

Contenido

PRESENTACIÓN	17
INTRODUCCIÓN	21
1 SITUACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.....	25
1.1. Accidentalidad vial en países de altos, medianos y bajos ingresos. Visión general.....	25
1.1.1. Situación de los accidentes de tránsito en países latinoamericanos.	28
1.1.2. Situación de los accidentes de tránsito en Colombia.....	33
1.2. Contexto de los accidentes de tránsito en Bogotá D. C.: ciudad caso de aplicación del método de investigación con SIG.....	39
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA METODOLÓGICA.....	49
2.1. El accidente de tránsito. Enfoques teóricos de estudio.....	49
2.1.1. El enfoque de la “Salud Pública”	49
2.1.2. El enfoque clásico tradicional de la “Tríada de la Seguridad Vial”.	50
2.1.3. El enfoque geográfico. La geografía de los accidentes de tránsito.....	52
2.2. La relación espacio-tiempo.....	53
2.2.1. La relación espacio-tiempo, como ley fundamental del movimiento, es la base de la dinámica geográfica.....	53
2.2.2. La escala de análisis.	55
2.3. Enfoque teórico del riesgo, bajo la percepción del individuo, en la accidentalidad de tránsito. Fundamento de vulnerabilidad.	57
2.4. El modelo sistémico, multicausal, multitemporal	60
2.5. El análisis espacial y los Sistemas de Información Geográfica, SIG, como técnica e instrumento de análisis en investigación de eventos	62
2.5.1. La utilización de los SIG en el Análisis Espacial de eventos.....	64
2.5.2. Conceptos básicos del Análisis Espacial con SIG.....	65
2.5.3. Los diferentes enfoques de los métodos y técnicas de Análisis Espacial..	68
2.6. Métodos y técnicas de Análisis Espacial y estadística espacial.	69

2.6.1. Descripción y medición de la Distribución geográfica.....	70
2.6.2. La concentración de eventos medida a través de densidad espacial.....	72
2.6.3. Medición y análisis de patrones.....	74
2.6.4. Asignación de grupos (Cluster)	76
2.6.5. Modelación de las interrelaciones espaciales	78
3. MÉTODO DE SELECCIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN Y DE ESTRUCTURACIÓN DE BASES DE DATOS.....	80
3.1. Enfoque metodológico para la consecución y estructuración de los datos. 80	
3.2. Fuentes de información de accidentes de tránsito. Selección y consecución de información	83
3.3. Depuración y estructuración de los datos, accidentes de tránsito.....	88
3.3.1. Unificación y homogeneidad de variables.....	90
3.3.2. Contraste de variables principales.	90
3.3.3. Grado de completitud de variables principales.....	91
3.3.4. Estimación de la exactitud y la variación de variables principales	95
4. ANÁLISIS ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO	105
4.1. Enfoque metodológico del Análisis Espacial.	106
4.2. El carácter determinístico de los accidentes de tránsito en Bogotá D. C. La Mancha Urbana de la accidentalidad.....	108
4.2.1. Patrón espacial de accidentes de tránsito a escala urbana. Análisis de enraizamiento de la Mancha Urbana, su correlación espacial.....	111
4.2.2. Movimiento y Dispersión de la Mancha Urbana de accidentes. Análisis de Centros de Gravedad y Dispersión	113
4.2.3. Características generales de la accidentalidad en la Mancha Urbana.....	118
4.3. Distribución espacio temporal de los accidentes de tránsito en Bogotá D. C.	120
4.3.1. Distribución temporal de los eventos.	120
4.3.2. Distribución espacial de los eventos.....	131
4.4. Dinámica espacial de los accidentes de tránsito en Bogotá D. C.	170
4.4.1. Patrón temporal de ocurrencia de accidentes de tránsito. Período 2007-2011.	171
4.4.2. Patrón espacial sobre localidades. Período 2007-2011.	175
4.4.3. Patrón espacial en puntos de alta frecuencia de accidentes de tránsito como intersecciones y tramos del período 2007-2011.	184
4.4.4. Perfiles de usuarios vulnerables de las vías.	198
4.5. Conjunto de lineamientos para una gestión en la prevención del riesgo de accidentes de tránsito	204
4.5.1. El conocimiento de la amenaza como línea de acción eje para incrementar la percepción del riesgo.	206

4.5.2. Síntesis de propuesta técnica de gestión del riesgo en accidentes de tránsito para Bogotá D. C., lineamientos e instrumentos.....	207
5. VISIBILIDAD DE LINEAMIENTOS PARA LA PREVENCIÓN.....	209
5.1. Del patrón de la distribución temporal de la accidentalidad de tránsito....	209
5.2. Del patrón de distribución espacial de los accidentes por localidades	210
5.2.1. En relación con la red vial	210
5.2.2. En relación con el tipo de accidente en localidades.	211
5.2.3. En relación con los usos del suelo, considerando tipo de accidente.....	211
5.3. Patrón espacial de concentración y evaluación de la ocurrencia en localidades	213
5.4. Patrón espacial de ocurrencia de accidentes de tránsito en puntos de Alta frecuencia.....	215
5.5. Aproximación a la gestión del riesgo. Patrón según edades de usuarios de las vías involucrados en accidentes de tránsito.....	217

LISTA DE TABLAS

Tabla N.º 1. Distribución de tasas de mortalidad por cada 100.000 habitantes, reportada y ajustada, 2006–2007, en países de Latinoamérica, el Caribe y América del Norte	29
Tabla N.º 2. Distribución temporal de accidentes, muertos y heridos, parque automotor y población con tasas de mortalidad por población y parque automotor, período 1998 a 2011 en Colombia.....	35
Tabla N.º 3. Datos de la distribución espacio-temporal en el número de accidentes, de muertos y heridos en las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, período 2007 a 2011.....	39
Tabla N.º 4. Tasas de crecimiento, población y parque automotor, 1985 a 2011.	41
Tabla N.º 5. Enfoque Sistémico multicriterio, multicausal. Matriz de Haddon.....	61
Tabla N.º 6. Conjunto de principales técnicas y métodos de medición de la distribución geográfica.....	70
Tabla N.º 7. El Centro Medio y el Centro Medio ponderado.....	71
Tabla N.º 8. Distribución, tendencia y orientación direccional. Elipse Desviación Estándar, EDE.....	72
Tabla N.º 9. Conjunto de técnicas que miden valores de densidad espacial.	72
Tabla N.º 10. Una síntesis de los métodos de análisis de patrones establecidos.....	75
Tabla N.º 11. El método estadístico Índice de Morán para autocorrelación espacial.	76
Tabla N.º 12. Síntesis de los métodos en el conjunto de técnicas de asignación de grupos.....	77
Tabla N.º 13. La técnica estadística espacial de puntos calientes Getis-Ord $i G^*$ (G-i-estrella).....	78
Tabla N.º 14. Un resumen del conjunto de técnicas de modelación de las interrelaciones espaciales.....	79

Tabla N.º 15. Síntesis de organismos y entidades fuentes de información para la consecución de datos.....	84
Tabla N.º 16. Instituciones con tópicos principales de otras variables incorporadas en el Análisis Espacial.	87
Tabla N.º 17. Síntesis de la información, número de registros y proceso general de depuración y estructuración de la base de datos de accidentalidad 2007 a 2011.....	89
Tabla N.º 18. Base de accidentes con variables seleccionadas, estructurada para conformar la matriz de análisis.	92
Tabla N.º 19. Síntesis grado de completitud de variables medulares de base accidentes de tránsito, seleccionado y estructurado para conformar la matriz de análisis.	96
Tabla N.º 20. Síntesis exactitud con nivel de confiabilidad de variables numéricas en la determinación de los tamaños de las muestras georreferenciadas.	97
Tabla N.º 21. Cv para estimación de la proporción “p” de accidentes teniendo en cuenta la variable “Gravedad” y considerada por año.	98
Tabla N.º 22. Cv para la estimación de la proporción “p” de accidentes en variable “Mes”por año.	99
Tabla N.º 23. Cv para estimación de proporción “p” de accidentes en variable “Número de Accidentes Equivalentes”, NAE, considerada por año.	100
Tabla N.º 24. Cv estimando proporción “p” de accidentes en variable “Hora de Ocurrencia”, 2007, 2008 y 2009.	101
Tabla N.º 25. Cv estimando proporción “p” de accidentes en variable “Hora de Ocurrencia”, 2010 y 2011.	102
Tabla N.º 26. Cv estimando “p” de accidentes en variable “Hora de Ocurrencia” agrupada y por año.....	104
Tabla N.º 27. Coordenadas Centros de Gravedad de la Mancha Urbana de accidentes de tránsito período 2007 a 2011	114
Tabla N.º 28. Evaluación geoestadística de orientación, distribución y dispersión de la distribución de accidentes de tránsito en Bogotá D. C.....	117
Tabla N.º 29. Accidentes totales, por tipos con muertes y heridos ocurridos en Bogotá 2007-2011. Estadísticos.	118
Tabla N.º 30. Parámetros estadísticos de la distribución de la población de eventos accidentes de tránsito en Bogotá. Representación de la Media y la Desviación en Diagrama de Caja.....	122
Tabla N.º 31. Frecuencia de accidentes, porcentajes de población y área de las localidades en Bogotá D. C.....	135
Tabla N.º 32. Densidad y tasa de crecimiento poblacional con índices de accidentes por cada 100.000 habitantes de las localidades en Bogotá D. C.....	136
Tabla N.º 33. Áreas de Usos del Suelo y número de accidentes por Usos del Suelo en localidades de Bogotá D. C. 2011.....	140
Tabla N.º 34. Índices de accidentalidad por áreas según tipo de usos del suelo y por localidad en Bogotá D. C.2011	141
Tabla N.º 35. Accidentalidad por áreas según estratos socioeconómicos en localidades de Bogotá D. C.....	145

Tabla N.º 36. Accidentes de tránsito y precipitación media (mm) anual de Bogotá.....	147
Tabla N.º 37. Longitud total y por tipo de red vial, densidad total y por tipo de red vial e índices de accidentalidad total y por tipo de red vial, en localidades de Bogotá D. C. Período 2007 a 2011.....	150
Tabla N.º 38. Longitud red vial por tipoy accidentes registrados por tipo de red vial con accidentes totales en localidades de Bogotá D. C. (2011).	153
Tabla N.º 39. Síntesis longitud de red vial por tipo y total con índices de accidentes por tipo de red y longitudtotal en localidades de Bogotá D. C. (2011).	154
Tabla N.º 40. Estado de la red vial por tipo en relación con los índices de accidentes por estado de red vial en cada localidad en Bogotá D. C.	161
Tabla N.º 41. Accidentes por tipo en relación con índices según tipo de accidentes por red vial en cada localidad de Bogotá D. C. 2011.....	163
Tabla N.º 42. Accidentes tipo choque en relación con áreas de usos y con índices de accidentes en cada localidad, 2011.	166
Tabla N.º 43. Accidentes tipo atropello en relación con áreas de usos del suelo y con índices de accidentes en cada localidad, 2011.	167
Tabla N.º 44. Patrón horario de riesgo en el período de análisis, por tipo de accidente. ..	174
Tabla N.º 45. Modelo patrón que representa la ocurrencia de accidentes de tránsito en las localidadesy Reporte de nivel de representatividad.....	182
Tabla N.º 46. Número de accidentes, muertos y heridos ocurridos en los puntos de alta frecuencia de accidentes, en cada uno de los años del período de análisis 2007 a 2011.	187
Tabla N.º 47. Intersecciones y tramos con alta frecuencia de accidentes de tránsito 2007 a 2011.....	189
Tabla N.º 48. Modelo patrón que representa la ocurrencia de accidentes de tránsito en los puntos de alta frecuencia y reporte de niveles de representatividad.	195
Tabla N.º 49. Cifras de distribución por género involucrado en accidentes de tránsito en Bogotá D. C., 2007-2011.	199
Tabla N.º 50. Síntesis de Propuesta técnica con planteamiento conjunto de lineamientos para la definición de componentes con estrategias y programas para la gestión del riesgo en Bogotá D. C.....	208
Tabla N.º 51. Síntesis de patrón temporal, como lineamiento de prioridad para programa de prevención.....	210
Tabla N.º 52. Síntesis de patrón espacial en la relación red vial total según su estado e índices de accidentes por estado de red vial, como lineamiento para programa de prevención.....	211
Tabla N.º 53. Patrón espacial en la relación tipo de accidentes según área de uso de suelo, lineamiento para programa de prevención.	213
Tabla N.º 54. Representación de la dinámica espacio-temporal de las concentraciones significativas y del patrón de evaluación en las localidades. Lineamiento propuesto para los programas de prevención.....	214
Tabla N.º 55. Representación de concentraciones significativas y patrón de evaluación en los puntos de alta frecuencia. Lineamiento propuesto para programas de prevención.	216

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las tasas de mortalidad por cada 100.000 habitantes en países de América Latina, el Caribe y América del Norte, 2006-2007	30
Figura 2. Tasa de mortalidad por 100.000 habitantes vs. tasa de motorización por cada 100.000 habitantes en países de América Latina, el Caribe y América del Norte, 2006-2007	31
Figura 3. Síntesis de la distribución espacial física de los accidentes en Colombia.	34
Figura 4. Tendencias de accidentes, muertes y heridos en Colombia, 1998-2011	35
Figura 5. Tendencias de tasas de motorización, de accidentes y muertes según población y vehículos en Colombia, 1998-2011.	36
Figura 6. Bogotá D. C. como área de estudio. Localización geográfica en Colombia y Cundinamarca.	40
Figura 7. Tasas quinquenales de crecimiento del parque automotor y de la población 1985-2010.....	42
Figura 8. Comparación de tasa de motorización: Vehículos por cada 1.000 habitantes y Habitantes por vehículo.1985 a 2011.	43
Figura 9. Accidentes, muertos y heridos en Bogotá D. C., 2002-2011.	45
Figura 10. Tipo, causas y factores, de accidentes de tránsito en Bogotá D. C., 2007-2011.....	45
Figura 11. Fundamento de la interrelación espacio-tiempo-transporte-accidentalidad, pilar del análisis geográfico	55
Figura 12. Fundamento de la interrelación dinámica geográfica que define la ley fundamental de movilidad.....	55
Figura 13. Fundamentación de criterios en la escala geográfica para el Análisis Espacial.....	57
Figura 14. Síntesis de la utilidad y objetivos del Análisis Espacial.....	63
Figura 15. Método, técnica de Análisis Espacial de Densidad Kernel.	73
Figura 16. Esquema Enfoque metodológico para la consecución y la estructuración de la información.....	82
Figura 17. Comportamiento del Cv para la variable “Gravedad” y “Mes” en cada año.....	98
Figura 18. ComportamientoCv para variable “NAE” y “hora de ocurrencia en cada año del período.....	103
Figura 19. Comportamiento de Cv de la variable “Hora de Ocurrencia” agrupada por año en el período.....	103
Figura 20. Síntesis metodológica del Análisis Espacial de accidentes de tránsito.....	107
Figura 21. Mancha Urbana de accidentalidad de tránsito en Bogotá D. C., 2007-2011.....	110
Figura 22. Autocorrelación espacial Índice de Moran; determinación de patrón de agrupamiento o aleatoriedad.	112
Figura 23. Centros de Gravedad de la Mancha Urbana de accidentes de tránsito.....	114

Figura 24. Distribución direccional, orientación y Dispersión de la Mancha Urbana de accidentes de tránsito.....	116
Figura 25. Accidentes totales, por tipos con muertes y heridos ocurridos en Bogotá 2007-2011.....	119
Figura 26. Patrón temporal anual horario de accidentes totales ocurrido, Bogotá, 2007-2011.....	123
Figura 27. Distribución temporal horaria por localidad y por años, del total de accidentes ocurridos en Bogotá, 2007-2011.....	124
Figura 28. Distribución temporal diaria por años, del total de accidentes ocurridos en Bogotá, 2007-2011.....	125
Figura 29. Distribución temporal diaria por años, del total de accidentes ocurridos en localidades de Bogotá, 2007-2011.....	127
Figura 30. Distribución temporal mensual-anual del total de accidentes ocurridos en Bogotá D. C., 2007-2011.....	128
Figura 31. Distribución temporal mensual por años, del total de accidentes ocurridos en localidades de Bogotá D. C., 2007-2011.....	129
Figura 32. Distribución temporal anual de los accidentes de tránsito en el período de análisis 2007-2011.....	130
Figura 33. Relieve, configurador y estructurador de red vial de Bogotá D.C.....	132
Figura 34. Configuración red vial con distribución accidentes sobre Bogotá D. C., 2011.....	132
Figura 35. Relación Densidad poblacional e Índice de accidentes por cada 100.000 habitantes en 2007-2011.....	137
Figura 36. Relación Tasa de crecimiento poblacional e Índice de accidentes por 100.000 habitantes en 2007-2011.....	137
Figura 37. Índices Total, Morbilidad y Mortalidad de accidentes por cada 100.000 habitantes de las localidades Bogotá D. C.....	138
Figura 38. Índices de accidentes por área de localidad, relacionados con índices de accidentes por tipo de Uso de suelo, Bogotá D. C. en 2011.....	142
Figura 39. Tipos de Usos de suelo en cada localidad e índices de accidentes por tipos de Usos de suelo. Bogotá D. C. en 2011.....	142
Figura 40. Índice de accidentes por área de estrato socioeconómico en localidades de Bogotá D. C.....	146
Figura 41. Proporción de accidentes de tránsito y precipitación media (en mm) anual de Bogotá D. C.....	148
Figura 42. Índices de accidentes por red vial total e índices por tipo de red vial, 2011.....	155
Figura 43. Densidad red vial total con índices de red vial por localidad, 2007-2011.....	156
Figura 44. Densidad red vial Arterial con índices de red vial total, 2007-2011.....	157
Figura 45. Densidad red vial Arterial con índices de accidentalidad por red Arterial en localidades, 2007-2011.....	158
Figura 46. Localidades asociadas al estado de la red vial relacionadas con índices de accidentes según su estado o condición.....	162
Figura 47. Localidades asociadas con el Índice de accidentes por red vial total y los índices de accidentes por tipo y según red vial. 2011.....	164

Figura 48. Índices de accidentes por choques en relación con área de Usos en cada localidad. 2011.....	168
Figura 49. Índices de accidentes por atropellos en relación con área de área de usos en cada localidad. 2011.....	169
Figura 50. Patrón horario de accidentes, totales, atropellos y choques, período 2007 a 2011.....	172
Figura 51. Patrón horario de riesgo en el período de análisis, por tipo de accidente.	174
Figura 52. Dinámica espacial de la concentración de accidentes sobre localidades. Valores estadísticamente significativos. Período 2007-2011.....	178
Figura 53. Representación de la Dinámica espacio temporal de las concentraciones significativas en localidades. Período 2007-2011.	179
Figura 54. Modelo patrón que evalúa la ocurrencia de los accidentes de tránsito en localidades. Representación espacial.	183
Figura 55. Intersecciones y tramos definidos como de Baja, Media, Media Alta y Alta, frecuencia de accidentes de tránsito en Bogotá D.C., 2007-2011.	186
Figura 56. Puntos, intersecciones y tramos de Alta frecuencia de accidentes en el período 2007-2011.	188
Figura 57. Variabilidad en la agrupación, con valores altos (puntos calientes) y bajos (puntos fríos) por choques sobre los de Alta frecuencia de accidentes.	192
Figura 58. Variabilidad de sectores con agrupación de valores altos (puntos calientes) y bajos (puntos fríos) por atropello sobre puntos de Alta frecuencia de accidentes.	193
Figura 59. Representación modelo patrón de ocurrencia en puntos de Alta frecuencia de accidentes.	197
Figura 60. Distribución por grupos de edades en población involucrada (referido conductor principal) en accidentes de tránsito en Bogotá D. C.	198
Figura 61. Distribución por género involucrado en accidentes de tránsito en Bogotá D. C. 2007-2011.	200
Figura 62. Distribución comparativa por grupos de edad según género involucrado en accidentes de tránsito. 2007-2011.	201
Figura 63. Muertos y heridos según clase de usuario involucrado. 2007-2011.....	203
Figura 64. Propuesta como instrumento en política de gestión del riesgo sobre soportes esenciales en Conocimiento de la amenaza y vulnerabilidad. ..	205