

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA EL MANEJO
DE INFORMACION DE ACCIDENTES EN LA RED CARRETERA
FEDERAL DEL ESTADO DE HIDALGO**

Por:

ING. RICARDO MOCTEZUMA RAMIREZ

Como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con especialidad en
Ingeniería de Tránsito

Diciembre de 2002

SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA EL MANEJO
DE INFORMACION DE ACCIDENTES EN LA RIBERA CARHETERA

FEDERAL DEL ESTADO DE HIDALGO

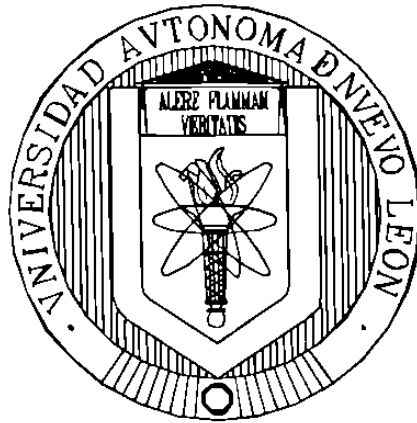
2002
FIC 5
6 76834



1020148508

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MANEJO
DE INFORMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA RED CARRETERA
FEDERAL DEL ESTADO DE HIDALGO**

Por:

ING. RICARDO MOCTEZUMA RAMÍREZ

Como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS con especialidad en
Ingeniería de Tránsito

Diciembre de 2002

981 407

TM

Z683d

.C5

FIC

2002

.M6



FONDO
TESIS

COMPROBANTE DE CORRECCIÓN

Tesista: RICARDO MOCTEZUMA RAMÍREZ

Tema de la tesis :

Sistema de información geográfica para el manejo de información de accidentes
en la red carretera federal del Estado de Hidalgo.

Este documento certifica la corrección : Definitiva
del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico,
metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(Ninguna)

Nombre y firma de quien corrigió :

Arq. Ramón Longoria Ramírez

El Sub Director de Posgrado :

M.I. Justino César González Álvarez

Ciudad Universitaria, 25 de julio del 2001.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE INGENIERÍA CIVIL



M.I. JUSTINO C. GONZÁLEZ ÁLVAREZ
Sub-Director de Estudios de Posgrado
de la Facultad de Ingeniería Civil, U.A.N.L.
P R E S E N T E .-

Por este medio me permito comunicar a usted, que el ING. RICARDO MOCTEZUMA RAMÍREZ, Pasante de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Tránsito, ha concluido con su trabajo de tesis titulado: "SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA RED CARRETERA FEDERAL DEL ESTADO DE HIDALGO", por lo que no hay ningún inconveniente para atender la solicitud de Examen de Grado con los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución, he de agradecerle pasar las instrucciones necesarias para el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención que sirva brindar a la presente, me es grato despedirme de usted

A T E N T A M E N T E
Cd. Universitaria, Julio 25 del 2002

M.C. RAFAEL CALLEGOS LOPEZ
DIRECTOR DE TESIS

Cd. Universitaria,
Apartado Postal No. 17
San Nicolás de los Garza,
Nuevo León, México.


☎ (01) 8352 4969 • 8352 9871 Fax: 8376 0477

Educación
PARA LA VIDA

M. en I. Justino Cesar González Álvarez.
Subdirector de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil
U. A. N. L.

Por medio de la presente le comunico que después de haber revisado y evaluado la tesis elaborada por el Ing. Ricardo Moctezuma Ramírez, que lleva como título **“Sistema de Información Geográfica Para el manejo de Información de Accidentes en la red Carretera Federal del Estado de Hidalgo”**, considero que ha hecho una buena investigación, por lo cual considero que se le autorice continuar con los tramites correspondientes.

Atentamente:



M. en C. José Federico López Vázquez.
Evaluador.

a 16 de Julio de 2002



C. c. p.:
M. en C. Rafael Gallegos López
Coordinador

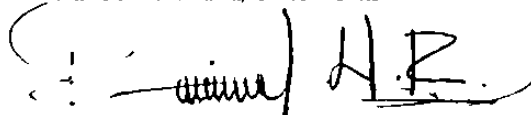
M.I. JUSTINO C. GONZÁLEZ ÁLVAREZ
Sub-Director de Estudios de Posgrado
de la Facultad de Ingeniería Civil, U.A.N.L.
P R E S E N T E .-

Por medio de la presente me dirijo a usted, para solicitar la tramitación correspondiente para sustentar mi Examen de Grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Tránsito, con la presentación del trabajo de tesis titulado "SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA RED CARRETERA FEDERAL DEL ESTADO DE HIDALGO", de acuerdo con el Reglamento de Exámenes Profesionales de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Sin más por el momento, agradezco de antemano su atención y aprovecho para saludarle cordialmente.

A T E N T A M E N T E

Cd Universitaria, Julio 25 del 2002

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ricardo M. Ramírez', enclosed within a large, stylized handwritten flourish or bracket.

ING. RICARDO MOCTEZUMA RAMÍREZ

RESUMEN TÉCNICO.

Ricardo Moctezuma Ramírez.

Fecha de obtención del grado: *Febrero de 2003.*
Universidad Autónoma de Nuevo León.
Facultad de Ingeniería Civil.
Instituto de Ingeniería Civil.

Título del estudio: *Sistema de Información Geográfica para el manejo de información de accidentes en la red carretera federal del estado de Hidalgo.*

Número de páginas: *205 Candidato para el grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Tránsito.*

Area de estudio: *Seguridad Vial.*

Síntesis de desarrollo del estudio:

Inicialmente, éste trabajo describe brevemente los problemas generados por la falta de Seguridad Vial en la operación y administración de las carreteras federales del estado de Hidalgo, y se enfoca a la actividad de evaluación dentro del contexto de ésta disciplina. A partir de la analogía, se proponen una serie de indicadores que evalúan la seguridad y algunas acciones adoptadas para reforzarlas.

Posteriormente se proponen métodos y técnicas que destacan las características más relevantes, ventajas en su desarrollo y la aplicación de algunas de ellas, mostrando los resultados que generan.

Los análisis obtenidos, consistieron en comparar entre sí la información obtenida a través de un periodo de tiempo y visualizarlas mediante programas de representación geográfica sobre el plano del estado de Hidalgo. A partir de estos resultados, se estableció un conjunto de recomendaciones acerca de ajustes que se pueden realizar a los procedimientos hasta ahora utilizados.

Finalmente, se desarrolla un método que tomando en cuenta el historial de los resultados obtenidos genera alternativas en la Seguridad Vial.

Director de tesis:

M.C. Rafael Gallegos López.

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer al director de tesis **M.C. Rafael Gallegos López**, por todo el apoyo brindado durante la realización de este trabajo de investigación.

También agradezco el apoyo de los asesores externos **Dr. Alberto Mendoza Díaz** y **M.I. Emilio Mayoral Grageda**, por sugerir éste tema de investigación tan interesante, así como la oportunidad de trabajar con ustedes en proyectos tan importantes dentro del Instituto Mexicano del Transporte.

A mis compañeros de generación, les agradezco a todos y cada uno de ellos por su apoyo y comprensión, así como su apreciable amistad durante la estancia en Monterrey N.L. "hay están mis \$20.00."

Reitero mi gratitud, a los **catedráticos y personal administrativo**, de los departamentos de Postgrado e Ingeniería de Tránsito, perteneciente al Instituto de Ingeniería Civil de la U.A.N.L., que tuvieron la generosidad de compartir conmigo su conocimiento enriquecido con tantas experiencias particulares.

Finalmente, sin ser menos importantes, doy gracias a **mis amigos del IMT y de la Subdirección de Vialidad y Transporte**, que de alguna manera u otra me apoyaron y tuvieron algo que ver en la culminación exitosa de esta tesis.

DEDICATORIA.

*Quiero dedicar este trabajo de investigación a **Dios**, por estar siempre a mi lado.*

*También quiero dedicar ésta tesis, que significa la culminación exitosa de una meta más, a mi **MAMÁ**, por su incondicional apoyo en todos y cada uno de los proyectos que inician en mi vida.*

*A ti **Flor**, por enseñarme la fuerza para alcanzar siempre la meta, enfrentar la vida, tomar de ella lo mejor y disfrutar lo más bello a cada segundo, sin temor a fracasar.*

Te Quiero.

A mis abuelitos y familia, por su fuerza para permanecer unida, por que siempre tuvieron la mejor disposición y confianza hacia mí.

Los Extraño.

A ti que cada día derrotas la adversidad con decisión, que haces de la vida la cosa más bonita.

Te admiro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo	Página
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Definición del problema	1
1.2 Justificación	2
1.3 Utilidad del proyecto	2
1.4 Antecedentes	3
II OBJETIVOS	4
II.1 Objetivo general	4
II.2 Objetivos específicos	4
III HIPÓTESIS	5
III.1 Hipótesis	5
IV DEFINICIÓN DE CONCEPTOS	6
IV.1 Seguridad Vial	6
IV.2 Accidente	7
IV.3 Global Positioning Systems (G.P.S.)	7
IV.4 Sistemática de Administración de la Seguridad (S.A.S.)	7
IV.5 Comité Nacional de Prevención de Accidentes en Carreteras Federales(CONAPREA)	8
IV.6 Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (SIGET)	8
IV.7 Sistema de Información Geográfica (S.I.G.)	8
IV.8 Sistema para la Administración de la Información de Accidentes en Carreteras Federales (SAIACF)	8

IV.9 Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF)	9
IV.10 Dirección General de Servicios Técnicos (DGST)	9
IV.11 Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte (DGPMP)	9
IV.12 Policía Federal Preventiva (PFP), Antes Policía Federal de Caminos y Puertos (PFC y P)	9
V LA SEGURIDAD EN LAS CARRETERAS FEDERALES Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	10
V.1 Consideraciones para un programa de seguridad en carreteras	10
V.1.2 bases para un programa de seguridad en carreteras	12
V.2 Elaboración de un Banco Integral de Datos	14
V.3 Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (SIGET)	15
V.3.1 organización y estructura del SIGET	16
V.3.2 potencial y límites de utilización del SIGET	19
V.3.3 horizonte de aprovechamiento del SIGET	20
V.4 Los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.), y los accidentes en carreteras federales	21
V.4.1 instrumentación operacional de los SIG	22
V.4.2 estructura de los sistemas SIG	23
V.4.3 algunas de las aplicaciones de los SIG en México	30
V.5 Situación de la red carretera federal	31
VI CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE INFORMACIÓN	34
VI.1 Visualización de la representación cartográfica	34
VI.1.1 Cartografía básica	34
VI.1.2 Segmentación de la clasificación de las carreteras Federales	38
Segmentación por rutas	39
Segmentación por carreteras	41
Segmentación por tramos	44
Segmentación por segmentos de 500 metros	48

VI.2 generación de archivos electrónicos tabulares	50
VI.2.1 Aforos y composición vehicular	50
VI.2.2 Niveles de Servicio	52
VI.2.3 Estructura de la información sobre accidentes	58
VI.2.3.1 Base de Datos	58
VI.2.3.2 Geocodificación	64
VII INTEGRACIÓN DEL ESTUDIO DE ACCIDENTES	68
VII.1 Introducción	68
VII.2 Base de Datos	70
VII.3 Análisis de accidentes en el nivel de carretera	72
VII.3.1 Saldos y costo total de los accidentes	72
VII.3.2 Accidentes carreteros, según sus consecuencias	80
VII.3.3 Tipos de accidentes por carretera.	87
VII.3.4 Generación de índices por carretera	91
VII.3.4.1 Índices generados en base a los vehículos-kilometro	93
VII.4 Análisis de accidentes al nivel de tramo	100
VII.4.1 Saldos y costo total de los accidentes	101
VII.4.2 Accidentes según sus consecuencias por tramo	105
VII.4.3 Tipos de accidentes por tramo	109
VII.4.4 Generación de Índices por tramo	112
VII.4.5 Tramos con alta concentración de accidentes	116
VII.5 Análisis de accidentes en el nivel de segmentos	129
VII.5.1 Saldos y Costo total de los accidentes	135
VII.5.2 Generación de Indices por segmento	139
VIII GENERACIÓN DE RESULTADOS	143
VIII.1 Alternativas de representación de la información	143
VIII.1.1 Representación de los accidentes por tramo carretero	143
VIII.1.2 Representación de la información de aforos y composición vehicular por tramos carreteros	155
VIII.1.3 Representación de índices	157
VIII.1.4 Representación de Niveles de Servicio	160

VIII.2 Algunas comparaciones entre los problemas de México, y los de países desarrollados	162
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165
1 El número de muertos, el gran problema nacional	166
1.1 Líneas estratégicas para la disminución del número de muertos en las carreteras federales	169
2 Programa de solución	170
FUENTES Y REFERENCIAS	175
ANEXOS	182
ANEXO A	182
ANEXO B	189

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura</i>	<i>Página</i>
5.1 Causas de accidentes carreteros.	11
5.2 Energía consumida en un accidente carretero.	14
6.1a Rasgos geográficos importados de Arclnfo.	37
6.1b Rasgos geográficos importados de Arclnfo (acercamiento a la Ciudad de Pachuca).	38
6.2 Rutas Nacionales a las que pertenecen las carreteras federales del estado de Hidalgo.	41
6.3 Carreteras federales que pertenecen al estado de Hidalgo.	44
6.4 Tramos de la Red Federal que pertenecen al estado de Hidalgo.	48
6.5 Segmentos de 500 metros de la Red Federal que pertenece al estado de Hidalgo.	49
6.6 Geocodificación de la base de datos de accidentes, para 1997.	66
7.1 Total de accidentes ocurridos en la Red Carretera Federal del estado de Hidalgo.	79
7.2 Porcentaje de accidentes, según su clasificación de severidad.	86
7.3 Tipos de accidentes por carretera, en la Red Federal del estado de Hidalgo.	91
7.4 Índices del estado de Hidalgo, con base en el kilometraje.	99
7.5 Costo Total de los accidentes (en Dólares), por tramo carretero.	121
7.6 Número de muertos, por tramo carretero.	121
7.7 Número de lesionados, por tramo carretero.	122

7.8 Número de accidentes, por tramo carretero.	122
7.9 Índices por año del estudio, por cada tramo carretero en 1999.	123
7.10 Índices por tramo carretero, para el año 1999.	126
7.11 Índice de mortalidad por año, para cada tramo carretero más peligroso de 1999	127
8.1 Accidentes por tramo de 1999.	145
8.2 Gráfica de los tramos con mayor número de accidentes.	147
8.3 Número de muertos en 1999	148
8.4 Gráfica de los tramos carreteros que reportan mayor número de Muertos.	150
8.5 Número de lesionados en 1999.	151
8.6 Gráfica de tramos carreteros con el mayor número de lesionados en accidentes de tránsito.	153
8.7 Costo Total de los accidentes en 1999.	154
8.8 Tránsito Diario Promedio Anual de 1999.	155
8.9 Índices de accidentalidad por tramos, para 1999.	159
8.10 Niveles de Servicio de las Carreteras Federales del estado de Hidalgo.	160
8.11 Comparación entre México y algunos países desarrollados.	162
9.1 Pirámide de Accidentalidad.	167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
5.1 Tasa por estado de accidentes, muertos y lesionados por cada 100 millones de veh-km recorridos.	33
6.1 Rutas Nacionales a las que pertenecen las Carreteras Federales del estado de Hidalgo.	40
6.2 Carreteras Federales del estado de Hidalgo.	42
6.3 Tramos de la Red Federal, que pertenecen al estado de Hidalgo.	45
6.4 Campos tabulares de los valores ponderados de aforo y composición vehicular para cada elemento.	50
6.5 Niveles de Servicio en los tramos de la Red Carretera Federal de Hidalgo.	56
6.6 Estructura de la base de datos de participantes (hgo_acci97a).	60
6.7 Claves de la SCT y PFP para tipo el de accidente.	62
6.8 Lista de claves para la identificación de las causas del accidente.	63
7.1a Saldos y costos totales de los accidentes por carretera para 1996.	75
7.1b Saldos y costos totales de los accidentes por carretera para 1997.	76
7.1c Saldos y costos totales de los accidentes por carretera para 1998.	77
7.1d Saldos y costos totales de los accidentes por carretera para 1999.	78
7.2a Accidentes según su peligrosidad por carretera para 1996.	81
7.2b Accidentes según su peligrosidad por carretera para 1997.	82
7.2c Accidentes según su peligrosidad por carretera para 1998.	83

7.2d Accidentes según su peligrosidad por carretera para 1999.	84
7.3a, Tipos de accidentes por carretera para 1997.	88
7.3b, Tipos de accidentes por carretera para 1998.	89
7.3c, Tipos de accidentes por carretera para 1999.	90
7.4a, Índices por carretera para 1996.	95
7.4b, Índices por carretera para 1997.	96
7.4c, Índices por carretera para 1998.	97
7.4d, Índices por carretera para 1999.	98
7.4e Comparación de índices nacional de 1996 y estatal para los cuatro años del estudio.	100
7.5a, Saldos y costo total de los accidentes, por tramo, para 1996.	101
7.5b, Saldos y costo total de los accidentes, por tramo, para 1997.	102
7.5c, Saldos y costo total de los accidentes, por tramo, para 1998.	103
7.5d, Saldos y costo total de los accidentes, por tramo, para 1999.	104
7.6a, Accidentes según sus consecuencias, por tramo, para 1996.	105
7.6b, Accidentes según sus consecuencias, por tramo, para 1997.	106
7.6c, Accidentes según sus consecuencias, por tramo, para 1998.	107
7.6d, Accidentes según sus consecuencias, por tramo, para 1999.	108
7.7a, Tipos de accidentes por tramo para 1997.	109
7.7b, Tipos de accidentes, por tramo, para 1998.	110
7.7c, Tipos de accidentes, por tramo, para 1999.	111
7.8a, Índices, por tramo, para 1996.	112
7.8b, Índices, por tramo, para 1997.	113

7.8c. Índices, por tramo, para 1998.	114
7.8d, Índices, por tramo, para 1999.	115
7.9a, Costo Total de accidente más alto, por tramo carretero.	117
7.9b, Número de muertos, por tramo carretero.	118
7.9c, Número de lesionados, por tramo carretero.	119
7.9d, Número de accidentes, por tramo carretero.	120
7.10a, Saldos y Costo total de los accidentes, por segmento, para 1996.	135
7.10b, Saldos y Costo total de los accidentes, por segmento, para 1997.	136
7.10c, Saldos y Costo total de los accidentes, por segmento, para 1998.	137
7.10d, Saldos y Costo total de los accidentes, por segmento, para 1999.	138
7.11a, Generación de índices, por segmento, para 1996.	139
7.11b, Generación de índices, por segmento, para 1997.	140
7.11c, Generación de índices, por segmento, para 1998.	141
7.11d, Generación de índices, por segmento, para 1999.	142
8.1 Tramos con mayor número de accidentes.	146
8.2 Tramos carreteros que reportan mayor número de muertos.	149
8.3 Tramos carreteros con el mayor número de lesionados en accidentes.	152
8.4 Porcentaje de utilización vehicular de la longitud de la red carretera federal del estado de Hidalgo y una comparación nacional según estos niveles.	157

NOMENCLATURA

Lista de abreviaturas, siglas y símbolos

Acc: Accidentes.

CONAPREA: Comité Nacional de Prevención de Accidentes en Carreteras Federales.

DGAF: Dirección General de Autotransporte Federal.

DGPMPT: Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte.

DGST: Dirección General de Servicios Técnicos.

EDOS: Estados.

ESRI: Environmental Systems Research Institute.

etc: Etcétera.

EUA: Estados Unidos de América.

GPS: Global Positioning Systems.

h: Horas.

HGO: Hidalgo.

IMT: Instituto Mexicano del Transporte.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

INIT: Inventario Nacional de Infraestructura para el Transporte.

km/h: kilómetros por Hora.

km: Kilómetro.

LIM: Límite.

Long: Longitud.

m: Metros.

MEX: México.

N.S.: Nivel de Servicio.

N°: Número.

PC's: Computadoras.

PFC y P: Policía Federal de Caminos y Puertos.

PFP: Policía Federal Preventiva.

PIB: Producto Interno Bruto.

PUE: Puebla.

QRO: Querétaro.

S.E.P.: Secretaría de Educación Pública.

S.L.P.: San Luis Potosí.

S.N.T.E.: Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación.

S: Sur.

SAIACF: Sistema para la Administración de la Información de Accidentes en Carreteras Federales.

SAS. Sistemática de Administración de la Seguridad.

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

shp: shapefiles.

SIAP: Sistema para la Administración de Puentes.

SIG: Sistema de Información Geográfica.

SIGET: Sistema de Información Geoestadística para el transporte.

SIMA: Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos.

T.C.: Entronque Carretero.

TDPA: Tránsito Diario Promedio Anual.

TLAX: Tlaxcala.

TRIG: Tema de Referencia de Indices de Geocodificación.

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

UST: Unidad de Servicios Técnicos.

v/c: Relación Volumen – Capacidad.

veh/km: Vehículos por Kilómetro.

VER: Veracruz.

vph: Vehículos por Hora.

W: Oeste.

X.C.: Cruce Carretero.

%: Porcentaje.