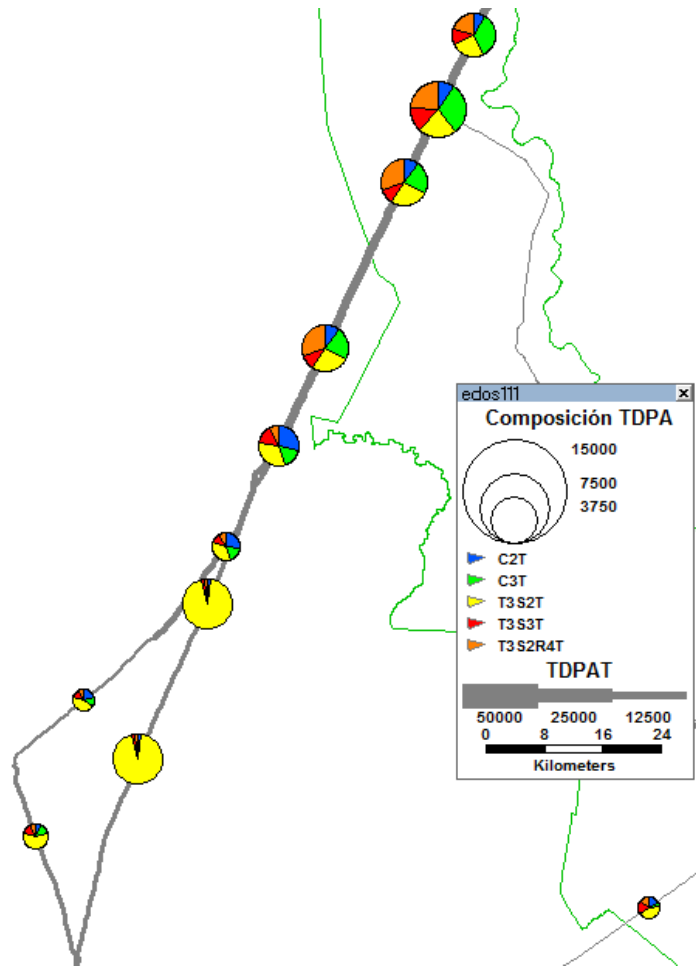


Figura 3.32 Error de aforos en la carretera Monterrey – Nuevo Laredo (cuota)

CAPITULO 4

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES VIALES EN LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 INTRODUCCIÓN

Un análisis muy importante en este capítulo, es sobre la relación que tienen los diferentes tipos de camiones de carga en la generación de accidentes viales. Dicho análisis se realiza por medio de hipótesis estadísticas, proponiendo en cada prueba, escenarios diferentes para la evaluación de accidentes.

Para entender mejor la base de este análisis estadístico, se mencionan: fundamentos, características y tipos de pruebas de hipótesis estadísticas, así como los requisitos necesarios para realizar exitosamente una prueba.

Entre los requisitos para realizar las pruebas de hipótesis estadísticas está el contar con poblaciones de datos estadísticos que se ajusten correctamente a una distribución normal, y se debe realizar un proceso de aleatorización para obtener muestras representativas y someterlas a las pruebas.

Para el análisis se utiliza el software Mini TAB 14®, que facilita de gran manera realizar un análisis estadístico, y permite verificar el tipo de distribución de probabilidad para cada población de datos y realizar las pruebas.

Parte de estas pruebas se realizan para los tramos más peligrosos de las carreteras federales en la zona de estudio, con el fin de comprender qué las hace tan peligrosas y conocer su comportamiento.

Se realizan más de 10 pruebas de hipótesis con resultados muy interesantes, confirmando una vez más que la mente y comportamiento del conductor ante situaciones conocidas y desconocidas de la propia carretera, es el factor más importante para la generación de accidentes viales.

Se realizan más de 10 pruebas de hipótesis, comparando más de 20 escenarios con diferentes características de operación, con dichas pruebas se analiza la influencia que tiene el TDPA y las características físicas de las carreteras en la generación de accidentes viales.

4.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE PRUEBAS DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

Una hipótesis estadística es una afirmación apoyada por la evidencia experimental obtenida a través de una muestra aleatoria. A continuación, se señalan conceptos que son más intuitivos que teóricos, para así obtener una mejor idea sobre la esencia de la hipótesis estadística. La información mostrada a continuación fue tomada de Canavos (1986).

Conceptos básicos para las pruebas de hipótesis estadísticas

Se ilustra un problema hipotético, en donde un gerente tiene interés en el tiempo promedio necesario para terminar una unidad en una línea de armado, el objetivo es tener un promedio de armado por unidad de 10 minutos; la evidencia estará en una muestra aleatoria de tamaño n .

Por lo tanto, el muestreo se lleva a cabo en una distribución cuya media es de 10 minutos, si dicha afirmación es estadísticamente plausible con evidencia experimental, se asumirá que el valor promedio objetivo es de 10 minutos y dejará que el proceso continúe, en cambio, si dicha afirmación no está apoyada estadísticamente por evidencia muestral, el gerente puede decidir detener el proceso.

Al afirmar que $\mu=10$, se denomina hipótesis nula la cual se escribe como: $H_0:\mu=10$

Cuando una hipótesis estadística asigna valores particulares para todos los parámetros desconocidos, identificando la forma funcional de la distribución de interés, se llama hipótesis simple, en caso contrario, se denomina hipótesis compuesta.

Una hipótesis nula debe considerarse como verdadera, al menos que exista suficiente evidencia en contra; se puede hacer una similitud con los procesos judiciales en donde el acusado es inocente hasta que se demuestre lo contrario.

Las decisiones que pueden tomarse con una hipótesis nula son:

- rechazar H_0 ; cuando de hecho H_0 es cierta ó cuando de hecho H_0 es falsa.
- equivocarse al rechazar H_0 ; cuando de hecho H_0 es cierta ó cuando de hecho H_0 es falsa.

Si se rechaza H_0 , puede que se rechace algo que es cierto, sería una decisión incorrecta ó que se rechace algo que realmente es falso, que sería entonces una decisión correcta.

El rechazo de la hipótesis H_0 cuando en realidad H_0 es cierta se denomina error de tipo I: equivocarse al rechazar H_0 cuando en realidad H_0 es falsa, se denomina error de tipo II.

Si la hipótesis nula es realmente cierta, sólo pueden cometerse errores del tipo I, si la hipótesis nula es falsa solo pueden cometerse un error del tipo II.

error de tipo I denotado como: α , $0 \leq \alpha \leq 1$

error de tipo II denotado como: β , $0 \leq \beta \leq 1$

Y las probabilidades de los errores están dadas por las siguientes proposiciones:

$$P(\text{rechazar } H_0 | H_0 \text{ es cierta}) = \alpha$$

$$P(\text{no poder rechazar } H_0 | H_0 \text{ es falsa}) = \beta$$

Puede calcularse la probabilidad de rechazar H_0 , sólo si se asume que H_0 es cierta, o la probabilidad β sólo si se asume que H_0 es falsa.

La decisión se basa en una estadística de prueba, para ciertos valores de dicha estadística, la decisión será rechazar la hipótesis nula. Estos valores se conocen como región crítica en la prueba: el área de la región crítica es igual al tamaño del error tipo I.

Para tomar una decisión apropiada en la prueba de hipótesis estadística, es necesario establecer una hipótesis alternativa para que refleje el intervalo de valores del parámetro de interés si la hipótesis nula es falsa.

Generalmente la hipótesis nula se representa por H_0 , la cual puede ser simple o compuesta, con la inclusión de la hipótesis alternativa es más descriptivo decir que probar una hipótesis estadística es proporcionar una decisión entre H_0 y H_1 .

En muchas ocasiones, el error de tipo I se considera un error más grave que el error tipo II, por tal motivo, muchas veces se selecciona con anticipación el tamaño máximo del error de tipo I que puede tolerarse y minimizar el error tipo II.

Para obtener las reglas de decisión para la prueba de hipótesis estadística se selecciona el procedimiento de prueba con el más pequeño error de tipo II entre los procedimientos con el mismo tamaño para el error tipo I.

En forma general, lo que se hace es ajustar el tamaño de error tipo I cambiando el valor crítico de la estadística de prueba para obtener un balance entre los tamaños de los 2 errores.

La probabilidad α del error tipo I también se conoce como el nivel de significancia estadístico, implica la evidencia muestral que garantiza el rechazo de H_0 a un nivel dado de α .

Tipos de regiones críticas y la función de potencia

Es deseable tener una hipótesis nula simple, así como establecer una hipótesis alternativa simple, ya que sólo de esta manera es posible determinar valores únicos de los tamaños de errores tipo I y tipo II. Sin embargo tener una hipótesis alternativa simple puede estar limitado para una aplicación real.

Considérese una hipótesis nula simple.

$$H_0: \theta = \theta_0 \quad (4.1)$$

Con un parámetro de interés θ y una distribución cuya función de densidad de probabilidad es $f(x;\theta)$, donde θ_0 es el valor propuesto de θ , la hipótesis alternativa es:

$$H_1: \theta > \theta_0 \quad (4.2)$$

ó

$$H_1: \theta < \theta_0 \quad (4.3)$$

Entonces H_1 es una hipótesis alternativa unilateral, ya que los valores posibles de θ bajo H_1 se encuentran a un lado del valor propuesto bajo H_0 . Una hipótesis alternativa debe formularse sólo si el valor de uno de los parámetros que se encuentre en el lado opuesto no tiene sentido para la persona que realiza el estudio.

Se puede establecer también una hipótesis alternativa bilateral, esto si la hipótesis alternativa no proporciona una dirección con respecto al valor propuesto de θ_0 , entonces se dice que H_1 es una hipótesis alternativa bilateral:

$$H_1: \theta \neq \theta_0 \quad (4.4)$$

El error tipo II varía para diferentes valores θ de la hipótesis alternativa cuando H_1 es compuesta, así el tamaño del error II se obtiene como una función de los valores de θ bajo H_1 , así que $\beta(\theta)$ se conoce como la función característica de operación y cuando se grafica para diversos valores de θ de H_1 , se obtiene la curva característica de operación (CO).

Como $\beta(\theta)$ es la probabilidad de que un valor de la estadística de prueba no se encuentre en la región crítica cuando H_0 es falsa, entonces $1 - \beta(\theta)$ representa la probabilidad de que un valor de la estadística de prueba se

encuentre dentro de la región crítica cuando H_0 es falsa, a esta probabilidad se le denomina función potencia de la prueba.

Para un α y una hipótesis alternativa dada, puede disminuir el tamaño de error tipo II cuando se incrementa el tamaño de la muestra, así mismo, la función de potencia aumentará conforme aumenta el tamaño de la muestra.

Las mejores pruebas

Teóricamente, el método para construir buenas pruebas es más claro cuando las hipótesis nula y alternativa son simples, ó cuando ambas son simultáneamente compuestas, se considera un teorema para construir las mejores pruebas de H_0 contra H_1 . Sea: x_1, x_2, \dots, x_n una muestra aleatoria de tamaño n de una población cuya función de probabilidad es $f(x;\theta)$, considérese la hipótesis:

$$H_0: \theta = \theta_0 \text{ contra } H_1: \theta = \theta_1,$$

Donde se especifican θ_0 y θ_1 , supóngase que α es el tamaño máximo del error de tipo I que se puede tolerar, la mejor prueba para H_0 contra H_1 , es aquella que tiene el tamaño más pequeño del error de tipo II de todas las pruebas que tengan un tamaño del error tipo I no mayor α . Se determinan las regiones críticas mediante el uso del teorema de Neyman-Pearson. Si existe una región crítica C de tamaño α y una constante positiva k tal que:

$$L_0(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta_0) / L_1(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta_1) \leq k \text{ interior } C \quad (4.5)$$

$$L_0(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta_0) / L_1(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta_1) \geq k \text{ interior } C \quad (4.6)$$

Entonces C , es la mejor región crítica de tamaño α para probar $H_0: \theta = \theta_0$ contra $H_1: \theta = \theta_1$, donde L_0 y L_1 son las funciones de verosimilitud relativa a H_0 y H_1 respectivamente.

$$x \geq n(\mu_1^2 - \mu_0^2) - 2\sigma^2 \ln(k) / 2(\mu_1 - \mu_0) \quad (4.7)$$

La expresión anterior define la forma de la mejor región crítica para probar $H_0: \mu = \mu_0$ contra $H_1: \mu = \mu_1$ en donde $\mu_1 > \mu_0$; de manera sencilla la mejor región crítica es el extremo derecho de la distribución de muestreo de x bajo la hipótesis nula.

Principios generales para probar una H_0 simple contra una H_1 uni ó bilateral

A continuación se desarrollan criterios generales de prueba para los tres casos que involucran hipótesis nulas simples y alternativas compuestas.

caso 1:

$$H_0: \theta = \theta_0 \text{ y } H_1: \theta \neq \theta_0$$

caso 2:

$$H_0: \theta = \theta_0 \text{ y } H_1: \theta > \theta_0$$

caso 3:

$$H_0: \theta = \theta_0 \text{ y } H_1: \theta < \theta_0$$

Principios generales para el caso 1

Considerando una prueba de hipótesis nula:

$$H_0: \theta = \theta_0 \quad (4.1)$$

contra la alternativa:

$$H_1: \theta \neq \theta_0 \quad (4.4)$$

Dada una muestra aleatoria de tamaño n de la distribución de interés, el procedimiento para probar H_0 es escoger un estimador de θ , T y rechazar H_0 cuando dicho estimado t obtenido de la muestra es diferente al valor propuesto de θ_0 .

Para un tamaño preseleccionado α del error tipo I, se obtiene una región crítica bilateral en los extremos de la distribución de muestreo de T , de manera que el área en cualquier lado más allá del valor crítico es igual a $\alpha/2$, entonces se rechaza H_0 a favor de H_1 cuando el estimado t se encuentra dentro de la región crítica.

Cuando el estimado t no se encuentra dentro de la región crítica, no puede rechazarse la hipótesis nula.

Principios generales para el caso 2

Considérese la hipótesis nula:

$$H_0: \theta = \theta_0 \quad (4.1)$$

contra la alternativa:

$$H_1: \theta > \theta_0 \quad (4.2)$$

La naturaleza unilateral de la hipótesis alternativa señala la existencia de información a priori, la cual ayuda a definir la dirección unilateral de H_1 en relación con el valor propuesto de θ_0 ; para probar H_0 se escoge la mejor estadística T de θ y se inclina por rechazar H_0 cuando el estimado t sea suficientemente mayor que el valor propuesto de θ_0 .

Principios generales para el caso 3.

Para probar la hipótesis:

$$H_0: \theta = \theta_0 \quad (4.1)$$

contra la alternativa:

$$H_1: \theta < \theta_0 \quad (4.3)$$

El procedimiento para probar H_0 , es generalmente rechazarlo cada vez que el estimado t sea lo suficientemente menor que el valor propuesto θ_0 ; la región crítica de tamaño α está en el extremo inferior de la distribución de muestreo T , de tal forma que el área a la izquierda del valor crítico es igual al tamaño α del error tipo I, cualquier valor t de la estadística de prueba T que esté en la región crítica llevará al rechazo de H_0 .

Pruebas de hipótesis con respecto a las medias cuando se muestrean distribuciones normales.

Posteriormente, se estudian pruebas de hipótesis sobre la media de una distribución normal o las medias de dos distribuciones normales independientes, así como los casos en que los valores de las varianzas son tanto conocidos como no conocidos.

4.3 PRUEBAS DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

4.3.1 Procedimiento empleado para realizar las pruebas

A partir de la base de datos descrita en el capítulo 3, se obtiene la información requerida para realizar las pruebas de hipótesis; existen algunas excepciones sobre el uso de la información, dichas excepciones se describen en cada prueba.

Una vez propuesta la hipótesis estadística, se seleccionan las poblaciones de carreteras a probar; es necesario comprobar que los parámetros a examinar se ajusten bien a una distribución de probabilidad normal, para lo cual se utiliza el siguiente procedimiento en el software Mini TAB 14®:

1.- En una hoja de trabajo nueva, escribir la serie de valores que integran la población, para probar si se ajusta bien a una distribución normal.

2.-En la barra de herramientas seleccionar el botón de Gráfica...Gráfica de probabilidad, se elige una gráfica individual con una distribución normal teniendo un intervalo de confianza del 95%.

Entonces se genera una gráfica de probabilidad, al tiempo que se realiza una prueba de hipótesis para examinar si las observaciones se ajustan o no a una distribución normal, en esta prueba de normalidad las hipótesis son:

H_0 : los datos siguen una función normal

H_1 : los datos no siguen una función normal

En la gráfica resultante, la escala vertical se asemeja a la escala vertical de un papel de probabilidad normal y el eje horizontal es una escala lineal, la línea forma un estimado de la función de distribución acumulada de la población de la que se extrajeron los datos.

En un recuadro a la derecha de la gráfica se observan las estimaciones numéricas de algunos parámetros de la población como: media, desviación estándar, valor de la prueba de normalidad y el valor p asociado.

Se realiza una prueba de normalidad “Anderson-Darling”, que compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de muestra con la distribución esperada si los datos son normales: si la diferencia es lo suficientemente grande, se rechaza la prueba de hipótesis nula de normalidad en la población.

En todas las pruebas de normalidad realizadas el valor de P fue mayor a 0.05, por lo tanto las poblaciones de cada prueba se ajustan bien a una distribución normal.

Debido a que las características geométricas, ubicación e importancia de las carreteras son diferentes, es necesario realizar un proceso de aleatorización para eliminar los factores externos que puedan afectar a los resultados. El proceso de aleatorización se puede realizar mediante el software Microsoft Office Excel 2007® que permite la aleatorización de números en un rango definido de valores.

Concluidos los procedimientos anteriores, se realiza la prueba de hipótesis mediante “pruebas t de 2 muestras” utilizando el software MiniTAB 14®.

Las “pruebas t de dos muestras” son pruebas de hipótesis para comparar las medias de dos poblaciones, determina si éstas son significativamente diferentes.

El procedimiento utiliza la hipótesis nula de que la diferencia entre las medias de las dos poblaciones es igual a cero y la compara con la hipótesis alternativa que puede ser de cola izquierda $\pi_1 - \pi_2 < \pi_0$, de cola derecha $\pi_1 - \pi_2 > \pi_0$, de dos colas $\pi_1 - \pi_2 \neq \pi_0$. En el resultado si el valor de p es menor que el nivel de significancia elegido se debe rechazar la hipótesis nula, en este caso $p=0.05$ y las pruebas se realizan con varianzas desiguales para cada población.

4.3.2 Pruebas de hipótesis estadísticas

A continuación se enumeran las pruebas de hipótesis realizadas; para cada una se plantean escenarios con diferentes características físicas u operacionales de las carreteras.

En cada escenario se analiza el factor de prueba, se compara mutuamente por medio de las “pruebas t” y se determina si existe alguna diferencia de resultados.

Prueba de hipótesis No. 1.- escenario A: sinuosidad alta; escenario B: sinuosidad baja; factor de prueba: índice de severidad.

Prueba de hipótesis No. 2.- escenario A: TDPA alto; escenario B: TDPA bajo; factor de prueba: número de accidentes.

Prueba de hipótesis No. 3.- escenario A: vehículos-km alto; escenario B: vehículos-km bajo; factor de prueba: índice de accidentalidad.

Prueba de hipótesis No.4.- escenario A: sinuosidad alta; escenario B: sinuosidad baja; factor de prueba: índice de peligrosidad.

Prueba de hipótesis No. 5.- escenario A: sinuosidad alta; escenario B: sinuosidad baja; factor de prueba: índice de peligrosidad.

Prueba de hipótesis No. 6.- escenario A: TDPA alto; escenario B: TDPA bajo; factor de prueba: índice de severidad.

Prueba de hipótesis No. 7.- escenario A: TDPA alto; escenario B: TDPA bajo; factor de prueba: accidentes-km.

Prueba de hipótesis No. 8.- escenario A: proporción T3S3 baja; escenario B: proporción T3S3 alta; factores de prueba: índice de accidentalidad y accidentes-km.

Prueba de hipótesis No. 9.- Escenario A: proporción T3S2 alta; escenario B: proporción T3S2 baja; factores de prueba: índice de accidentalidad y accidentes-km.

Prueba de hipótesis No. 10.- escenario A: proporción T3S2R4 alta; escenario B: proporción T3S2R4 baja; factor de prueba: índice de accidentalidad.

Prueba de hipótesis No. 11.- escenario A: proporción T3S2+T3S3+T3S2R4 alta; escenario B: proporción T3S2+T3S2+T3S2R4 baja; factor de prueba: índice de accidentalidad.

Prueba de hipótesis No. 12.- escenario A: proporción C2+C3 alta; escenario B: proporción C2+C3 baja; factor de prueba: índice de accidentalidad.

Prueba de hipótesis 1

Probar si las carreteras compuestas por tramos sinuosos, tienen mayor índice de severidad en accidentes que las carreteras con sinuosidades bajas. Cabe señalar que en su mayoría, las carreteras que presentan índices de severidad altos, muestran una cantidad baja de accidentes, esto sugiere pensar que son pocos accidentes pero severos.

Al clasificar los tramos carreteros con sinuosidades: “medias-altas” y “bajas” se tienen como resultado las tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4. La carretera Paras - Nueva Ciudad Guerrero presenta 1 accidente con 2 muertos, lo que eleva demasiado el índice de severidad, por tal motivo, se descarta de la población y no se considera en la prueba.

Es necesario demostrar analítica o gráficamente que la población de datos a probar se ajusta a una distribución de probabilidad normal; esta prueba se realiza mediante el software MiniTAB 14® con un método gráfico. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, conformados por los índices de severidad de las carreteras con sinuosidades “medias-altas” y “bajas” respectivamente.

Las figuras 4.1 y 4.2 muestran que los índices de severidad para la población de carreteras con sinuosidades “medias-altas” y “bajas”, respectivamente, se ajustan bien a una distribución normal. Aleatorizando la población de carreteras con sinuosidades “medias-altas” y “bajas”, se obtienen muestras de 9 y 10 carreteras representadas en las tablas 4.5. y 4.6 respectivamente .

Tabla 4.1 Carreteras con sinuosidades “medias-altas” en Nuevo León

No. carretera	nombre	índice severidad
16	Monterrey - Nuevo Laredo (cuota)	49.15
9	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	11.62
14	Saltillo - Monterrey	12.01
7	Monterrey - Castaños	12.54
10	Monterrey - Reynosa (libre)	23.38
4	Linares - ent. San Roberto	15.28

Tabla 4.2. Carreteras con sinuosidades “medias-altas” en Tamaulipas

No. carretera	nombre	índice severidad
20	Reynosa - Nuevo Laredo	22.08
7	ent. Tula - Cd. Victoria	36.57
2	Cd. Valles - Cd. Victoria	22.60
9	González - Llera de Canales	18.06
8	Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	29.88
5	Cd. Victoria - Soto la marina	35.11
1	Antiguo Morelos - ent. El huizache	11.82

Tabla 4.3. Carreteras con sinuosidades “bajas” en Nuevo León

No. carretera	nombre	índice severidad
1	Cadereyta de Jiménez - Allende	17.43
2	Ciudad Victoria - Monterrey	17.73
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	12.14
5	Matehuala - ent. Puerto México	NA
6	Montemorelos - China	14.33
8	Monterrey - Mier	11.77
11	Paras - Nueva Ciudad Guerrero	100
12	Piedras Negras - Nuevo Laredo	16.27
13	Ramal a aeropuerto Mariano Escobedo	2.42
15	Cadereyta de Jiménez - La sierrita (cuota)	20.38
17	Puerto México - Ojo caliente (cuota)	NA

Tabla 4.4. Carreteras con sinuosidades bajas en Tamaulipas

No. carretera	nombre	índice severidad
3	Cd. Valles - Tampico	17.10
4	Cd. Victoria - Matamoros	18.02
5	Cd. Victoria - Soto la marina	35.11
6	Ciudad Victoria - Monterrey	17.73
10	Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	24.04
11	Las Urracas - t.c. (Matamoros - Reynosa)	24.40
12	Libramiento de Reynosa	NA
13	Matamoros - playa Lauro Villar	22.54
14	Matamoros - Reynosa	16.38
15	Monterrey - Mier	11.77
16	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	11.62
17	Monterrey - Reynosa (libre)	23.38
18	Paras - Nueva Ciudad Guerrero	199
19	Piedras Negras - Nuevo Laredo	16.27
20	Reynosa - Nuevo Laredo	22.08
21	Soto la marina - La coma	19.29
22	Tampico - Cd. Mante	NA
23	Tuxpan - Tampico	19.30
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	14.15
25	Matamoros - Reynosa (cuota)	12.25

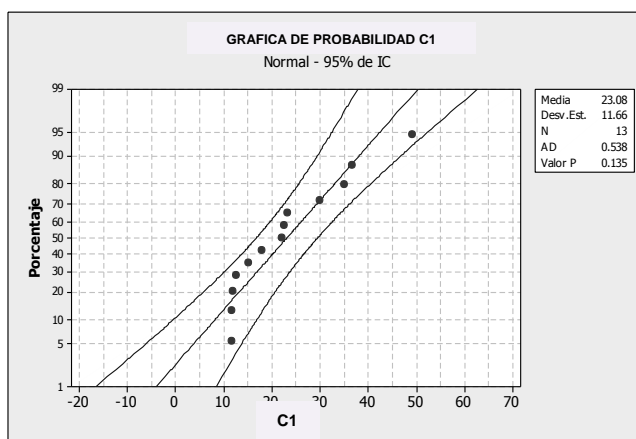


Figura 4.1. Gráfica de probabilidad para índices de severidad, en carreteras con sinuosidades “medias – altas”

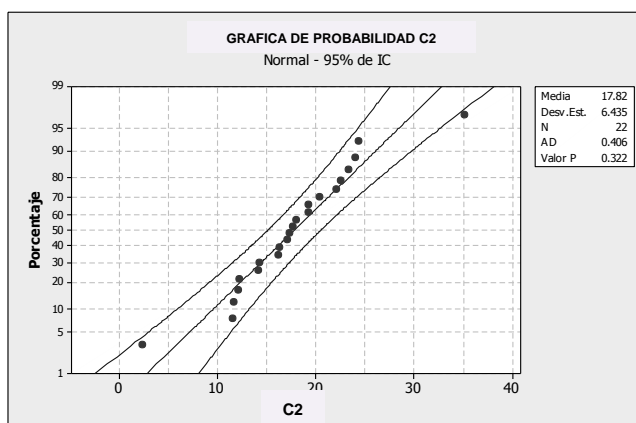


Figura 4.2. Gráfica de probabilidad para índices de severidad, en carreteras con sinuosidades “bajas”

Tabla 4.5. Resultado de aleatorización para sinuosidades “medias-altas”

nombre	índice severidad
Monterrey - Reynosa (libre)	23.38
González - Llera de Canales	18.06
Linares - ent. San Roberto	15.28
Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	29.88
Monterrey - Castaños	12.54
Cd. Victoria - Soto la marina	35.11
Cd. Valles - Cd. Victoria	22.6
Reynosa - Nuevo Laredo	22.08
Saltillo - Monterrey	12.01

Tabla 4.6. Resultado de aleatorización para sinuosidades “bajas”

nombre	índice severidad
Cadereyta de Jiménez - La sierrita (cuota)	17.43
Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	24.04
Ciudad Victoria - Monterrey	17.73
Matamoros - Reynosa	16.38
Matamoros - Reynosa (cuota)	12.25
Soto la marina - La coma	19.29
Libramiento Noroeste de Monterrey	12.14
Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	14.15
Monterrey - Mier	11.77
Montemorelos - China	14.33

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 > \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	9	21.22	7.75	2.6
C2	10	15.95	3.85	1.2

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: 5.26

Límite inferior 95% de la diferencia: 0.13

Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 1.84 Valor P = 0.046 GL = 11

Resultado

Debido a que el valor de $P = 0.046 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; el resultado de la prueba es que las carreteras federales con sinuosidades medias-altas, presentan un índice de severidad mayor que las carreteras con sinuosidades bajas.

A tomar en cuenta

Las carreteras con un TDPA muy alto son: Ciudad Victoria - Monterrey y Libramiento Noroeste de Monterrey, dichas carreteras están en el grupo de sinuosidades bajas.

Una observación muy importante es que las carreteras con TDPA altos, muestran índices de severidad menores probablemente debido a que la sinuosidad de dichas carreteras es baja

Prueba de hipótesis 2

Se prueba si las carreteras con los TDPA más altos, tienen mayor número de accidentes que las carreteras con TDPA bajos. En la referencia (Cuevas, et al., 2010) se tiene un TDPA por carretera que se asume como el promedio del TDPA en la carretera, éste no cuenta con una composición vehicular.

Para la clasificación entre las carreteras con un TDPA “alto” ó “bajo”, se calcula el promedio de TDPA de todas las carreteras y se establece un límite superior e inferior de $\pm 40\%$ a partir de ese promedio para realizar la clasificación descrita:

$$40\% \leq \text{promedio} \leq 40\%$$

$$\text{“alto”} \geq 12,000$$

$$\text{“bajo”} \leq 5,160$$

El promedio del TDPA es de 8600 vehículos.

En la tabla 4.7 se muestran las carreteras con TDPA mayor a 12,000 vehículos y los accidentes ocurridos en éstas. En la tabla 4.8 se muestran las carreteras con TDPA menor a 5,160 vehículos y los accidentes ocurridos en éstas.

Para continuar con la prueba, se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, integrados por el número de accidentes en carreteras con TDPA “alto” y “bajo”, respectivamente.

Las figuras 4.3 y 4.4 muestran que los accidentes en las carreteras seleccionadas con un TDPA “alto” y “bajo” se ajustan bien a una distribución normal. Aleatorizando las carreteras seleccionadas con un TDPA “alto” y “bajo”, se obtienen las muestras de 6 y 9 tramos mostradas en las tablas 4.9 y 4.10 respectivamente.

Tabla 4.7. Carreteras con TDPA mayor a 12,000 vehículos y accidentes en éstas

No. carretera	nombre	TDPA	accidentes
6	Ciudad Victoria - Monterrey	15078	261
14	Matamoros - Reynosa	15057	47
15	Monterrey - Mier	12573	41
16	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	15176	127
17	Monterrey - Reynosa (libre)	13771	74
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	12579	91
10	Monterrey - Reynosa (libre)	13771	74
13	Ramal a aeropuerto Mariano Escobedo	26217	11
14	Saltillo - Monterrey	32436	113

Tabla 4.8. Carreteras con TDPA menor a 5,160 vehículos y accidentes en éstas

No. carretera	nombre	TDPA	accidentes
1	Antiguo Morelos - ent. El huizache	2631	53
2	Cd. Valles - Cd. Victoria	4803	97
7	ent. Tula - Cd. Victoria	4586	30
8	Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	3356	61
9	González - Llera de Canales	4979	44
10	Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	4671	41
11	Las Urracas - t.c. (Matamoros - Reynosa)	5150	39
18	Paras - Nueva Ciudad Guerrero	658	1
19	Piedras Negras - Nuevo Laredo	4803	27
21	Soto la marina - La coma	3985	20
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	4961	11
25	Matamoros - Reynosa (cuota)	3860	16
6	Montemorelos - China	3651	19

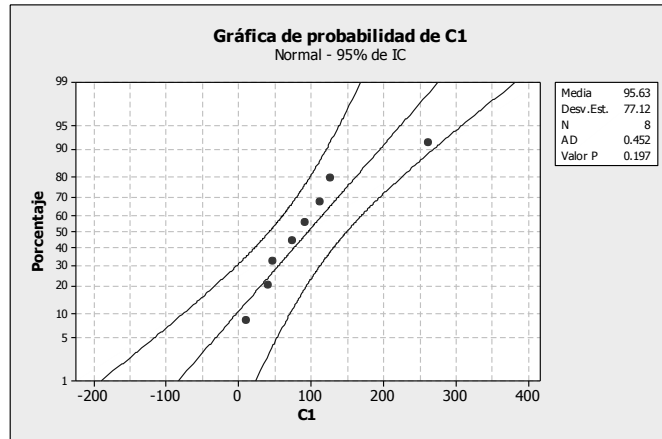


Figura 4.3 Gráfica de probabilidad para el número de accidentes, en carreteras con TDPA “alto”

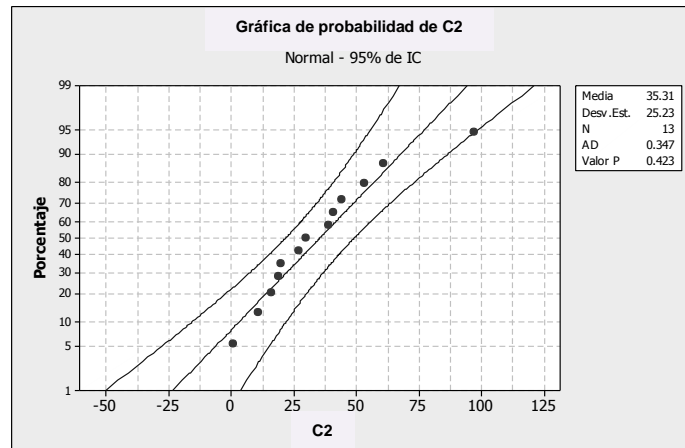


Figura 4.4 Gráfica de probabilidad para el número de accidentes, en carreteras con TDPA “bajo”

Tabla 4.9. Resultado de aleatorización para carreteras con TDPA “alto”

No. carretera	nombre	TDPA	accidentes
6	Ciudad Victoria - Monterrey	15078	261
14	Matamoros - Reynosa	15057	47
16	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	15176	127
17	Monterrey - Reynosa (libre)	13771	74
10	Monterrey - Reynosa (libre)	13771	74
14	Saltillo - Monterrey	32436	113

Tabla 4.10. Resultado de aleatorización para carreteras con TDPA “bajo”

No. carretera	nombre	TDPA	accidentes
2	Cd. Valles - Cd. Victoria	4803	97
8	Estación Manuel - t. c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	3356	61
9	González - Llera de canales	4979	44
11	Las Urracas - t. c. (Matamoros - Reynosa)	5150	39
19	Piedras Negras - Nuevo Laredo	4803	27
21	Soto la Marina - La Coma	3985	20
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	4961	11
25	Matamoros - Reynosa (cuota)	3860	16
6	Montemorelos - China	3651	19

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 > \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	6	116.0	76.7	31
C2	9	37.1	27.5	9.2

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: 78.9

Límite inferior 95% de la diferencia: 13.1

Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 2.42 Valor P = 0.030 GL = 5

Resultado

Debido a que el valor de $P = 0.030 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que las carreteras con un TDPA “alto” tienen un número de accidentes mayor que las carreteras con TDPA “bajo”.

A tomar en cuenta

Las carreteras seleccionadas con TDPA “alto”, en su mayoría están en Nuevo León y conectan a Monterrey; las carreteras seleccionadas con TDPA “bajo” en su mayoría están en Tamaulipas y conectan a Ciudad Victoria.

Prueba de hipótesis 3

Se prueba si las carreteras con un número de vehículos por kilómetro (es el número promedio de vehículos que circulan en un año por un kilómetro de carretera) alto, tienen índices de accidentalidad mayores que las carreteras con un número de vehículos por kilómetro bajo. Se calcula el valor de vehículos por kilómetro para cada carretera tomando en cuenta el TDPA y su longitud. Para la clasificación de las carreteras con vehículos por kilómetro “alto” ó “bajo”, se calcula el promedio de vehículos por kilómetro de todas las carreteras y se establece un límite superior e inferior de $\pm 40\%$ a partir de ese promedio para hacer dicha clasificación:

$$40\% \leq \text{promedio} \leq 40\%$$

$$\text{“alto”} \geq 630,000,000$$

$$\text{“bajo”} \leq 270,000,000$$

El promedio: 454, 000,000 vehículos por kilómetro

La tabla 4.11 muestra las carreteras con vehículos por kilómetro mayor a 630, 000,000 con su índice de accidentalidad. La tabla 4.12 muestra las carreteras con vehículos por kilómetro menor a 270, 000,000 con su índice de accidentalidad.

Para continuar con la prueba, se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, conformados por los índices de accidentes en carreteras con vehículos por kilómetro “alto” y “bajo”, respectivamente.

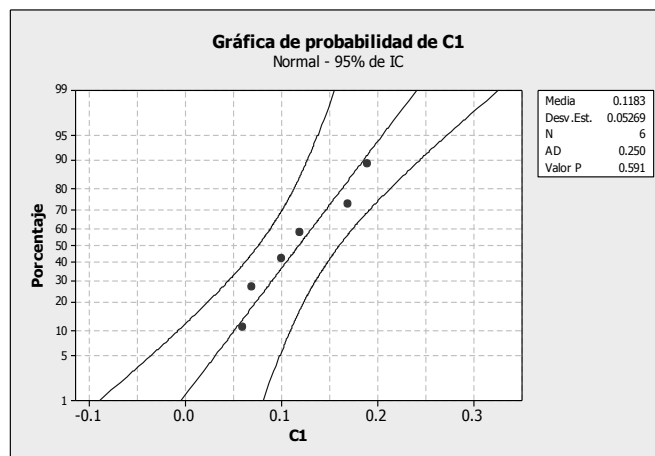
Las figuras 4.5 y 4.6 muestran que los índices de accidentes en carreteras con vehículos por kilómetro “alto” y “bajo” se ajustan bien a una distribución normal. Aleatorizando las carreteras seleccionadas con vehículos por kilómetro “alto” y “bajo”, se obtienen las muestras de cuatro y ocho carreteras presentadas en la tabla 4.13 y 4.14, respectivamente.

Tabla 4.11. Carreteras con vehículos por kilómetro mayor a 630, 000,000

No. carretera	nombre	índice accidentalidad
4	Cd. Victoria - Matamoros	0.19
6	Ciudad Victoria - Monterrey	0.17
15	Monterrey - Mier	0.06
16	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	0.10
17	Monterrey - Reynosa (libre)	0.07
14	Saltillo - Monterrey	0.12

Tabla 4.12. Carreteras con vehículos por kilómetro menor a 270, 000,000

No. carretera	nombre	índice accidentalidad
1	Antiguo Morelos - ent. El huizache	0.28
8	Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	0.34
9	González - Llera de Canales	0.27
10	Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	0.26
11	Las urracas - t.c. (Matamoros - Reynosa)	0.18
13	Matamoros - playa Lauro Villar	0.14
18	Paras - Nueva Ciudad Guerrero	0.13
21	Soto la marina - La coma	0.16
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	0.42
25	Matamoros - Reynosa (cuota)	0.25
1	Cadereyta de Jiménez - Allende	0.2
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	0.43
4	Linares - ent. San Roberto	0.21
6	Montemorelos - China	0.15
13	Ramal a aeropuerto Mariano Escobedo	0.26

**Figura 4.5. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentes, en carreteras con vehículos por kilómetro “alto”**

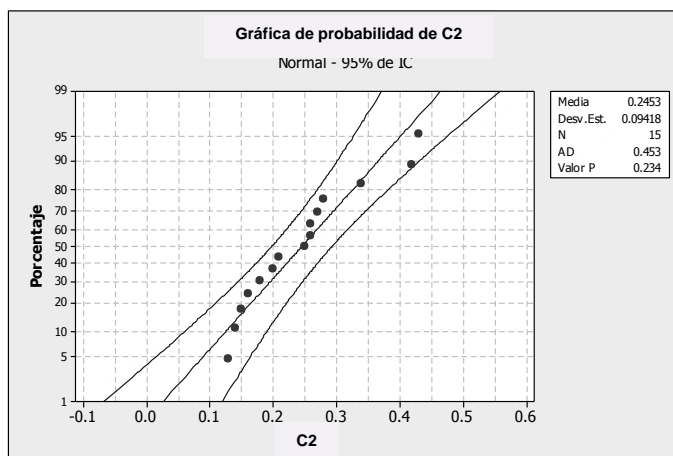


Figura 4.6. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentes, en carreteras con vehículos por kilómetro “bajo”

Tabla 4.13. Resultado de aleatorización para carreteras con veh-km “alto”

No. carretera	nombre	índice accidentalidad
4	Cd. Victoria - Matamoros	0.19
6	Ciudad Victoria - Monterrey	0.17
15	Monterrey - Mier	0.06
14	Saltillo - Monterrey	0.12

Tabla 4.14. Resultado de aleatorización para carreteras con veh-km “bajo”

No. carretera	nombre	índice accidentalidad
9	González - Llera de Canales	0.27
10	Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	0.26
11	Las Urracas - t.c. (Matamoros - Reynosa)	0.18
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	0.42
1	Cadereyta de Jiménez - Allende	0.20
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	0.43
4	Linares - ent. San Roberto	0.21
6	Montemorelos - China	0.15

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 < \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	4	0.1350	0.0580	0.029
C2	8	0.265	0.106	0.038

Diferencia = $\mu_1 - \mu_2$

Estimado de la diferencia: -0.1300

Límite superior 95% de la diferencia: -0.0430

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -2.74 Valor P = 0.011 GL = 9

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.011 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que las carreteras con vehículos por kilómetro “alto”, tienen índices de accidentalidad menores que las carreteras con vehículos por kilómetro “bajo”.

A tomar en cuenta

Las carreteras seleccionadas con vehículos por kilómetro “alto”, en su mayoría están en Nuevo León y conectan a Monterrey; las carreteras seleccionadas con vehículos por kilómetro “bajo”, en su mayoría están en Tamaulipas y conectan a Ciudad Victoria.

Prueba de hipótesis 4

Se prueba si las carreteras con vehículos por kilómetro “alto” muestran índices de peligrosidad mayores que las carreteras con vehículos por kilómetro “bajos”. Se calcula el valor de vehículos por kilómetro para cada carretera tomando en cuenta el TDPA y su longitud.

Para la clasificación de las carreteras con vehículos por kilómetro “alto” y “bajo” se calcula el promedio de vehículos por kilómetro de todas las carreteras y se establece un límite superior e inferior de $\pm 40\%$ a partir de ese promedio para hacer dicha clasificación:

$$40\% \leq \text{promedio} \leq 40\%$$

$$\text{“alto”} \geq 630,000,000$$

$$\text{“bajo”} \leq 270,000,000$$

El promedio: 454,000,000 veh-km.

La tabla 4.15 muestra las carreteras con vehículos por kilómetro mayor a 630,000,000 y su índice de peligrosidad. La tabla 4.16 muestra las carreteras con vehículos por kilómetro menor a 270,000,000 y su índice de peligrosidad.

Para continuar con la prueba, se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, conformados por los índices de peligrosidad de carreteras con vehículos por kilómetro “alto” y “bajo”, respectivamente.

Las figuras 4.7 y 4.8 muestran que los índices de peligrosidad en carreteras seleccionadas con número de vehículos por kilómetro “alto” y “bajo” se ajustan bien a una distribución normal. Aleatorizando las carreteras seleccionadas con vehículos por kilómetro “alto” y “bajo”, se obtienen las muestras de seis y 15 carreteras presentadas en las tablas 4.17 y 4.18 respectivamente.

Tabla 4.15. Carreteras con vehículos por kilómetro mayor a 630,000,000

No. carretera	nombre	índice peligrosidad
4	Cd. Victoria – Matamoros	0.86
6	Ciudad Victoria – Monterrey	0.71
15	Monterrey – Mier	0.21
16	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	0.37
17	Monterrey - Reynosa (libre)	0.29
14	Saltillo – Monterrey	0.44

Tabla 4.16. Carreteras con vehículos por kilómetro menor a 270, 000, 000

No. carretera	nombre	índice peligrosidad
1	Antiguo Morelos - ent. El huizache	0.79
8	Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	1.83
9	González - Llera de Canales	1.15
10	Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	1.25
11	Las Urracas - t.c. (Matamoros - Reynosa)	0.94
13	Matamoros - playa Lauro Villar	1.01
18	Paras - Nueva Ciudad Guerrero	1.69
21	Soto la marina - La Coma	0.77
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	2.12
25	Matamoros - Reynosa (cuota)	0.62
1	Cadereyta de Jiménez - Allende	1.34
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	1.87
4	Linares - ent. San Roberto	1.03
6	Montemorelos - China	0.54
13	Ramal a aeropuerto Mariano Escobedo	0.39

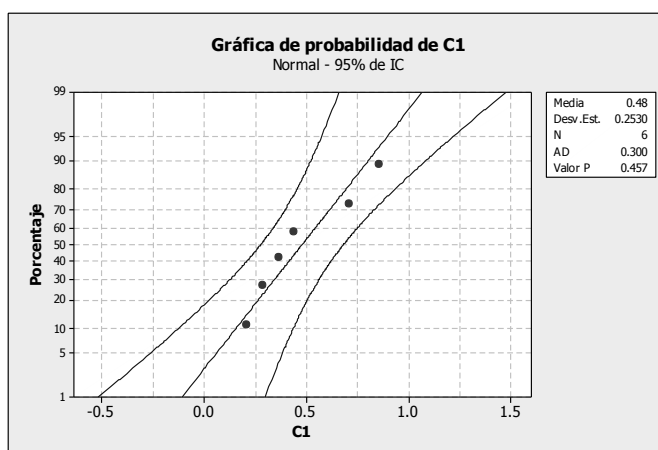


Figura 4.7. Gráfica de probabilidad para los índices de peligrosidad, en carreteras con vehículos por kilómetro “alto”

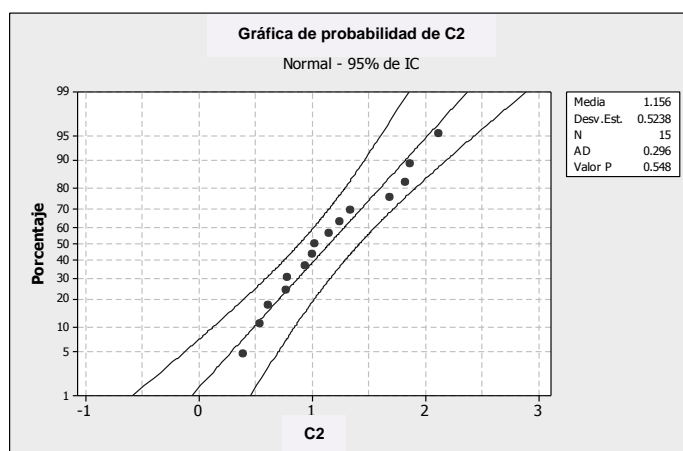


Figura 4.8. Gráfica de probabilidad para los índices de peligrosidad, en carreteras con vehículo por kilómetro “bajo”

Tabla 4.17. Resultado de aleatorización para carreteras con vehículos por kilómetro “alto”

No. carretera	nombre	índice peligrosidad
4	Cd. Victoria - Matamoros	0.86
6	Ciudad Victoria - Monterrey	0.71
15	Monterrey - Mier	0.21
16	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	0.37
17	Monterrey - Reynosa (libre)	0.29
14	Saltillo - Monterrey	0.44

Tabla 4.18. Resultado de aleatorización para carreteras con vehículos por kilómetro “bajo”

No. carretera	nombre	índice peligrosidad
1	Antiguo Morelos - ent. El huizache	0.79
8	Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	1.83
9	González - Llera de canales	1.15
10	Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	1.25
11	Las Urracas - t.c. (Matamoros - Reynosa)	0.94
13	Matamoros - Playa Lauro Villar	1.01
18	Paras - Nueva Ciudad Guerrero	1.69
21	Soto la marina - La coma	0.77
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	2.12
25	Matamoros - Reynosa (cuota)	0.62
1	Cadereyta de Jiménez - Allende	1.34
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	1.87
4	Linares - ent. San Roberto	1.03
6	Montemorelos - China	0.54
13	Ramal a aeropuerto Mariano Escobedo	0.39

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 < \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	4	0.490	0.254	0.13
C2	8	1.154	0.571	0.20

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: -0.664

Límite superior 95% de la diferencia: -0.227

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -2.78 Valor P = 0.011 GL = 9

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.011 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que las carreteras con vehículos por kilómetro “alto” tienen índices de peligrosidad menores que las carreteras con vehículos por kilómetro “bajo”.

A tomar en cuenta

La mayoría de carreteras seleccionadas con vehículos por kilómetro “alto” están en Nuevo León y conectan a Monterrey, ciudad más importante en la zona de estudio. Las mayoría de carreteras seleccionadas con vehículos por kilómetro “bajo” están en Tamaulipas y conectan a Ciudad Victoria.

Prueba de hipótesis 5

Se prueba si existe un impacto en el índice de peligrosidad, dependiendo de las sinuosidades de las carreteras en la zona de estudio. Se clasifican las carreteras con sinuosidad “alta” y “baja”. Se obtiene la misma población de carreteras seleccionadas en la hipótesis 1.

Aleatorizando las carreteras seleccionadas con sinuosidad “alta” y “baja”, se obtienen las muestras de nueve y 10 carreteras presentadas en las tablas 4.19.y 4.20, respectivamente.

Tabla 4.19. Resultado de aleatorización para carreteras con sinuosidad “alta”

No. carretera	nombre	índice peligrosidad
9	González - Llera de canales	1.15
8	Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	1.83
5	Cd. Victoria - Soto la marina	0.26
2	Cd. Valles - Cd. Victoria	1.06
20	Reynosa - Nuevo Laredo	0.79
10	Monterrey - Reynosa (libre)	0.29
4	Linares - ent. San Roberto	1.03
7	Monterrey - Castaños	0.81
14	Saltillo - Monterrey	0.44

Tabla 4.20. Resultado de aleatorización para carreteras con sinuosidad “baja”

No. carretera	nombre	índice peligrosidad
10	Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	1.25
6	Ciudad Victoria - Monterrey	0.71
14	Matamoros - Reynosa	0.35
25	Matamoros - Reynosa (cuota)	0.62
21	Soto la Marina - La Coma	0.77
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	2.12
15	Cadereyta de Jiménez - La Sierrita (cuota)	0.70
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	1.87
8	Monterrey - Mier	0.21
6	Montemorelos - China	0.54

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 > \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	9	0.851	0.495	0.17
C2	10	0.914	0.635	0.20

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: -0.063

Límite inferior 95% de la diferencia: -0.517

Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = -0.24 Valor P = 0.594 GL = 16

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.594 > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula; se obtiene como resultado que no existe una variación en el índice de peligrosidad entre las carreteras con sinuosidad “alta” ó “baja”.

Prueba de hipótesis 6

En la referencia Cuevas, et al. (2010) se encuentra un TDPA por carretera, que se asume como el promedio del TDPA en la carretera, éste no cuenta con una composición vehicular. Se prueba si las carreteras con TDPA “alto”, tienen mayores índices de severidad en accidentes viales que las carreteras con “bajo”. Para la clasificación de las carreteras con TDPA “alto” ó “bajo”, se calcula el promedio del TDPA para todas las carreteras, y se establece un límite superior e inferior de $\pm 40\%$ a partir de ese promedio para hacer dicha clasificación.

$$40\% \leq \text{promedio} \leq 40\%$$

$$\text{“alto”} \geq 12,000$$

$$\text{“bajo”} \leq 5,166$$

El promedio de TDPA: 8,600 vehículos.

En las tablas 4.21 y 4.22 se muestran las carreteras con TDPA mayor a 12,000 vehículos y su índice de severidad. En la tabla 4.22 se presentan carreteras con TDPA menor a 5,166 vehículos y su índice de severidad. La carretera número 18 tiene un índice de severidad muy elevado, esto debido a que tiene solo un accidente y fue de gravedad, por lo tanto se descarta de la población a probar.

Se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, integrados por el índice de severidad en carreteras con TDPA “alto” y “bajo”, respectivamente.

Las figuras 4.8 y 4.9 muestran que los índices de severidad en carreteras seleccionadas con un TDPA “alto” y “bajo” se ajustan bien a una distribución normal. Aleatorizando las carreteras seleccionadas con un TDPA “alto” y “bajo”, se obtienen las muestras de seis y siete carreteras mostradas en las tablas 4.23. y 4.24, respectivamente.

Tabla 4.21. Carreteras con TDPA mayor a 12,000 vehículos e índice de severidad en éstas

No. carretera	nombre	TDPA	índice severidad
6	Ciudad Victoria - Monterrey	15078	17.73
14	Matamoros - Reynosa	15057	16.38
15	Monterrey - Mier	12573	11.77
16	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	15176	11.62
17	Monterrey - Reynosa (libre)	13771	23.38
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	12579	12.14
13	Ramal a aeropuerto Mariano Escobedo	26217	24.20
14	Saltillo - Monterrey	32436	12.01

Tabla 4.22. Carreteras con TDPA menor a 5,166 vehículos e índice de severidad en éstas

No. carretera	nombre	TDPA	índice severidad
1	Antiguo Morelos - ent. El huizache	2631	11.82
2	Cd. Valles - Cd. Victoria	4803	22.60
7	ent. Tula - Cd. Victoria	4586	36.57
8	Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	3356	29.88
9	González - Llera de canales	4979	18.06
10	Ignacio Zaragoza - t.c. (Ciudad Victoria - Monterrey)	4671	24.04
11	Las Urracas - t.c. (Matamoros - Reynosa)	5150	24.40
18	Paras - Nueva Ciudad Guerrero	658	199
19	Piedras Negras - Nuevo Laredo	4803	16.27
21	Soto la marina - La coma	3985	19.29
24	Libramiento Poniente de Tampico (cuota)	4961	14.15
25	Matamoros - Reynosa (cuota)	3860	12.25
6	Montemorelos - China	3651	14.33

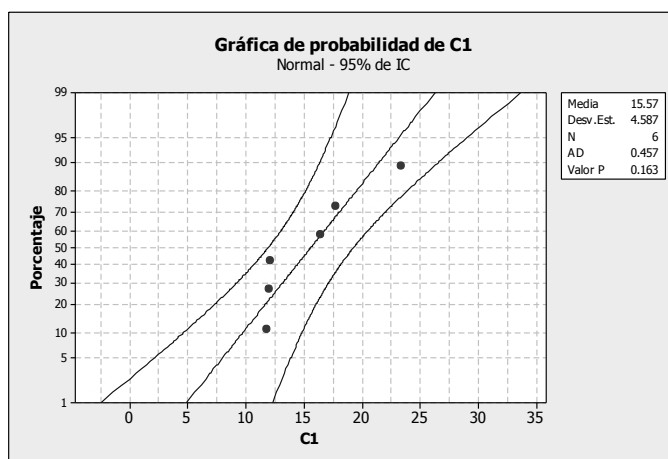


Figura 4.8. Gráfica de probabilidad para el índice de severidad, en carreteras con TDPA “alto”

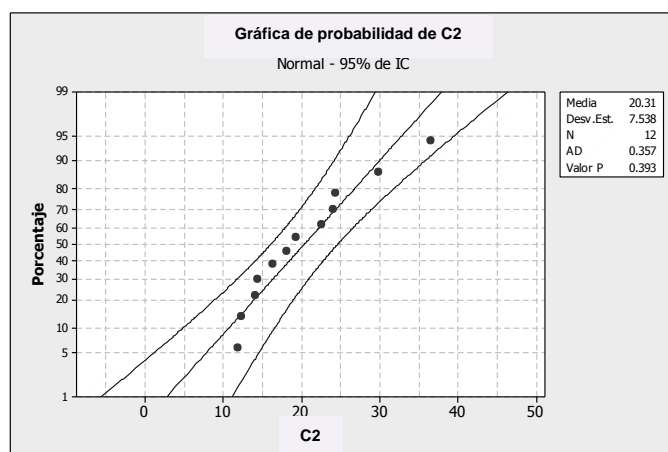


Figura 4.9. Gráfica de probabilidad para el índice de severidad, en carreteras con TDPA “bajo”

Tabla 4.23. Resultado de aleatorización para carreteras con TDPA “alto”

No. carretera	nombre	TDPA	índice severidad
6	Ciudad Victoria - Monterrey	15078	17.73
14	Matamoros - Reynosa	15057	16.38
15	Monterrey - Mier	12573	11.77
17	Monterrey - Reynosa (libre)	13771	23.38
3	Libramiento Noroeste de Monterrey	12579	12.14
14	Saltillo - Monterrey	32436	12.01

Tabla 4.24. Resultado de aleatorización para carreteras con TDPA “bajo”

No. carretera	nombre	TDPA	índice severidad
2	Cd. Valles - Cd. Victoria	4803	22.60
8	Estación Manuel - t.c. (Cd. Victoria - Soto la marina)	3356	29.88
9	González - Llera de canales	4979	18.06
11	Las urracas - t.c. (Matamoros - Reynosa)	5150	24.40
19	Piedras Negras - Nuevo Laredo	4803	16.27
21	Soto la marina - La coma	3985	19.29
6	Montemorelos - China	3651	14.33

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 < \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	6	15.57	4.59	1.9
C2	7	20.69	5.33	2.0

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: -5.12

Límite superior 95% de la diferencia: -0.13

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -1.86 Valor P = 0.046 GL = 10

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.046 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que las carreteras con un TDPA “alto” tienen índices de severidad menores en accidentes viales que las carreteras con TDPA “bajo”.

Consideraciones para las siguientes hipótesis:

Para probar las siguientes pruebas de hipótesis, se consideran los tramos carreteros más peligrosos marcados en la referencia Cuevas, et al. (2010); para dichos tramos se cuenta con información sobre datos viales.

Los tramos carreteros más peligrosos debido a sus accidentes viales, en la zona de estudio, son los mostrados en la tabla 4.29.

Tabla 4.29. Tramos carreteros más peligrosos en la zona de estudio

ID	ruta	nombre	tramo carretero
500	MEX-085	Monterrey - Nuevo Laredo libre	x.c. (Lib. Noroeste de Monterrey) - t.der. Gral. Zuazua
501	MEX-040	Saltillo- Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. - t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey
502	MEX-085	Monterrey - Nuevo Laredo libre	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores
503	MEX-040	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) - x.c. (Monterrey - Castaños)
504	MEX-054	Ramal a aeropuerto Mariano	Ramal a Aeropuerto de Monterrey
505	MEX-040	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) - x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)
506	MEX-085	Cd. Victoria-Monterrey	Montemorelos - Monterrey
507	MEX-057	Mathuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.
508	MEX-054	Monterrey - Mier	Apodaca - x.c. (Zacatecas - Pesquería)
509	MEX-057	Mathuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. - t.der. Linares
510	MEX-080	Ramal Altamira - t.c. (Ramal Altamira - Puerto Industrial	Ramal Altamira - t.c. (Ramal Altamira - Puerto Industrial) (Unidad Deportiva)
511	MEX-080	Ramal Altamira - Puerto Industrial	Ramal Altamira - Puerto Industrial
512	MEX-085	Cd. Valles - Cd. Victoria	Ciudad Mante - t.izq. Ocampo
513	MEX-002	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo
514	MEX-002	Ramal a puente Internacional Reynosa	Ramal a Puente Internacional Reynosa
515	MEX-085	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales - t.der. González
516	MEX-085	Ciudad Victoria-Monterrey	t.izq. Santa Engracia - El Barretal
517	MEX-101	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria - t.izq. Güemez
518	MEX-080	t.c. (Valle Hermoso - Empalme) - Matamoros	Altamira - Estación Manuel
519	MEX-002	Reynosa- Nuevo Laredo	t.izq. Libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán

Fuente: Elaboración propia con información de (Cuevas, et al., 2010)

Para las carreteras: Ramal Altamira - t.c. (Ramal Altamira-Puerto Industrial), Ramal Altamira -Puerto Industrial y Ramal a puente internacional Reynosa, no se cuenta con información sobre datos viales y accidentes, por tal motivo se descartan de la población de “tramos más peligrosos”.

Prueba de hipótesis 7

Se prueba si los tramos carreteros más peligrosos con TDPA “alto”, tienen más accidentes-km que los tramos más peligrosos con TDPA “bajo”.

Para diferenciar los tramos carreteros con un TDPA “alto” ó “bajo”, se calcula el promedio del TDPA de todas las carreteras, las que rebasan dicho valor se consideran como “alto”, en caso contrario se consideran “bajo”.

El promedio TDPA: 17,000 vehículos.

La tabla 4.30 muestra los tramos carreteros con TDPA mayor a 17,000 vehículos y los accidentes por km. La tabla 4.31 presenta los tramos carreteros con TDPA menor a 17,000 vehículos y los accidentes por km.

Para continuar con la prueba, se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, integrados por el número de accidentes por km en tramos carreteros con TDPA “alto” y “bajo”, respectivamente.

Las figuras 4.11 y 4.12 muestran que los accidentes por km en los tramos carreteros seleccionados con un TDPA “alto” y “bajo” se ajustan bien a una distribución normal. Aleatorizando las carreteras seleccionadas con TDPA “alto”, se obtiene la muestra de cuatro tramos presentada en la tabla 4.32, junto con los accidentes/km. Aleatorizando las carreteras seleccionadas con TDPA “bajo” se obtiene la muestra de seis tramos de la tabla 4.33, junto con los accidentes/km

Tabla 4.30. Tramos carreteros con TDPA mayor a 17,000 vehículos y los accidentes por km

ID	nombre	tramo carretero	accidentes-km
500	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	x.c. (lib. Noroeste de Monterrey) - t.der. Gral. Zuazua	3.73
501	Saltillo - Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. - t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	3.68
504	Ramal a aeropuerto Mariano	Ramal a Aeropuerto de Monterrey	2.44
505	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) – x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)	2.39
506	Cd. Victoria - Monterrey	Montemorelos – Monterrey	2.02
508	Monterrey - Mier	Apodaca – x.c. (Zacatecas - Pesquería)	1.87

Tabla 4.31. Tramos carreteros con TDPA menor a 17,000 vehículos y los accidentes por km

ID	nombre	tramo carretero	accidentes-km
502	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores	2.92
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) – x.c. (Monterrey - Castaños)	2.58
507	Matehuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	1.93
509	Matehuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. – t.der. Linares	1.48
512	Cd. Valles – Cd. Victoria	Ciudad Mante – t.izq. Ocampo	1.48
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	1.25
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	1.15
516	Ciudad Victoria - Monterrey	t.izq. Santa Engracia - El Barretal	0.94
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.86
518	t.c. (Valle Hermoso - Empalme) - Matamoros	Altamira - Estación Manuel	0.86
519	Reynosa- Nuevo Laredo	t.izq. Libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán	0.78

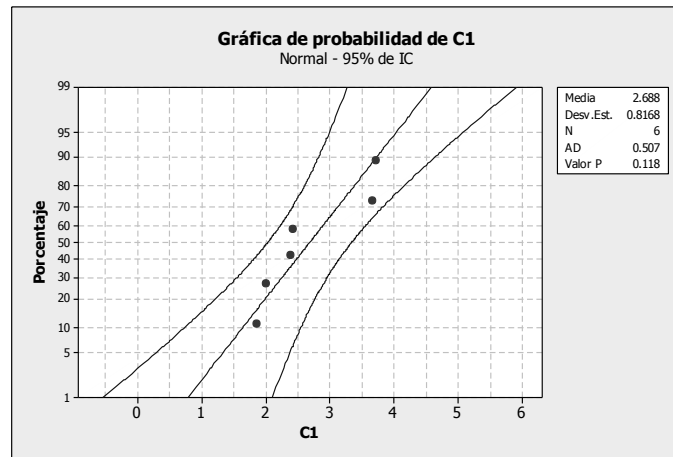


Figura 4.11. Gráfica de probabilidad para los accidentes por km, en tramos carreteros con TDPA “alto”

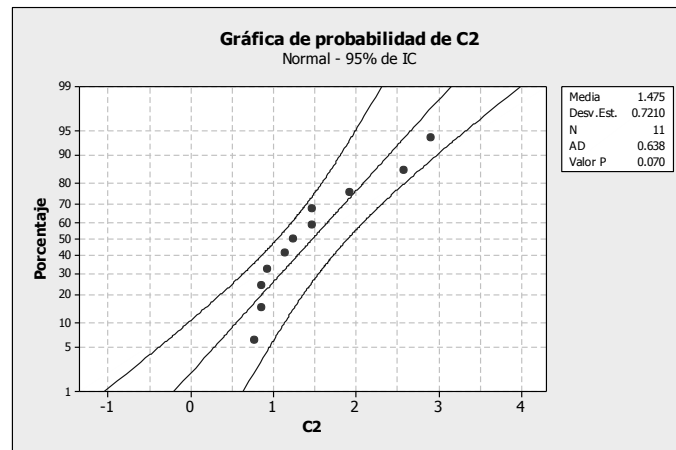


Figura 4.12. Gráfica de probabilidad para los accidentes por km, en tramos carreteros con TDPA “bajo”

Tabla 4.32. Resultado de aleatorización para tramos carreteros con TDPA “alto”

ID	nombre	tramo carretero	accidentes-km
501	Saltillo - Monterrey	lím. Edos. Coah./N.L. – t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	3.68
504	Ramal a aeropuerto Mariano	Ramal a Aeropuerto de Monterrey	2.44
505	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) – x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)	2.39
508	Monterrey - Mier	Apodaca – x.c. (Zacatecas - Pesquería)	1.87

Tabla 4.33. Resultado de aleatorización para tramos carreteros con TDPA “bajo”

ID	nombre	tramo carretero	accidentes-km
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) – x.c. (Monterrey - Castaños)	2.58
509	Matehuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. – t.der. Linares	1.48
512	Cd. Valles – Cd. victoria	Ciudad Mante – t.izq. Ocampo	1.48
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	1.15
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.86
518	t.c. (Valle Hermoso - Empalme) - Matamoros	Altamira - Estación Manuel	0.86

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 > \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	4	2.595	0.768	0.38
C2	6	1.402	0.640	0.26

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: 1.193

Límite inferior 95% de la diferencia: 0.257

Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 2.57 Valor P = 0.025 GL = 5

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.025 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que los tramos carreteros más peligrosos con TDPA “alto”, tienen mayor número de accidentes por kilometro que los tramos más peligrosos con TDPA “bajo”.

Prueba de hipótesis 8

Se calcula la proporción de camiones tipo T3S3 en el TDPA para los tramos carreteros más peligrosos, y se prueba si una proporción “alta” de dichos camiones, aumenta el índice de accidentalidad y el número de accidentes por kilometro.

Para diferenciar los tramos carreteros con una proporción de camiones “alta” ó “baja”, se calcula el promedio de las proporciones, la que rebasa dicho valor se considera como “alta”, en caso contrario se considera “baja”. El promedio de las proporciones de camiones T3S3 en el TDPA es 3%.

$$\text{“alta”} \geq 4\%$$

$$\text{“baja”} \leq 2\%$$

La tabla 4.34 muestra los tramos carreteros con proporción “alta” de camiones T3S3 en el TDPA. La tabla 4.35 muestra los tramos carreteros con proporción “baja” de camiones T3S3 en el TDPA Para continuar con la prueba, se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal.

Para realizar la primera prueba, se definen los conjuntos C1 y C2, conformados por los índices de accidentalidad de las carreteras con proporción de T3S3 “alta” y “baja”, respectivamente. Para la segunda prueba, se utilizan los conjuntos C3 y C4, conformados por los acc_km de carreteras con proporción de T3S3 “alta” y “baja”, respectivamente.

Las figuras 4.13 y 4.14 muestran que los índices de accidentalidad en los tramos carreteros seleccionados con proporción “alta” y “baja” de T3S3, se ajustan bien a una distribución normal, respectivamente. Las figuras 4.15 y 4.16 muestran que los accidentes por kilometro en los tramos carreteros seleccionados con proporción de T3S3 “alta” y “baja”, respectivamente, se ajustan bien a una distribución normal.

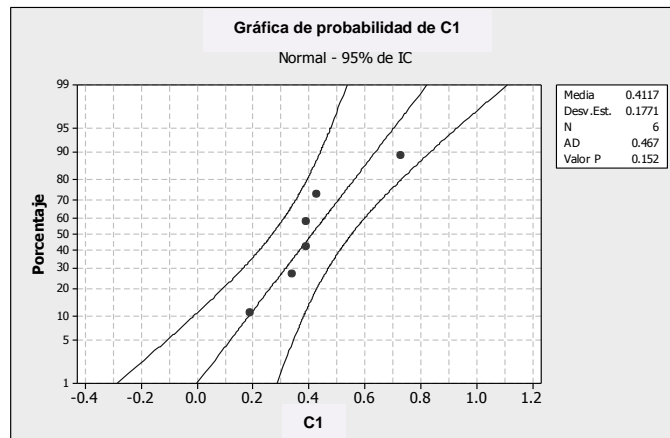
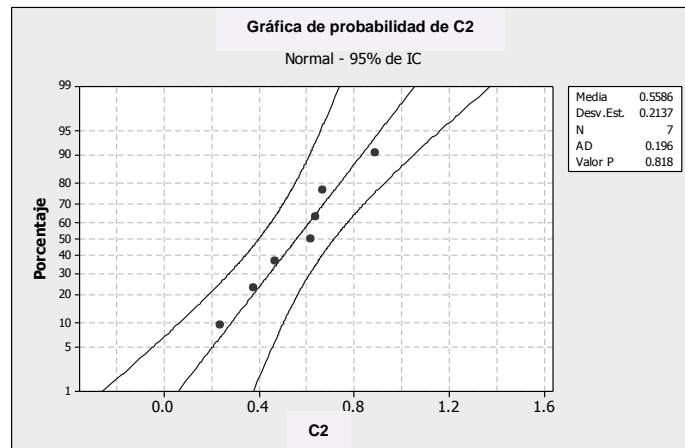
Aleatorizando los tramos carreteros seleccionados con proporción de T3S3 “alta” y “baja”, se obtienen las muestras de cinco y cuatro carreteras presentada en las tablas 4.36 y 4.7, respectivamente.

Tabla 4.34. Tramos carreteros con proporción “alta” de T3S3

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad	acc_km
501	Saltillo - Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. - t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	0.39	3.68
507	Matehuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	0.43	1.93
508	Monterrey - Mier	Apodaca - x.c. (Zacatecas - Pesquería)	0.19	1.87
509	Matehuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. - t.der. Linares	0.34	1.48
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	0.73	1.25
519	Reynosa- Nuevo Laredo	t.izq. Libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán	0.39	0.78

Tabla 4.35. Tramos carreteros con proporción “baja” de T3S3

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad	acc_km
502	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores	0.62	2.92
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) – x.c. (Monterrey - Castaños)	0.64	2.58
505	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) – x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)	0.47	2.39
512	Cd. Valles – Cd. victoria	Ciudad Mante – t.izq. Ocampo	0.89	1.48
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	0.67	1.15
516	Ciudad Victoria - Monterrey	t.izq. Santa Engracia - El Barretal	0.38	0.94
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.24	0.86

**Figura 4.13. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con proporción “alta” de T3S3****Figura 4.14. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con proporción “baja” de T3S3**

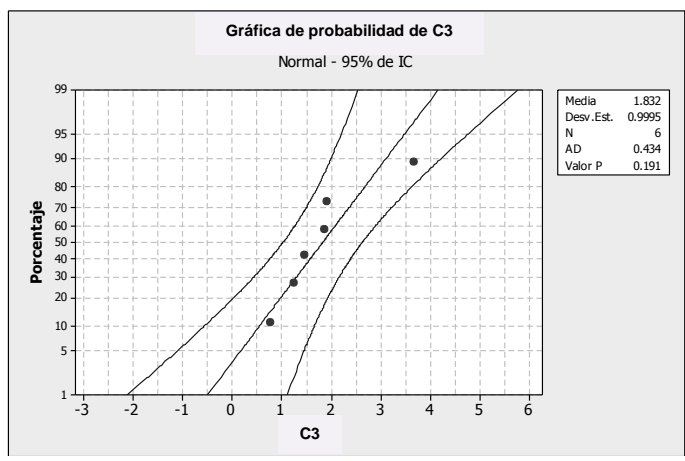


Figura 4.15. Gráfica de probabilidad para el número de accidentes por kilómetro, en tramos carreteros con proporción “alta” de T3S3

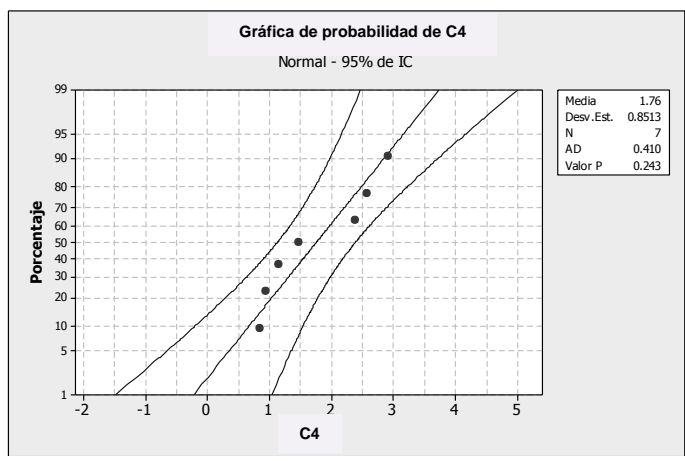


Figura 4.16 Gráfica de probabilidad para los accidentes por kilometro, en tramos carreteros con proporción “baja” de T3S3

Tabla 4.36. Resultado de aleatorización para tramos carreteros con proporción “alta” T3S3

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad	accidentes _km
501	Saltillo - Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. – t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	0.39	3.68
507	Matehuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	0.43	1.93
509	Matehuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. – t.der. Linares	0.34	1.48
519	Reynosa- Nuevo Laredo	t.izq. Libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán	0.39	0.78

Tabla 4.37. Resultado de aleatorización para tramos carreteros con proporción “baja” T3S3

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad	accidentes _km
502	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores	0.62	2.92
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) – x.c. (Monterrey - Castaños)	0.64	2.58
512	Cd. Valles – Cd. victoria	Ciudad Mante – t.izq. Ocampo	0.89	1.48
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	0.67	1.15
516	Ciudad Victoria-Monterrey	t.izq. Santa Engracia - El Barretal	0.38	0.94

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 > \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	5	0.640	0.181	0.081
C2	4	0.3875	0.0369	0.018

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: 0.2525

Límite inferior 95% de la diferencia: 0.0753

Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 3.04 Valor P = 0.019 GL = 4

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.019 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que los tramos carreteros con proporción de T3S3 “baja”, tienen mayor índice de accidentalidad que los tramos con proporción “alta”.

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 \neq \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	5	1.814	0.884	0.40
C2	4	1.97	1.24	0.62

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: -0.154

IC de 95% para la diferencia: (-2.039, 1.732)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -0.21 Valor P = 0.843 GL = 5

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.843 > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula; obteniendo como resultado que no hay diferencia de accidentes por kilometro para tramos carreteros con proporciones de T3S3 “altas” o “bajas”.

Prueba de hipótesis 9

Se prueba si una proporción “alta” de camiones tipo T3S2 en el TDPA, aumenta el índice de accidentalidad y el número de accidentes por kilometro de los tramos carreteros más peligrosos en la zona de estudio.

Para clasificar los tramos carreteros con proporción de camiones T3S2 “alta” ó “baja”, se calcula el promedio de las proporciones, los tramos carreteros que rebasen dicho valor se consideran con proporción “alta”, en caso contrario “baja”.

El promedio de las proporciones de camiones T3S2 en el TDPA es de 6%.

“alta” > 6%

“baja” ≤ 6%

En la tabla 4.38 se muestran los tramos carreteros con proporción de camiones T3S2 “alta”. La tabla 4.39 muestra los tramos carreteros con proporción de camiones T3S2 “baja”. Para continuar con la prueba, se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal.

Para realizar la primera prueba se definen los conjuntos C1 y C2, conformados por los índices de accidentalidad de tramos carreteros con proporción de T3S2 “alta” y “baja”. Para la segunda prueba se

definen los conjuntos C3 y C4, integrados por los accidentes_km de tramos carreteros con proporción de T3S2 “alta” y “baja”, respectivamente.

Las figuras 4.17, 4.18, 4.19 y 4.20 muestran que los índices de accidentalidad y el número de accidentes en las carreteras seleccionadas se ajustan bien a una distribución normal. Aleatorizando los tramos carreteros seleccionados con proporción de T3S2 “alta” y “baja”, se obtienen las muestras de cinco y seis tramos carreteros presentadas en la tabla 4.40 y 4.41.

Tabla 4.38. Tramos carreteros con proporción T3S2 “alta”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad	accidentes _km
500	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	x.c. (Lib. Noroeste de Monterrey) – t.der. Gral. Zuazua	0.28	3.73
501	Saltillo - Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. – t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	0.39	3.68
502	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores	0.62	2.92
507	Matehuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	0.43	1.93
508	Monterrey - Mier	Apodaca – x.c. (Zacatecas - Pesquería)	0.19	1.87
516	Ciudad Victoria - Monterrey	t.izq. Santa Engracia - El Barretal	0.38	0.94
519	Reynosa - Nuevo Laredo	t.izq. Libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán	0.39	0.78

Tabla 4.39. Tramos carreteros con proporción T3S2 “baja”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad	accidentes _km
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) – x.c. (Monterrey - Castaños)	0.64	2.58
504	Ramal a aeropuerto Mariano	Ramal a Aeropuerto de Monterrey	0.26	2.44
505	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) – x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)	0.47	2.39
506	Cd. Victoria - Monterrey	Montemorelos – Monterrey	0.17	2.02
509	Matehuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. – t.der. Linares	0.34	1.48
512	Cd. Valles – Cd. victoria	Ciudad Mante – t.izq. Ocampo	0.89	1.48
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	0.73	1.25
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	0.67	1.15
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.24	0.86
518	t.c. (Valle Hermoso - Empalme) - Matamoros	Altamira - Estación Manuel	0.18	0.86

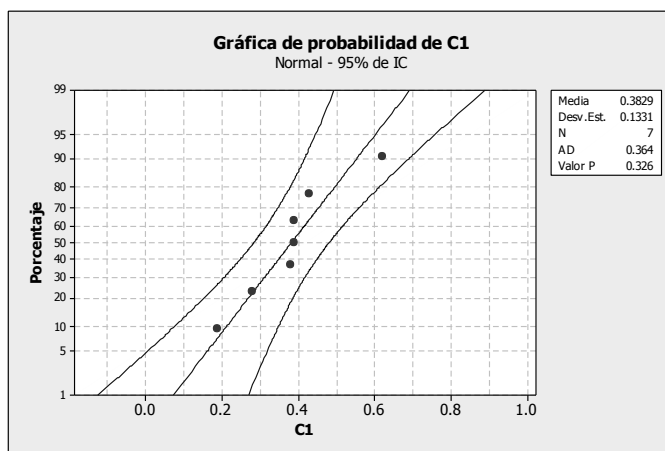


Figura 4.17. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con proporción “alta” de T3S2

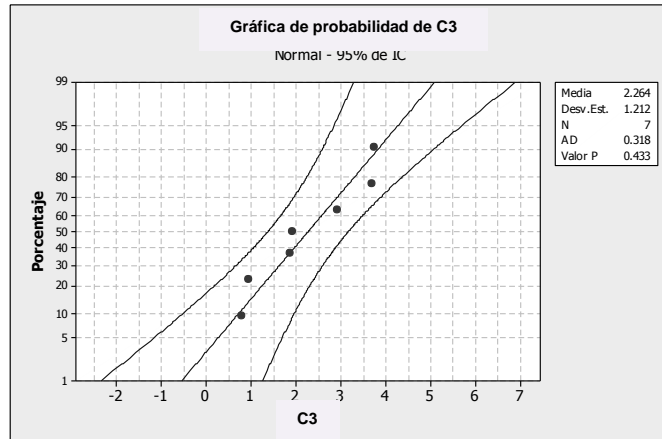


Figura 4.18. Gráfica de probabilidad para el número de accidentes por kilómetro, en tramos carreteros con proporción “baja” de T3S2

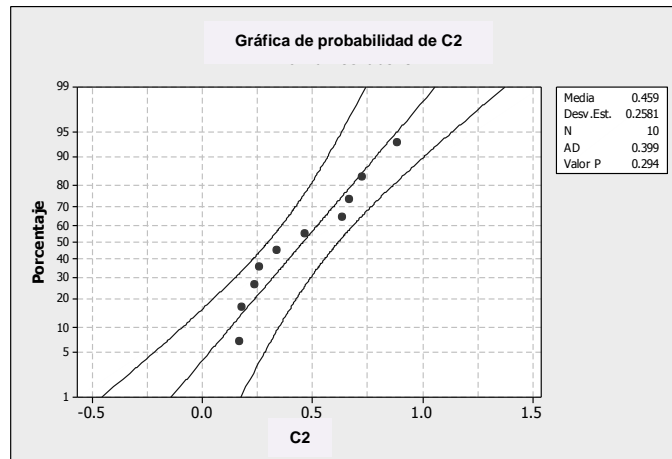


Figura 4.19. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con proporción “alta” de T3S2

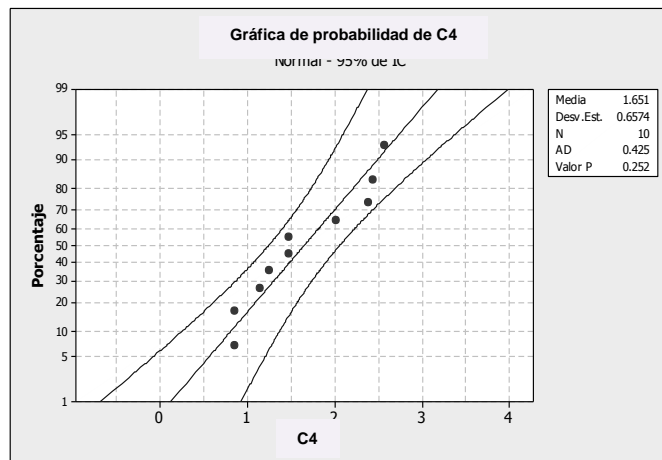


Figura 4.20. Gráfica de probabilidad para el número de accidentes por kilómetro, en tramos carreteros con proporción “baja” de T3S2

Tabla 4.40. Resultado de aleatorización para tramos carreteros con proporción T3S2 “alta”

ID	nombre	tramo carretero	índice acc	acc_km
500	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	x.c. (Lib. Noroeste de Monterrey) – t.der. Gral. Zuazua	0.28	3.73
501	Saltillo - Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. – t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	0.39	3.68
507	Matehuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	0.43	1.93
508	Monterrey - Mier	Apodaca – x.c. (Zacatecas - Pesquería)	0.19	1.87
519	Reynosa - Nuevo Laredo	t.izq. Libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán	0.39	0.78

Tabla 4.41. Resultado de aleatorización para tramos carreteros con proporción T3S2 “baja”

ID	nombre	tramo carretero	índice acc	acc_km
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) – x.c. (Monterrey - Castaños)	0.64	2.58
505	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) – x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)	0.47	2.39
509	Matehuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. – t.der. Linares	0.34	1.48
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	0.73	1.25
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	0.67	1.15
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.24	0.86

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 < \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	5	0.3360	0.0989	0.044
C2	6	0.515	0.197	0.080

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: -0.1790

Límite superior 95% de la diferencia: -0.0051

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -1.95 Valor P = 0.046 GL = 7

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.046 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y nos inclinamos por la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que los tramos carreteros más peligrosos con proporción de T3S2 “alta”, tienen índices de accidentalidad menores que los tramos con proporciones de T3S2 “baja”.

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 \neq \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	5	2.40	1.28	0.57
C2	6	1.618	0.703	0.29

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: 0.780

IC de 95% para la diferencia: (-0.864, 2.424)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = 1.22 Valor P = 0.277 GL = 5

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.277 > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula; obteniendo como resultado que no hay diferencia del número de accidentes por kilómetro para tramos carreteros con proporciones de T3S2 “alta” o “baja”.

Prueba de hipótesis 10

Se prueba si existe un impacto en el índice de accidentalidad debido a una “alta” proporción de camiones tipo T3S2R4 incluidos en el TDPA, para los tramos carreteros más peligrosos en la zona de estudio.

Con el fin de entender y verificar el impacto que tiene este tipo de camiones en la ocurrencia accidentes.

Para clasificar los tramos carreteros con proporción de camiones tipo T3S2R4 “alta” ó “baja”, se calcula el promedio de las proporciones: los tramos que rebasen dicho valor se consideran con proporción “alta”, ó “baja” en caso contrario.

El promedio de las proporciones de camiones T3S2R4 en el TDPA es de: 5%.

La tabla 4.42 muestra las carreteras con proporción de camiones T3S2R4 “alta” y su índice de accidentalidad. La tabla 4.43 muestra los tramos carreteros con proporción de camiones T3S2R4 “baja” y su índice de accidentalidad.

Para continuar con la prueba, se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, conformados por los índices de accidentalidad en tramos carreteros con proporción T3S2R4 “alta” y “baja”, respectivamente.

Las figuras 4.21 y 4.22 muestran que los índices de accidentalidad de los tramos carreteros seleccionados con una proporción de T3S2R4 “alta” y “baja”, se ajustan bien a una distribución normal.

Aleatorizando los tramos carreteros con proporción de camiones tipo T3S2R4 “alta” y “baja” se obtienen las muestras de cuatro y seis tramos carreteros presentadas en las tablas 4.44 y 4.45

Tabla 4.42. Tramos carreteros con proporción T3S2R4 “alta”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
500	Monterrey - Nuevo Laredo libre	x. c. (Lib. Noroeste De Monterrey) – t.der. Gral. Zuazua	0.28
501	Saltillo- Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. – t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	0.39
507	Matehuala-Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	0.43
508	Monterrey-Mier	Apodaca - x. c. (Zacatecas - Pesquería)	0.19
509	Matehuala-Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. - t.der. Linares	0.34
518	t.c. (Valle Hermoso - Empalme) - Matamoros	Altamira - Estación Manuel	0.18

Tabla 4.43. Tramos carreteros con proporción T3S2R4 “baja”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
502	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores	0.62
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) - x.c. (Monterrey - Castaños)	0.64
504	Ramal a aeropuerto Mariano Escobedo	Ramal a aeropuerto de Monterrey	0.26
505	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) - x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)	0.47
506	Cd. Victoria - Monterrey	Montemorelos – Monterrey	0.17
512	Cd. Valles - Cd Victoria	Ciudad Mante –t.izq. Ocampo	0.89
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	0.73
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	0.67
516	Ciudad Victoria - Monterrey	t.izq. Santa Engracia - El Barretal	0.38
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.24
519	Reynosa - Nuevo Laredo	t.izq. libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán	0.39

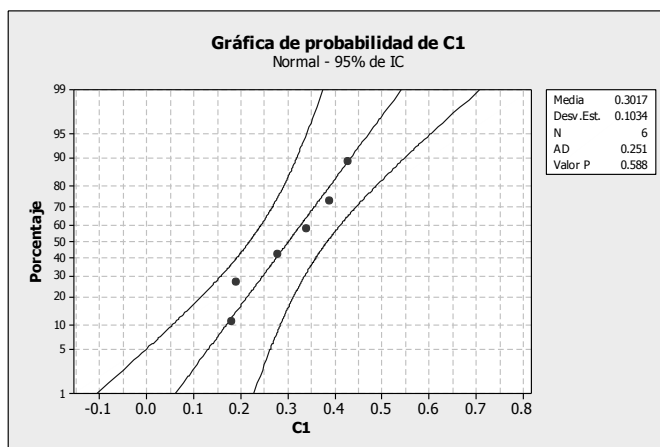


Figura 4.21. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con proporción “alta” de T3S2R4

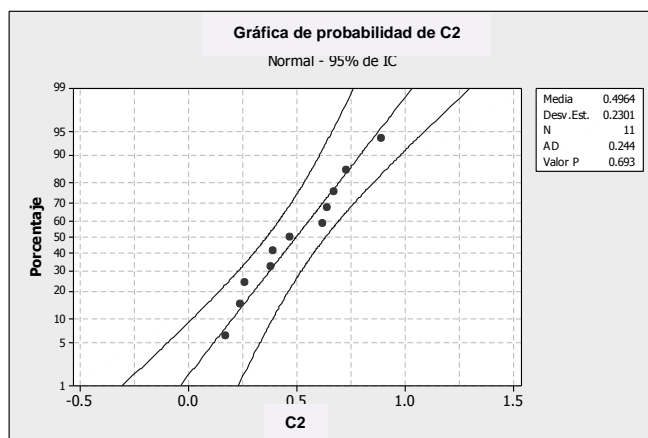


Figura 4.22. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con proporción “baja” de T3S2R4

Tabla 4.44. Resultado de aleatorización para tramos carreteros con proporción T3S2R4 “alta”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
500	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	x.c. (Lib. Noroeste de Monterrey) - t.der. Gral. Zuazua	0.28
501	Saltillo - Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. – t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	0.39
508	Monterrey - Mier	Apodaca – x.c. (Zacatecas - Pesquería)	0.19
518	t.c. (Valle Hermoso - Empalme) - Matamoros	Altamira - Estación Manuel	0.18

Tabla 4.45. Resultado de aleatorización de tramos carreteros con proporción T3S2R4 “baja”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
502	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores	0.62
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) – x.c. (Monterrey - Castaños)	0.64
506	Cd. Victoria - Monterrey	Montemorelos – Monterrey	0.17
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	0.73
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	0.67
516	Ciudad Victoria - Monterrey	t.izq. Santa Engracia - El Barretal	0.38

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 < \mu_2$, con varianzas desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	4	0.2600	0.0976	0.049
C2	6	0.535	0.215	0.088

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: -0.275

Límite superior 95% de la diferencia: -0.085

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -2.74 Valor P = 0.015 GL = 7

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.015 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que los tramos carreteros más peligrosos con proporción de T3S2R4 "alta" muestran un menor índice de accidentalidad que los tramos con proporción "baja".

A tomar en cuenta

Cabe señalar que en las carreteras consideradas como "más peligrosas", en general muestran un TDPA más alto que el resto de la población de carreteras, y la mayoría se localiza cerca de las principales manchas urbanas.

Los tramos carreteros que muestran mayor proporción de camiones tipo T3S2R4 son los que tienen la menor proporción de autos y son las carreteras 507 y 509, que no están cercanas a las manchas urbanas de la zona de estudio.

Pruebas de hipótesis 11

Se calcula la proporción conjunta de camiones tipo: T3S2+T3S3+T3S2R4 en el TDPA, y se prueba si una proporción grande de dichos camiones aumenta el índice de accidentalidad para los tramos carreteros más peligrosos.

Para clasificar los tramos carreteros con una proporción de camiones T3S2+T3S3+T3S2R4 "alta" ó "baja", se calcula el promedio de dichas proporciones, la que rebese ese promedio se considera "alta", en caso contrario "baja".

El promedio de las proporciones de camiones T3S2+T3S3+T3S2R4 (camiones articulados) es de 15%.

La tabla 4.46 muestra los tramos carreteros con proporción de camiones tipo: T3S2+T3S3+T3S2R4 "alta" y su índice de accidentalidad. La tabla 4.47 muestra los tramos carreteros con proporción de camiones tipo: T3S2+T3S3+T3S2R4 "baja" y su índice de accidentalidad.

Para continuar con la prueba se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, conformados por los índices de accidentalidad en tramos carreteros con proporción de T3S2+T3S3+T3S2R4 "alta" y "baja", respectivamente.

Las figuras 4.23 y 4.24 muestran que los índices de accidentalidad de los tramos carreteros seleccionados con una proporción de camiones T3S2+T3S3+T3S2R4 "alta" y "baja", se ajustan bien a una distribución normal. Aleatorizando los tramos carreteros con proporción de camiones tipo: T3S2+T3S3+T3S2R4 "alta" y "baja", se obtienen las muestras de cinco y seis tramos carreteros presentadas en las tablas 4.48 y 4.49

Tabla 4.46. Tramos carreteros con proporción T3S2+T3S3+T3S2R4 “alta”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
500	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	x.c. (Lib. Noroeste de Monterrey) – t.der. Gral. Zuazua	0.28
501	Saltillo - Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. - t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	0.39
507	Matehuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	0.43
508	Monterrey - Mier	Apodaca – x.c. (Zacatecas - Pesquería)	0.19
509	Matehuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. – t.der. Linares	0.34
518	t.c. (Valle Hermoso - Empalme) - Matamoros	Altamira - Estación Manuel	0.18
519	Reynosa - Nuevo Laredo	t.izq. Libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán	0.39

Tabla 4.47. Tramos carreteros con proporción T3S2+T3S3+T3S2R4 “baja”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
502	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores	0.62
503	Libramiento Noroeste de Monterrey	t.c. (Saltillo - Monterrey) – x.c. (Monterrey - Castaños)	0.64
504	Ramal a Aeropuerto Mariano Escobedo	Ramal a aeropuerto de Monterrey	0.26
505	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) – x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)	0.47
506	Cd. Victoria - Monterrey	Montemorelos – Monterrey	0.17
512	Cd. Valles - Cd Victoria	Ciudad Mante – t.izq. Ocampo	0.89
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	0.73
515	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	t.izq. Llera de Canales – t.der. González	0.67
516	Ciudad Victoria - Monterrey	t.izq. Santa Engracia - El Barretal	0.38
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.24

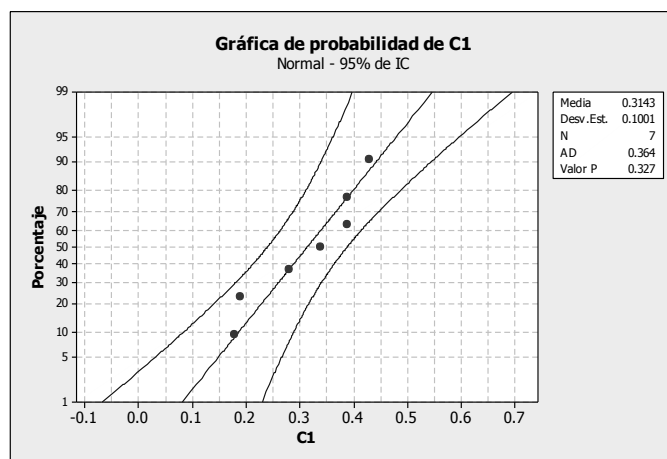


Figura 4.23. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con una proporción de camiones articulados “alta”

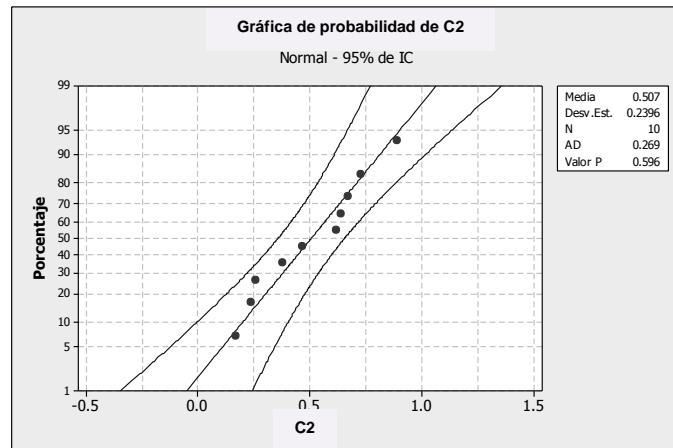


Figura 4.24. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con una proporción de camiones articulados “baja”

Tabla 4.48. Tramos carreteros con proporción T3S2+T3S3+T3S2R4 “alta”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
500	Monterrey - Nuevo Laredo libre	x.c. (Lib. Noroeste de Monterrey) – t.der. Gral. Zuazua	0.28
507	Matehuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	0.43
508	Monterrey - Mier	Apodaca – x.c. (Zacatecas - Pesquería)	0.19
518	t.c. (Valle Hermoso - Empalme) - Matamoros	Altamira - Estación Manuel	0.18
519	Reynosa - Nuevo Laredo	t.izq. Libramiento Camargo - Ciudad Miguel Alemán	0.39

Tabla 4.49. Tramos carreteros con proporción T3S2+T3S3+T3S2R4 “baja”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
502	Monterrey - Nuevo Laredo (libre)	t.der. Gral. Zuazua - Ciénega de Flores	0.62
504	Ramal a aeropuerto Mariano	Ramal a Aeropuerto de Monterrey	0.26
505	Libramiento Noroeste de Monterrey	x.c. (Monterrey - Castaños) – x.c. (Monterrey - Nuevo Laredo)	0.47
512	Cd. Valles - Cd Victoria	Ciudad Mante – t.izq. Ocampo	0.89
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	0.73
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.24

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 < \mu_2$, con variancias desiguales.

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	5	0.294	0.114	0.051
C2	6	0.535	0.260	0.11

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: -0.241

Límite superior 95% de la diferencia: -0.018

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -2.05 Valor P = 0.040 GL = 7

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.040 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que los tramos carreteros más peligrosos con proporción de camiones tipo T3S2+T3S3+T3S2R4 (tractocamiones) “alta”, muestran un menor índice de accidentalidad que los tramos con proporción “baja”. Los tramos carreteros más peligrosos que cuentan con la mayor proporción de

camiones tipos T3S2+T3S3+T3S2R4 son los 507, 508, 509 y 513, los más representativos están lejos de la mancha urbana.

Prueba de hipótesis 12

Se prueba si una proporción “alta” de camiones tipo: C2+C3 en el TDPA, aumenta el índice de accidentalidad en los tramos carreteros más peligrosos.

Para clasificar los tramos carreteros con proporción de camiones C2 y C3 (camiones unitarios) “alta” ó “baja”, se calcula el promedio de las proporciones y se establece un límite superior e inferior de +-40% a partir de ese promedio para hacer dicha clasificación. El promedio de las proporciones de camiones C2+C3 en el TDPA es de 7%.

$$\text{“alta”} \geq 10\%$$

$$\text{“baja”} \leq 4\%$$

La tabla 4.50 muestra los tramos carreteros con proporción de camiones C2+C3 “alta” y su índice de accidentalidad. La tabla 4.51 muestra los tramos carreteros con proporción de camiones C2+C3 “baja” y su índice de accidentalidad.

Para continuar con la prueba, se debe de comprobar que la población de carreteras seleccionadas se ajusta bien a una distribución normal. Para realizar la prueba se definen los conjuntos C1 y C2, conformados por los índices de accidentalidad de tramos carreteros con proporción de C2+C3 “alta” y “baja”, respectivamente.

Las figuras 4.25 y 4.26 muestran que los índices de accidentalidad de tramos carreteros seleccionados con proporción de camiones C2+C3 “alta” y “baja”, se ajustan bien a una distribución normal.

Tabla 4.50. Tramos carreteros con proporción C2 + C3 “alta”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
507	Matehuala - Saltillo	San Rafael - Lím. Edos. N.L./Coah.	0.43
509	Matehuala - Saltillo	Lím. Edos. S.L.P./N.L. - t.der. Linares	0.34
512	Cd. Valles - Cd Victoria	Ciudad Mante – t.izq. Ocampo	0.89
513	Libramiento de Camargo	Libramiento de Camargo	0.73

Tabla 4.51. Tramos carreteros con proporción C2 + C3 “baja”

ID	nombre	tramo carretero	índice accidentalidad
501	Saltillo - Monterrey	Lím. Edos. Coah./N.L. - t.izq. Libramiento Noroeste de Monterrey	0.39
504	Ramal a aeropuerto Mariano	Ramal a aeropuerto de Monterrey	0.26
508	Monterrey - Mier	Apodaca – x.c. (Zacatecas - Pesquería)	0.19
517	Ciudad Victoria - Matamoros	Ciudad Victoria – t.izq. Güemez	0.24

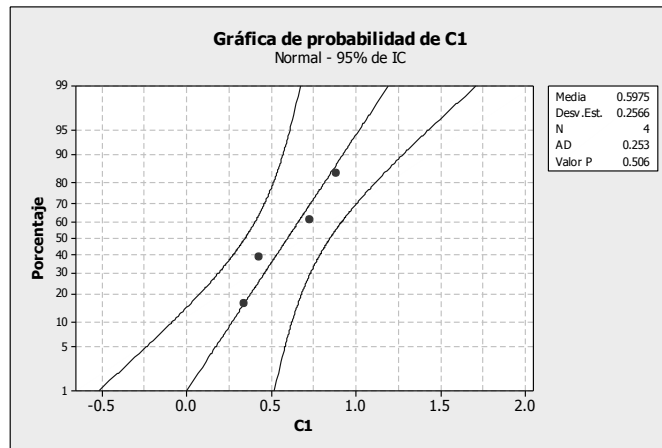


Figura 4.25. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con una proporción de camiones unitarios “alta”

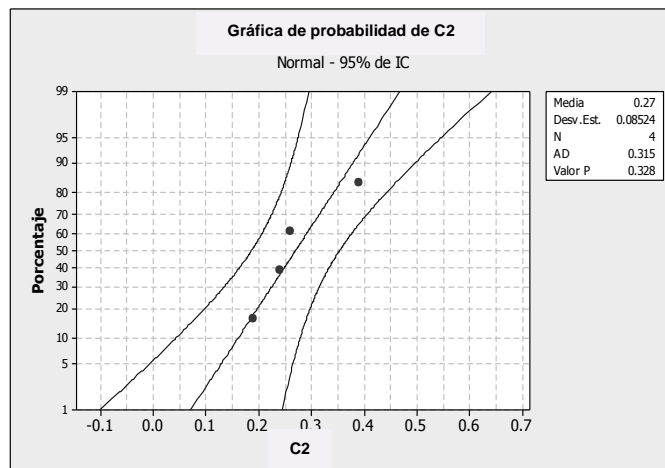


Figura 4.26. Gráfica de probabilidad para los índices de accidentalidad, en tramos carreteros con una proporción de camiones unitarios “baja”

Realizando la prueba de hipótesis, tal que: $H_0 \rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$ y $H_1 \rightarrow \mu_1 > \mu_2$, con varianzas desiguales

Prueba T e IC de dos muestras: C1, C2

T de dos muestras para C1 vs. C2

Media del Error

	N	Media	Desv. Est	Estándar
C1	4	0.598	0.257	0.13
C2	4	0.2700	0.852	0.043

Diferencia = μ (C1) - μ (C2)

Estimado de la diferencia: 0.328

Límite inferior 95% de la diferencia: 0.009

Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 2.42 Valor P = 0.047 GL = 3

Resultado

Debido a que el valor de $P=0.047 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; obteniendo como resultado que los tramos carreteros más peligrosos con proporción de camiones tipo C2+C3 (camiones unitarios) “alta” muestran un mayor índice de accidentalidad que los tramos con proporción “baja”.

A continuación, se resumen los resultados para cada prueba de hipótesis realizada:

Hipótesis 1: Las carreteras con sinuosidad “alta,” presentan un índice de severidad en accidentes viales mayor que las carreteras con sinuosidad “baja”.

Hipótesis 2: Las carreteras con TDPA “alto”, tienen mayor número de accidentes que las carreteras con TDPA “bajo”.

Hipótesis 3: Las carreteras que cuentan con un número de vehículos -km “alto”, tienen menores índices de accidentalidad que las carreteras con vehículos -km “bajo”.

Hipótesis 4: Las carreteras con un número de vehículos-km “alto”, tienen menores índices de peligrosidad que las carreteras con vehículos -km “bajo”.

Hipótesis 5: No existe una variación en el índice de peligrosidad entre las carreteras con sinuosidad “alta” ó “baja”.

Hipótesis 6: Las carreteras que presentan un TDPA “alto”, tienen un índice de severidad en accidentes viales menor que las carreteras con TDPA “bajo”.

Hipótesis 7: Los tramos carreteros más peligrosos que presentan un TDPA “alto”, tienen un número de accidentes por kilómetro mayor que los tramos con TDPA “bajo”.

Hipótesis 8: Los tramos carreteros más peligrosos con una “baja” proporción de camiones T3S3 en su TDPA, tienen un índice de accidentalidad mayor que los tramos con proporción de T3S3 “alta”.

No hay diferencia en los accidentes por kilómetro para tramos carreteros más peligrosos con proporción de T3S3 “alta” ó “baja”.

Hipótesis 9: Los tramos carreteros más peligrosos con una proporción “alta” de camiones T3S2 en su TDPA, tienen menor índice de accidentalidad que los tramos con proporción de T3S2 “baja”.

No hay diferencia del número de accidentes por kilómetro para tramos carreteros más peligrosos con proporción de T3S2 “alta” ó “baja”.

Hipótesis 10: Los tramos carreteros más peligrosos con una proporción “alta” de camiones T3S2R4 en su TDPA, muestran menor índice de accidentalidad que los tramos con proporción “baja”.

Hipótesis 11: Los tramos carreteros más peligrosos con una proporción “alta” de camiones articulados (camiones T3S2+T3S3+T3S2R4), muestran un índice de accidentalidad menor que los tramos con proporción “baja”.

Hipótesis 12: Los tramos carreteros más peligrosos con una proporción “alta” de camiones unitarios (camiones tipo C2+C3), muestran un mayor índice de accidentalidad que los tramos con proporción “baja”.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones mencionadas a continuación, están referidas a las carreteras federales en Nuevo León y Tamaulipas, bajo las características de funcionamiento que se marcan en esta tesis.

Al investigar y analizar la información, destaca el impacto que tienen los accidentes viales, tales que:

- La OMS y el Banco Mundial estimaron que para el 2020, los accidentes viales ocuparán el sexto lugar dentro de las principales causas de muerte en el mundo.
- Los montos totales por daños materiales en accidentes viales para la República Mexicana ascienden a los 137 millones de dólares, contabilizando 29,752 accidentes, involucrando 47,297 participantes distribuidos en 46,435 vehículos y 862 peatones (INEGI, 2010_b).
- La principal causa de accidentes viales es debida al conductor (más del 70%) que conduce un vehículo a velocidad excesiva. La composición vehicular en accidentes viales de la zona Norte de México, está integrada en un 48% por automóviles (Cuevas, et al., 2010).

Las carreteras federales cercanas a las principales localidades urbanas, tienen una cantidad elevada de accidentes viales, pero la mayoría no son de gravedad. En Tamaulipas, las carreteras con sinuosidades altas son aquellas con mayor índice de accidentalidad. En Nuevo León se ubican las localidades con mayor densidad de población, y las carreteras con mayor TDPA y volumen de vehículos por km en la zona de estudio.

Al comparar los resultados del análisis espacial y estadístico, se determina que:

- Las carreteras con sinuosidad alta, tienen un mayor índice de severidad en sus accidentes viales, sin embargo son igual de peligrosas que las carreteras con una sinuosidad baja.
- La mayoría de carreteras con pendientes bajas, tienen un índice de accidentalidad mayor que las carreteras con pendientes más elevadas.
- Los camiones de carga más utilizados en carreteras federales son: T3S2R4, seguidos por T3S2, T3S3, C2 y C3. Al clasificar por tipo de carretera, la cantidad de accidentes más elevada se tiene en las carreteras tipos: ET y A, siendo en la primera mencionada donde se alcanzan las velocidades más altas.
- Las carreteras con volumen de vehículos por kilómetro alto (veh-km), tienen índices de accidentalidad e índices de peligrosidad más bajos que las carreteras con volúmenes de vehículos por kilómetro menores.

Al analizar los tramos carreteros más peligrosos, se tiene que éstos

tienen un TDPA muy elevado, una gran cantidad de accidentes por kilometro, y aquellos tramos que cuentan con una proporción elevada de camiones articulados, tienen menor índice de accidentalidad que los tramos con una proporción baja de dichos vehículos de carga.

Al comparar todos los resultados se concluye que

la densidad de población en la zona donde se ubique la carretera, es un factor muy importante para la generación de accidentes viales.

Al adquirir el conocimiento sobre la peligrosidad y condición física de cierta carretera, el conductor eleva su nivel de alerta al manejar, sin embargo, ese nivel de alerta disminuye en carreteras que muestren condiciones físicas y de funcionamiento más favorables.

En su mayoría, los tramos carreteros con un TDPA alto, tienen mejores condiciones físicas y geométricas, sin embargo, la imprudencia al manejar es un factor humano que activa la generación de accidentes viales.

Aunque se tiene la idea de que los vehículos de carga generan en gran medida accidentes viales, los resultados en esta tesis indican lo contrario, ya que los tramos carreteros que tienen las mayores proporciones

de camiones articulados, cuentan con índices de accidentalidad menores que las carreteras que tienen proporciones bajas de éstos camiones.

Algunas de las características de los tramos carreteros más peligrosos son las siguientes: a) están localizados dentro de las manchas urbanas, y b) cuentan con un TDPA muy elevado. Los tramos que presentan la proporción más alta de vehículos de carga articulados (T3S2+T3S3+T3S2R4) y unitarios (C2+C3), se ubican lejos de las principales manchas urbanas.

RECOMENDACIONES

Un conductor de vehículo de carga debe tener un nivel de alerta y prudencia al manejar elevado, independientemente del tipo y funcionamiento de la carretera, esto disminuirá el número y severidad de accidentes viales., Se deben aplicar medidas para cambiar los parámetros de trabajo, completar horas de sueño y mejorar la salud de los choferes, cumplir con lo anterior ha demostrado mejorar la sensación de alerta (Diez, et al., 2011).

Al mejorar las condiciones físicas de las carreteras, disminuyen en pequeña medida los accidentes viales, sin embargo, al implementar programas de seguridad vial dirigidos a conductores, los accidentes viales se verán reducidos significativamente.

Además de tener características físicas, geométricas y de funcionamiento favorables en una carretera, la seguridad vial puede ser complementada grandemente con una educación vial.

Un problema muy importante en esta tesis, es la falta de información sobre accidentes viales, ya que se manejan accidentes por carretera, sin una ubicación precisa del lugar del accidente; no se cuenta con información importante tal como hora y condiciones climáticas.

Se necesitan reportes específicos para la recopilación de accidentes viales, en los que se mencionen explícitamente factores que se consideren como causa del accidente

Sin duda, un análisis más completo se llevaría a cabo investigando información referida a las carreteras estatales en la zona de estudio; y así, comparar el funcionamiento y operación de una carretera estatal con una federal.

Con los avances tecnológicos actuales, se puede crear una aplicación en algún dispositivo electrónico con la finalidad de recabar de manera rápida y sencilla la información requerida sobre accidentes viales.

Al contar con información más específica de accidentes viales, los resultados de esta tesis podrán ser mejorados.

Lamentablemente, México se encuentra muy rezagado en la implementación de acciones de seguridad vial, dichas acciones podrían iniciar con programas para llevar a cabo integralmente la detección y disminución de accidentes carreteros.

Este estudio servirá de base para:

- *Comparar el funcionamiento de las carreteras federales con las estatales y encontrar deficiencias.
- *Conocer los factores que afectan la seguridad de una carretera y empezar a estudiar el comportamiento del conductor ante diferentes situaciones de físicas y de funcionamiento en una carretera.
- *Crear programas en dispositivos electrónicos para recopilar la información requerida sobre accidentes viales.

Las limitaciones en este estudio se dan por la carencia de información existente en México sobre accidentes viales, las autoridades podrían empezar por mejorar la recopilación de la información en accidentes viales.

REFERENCIAS

- Canavos G.C. (1986) “Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y Métodos”, McGraw Hill, México (651 pp.).
- Cuevas C.A.C., Rivera G.F.A., Villegas V.N., Mayoral G.E.F., Mendoza D.A. (2010) “Anuario estadístico de accidentes de 2008”, SCT, Documento técnico No. 43, Sanfandila, Qro, (116 pp.).
- DGCC (2010) “Datos Viales 2010”, Dirección General de Conservación de Carreteras, SCT, México
- DGIE (2010) Dirección General de Inversión Extranjera, Secretaría de Economía, www.economia.gob.mx (Abril 2011).
- Diez, Joaquín J. MD; Vigo, Daniel E. MD, PhD; Pérez Lloret, Santiago MD, PhD; Rigters, Stephanie MD; Role, Noelia BSc; Cardinali, Daniel P. MD, PhD; Pérez Chada, Daniel MD (2011) “Sleep habits, alertness, cortisol levels, and cardiac autonomic activity in short-distance bus drivers: differences between morning and afternoon shifts” Journal of occupational & environmental medicine, volume 53, July, (pp. 806-811)
- Forcadas F.J. (1969) “Estadística aplicada a la ingeniería”, Medellín Colombia, (pp. 110-134).
- Gutiérrez H.J.L., Villegas V.N., Soria A.V.J. (2008) “Estudio estadístico de campo del autotransporte nacional”, SCT, Documento Técnico No. 40, Sanfandila, Qro, (124 pp.).
- IMT (2011) “Seguridad vial/Anuario estadístico” Instituto Mexicano del Transporte”, http://www.imt.mx/SitioIMT/Seguridad/frmAnuario.aspx?Pagina=15&Ruta=Seguridad%20vial/Anuario%20estad%C3%ADstico&ID_CON_Menu=41 (Abril 2011)
- INEGI (2001) “Regiones socioeconómicas de México”, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://sc.inegi.org.mx/niveles/index.jsp> (Abril 2011).
- INEGI (2010_a) “Censos y conteos de población y vivienda”, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad_indicador.aspx?ev=5, (Abril 2011).
- INEGI (2010_b) “Anuario estadístico por entidad federativa”, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- INEGI (2011) "Centro distribuidor de metadatos", Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/normatividad/metadatos/gateway.cfm?s=geo&c=955> (Abril 2011)
- Magallanes N. R. (2011) “Manual de seguridad de carreteras”, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, (238 pp.).
- Mendoza D.A., Quintero P.F.L., Mayoral G.E.F. (2003) “Seguridad vial en carreteras”, SCT, Documento técnico No. 43, Sanfandila, Qro, (116 pp.).
- SCT (2000) “Norma Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-033-SCT-2-2000”, Transporte terrestre-límites máximos de velocidad para los vehículos de carga, pasaje y turismo que transita en los caminos y puentes de jurisdicción federal”, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Diario Oficial, México, Septiembre, (pp. 31-39).
- SCT (2001) “Normas de servicios técnicos: proyecto geométrico”, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, (36 pp.).
- SCT (2006) “Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal”, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Diario Oficial, México, Noviembre, (pp. 7-8)
- SEGOB (2007) “Programa Nacional de Infraestructura 2007-2010”, Secretaría de Gobernación, México, (pp. 48-56).
- Timaná R.J.A. (2005) “Técnica de análisis de accidentes de tránsito: seguridad vial”, Universidad Pira, Campus Lima, (13 pp.).

APÉNDICE A

BASE DE DATOS

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
200	1	ANTIGUO MORELOS - ENT. EL HUIZACHE	ANTIGUO MORELOS - ANTIGUO MORELOS	ANTIGUO MORELOS	198.8	2631	2525	1911	258	179	20	58
201	1	ANTIGUO MORELOS - ENT. EL HUIZACHE	ANTIGUO MORELOS - NUEVO MORELOS	NUEVO MORELOS	198.8	2631	3658	2839	355	205	22	110
202	1	ANTIGUO MORELOS - ENT. EL HUIZACHE	NUEVO MORELOS - EL NARANJO	EL NARANJO	198.8	2631	3496	2629	444	189	21	87
203	1	ANTIGUO MORELOS - ENT. EL HUIZACHE	EL NARANJO - EL NARANJO	EL NARANJO	198.8	2631	3641	2672	437	284	25	106
204	1	ANTIGUO MORELOS - ENT. EL HUIZACHE	EL NARANJO - CD. DEL MAIZ	CD. DEL MAIZ	198.8	2631	2068	1572	219	134	14	56
205	1	ANTIGUO MORELOS - ENT. EL HUIZACHE	CD. DEL MAIZ - T. DER. TULA	T. DER. TULA	198.8	2631	2577	1899	299	196	21	75
206	1	ANTIGUO MORELOS - ENT. EL HUIZACHE	T. DER. TULA - T. C. SAN LUIS POTOSI - MATEHUALA (ENT. EL HUIZACHE)	T. C. SAN LUIS POTOSI - MATEHUALA (ENT. EL HUIZACHE)	198.8	2631	3412	2617	307	266	20	89
207	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	CD. VALLES - CD. VALLES	CD. VALLES	232	4803	5086	4247	224	224	127	102
208	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	CD. VALLES - ANTIGUO MORELOS	ANTIGUO MORELOS	232	4803	2652	2159	77	72	114	93
209	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	ANTIGUO MORELOS - ANTIGUO MORELOS	ANTIGUO MORELOS	232	4803	3820	3067	218	149	38	164
210	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	ANTIGUO MORELOS - CD. MANTE	CD. MANTE	232	4803	4779	3881	210	148	81	205
211	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	CD. MANTE - T. IZQ. OCAMPO	T. IZQ. OCAMPO	232	4803	3269	2658	72	353	26	75
212	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	T. IZQ. OCAMPO - T. IZQ. GOMEZ FARIAS	T. IZQ. GOMEZ FARIAS	232	4803	3266	2613	144	251	42	78
213	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	T. IZQ. GOMEZ FARIAS - T. IZQ. LLERA DE CANALES	T. IZQ. LLERA DE CANALES	232	4803	4859	4004	413	131	58	141
214	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	T. IZQ. LLERA DE CANALES - T. DER. GONZALEZ	T. DER. GONZALEZ	232	4803	4158	3256	262	183	46	204
215	2	CD. VALLES - CD. VICTORIA	T. DER. GONZALEZ - CD. VICTORIA	CD. VICTORIA	232	4803	6598	5252	429	218	66	330
216	3	CD. VALLES - TAMPICO	CD. VALLES - CD. VALLES	CD. VALLES	138	6960	6980	5926	161	77	84	335
217	3	CD. VALLES - TAMPICO	CD. VALLES - T. DER. SANTA ELENA	T. DER. SANTA ELENA	138	6960	6804	5702	156	61	88	408
218	3	CD. VALLES - TAMPICO	T. DER. SANTA ELENA - TAMUIN	TAMUIN	138	6960	5549	4567	155	61	67	316
219	3	CD. VALLES - TAMPICO	TAMUIN - EBANO	EBANO	138	6960	9119	7605	283	91	100	410
220	3	CD. VALLES - TAMPICO	EBANO - EBANO	EBANO	138	6960	5191	4345	151	42	67	234
221	3	CD. VALLES - TAMPICO	EBANO - T. DER. PANUCO	T. DER. PANUCO	138	6960	4301	3596	116	43	52	219
222	3	CD. VALLES - TAMPICO	T. DER. PANUCO - T. DER. PANUCO	T. DER. PANUCO	138	6960	3678	2817	143	99	26	243
223	3	CD. VALLES - TAMPICO	T. DER. PANUCO - T. C. ANAHUAC - EL PRIETO	T. C. ANAHUAC - EL PRIETO	138	6960	6231	4499	299	231	118	343
224	3	CD. VALLES - TAMPICO	T. C. ANAHUAC - EL PRIETO - T. C. ANAHUAC - EL PRIETO	T. C. ANAHUAC - EL PRIETO	138	6960	12648	9005	563	424	221	797
225	3	CD. VALLES - TAMPICO	T. C. ANAHUAC - EL PRIETO - TAMPICO	TAMPICO	138	6960	14976	10992	374	300	225	1123
226	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	CD. VICTORIA - X. C. LIBRAMIENTO DE CD. VICTORIA	X. C. LIBRAMIENTO DE CD. VICTORIA	312	6511	10444	7896	600	219	94	637
227	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	X. C. LIBRAMIENTO DE CD. VICTORIA - T. IZQ. BARRETAL	T. IZQ. BARRETAL	312	6511	6597	5165	323	244	99	350
228	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	T. IZQ. BARRETAL - T. DER. LAS JUNTAS	T. DER. LAS JUNTAS	312	6511	5243	3995	283	189	10	336
229	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	T. DER. LAS JUNTAS - SANTANDER JIMENEZ	SANTANDER JIMENEZ	312	6511	6282	4215	358	295	157	534
230	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	SANTANDER JIMENEZ - T. DER. SOTO LA MARINA	T. DER. SOTO LA MARINA	312	6511	5545	4015	377	183	55	388
231	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	T. DER. SOTO LA MARINA - SAN FERNANDO	SAN FERNANDO	312	6511	6978	5275	398	209	21	440
232	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	SAN FERNANDO - T. IZQ. REYNOSA	T. IZQ. REYNOSA	312	6511	8107	5886	454	146	122	632
233	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	T. IZQ. REYNOSA - SANTA TERESA	SANTA TERESA	312	6511	4620	3405	300	69	55	305
234	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	SANTA TERESA - T. IZQ. VALLE HERMOSO	T. IZQ. VALLE HERMOSO	312	6511	5131	3946	298	62	72	282
235	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	T. IZQ. VALLE HERMOSO - T. IZQ. JARITA	T. IZQ. JARITA	312	6511	4866	3776	243	63	58	326
236	4	CD. VICTORIA - MATAMOROS	T. IZQ. JARITA - MATAMOROS	MATAMOROS	312	6511	14914	10604	1007	396	216	1066
237	5	CD. VICTORIA - SOTO LA MARINA	CD. VICTORIA - CD. VICTORIA	CD. VICTORIA	117.3	6851	22258	19887	790	22	22	612
238	5	CD. VICTORIA - SOTO LA MARINA	CD. VICTORIA - SOTO LA MARINA	SOTO LA MARINA	117.3	6851	1774	1623	39	16	21	20
239	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	CD. VICTORIA - CD. VICTORIA	CD. VICTORIA	287	15078	18459	14970	748	923	92	1043
240	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	CD. VICTORIA - T. DER. GÜEMEZ	T. DER. GÜEMEZ	287	15078	6610	5414	238	311	33	337
241	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	T. DER. GÜEMEZ - T. IZQ. SANTA ENGRACIA	T. IZQ. SANTA ENGRACIA	287	15078	6611	5342	278	337	33	364
242	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	T. IZQ. SANTA ENGRACIA - BARRETAL	BARRETAL	287	15078	6210	4974	242	279	31	428
243	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	BARRETAL - T. IZQ. HIDALGO Y LA MESA	T. IZQ. HIDALGO Y LA MESA	287	15078	6824	5500	225	287	27	478
244	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	T. IZQ. HIDALGO Y LA MESA - VILLAGRAN	VILLAGRAN	287	15078	4463	3611	170	223	22	281
245	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	VILLAGRAN - T. IZQ. VILLA MAINERO	T. IZQ. VILLA MAINERO	287	15078	4993	4034	190	185	30	335
246	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	T. IZQ. VILLA MAINERO - LINARES	LINARES	287	15078	6438	4436	399	399	97	270
247	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	LINARES - LA LAJA	LA LAJA	287	15078	8832	6015	556	548	146	415
248	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	LA LAJA - MONTEMORELOS	MONTEMORELOS	287	15078	13789	9411	903	806	269	680
249	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	MONTEMORELOS - ALLENDE	ALLENDE	287	15078	19732	13379	1195	1370	326	1016
250	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	ALLENDE - EL CERCADO	EL CERCADO	287	15078	32590	21917	2330	2150	489	1564
251	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	EL CERCADO - LA ESTANZUELA	LA ESTANZUELA	287	15078	58194	46380	3229	2240	1251	2503
252	6	CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	LA ESTANZUELA - MONTERREY	MONTERREY	287	15078	43226	35467	2269	1318	1016	1318
253	7	ENT. TULA - CD. VICTORIA	T. C. ANTIGUO MORELOS - EL HUIZACHE - T. C. ANTIGUO MORELOS - EL HUIZACHE	T. C. ANTIGUO MORELOS - EL HUIZACHE	180	4586	1985	1364	97	30	52	115
254	7	ENT. TULA - CD. VICTORIA	T. C. ANTIGUO MORELOS - EL HUIZACHE - T. DER. TULA (1º ACCESO)	T. DER. TULA (1º ACCESO)	180	4586	4602	2968	202	74	97	400
255	7	ENT. TULA - CD. VICTORIA	T. DER. TULA (1º ACCESO) - T. DER. TULA (2º ACCESO)	T. DER. TULA (2º ACCESO)	180	4586	3506	2346	161	56	91	252
256	7	ENT. TULA - CD. VICTORIA	T. DER. TULA (2º ACCESO) - JAUMAVE	JAUMAVE	180	4586	4688	3272	188	70	103	291
257	7	ENT. TULA - CD. VICTORIA	JAUMAVE - JAUMAVE	JAUMAVE	180	4586	5536	3549	238	244	249	526
258	7	ENT. TULA - CD. VICTORIA	JAUMAVE - CD. VICTORIA	CD. VICTORIA	180	4586	6355	4366	207	29	86	502
259	8	ESTACION MANUEL - T. C. (CD. VICTORIA - SOTO LA MARINA)	ESTACION MANUEL - ESTACION MANUEL	ESTACION MANUEL	145	3356	4508	3733	77	216	122	194
260	8	ESTACION MANUEL - T. C. (CD. VICTORIA - SOTO LA MARINA)	ESTACION MANUEL - T. DER. ALDAMA	T. DER. ALDAMA	145	3356	4121	3420	66	185	120	173

261	8	ESTACION MANUEL - T. C. (CD. VICTORIA - SOTO LA MARINA)	T. DER. ALDAMA - ESPERANZA	ESPERANZA	145	3356	3090	2701	83	77	34	99
262	8	ESTACION MANUEL - T. C. (CD. VICTORIA - SOTO LA MARINA)	ESPERANZA - SAN JOSE DE LAS RUSIAS	SAN JOSE DE LAS RUSIAS	145	3356	3229	2796	84	84	29	123
263	8	ESTACION MANUEL - T. C. (CD. VICTORIA - SOTO LA MARINA)	SAN JOSE DE LAS RUSIAS - ESTACION MANUEL - T. C. (CD. VICTORIA - S. LA MARINA)	ESTACION MANUEL - T. C. (CD. VICTORIA - S. LA MARINA)	145	3356	2511	1946	65	121	73	138
264	9	GONZALEZ - LLERA DE CANALES	GONZALEZ - GONZALEZ	GONZALEZ	88.7	4979	4649	2957	293	377	219	219
265	9	GONZALEZ - LLERA DE CANALES	GONZALEZ - ESTACION IGNACIO ZARAGOZA	ESTACION IGNACIO ZARAGOZA	88.7	4979	5051	3308	263	338	227	293
266	9	GONZALEZ - LLERA DE CANALES	ESTACION IGNACIO ZARAGOZA - T. C. CD. VALLES - CD. VICTORIA	T. C. CD. VALLES - CD. VICTORIA	88.7	4979	5309	3546	334	319	228	265
267	10	IGNACIO ZARAGOZA - T. C. (CIUDAD VICTORIA - MONTERREY)	T. C. GONZALEZ - LLERA DE CANALES - T. C. GONZALEZ - LLERA DE CANALES	T. C. GONZALEZ - LLERA DE CANALES	94.3	4671	7603	6409	190	266	0	289
268	10	IGNACIO ZARAGOZA - T. C. (CIUDAD VICTORIA - MONTERREY)	T. C. GONZALEZ - LLERA DE CANALES - T. C. CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	T. C. CIUDAD VICTORIA - MONTERREY	94.3	4671	2451	2066	74	78	0	100
269	11	LAS URRACAS - T. C. (MATAMOROS - REYNOSA)	T. C. CD. VICTORIA - MATAMOROS - T. C. CD. VICTORIA - MATAMOROS	T. C. CD. VICTORIA - MATAMOROS	113.5	5150	5130	3863	492	62	46	323
270	11	LAS URRACAS - T. C. (MATAMOROS - REYNOSA)	T. C. CD. VICTORIA - MATAMOROS - LA NUTRIA	LA NUTRIA	113.5	5150	4127	3095	388	54	37	277
271	11	LAS URRACAS - T. C. (MATAMOROS - REYNOSA)	LA NUTRIA - SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO	113.5	5150	5460	4057	371	60	76	415
272	11	LAS URRACAS - T. C. (MATAMOROS - REYNOSA)	SANTO DOMINGO - T. C. MATAMOROS - REYNOSA	T. C. MATAMOROS - REYNOSA	113.5	5150	6414	4849	231	90	96	590
273	12	LIBRAMIENTO DE REYNOSA	T. C. MATAMOROS - REYNOSA - T. C. MATAMOROS - REYNOSA	T. C. MATAMOROS - REYNOSA			33414	21504	1087	1856	468	1938
274	12	LIBRAMIENTO DE REYNOSA	T. C. MATAMOROS - REYNOSA - T. C. MONTERREY - REYNOSA	T. C. MONTERREY - REYNOSA			21039	13564	642	1000	274	1205
275	13	MATAMOROS - PLAYA LAURO VILLAR	MATAMOROS - MATAMOROS	MATAMOROS	37	8754	8889	7849	293	267	160	89
276	14	MATAMOROS - REYNOSA	MATAMOROS - MATAMOROS	MATAMOROS	98	15057	8418	6330	463	109	101	564
277	14	MATAMOROS - REYNOSA	MATAMOROS - EMPALME	EMPALME	98	15057	5971	4299	370	143	66	328
278	14	MATAMOROS - REYNOSA	EMPALME - T. DER. NUEVO PROGRESO	T. DER. NUEVO PROGRESO	98	15057	6882	4824	392	227	158	337
279	14	MATAMOROS - REYNOSA	T. DER. NUEVO PROGRESO - RIO BRAVO	RIO BRAVO	98	15057	12059	8586	579	314	133	639
280	14	MATAMOROS - REYNOSA	RIO BRAVO - RIO BRAVO	RIO BRAVO	98	15057	22499	16166	731	450	405	1372
281	14	MATAMOROS - REYNOSA	RIO BRAVO - T. IZQ. AEROPUERTO	T. IZQ. AEROPUERTO	98	15057	40975	28539	1760	431	409	2870
282	14	MATAMOROS - REYNOSA	T. IZQ. AEROPUERTO - REYNOSA	REYNOSA	98	15057	49726	34055	1967	424	569	3304
283	15	MONTERREY - MIER	MONTERREY - APODACA	APODACA	156.2	12573	61388	36986	2885	1627	1044	3468
284	15	MONTERREY - MIER	APODACA - X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	156.2	12573	46014	29058	1656	759	759	3060
285	15	MONTERREY - MIER	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY - X. C. ZACATECAS - PESQUERIA	X. C. ZACATECAS - PESQUERIA	156.2	12573	10915	7149	426	153	273	797
286	15	MONTERREY - MIER	X. C. ZACATECAS - PESQUERIA - X. C. HACIENDA GUADALUPE - HIGUERAS	X. C. HACIENDA GUADALUPE - HIGUERAS	156.2	12573	7022	4396	323	169	162	541
287	15	MONTERREY - MIER	X. C. HACIENDA GUADALUPE - HIGUERAS - T. DER. EMPALME LOS RAMONES	T. DER. EMPALME LOS RAMONES	156.2	12573	2982	1926	113	83	78	227
288	15	MONTERREY - MIER	T. DER. EMPALME LOS RAMONES - CERRALVO	CERRALVO	156.2	12573	3776	2368	185	87	91	245
289	15	MONTERREY - MIER	CERRALVO - GRAL. TREVIÑO	GRAL. TREVIÑO	156.2	12573	3863	2499	197	66	97	185
290	15	MONTERREY - MIER	GRAL. TREVIÑO - MIER	MIER	156.2	12573	4522	3206	181	190	59	461
291	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	MONTERREY - T. IZQ. GRAL. ESCOBEDO	T. IZQ. GRAL. ESCOBEDO	228	15176	38990	26494	1423	663	955	4094
292	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. IZQ. GRAL. ESCOBEDO - X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	228	15176	32641	22849	1518	702	767	3264
293	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY - X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	228	15176	38332	26832	2242	594	728	3450
294	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY - X. C. SANTA ROSA - SALINAS VICTORIA	X. C. SANTA ROSA - SALINAS VICTORIA	228	15176	35280	25243	2117	723	882	2999
295	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	X. C. SANTA ROSA - SALINAS VICTORIA - CIENEGA DE FLORES	CIENEGA DE FLORES	228	15176	12811	9314	948	346	256	1051
296	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	CIENEGA DE FLORES - T. DER. AGUALEGUAS	T. DER. AGUALEGUAS	228	15176	8526	6471	639	102	171	682
297	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. DER. AGUALEGUAS - SABINAS HIDALGO	SABINAS HIDALGO	228	15176	9450	7466	784	66	161	671
298	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	SABINAS HIDALGO - VALLECILLOS	VALLECILLOS	228	15176	7302	5717	548	212	124	460
299	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	VALLECILLOS - T. IZQ. ANAHUAC	T. IZQ. ANAHUAC	228	15176	11613	9105	766	406	290	534
300	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. IZQ. ANAHUAC - T. IZQ. ANAHUAC	T. IZQ. ANAHUAC	228	15176	16465	12489	1029	766	453	864
301	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	LIM. EDOS. TERM. NL. PPIA. TAMP. - T. DER. MIER	T. DER. MIER	228	15176	19028	14480	447	409	856	989
302	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. DER. MIER - T. DER. MIER	T. DER. MIER	228	15176	25902	19724	842	479	1515	1101
303	16	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. DER. MIER - NUEVO LAREDO	NUEVO LAREDO	228	15176	18518	14213	676	268	1120	806
304	17	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	T. C. MONTERREY - MIER - VILLA JUAREZ	VILLA JUAREZ	225	13771	34719	20989	156	2656	2170	4670
305	17	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	VILLA JUAREZ - VILLA JUAREZ	VILLA JUAREZ	225	13771	24544	14749	111	2062	1276	3277
306	17	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	VILLA JUAREZ - PUENTE CADEREYTA	PUENTE CADEREYTA	225	13771	5224	3296	21	387	293	632
307	17	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	PUENTE CADEREYTA - REFINERIA DE CADEREYTA	REFINERIA DE CADEREYTA	225	13771	7271	4544	36	473	364	1040
308	17	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	REFINERIA DE CADEREYTA - T. IZQ. LOS RAMONES	T. IZQ. LOS RAMONES	225	13771	4192	2624	17	365	189	474
309	17	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	T. IZQ. LOS RAMONES - GRAL. BRAVO	GRAL. BRAVO	225	13771	6221	3994	31	448	323	821
310	17	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	LIM. EDOS. TERM. NL. PPIA. TAMP. - T. IZQ. DIAZ ORDAZ	T. IZQ. DIAZ ORDAZ	225	13771	23395	14996	94	1579	1380	2795
311	17	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	T. IZQ. DIAZ ORDAZ - REYNOSA	REYNOSA	225	13771	32887	22025	115	2206	1596	3672
312	18	PARAS - NUEVA CIUDAD GUERRERO	PARAS - PARAS	PARAS	32	658	754	628	35	2	7	13
313	18	PARAS - NUEVA CIUDAD GUERRERO	PARAS - T. C. REYNOSA - (T. C. MONTERREY - NUEVO LAREDO)	T. C. REYNOSA - (T. C. MONTERREY - NUEVO LAREDO)	32	658	569	475	7	15	11	3
314	19	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	T. C. MONCLOVA - PIEDRAS NEGRAS - T. C. MONCLOVA - PIEDRAS NEGRAS	T. C. MONCLOVA - PIEDRAS NEGRAS	170	4803	6183	4686	268	111	108	343
315	19	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	T. C. MONCLOVA - PIEDRAS NEGRAS - EL SAUCITO	EL SAUCITO	170	4803	2479	1869	102	52	50	156
316	19	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	EL SAUCITO - GUERRERO	GUERRERO	170	4803	1476	1075	71	31	34	111
317	19	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	LIM. EDOS. TERM. NL. PPIA. TAMP. - T. DER. LIBRAMIENTO DE NUEVO LAREDO	T. DER. LIBRAMIENTO DE NUEVO LAREDO	170	4803	24678	17953	1542	1135	1666	1160
318	19	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	T. DER. LIBRAMIENTO DE NUEVO LAREDO - NUEVO LAREDO	NUEVO LAREDO	170	4803	7814	6048	305	141	148	438

126	5	MATEHUALA - ENT. PUERTO MEXICO	T. IZQ. CEDRAL - T. IZQ. CEDRAL	T. IZQ. CEDRAL	10547	4795	755	384	1007	548		
127	5	MATEHUALA - ENT. PUERTO MEXICO	LIM. EDOS. TERM. S.L.P. PPIA. N.L. - SANTA ANA	SANTA ANA	11757	5314	958	441	1223	635		
128	5	MATEHUALA - ENT. PUERTO MEXICO	SANTA ANA - T. DER. LINARES	T. DER. LINARES	11961	5418	1100	455	1250	754		
129	5	MATEHUALA - ENT. PUERTO MEXICO	T. DER. LINARES - SAN RAFAEL	SAN RAFAEL	12920	5743	1098	459	1234	1008		
130	6	MONTEMORELOS - CHINA	MONTEMORELOS - MONTEMORELOS	MONTEMORELOS	93	3651	6848	5834	178	158	103	356
131	6	MONTEMORELOS - CHINA	MONTEMORELOS - GRAL. TERAN	GRAL. TERAN	93	3651	3750	3184	146	86	98	150
132	6	MONTEMORELOS - CHINA	GRAL. TERAN - CHINA	CHINA	93	3651	2546	2116	69	59	74	61
133	7	MONTERREY - CASTAÑOS	T. C. MONTERREY - NUEVO LAREDO - T. C. MONTERREY - NUEVO LAREDO	T. C. MONTERREY - NUEVO LAREDO	156.5	5273	11591	9493	522	371	185	417
134	7	MONTERREY - CASTAÑOS	T. C. MONTERREY - NUEVO LAREDO - X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	156.5	5273	12118	9707	654	364	206	497
135	7	MONTERREY - CASTAÑOS	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY - T. DER. VILLA DEL CARMEN	T. DER. VILLA DEL CARMEN	156.5	5273	11314	7524	588	362	385	837
136	7	MONTERREY - CASTAÑOS	T. DER. VILLA DEL CARMEN - T. IZQ. HIDALGO	T. IZQ. HIDALGO	156.5	5273	10241	6595	635	379	328	1045
137	7	MONTERREY - CASTAÑOS	T. IZQ. HIDALGO - T. IZQ. HIDALGO	T. IZQ. HIDALGO	156.5	5273	6569	4309	355	230	223	631
138	7	MONTERREY - CASTAÑOS	T. IZQ. HIDALGO - T. IZQ. MINA	T. IZQ. MINA	156.5	5273	6003	4142	318	150	180	486
139	7	MONTERREY - CASTAÑOS	T. IZQ. MINA - T. IZQ. ESPINAZO	T. IZQ. ESPINAZO	156.5	5273	3500	2475	214	88	91	266
140	7	MONTERREY - CASTAÑOS	T. IZQ. ESPINAZO - T. IZQ. ESPINAZO	T. IZQ. ESPINAZO	156.5	5273	3762	2498	226	117	117	331
141	7	MONTERREY - CASTAÑOS	LIM. EDOS. TERM. N.L. PPIA. COAH. - T. C. SALTILLO - MONCLOVA	T. C. SALTILLO - MONCLOVA	156.5	5273	4620	2860	254	171	166	420
142	8	MONTERREY - MIER	MONTERREY - APODACA	APODACA	156.2	12573	61388	36986	2885	1627	1044	3468
143	8	MONTERREY - MIER	APODACA - X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	156.2	12573	46014	29058	1656	759	759	3060
144	8	MONTERREY - MIER	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY - X. C. ZACATECAS - PESQUERIA	X. C. ZACATECAS - PESQUERIA	156.2	12573	10915	7149	426	153	273	797
145	8	MONTERREY - MIER	X. C. ZACATECAS - PESQUERIA - X. C. HACIENDA GUADALUPE - HIGUERAS	X. C. HACIENDA GUADALUPE - HIGUERAS	156.2	12573	7022	4396	323	169	162	541
146	8	MONTERREY - MIER	X. C. HACIENDA GUADALUPE - HIGUERAS - T. DER. EMPALME LOS RAMONES	T. DER. EMPALME LOS RAMONES	156.2	12573	2982	1926	113	83	78	227
147	8	MONTERREY - MIER	T. DER. EMPALME LOS RAMONES - CERRALVO	CERRALVO	156.2	12573	3776	2368	185	87	91	245
148	8	MONTERREY - MIER	CERRALVO - GRAL. TREVIÑO	GRAL. TREVIÑO	156.2	12573	3863	2499	197	66	97	185
149	8	MONTERREY - MIER	GRAL. TREVIÑO - MIER	MIER	156.2	12573	4522	3206	181	190	59	461
150	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	MONTERREY - T. IZQ. GRAL. ESCOBEDO	T. IZQ. GRAL. ESCOBEDO	228	15176	38990	26494	1423	663	955	4094
151	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. IZQ. GRAL. ESCOBEDO - X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	228	15176	32641	22849	1518	702	767	3264
152	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY - X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY	228	15176	38332	26832	2242	594	728	3450
153	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	X. C. LIBRAMIENTO NOROESTE DE MONTERREY - X. C. SANTA ROSA - SALINAS VICTORIA	X. C. SANTA ROSA - SALINAS VICTORIA	228	15176	35280	25243	2117	723	882	2999
154	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	X. C. SANTA ROSA - SALINAS VICTORIA - CIENEGA DE FLORES	CIENEGA DE FLORES	228	15176	12811	9314	948	346	256	1051
155	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	CIENEGA DE FLORES - T. DER. AGUALEGUAS	T. DER. AGUALEGUAS	228	15176	8526	6471	639	102	171	682
156	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. DER. AGUALEGUAS - SABINAS HIDALGO	SABINAS HIDALGO	228	15176	9450	7466	784	66	161	671
157	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	SABINAS HIDALGO - VALLECILLOS	VALLECILLOS	228	15176	7302	5717	548	212	124	460
158	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	VALLECILLOS - T. IZQ. ANAHUAC	T. IZQ. ANAHUAC	228	15176	11613	9105	766	406	290	534
159	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. IZQ. ANAHUAC - T. IZQ. ANAHUAC	T. IZQ. ANAHUAC	228	15176	16465	12489	1029	766	453	864
160	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	LIM. EDOS. TERM. N.L. PPIA. TAMPS. - T. DER. MIER	T. DER. MIER	228	15176	19028	14480	447	409	856	989
161	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. DER. MIER - T. DER. MIER	T. DER. MIER	228	15176	25902	19724	842	479	1515	1101
162	9	MONTERREY - NUEVO LAREDO (LIBRE)	T. DER. MIER - NUEVO LAREDO	NUEVO LAREDO	228	15176	18518	14213	676	268	1120	806
163	10	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	T. C. MONTERREY - MIER - VILLA JUAREZ	VILLA JUAREZ	225	13771	34719	20989	156	2656	2170	4670
164	10	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	VILLA JUAREZ - VILLA JUAREZ	VILLA JUAREZ	225	13771	24542	14749	111	2062	1276	3277
165	10	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	VILLA JUAREZ - PUENTE CADEREYTA	PUENTE CADEREYTA	225	13771	5224	3296	21	387	293	632
166	10	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	PUENTE CADEREYTA - REFINERIA DE CADEREYTA	REFINERIA DE CADEREYTA	225	13771	7271	4544	36	473	364	1040
167	10	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	REFINERIA DE CADEREYTA - T. IZQ. LOS RAMONES	T. IZQ. LOS RAMONES	225	13771	4192	2624	17	365	189	474
168	10	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	T. IZQ. LOS RAMONES - GRAL. BRAVO	GRAL. BRAVO	225	13771	6221	3994	31	448	323	821
169	10	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	LIM. EDOS. TERM. N.L. PPIA. TAMPS. - T. IZQ. DIAZ ORDAZ	T. IZQ. DIAZ ORDAZ	225	13771	23395	14996	94	1579	1380	2795
170	10	MONTERREY - REYNOSA (LIBRE)	T. IZQ. DIAZ ORDAZ - REYNOSA	REYNOSA	225	13771	32887	22025	115	2206	1596	3672
171	11	PARAS - NUEVA CIUDAD GUERRERO	PARAS - PARAS	PARAS	32	658	754	628	35	2	7	13
172	11	PARAS - NUEVA CIUDAD GUERRERO	PARAS - T. C. REYNOSA -(T. C. MONTERREY - NUEVO LAREDO)	T. C. REYNOSA -(T. C. MONTERREY - NUEVO LAREDO)	32	658	569	475	7	15	11	3
173	12	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	T. C. MONCLOVA -PIEDRAS NEGRAS - T. C. MONCLOVA -PIEDRAS NEGRAS	T. C. MONCLOVA -PIEDRAS NEGRAS	170	4803	6183	4686	268	111	108	343
174	12	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	T. C. MONCLOVA -PIEDRAS NEGRAS - EL SAUCITO	EL SAUCITO	170	4803	2479	1869	102	52	50	156
175	12	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	EL SAUCITO - GUERRERO	GUERRERO	170	4803	1476	1075	71	31	34	111
176	12	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	LIM. EDOS. TERM. N.L. PPIA. TAMPS. - T. DER. LIBRAMIENTO DE NUEVO LAREDO	T. DER. LIBRAMIENTO DE NUEVO LAREDO	170	4803	24678	17953	1542	1135	1666	1160
177	12	PIEDRAS NEGRAS - NUEVO LAREDO	T. DER. LIBRAMIENTO DE NUEVO LAREDO - NUEVO LAREDO	NUEVO LAREDO	170	4803	7814	6048	305	141	148	438
178	13	RAMAL A AEROPUERTO MARIANO ESCOBEDO	T. C. MONTERREY - CD. MIER - T. C. MONTERREY - CD. MIER	T. C. MONTERREY - CD. MIER	4.5	26217	26200	20895	891	459	629	1349
179	14	SALTILLO - MONTERREY	T. C. SALTILLO - ARTEAGA - T. IZQ. SINCAMEX	T. IZQ. SINCAMEX	79.2	32436	34755	22660	1425	1564	504	2607
180	14	SALTILLO - MONTERREY	T. IZQ. SINCAMEX - RAMOS ARIZPE	RAMOS ARIZPE	79.2	32436	37813	24862	1513	1456	529	3158
181	14	SALTILLO - MONTERREY	RAMOS ARIZPE - T. DER. AEROPUERTO	T. DER. AEROPUERTO	79.2	32436	30536	20055	1109	1344	473	2506
182	14	SALTILLO - MONTERREY	T. DER. AEROPUERTO - T. DER. LIBRAMIENTO J.L.P.	T. DER. LIBRAMIENTO J.L.P.	79.2	32436	30863	22483	1343	926	726	2160
183	14	SALTILLO - MONTERREY	T. DER. LIBRAMIENTO J.L.P. - OJO CALIENTE	OJO CALIENTE	79.2	32436	26434	16640	1718	1018	912	2194

159	9	395	198	272	2947	127	0.56	205	9	11.62	1262946720	0.1	0.37	143	1270.3	221	C	2	1	70	75	75	70	Federal Libre	baja
160	9	400	1142	304	4101	127	0.56	205	9	11.62	1262946720	0.1	0.37	143	1270.3	221								Federal Libre	baja
161	9	686	1217	337	5336	127	0.56	205	9	11.62	1262946720	0.1	0.37	143	1270.3	221								Federal Libre	baja
162	9	389	676	370	3630	127	0.56	205	9	11.62	1262946720	0.1	0.37	143	1270.3	221								Federal Libre	baja
163	10	1492	972	1614	13574	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354	B4	4	1	90	85	85	80	Federal Libre	baja
164	10	1190	798	1080	9683	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354	B4	4	1	90	85	85	80	Federal Libre	baja
165	10	230	141	225	1907	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354	B4	4	1	90	85	85	80	Federal Libre	baja
166	10	313	175	327	2690	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354	B4	4	1	90	85	85	80	Federal Libre	media
167	10	189	122	214	1551	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354	B2	2	2	90	85	85	80	Federal Libre	baja
168	10	243	143	218	2196	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354	B2	2	2	90	85	85	80	Federal Libre	baja
169	10	889	632	1029	8305	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354								Federal Libre	baja
170	10	1315	790	1167	10746	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354								Federal Libre	baja
171	11	4	32	33	90	1	0.03	1	1	100	7685440	0.13	0.91	0	1.3	545	C	2	1	70	75	75	70	Federal Libre	baja
172	11	26	6	26	86	1	0.03	1	1	100	7685440	0.13	0.91	0	1.3	545	C	2	2	70	75	75	70	Federal Libre	baja
173	12	254	333	81	1229	27	0.16	33	3	16.27	298026150	0.09	0.31	23	124.5	458								Federal Libre	baja
174	12	89	129	32	508	27	0.16	33	3	16.27	298026150	0.09	0.31	23	124.5	458								Federal Libre	baja
175	12	61	74	21	331	27	0.16	33	3	16.27	298026150	0.09	0.31	23	124.5	458								Federal Libre	baja
176	12	309	333	580	5182	27	0.16	33	3	16.27	298026150	0.09	0.31	23	124.5	458								Federal Libre	baja
177	12	281	391	63	1461	27	0.16	33	3	16.27	298026150	0.09	0.31	23	124.5	458								Federal Libre	baja
178	13	694	825	458	4415	11	2.44	19	0	2.42	43061423	0.26	0.39	3	15.7	17								Federal Libre	baja
179	14	1564	2555	1876	10670	113	1.43	170	7	12.01	937659888	0.12	0.44	131	809.8	57								Federal Libre	baja
180	14	1682	2665	1948	11439	113	1.43	170	7	12.01	937659888	0.12	0.44	131	809.8	57								Federal Libre	baja
181	14	1397	2051	1603	9372	113	1.43	170	7	12.01	937659888	0.12	0.44	131	809.8	57								Federal Libre	baja
182	14	942	1743	540	7037	113	1.43	170	7	12.01	937659888	0.12	0.44	131	809.8	57								Federal Libre	baja
183	14	1124	2418	409	8076	113	1.43	170	7	12.01	937659888	0.12	0.44	131	809.8	57								Federal Libre	baja
184	14	1583	2116	772	10286	113	1.43	170	7	12.01	937659888	0.12	0.44	131	809.8	57	ET-2	2	3	95	90	90	85	Federal Libre	alta
185	14	2323	4129	2465	14821	113	1.43	170	7	12.01	937659888	0.12	0.44	131	809.8	57	ET-2	2	1	95	90	90	85	Federal Libre	media
186	14	2581	4368	2426	15700	113	1.43	170	7	12.01	937659888	0.12	0.44	131	809.8	57	ET-4	4	2	95	90	90	85	Federal Libre	media
187	15	35	165	15	596	54	0.33	65	6	20.38	341917765	0.16	0.7	74	299.6	351	ET-4	4	1	95	90	90	85	Federal Cuota	baja
188	16	52	93	31	4097	121	0.26	40	15	49.15	364438995	0.33	0.85	49	290.1	393	ET-4	4	2	95	90	90	85	Federal Cuota	media
189	16	52	93	31	4101	121	0.26	40	15	49.15	364438995	0.33	0.85	49	290.1	393	ET-4	4	1	95	90	90	85	Federal Cuota	baja
190	16	51	92	31	4091	121	0.26	40	15	49.15	364438995	0.33	0.85	49	290.1	393								Federal Cuota	baja
191	17	348	464	106	4726																			Federal Cuota	baja
192	17	534	816	168	7551																			Federal Cuota	baja
193	17	609	790	145	7109																			Federal Cuota	baja
194	17	680	715	159	8127																			Federal Cuota	baja
195	17	502	627	137	6399																			Federal Cuota	baja
196	17	303	539	84	4412																			Federal Cuota	baja
358	16	52	93	31	4097	121	0.26	40	15	49.15	364438995	0.33	0.85	49	290.1	393	ET-4	4	2	95	90	90	85	Federal Cuota	media
359	16	400	1142	304	4101	127	0.56	205	9	11.62	1262946720	0.1	0.37	143	1270.3	221	ET-4	4	1	95	90	90	85	Federal Cuota	baja
360	10	243	143	218	2196	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354	B2	2	2	90	85	85	80	Federal Libre	baja
361	15	35	165	15	596	54	0.33	65	6	20.38	341917765	0.16	0.7	74	299.6	351	ET-4	4	1	95	90	90	85	Federal Cuota	baja
362	17	889	632	1029	8305	74	0.33	113	19	23.38	1130943375	0.07	0.29	72	499.8	354	ET-4	4	1	95	90	90	85	Federal Cuota	baja
363	7	179	144	46	812	57	0.36	92	3	12.54	301206943	0.19	0.81	85	343.7	318	B2	2	2	90	85	85	80	Federal Libre	media
364	5	878	1873	627	6079																			Federal Libre	baja

APÉNDICE B

CLAVES PARA LA BASE DE DATOS.

columna	clave
ID_ACT2010	A
NoCarrSCT	B
CARRETERA	C
TRAMO	D
LUGAR	E
LONGITUD	F
TDPA_AC	G
TDPA_T	H
AT	I
BT	J
C2T	K
C3T	L
T3S2T	M
T3S3T	N
T3S2R4T	O
OTROST	P
CT	Q
ACCIDENTES	R
INDICE_ACC_KM	S
PARTICIPANTES	T
MUERTOS	U
INDICE_SEVER	V
VEH_KM	W
INDICE_ACC	X
INDICE_PELIG	Y
LESIONADOS	Z
DANOS_MAT	AA
JERARQ	AB
TIPO	AC
NUM CARRILES	AD
SINUOSIDAD	AE
VEL_MAXC	AF
VEL_MAXCR	AG
VEL_MAXTS	AH
VEL_MAXTSR	AI
ADMINISTRA	AJ
inclinación	AK