

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 NUEVO LEON**

Por:

ANA CECILIA CUEVAS COLUNGA

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería de Tránsito**

Junio de 2001

SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA EL MANEJO
DE INFORMACION DE ACCIDENTES, EN LA RED CARRETERA
FEDERAL DEL ESTADO DE NUEVO LEON

TM
HE5614
.5
.M6
C8
c.1

107

M ECUADERNACION
MONTERREY
IMPRESA
TESIS Y LIBROS EN GENERAL
ATN: SR. MEDINA
MONTERREY 324 COL. ROMA
TEL. 55-64-25-44



1080093856

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE NUEVO LEÓN
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO EN LA RED CARRETERA
ESTADAL DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

Por:

ANA CECILIA CUEVAS COLUNGA

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería de Tránsito

Julio de 2001

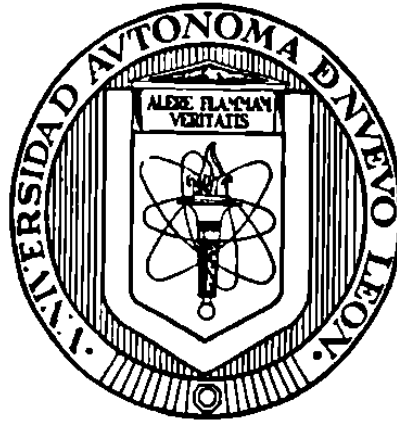


TM
HESGIA

.5
.MG
C8



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 DE ESTADO DE NUEVO LEÓN.**

Por:

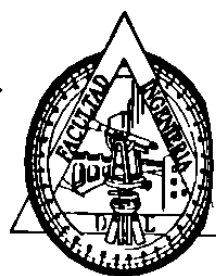
ANA CECILIA CUEVAS COLUNGA

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería de Tránsito.**

Junio de 2001



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



COMPROBANTE DE CORRECCIÓN

Tesista: ANA CECILIA CUEVAS COLUNGA

Tema de la tesis :

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA (SIG)
PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN DE ACCIDENTES
EN LA RED CARRITERA DEL ESTADO DE NUEVO LEON

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 Langoria Ramírez

El Sub Director de Posgrado

Dr. Ricardo González Alcorra

Ciudad Universitaria, a 19 de Febrero del 2001

Arlington Texas a 1° de Marzo del 2001

División de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Ingeniería Civil de la
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.

Atn. Dr. Ricardo González Alcurta.
Subdirector de Posgrado.

Con relacion al trabajo de tesis que desarrolla actualmente la Ing Ana Cecilia Cuevas Colunga. por medio del presente escrito hago constar que he revisado dicho trabajo en su última version, y que estoy de acuerdo con su contenido

Lo anterior es a solicitud de la interesada y a fin de no incurrir en costo y tiempo adicionales para cumplir con el artículo 108, Capítulo X del Reglamento General de los Estudio de Posgrado.

Agradeciendo de antemano su atención, me es grato reiterarle la seguridad de mi consideración,

ATENTAMENTE


Ing. Luis Francisco Chapa González, MS.

ccp. M en C. Rafael Gallegos Lopez. Coordinador de la Maestría en Ingeniería de Tránsito
Ing. Ana Cecilia Cuevas Colunga.

Sanfandila, Querétaro
Marzo de 2001

Dr. Ricardo González Alcorta
Subdirector de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León.
P r e s e n t e.-

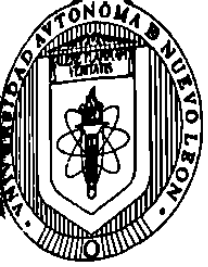
Por medio de la presente y de la manera más atenta me dirijo a Usted, para solicitar la tramitación correspondiente para sustentar mi examen de grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Tránsito, con la presentación del trabajo de tesis titulado: "SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN DE ACCIDENTES, EN LA RED CARRETERA FEDERAL DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN"; lo anterior de acuerdo con el protocolo de exámenes profesionales de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Sin más por el momento y, esperando que mi solicitud sea aprobada, aprovecho para enviarle un cordial saludo.

Atentamente



Ana Cecilia Cuevas Colunga
Tesisista



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



ING. LÁZARO VARGAS GUERRA
DIRECTOR DEL DEPTO. ESCOLAR Y
DE ARCHIVO DE LA U.A.N.L.
TORRE DE RECTORÍA
PRESENTE.-

Estimado Ing. Vargas:

Por este conducto me permito comunicarle que la **ING. ANA CECILIA CUEVAS COLUNGA**, pasante de la **MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO**, ha solicitado su examen de Grado, para lo cual ha cubierto la totalidad de los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución. Le pido amablemente girar las instrucciones necesarias para el trámite correspondiente en el Departamento a su digno cargo.

Sin otro particular de momento, me es grato enviarle un cordial saludo y reiterarme a sus respetables órdenes.

ATENTAMENTE,
" ALERE FLAMMAM VERITATIS "
Cd. Universitaria, a 21 de junio del 2001

DR. RICARDO GONZÁLEZ ALCORTA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



DIVISION DE ESTUDIOS
DE POSGRADO

C.c.p. Archivo.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

ANA CECILIA CUEVAS COLUNGA

***Candidato para el grado de
Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Tránsito***

Tesis:

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

Campo de estudio: **Ingeniería Civil**

Biografía:

***Nacida en: Monterrey, Nuevo León el 1 de septiembre de 1976.
Hija de Sra. Maty Colunga Aguilar y Sr. Javier Cuevas Rdz.***

***Educación: Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad
Autónoma de Nuevo León. Grado Obtenido: Ingeniero Civil.***

Experiencia Profesional:

- Becaria en el Instituto de Ingeniería Civil en el área de Hidráulica (UANL)
- Supervisión de obras de urbanización (N. L.)
- Colaborador en estudios de Origen y Destino (N. L.).
- Aforador y capturista de datos en estudios de impacto vial (N. L.)
- Colaborador en estudios de tiempos de recorrido para el SINTRAM (N. L.)
- Investigador en el Instituto Mexicano del Transporte

RESUMEN TÉCNICO

Título del Estudio: **SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN DE ACCIDENTES EN LA RED CARRETERA FEDERAL DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN.**

Área de estudio: ***Seguridad Vial***

Autor: ***Ana Cecilia Cuevas Colunga***

Número de páginas: **238**

Fecha de graduación: ***Marzo, 2001***

Candidato para el grado de
Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Tránsito.

Propósito, Contribuciones y Conclusiones:

El principal problema del transporte son los accidentes, ya que tienen un importante impacto económico y social en nuestro país. Al conformar un sistema que permita visualizar y analizar la información de accidentes que guarda cada segmento de 500 metros de la Red Carretera Federal de Nuevo León, se apoyarán las actividades de planeación, investigación y toma de decisiones por parte de las autoridades del sector transporte, ofreciendo una perspectiva global de las características que presenta la red carretera, de igual manera, se facilita el desarrollo de medidas para el mejoramiento de la seguridad vial, reduciendo la frecuencia y la severidad de los accidentes. Los sistemas de manejo y procesamiento de bases de datos, y los sistemas de información geográfica son las herramientas para lograr los fines anteriores.

Este proyecto forma parte de la ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA SEGURIDAD y puede ser de utilidad para futuras aplicaciones en otros estados. Las ventajas que se han podido observar al desarrollar este trabajo han sido: sencillez en el manejo de bases de datos, disminución de tiempo y esfuerzo para su análisis, y una ágil y muy variada forma de representar la información a través de los sistemas de información geográfica.

Ante los resultados expuestos en este trabajo se hace una recomendación a todos los Centros SCT de la República Mexicana a utilizar los sistemas de información geográfica en el manejo de información de accidentes

FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS: _____

AGRADEZCO

*A la **Universidad Autónoma de Nuevo León**, por el invaluable apoyo que me brindó para la realización de mis estudios, tanto de licenciatura como de maestría, y muy especialmente, a cada uno de mis maestros de esta institución, por compartir generosamente sus conocimientos conmigo.*

*A mi director de tesis, **M.C. Luis Francisco Chapa González** por sus valiosas observaciones, las cuales fueron de vital importancia para la culminación de esta, tan importante meta.*

*Al **Instituto Mexicano del Transporte**, al **M.C. Emilio Mayoral Grajeda** y al **Dr. Alberto Mendoza Díaz**, por el apoyo que he recibido de su parte durante y después del desarrollo de esta tesis.*

A todos y cada uno de mis compañeros de generación, de los cuales guardo, muy gratos recuerdos.

*A la **Familia Fabela Gallegos** por el inmenso apoyo y comprensión que me brindaron.*

*Finalmente, al ser que me ha protegido por siempre, mil gracias...**Señor.***

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Papá y Mamá,

Con todo el inmenso amor que siento por ustedes, pues aunque no estemos juntos, siempre están presentes en mi corazón, por el amor y la dedicación que han tenido hacia nosotros.

Javi,

*Porque de ti Hermano, he recibido tantas cosas bellas.
Te quiero mucho.*

Familia y amigos,

Porque de ustedes siempre he recibido cariño, apoyo y consejos en el andar de mi vida.

C.S.B.C.

Por ser una persona tan especial en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.	II
1 INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Utilidad del proyecto.....	2
1.4 Antecedentes.....	3
1.5 Objetivos.....	4
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Método.....	6
1.8 Recursos materiales y humanos.....	7
2 EL TRANSPORTE Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.	8
2.1 El Transporte.....	9
2.1.1 Definición de transporte.....	9
2.1.2 Las funciones del transporte.....	10
2.1.3 Problemas del transporte.....	12

2.2	Los sistemas de información geográfica.....	16
2.2.1	Introducción.....	16
2.2.2	Definición.....	17
2.2.3	Estructuración.....	19
2.2.4	Requisitos para la instrumentación operacional de los SIG en el sector del transporte.....	20
2.2.5	Características de funcionamiento y uso de los SIG aplicados al transporte.....	25
2.2.6	Aplicaciones de los sistemas de información geográfica.....	28
3	ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DE INFORMACIÓN.	39
3.1	Generación de la representación cartográfica.....	40
3.1.1	Cartografía básica.....	40
3.1.2	Segmentación e integración de la clasificación de las carreteras federales.....	44
3.1.2.1	Segmentación por rutas.....	45
3.1.2.2	Segmentación por carreteras.....	47
3.1.2.3	Segmentación por tramos.....	49
3.1.2.4	Segmentación por segmentos de 500 metros.	53
3.2	Integración de archivos electrónicos tabulares.....	54
3.2.1	Aforos y composición vehicular.	54
3.2.2	Niveles de servicio.....	56
3.2.3	Información de accidentes.....	63
3.2.3.1	Bases de datos.....	64
3.2.3.2	Geocodificación.....	70

4 ANÁLISIS DE ACCIDENTES.	74
4.1 Introducción.....	74
4.2 Bases de datos.....	76
4.3 Análisis de accidentes al nivel de carreteras.....	78
4.3.1 Saldos y costo total de los accidentes por carretera.....	79
4.3.2 Accidentes según sus consecuencias por carretera...	89
4.3.3 Tipos de accidentes por carretera.....	94
4.3.4 Generación de índices por carretera.....	99
4.4 Análisis de accidentes al nivel de tramo.....	107
4.5 Análisis de accidentes al nivel de segmento.....	119
4.6 Clasificación de accidentes según sus causas.....	140
5 GENERACIÓN DE ALGUNOS RESULTADOS	143
5.1 Algunas alternativas de representación de la información.....	143
5.1.1 Representación de saldos y costo total de los accidentes por tramo.....	144
5.1.2 Representación de la información de aforos y composición vehicular por tramos.....	158
5.1.3 Representación de la información de índices.....	161
5.1.4 Representación de la información de niveles de servicio.....	164
5.1.5 Representación de la clasificación de la RCF de Nuevo León.....	166
5.2 Algunas acciones de mejoramiento.....	170

5.2.1 Algunas recomendaciones internacionales para mejorar la seguridad vial en carreteras.....	171
5.2.1.1 Aspectos de política general.....	171
5.2.1.2 Estándares.....	172
5.2.1.3 Metodología.....	173
5.2.1.4 Aplicaciones.....	174
5.2.2 Algunas estadísticas sobre medidas de mejoramiento.....	176
5.2.3 Planeación estratégica de la seguridad vial en carreteras federales.....	181
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	185
7 BIBLIOGRAFÍA	188
8 APÉNDICES	193
8.1 Programas de Visual Fox Pro.....	193
8.2 Gráficas de accidentes.....	201
8.3 Tablas del análisis al nivel de tramo.....	210

ÍNDICE DE TABLAS

3.1	Rutas nacionales a las que pertenecen las carreteras federales del estado de Nuevo León.....	45
3.2	Carreteras federales del estado de Nuevo León.....	47
3.3	Tramos de la red federal que pertenecen al estado de Nuevo León.....	50
3.4	Estructura de la base de datos de valores ponderados de aforo y composición vehicular para cada tramo.....	55
3.5	Tabla resumen de los niveles de servicio de la red carretera federal del país.....	60
3.6	Niveles de servicio en los tramos de la red carretera federal de Nuevo León.....	61
3.7	Comparación de los niveles de servicio estatales y nacionales.....	63
3.8	Estructura de la base de datos de participantes (bpart_pfc97_nl).....	65
3.9	Sistema de claves de la SCT y la PFP para la identificación del tipo de accidentes.....	68
3.10	Lista de claves para la identificación de las causas de accidentes.....	69
4.1	Saldos de accidentes de Nuevo León y del país.....	83
4.1a	Saldos y costo total de los accidentes por carretera para 1996.....	85

4.1b	Saldos y costo total de los accidentes por carretera para 1997.....	86
4.1c	Saldos y costo total de los accidentes por carretera para 1998.....	87
4.1d	Saldos y costo total de los accidentes por carretera para 1999.....	88
4.2a	Accidentes según sus consecuencias por carretera para 1997.....	90
4.2b	Accidentes según sus consecuencias por carretera para 1998.....	91
4.2c	Accidentes según sus consecuencias por carretera para 1999.....	92
4.3a	Tipos de accidentes por carretera para 1997.....	96
4.3b	Tipos de accidentes por carretera para 1998.....	97
4.3c	Tipos de accidentes por carretera para 1999.....	98
4.4	Comparación de los índices del Estado y los del País de 1996.....	101
4.4a	Índices por carretera para 1996.....	103
4.4b	Índices por carretera para 1997.....	104
4.4c	Índices por carretera para 1998.....	105
4.4d	Índices por carretera para 1999.....	106
4.5	Saldos y costo total de los accidentes por tramo.....	108
4.6	Accidentes según sus consecuencias por tramo.....	111
4.7	Tipos de accidentes por tramo.....	114
4.8	Generación de índices por tramo.....	117
4.9a	Saldos y costo total de los accidentes por segmento para 1996.....	125
4.9b	Saldos y costo total de los accidentes por segmento para 1997.....	126

4.9c	Saldos y costo total de los accidentes por segmento para 1998.....	127
4.9d	Saldos y costo total de los accidentes por segmento para 1999.....	128
4.10a	Generación de índices por segmento para 1996.....	130
4.10b	Generación de índices por segmento para 1997.....	131
4.10c	Generación de índices por segmento para 1998.....	132
4.10d	Generación de índices por segmento para 1999.....	133
4.11	Segmentos carreteros con ocurrencia de accidentes constante.....	134
4.12	Distribución de frecuencias de los segmentos por número de accidentes.....	137
4.13	Lista de control para la inspección de un sitio peligroso....	139
4.14	Causas de los accidentes (%).....	141
5.1	Tramos que reportan más de 80 accidentes.....	146
5.2	Tramos carreteros que reportan más de ocho muertos en accidentes.....	149
5.3	Tramos de la red carretera federal que reportaron más de 60 lesionados en accidentes de tránsito.....	152
5.4	Tramos que generaron costos de accidentes mayores a 1.5 millones de dólares.....	155
5.5	Porcentajes de la RCF que operan bajo diferentes rangos de TDPA.....	160
5.6	Clasificación de las carreteras.....	166
5.7	Clasificación de la red carretera federal de Nuevo León según el reglamento de pesos y dimensiones.....	168
5.8	Medidas de mejoramiento en intersecciones a alta velocidad.....	177
5.9	Medidas de mejoramiento en intersecciones a baja velocidad.....	178

5.10 Medidas de mejoramiento en diseño geométrico a alta velocidad.....	179
5.11 Tipo de control apropiado en intersecciones de acuerdo a la jerarquización de la red.....	180

ÍNDICE DE FIGURAS

3.1a	Rasgos geográficos importados de ArcInfo.....	42
3.1b	Rasgos geográficos importados de ArcInfo (Acercamiento a la zona metropolitana de Monterrey.....	43
3.2	Rutas nacionales a las que pertenecen las carreteras federales del estado de Nuevo León.....	46
3.3	Carreteras federales que pertenecen al estado de Nuevo León.....	48
3.4	Tramos de la red federal que pertenecen al estado de Nuevo León.....	52
3.5	Segmentos de 500 metros de la red carretera federal de Nuevo León.....	53
3.6	Geocodificación de la base de datos de accidentes, para 1997.....	73
4.1	Distribución de costos de accidentes por categoría (Australia).....	81
4.2	Saldos de los accidentes carreteros en el estado de Nuevo León.....	82
4.3	Gráfica de porcentaje de accidentes según consecuencias.	93
4.4	Clasificación de accidentes por tipo para la red carretera federal de Nuevo León.....	95
4.5	Índices del Estado con base en el kilometraje generado (1x10 ⁶).....	102

5.1	Vista "Accidentes por tramo de 1999".....	140
5.2	Gráfica de los tramos que reportan más de 80 accidentes..	147
5.3	Vista "Muertos en accidentes carreteros en 1999".....	148
5.4	Gráfica de tramos que reportaron más de ocho muertos en accidentes de tránsito.....	150
5.5	Vista "Lesionados en accidentes de 1999".....	151
5.6	Gráfica de tramos que reportaron más de 60 lesionados en accidentes de tránsito.....	153
5.7	Vista "Costo Total de los accidentes de 1999".....	154
5.8	Gráfica de tramos que generaron costos de accidentes mayores a 1.5 millones de dólares.....	156
5.9	Gráfica de saldos y costo total de los accidentes del tramo carretero Montemorelos – Monterrey.....	157
5.10	Vista "Tránsito Diario Promedio Anual por tramos".....	159
5.11	Vista "Índices de accidentalidad por tramos para 1999".....	162
5.12	Gráfica de tendencias del índice de accidentalidad respecto a 1996".....	163
5.13	Vista "Niveles de Servicio de la Red Carretera Federal de Nuevo León, 1997".....	165

GLOSARIO

SIG.....	Sistema de información geográfica.
RCF.....	Red Carretera Federal.
SCT.....	Secretaria de Comunicaciones y Transportes.
IMT.....	Instituto Mexicano del Transporte.
CONAPREA.....	Comité Nacional de Prevención de Accidentes
SIGET.....	Sistema de Información Geoestadística para el Transporte.
GPS.....	Sistemas de Posicionamiento Global.
INEGI.....	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
UST.....	Unidad de Servicios Técnicos.
DGST.....	Dirección General de Servicios Técnicos
TDPA.....	Tránsito Diario Promedio Anual.
CAD.....	Diseño asistido por computadora.
ESRI.....	Environmental Systems Research Institute.
UNAM.....	Universidad Nacional Autónoma de México.
INIT.....	Inventario Nacional de Infraestructura para el Transporte.
SIMAP.....	Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos.
SIAP.....	Sistema para la Administración de Puentes.
X C.	Cruce carretero.
T C.	Entronque carretero.
T Izq.	Entronque izquierdo.
T Der.	Entronque derecho.
PFC.....	Policía Federal de Caminos.
PIB.....	Producto Interno Bruto.
PDB.....	Producto Doméstico Bruto.
LCPAF.....	Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.
ITS.....	Sistemas Inteligentes de Transporte.