

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León
Facultad de Ciencias Médicas
Centro de Investigación en Demografía y Salud – CIDS
Maestría en Ciencias con Mención en Epidemiología
V Cohorte – León



Tesis para optar al título de:
Máster en Ciencias con Mención en Epidemiología

**Análisis Espacial de los Accidentes de Tránsito en la ciudad
de León en el período Enero – Septiembre 2017**

Autor:

Christian Eduardo Toval Ruíz, Ing.

Tutores:

William J. Ugarte Guevara, MD., MSc., PhD.
Docente Titular Dpto. Salud Pública
Centro de Investigación en Demografía y Salud - CIDS
Facultad de Ciencias Médicas
UNAN-León

Akram Abdul Hernández Vásquez, MD., MSc.
Centro de Excelente en Enfermedades Crónicas - CRONICAS
Facultad de Medicina
Universidad Peruana Cayetano Heredia

León, Febrero 2018

Dedicatoria

A Dios Todopoderoso, motor de todo lo que existe, fuente de la Sabiduría encarnada y aliento en la debilidad. A la Siempre Virgen María por su intercesión y compañía a lo largo de mi vida.

A mis padres, Yader y Yamileth, que desde pequeño me inculcaron que para lograr lo que se quiere, se debe perseverar y luchar hasta el final, quienes siempre han sido baterías de reserva cuando el cansancio parecía vencerme. A mis hermanas, Stephany y Sckarleth, mi fuente de energía y relajación con sus juegos y sus sonrisas. A ellos va este logro que en estas páginas se materializa.

A mi abuelo José Eduardo, mi familia, docentes, compañeros de trabajo y de maestría, a mis amigos y conocidos, y a todos aquellos que han aportado a mi educación con sus consejos y palabras de aliento, formándome no solo como profesional, sino como persona.

Al Ing. Otón Castillo y al Dr. Andrés Herrera, quienes fueron luz en un momento de dificultad, depositando su voto de confianza en mis capacidades, motivándome a tomar esta maestría y adentrarme en el mundo de la investigación.

Finalmente, a mi abuelita Alejandra del Carmen, a mis familiares difuntos, quienes en vida me animaron a formarme y con sus consejos colaboraron en mi formación como persona, y ahora desde la eternidad, velan por mí, para ustedes en el cielo va este logro.

Agradecimientos

"Da gracias al Señor porque es bueno, porque para siempre es su Misericordia". 1 Crónicas 16, 34

A Dios por darme la vida y la sabiduría necesaria para materializar este logro.

A mis padres, hermanas, familiares y amigos quienes han sido fuente de energía en mis momentos de cansancio y sobretodo, por contribuir a mí formación humana y científica.

A mis tutores, Dr. William Ugarte y Dr. Akram Hernández, por su tiempo incluso en horas y días ajenos a la academia, por sus valiosos comentarios, su acertada dirección y consejos, por compartir su experiencia conmigo, pero sobre todo por sus palabras de ánimo para seguir al frente de este estudio y conducirlo a feliz término.

A los Ingenieros: Katherine, Modesto y Levi, a la Lic. Benita, por su entrega en el entrenamiento y recolección de la información, por su disposición a caminar y darlo todo por garantizar juntos la veracidad de estos resultados.

Al Lic. Carlos Rojas, por su valioso aporte y consejos en las estadísticas, por su entrega al frente del trabajo de campo y por estar conmigo en aquellos momentos donde todo parecía venirse abajo, gracias amigo.

A mis docentes, desde la educación inicial hasta la maestría, por cada una de sus clases, donde aprendí más allá de la ciencias y las letras, a ser persona de bien y un profesional proactivo, comprometido con la sociedad y el país.

A mis compañeros de maestría, quienes con su diversidad de carismas y formación, en medio de días enteros de estudio y trabajo, momentos de risas y compartir, logre aprender un poco de cada uno de ustedes, esto también va por ustedes compañeros.

A las personas que creyeron en mí cuando inicie esta formación, a todos los que me acompañaron, quienes se desvelaron conmigo, se tomaron el tiempo de explicarme con paciencia y disposición algún contenido difícil de comprender. A quienes leyeron este trabajo y aportaron sugerencias para hacerlo un trabajo de alto nivel. A doña Lourdes María, quien con su amabilidad y atenciones, fue una persona importante en medio de su humildad y de la sencillez de su trabajo. Gracias doña María.

A los amigos que he ganado en este camino, aquellos que siempre han estado para mí, por sus palabras, compañía y cada detalle para conmigo.

Finalmente, a la ciencia, por ser garante de soluciones a los problemas, por enseñarme sus técnicas y metodologías y por abrirme un espacio al mundo de la Investigación en Salud.

Para todos ustedes, ¡GRACIAS!

Christian Eduardo Toval Ruíz

Siglas

ANDIVA	Asociación Nicaragüense de Distribuidores de Vehículos Automotores
AT	Accidente de Tránsito
CIDS	Centro de Investigación en Demografía y Salud
INIDE	Instituto Nacional de Estadística
MAT	Muertos por Accidentes de Tránsito
MINSA	Ministerio de Salud
MOSAFC	Modelo de Salud Familiar y Comunitario
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SVL	Sistema de Vigilancia en Lesiones
TNF	Traumatismos No Fatales

RESUMEN

Análisis Espacial de los Accidentes de Tránsito en la ciudad de León en el período Enero – Septiembre 2017

Toval RC

El objetivo del estudio fue analizar espacialmente los Accidentes de Tránsito en el municipio de León. Se empleó la metodología de corte transversal y espacial, tomando los expedientes de los AT ocurridos entre los meses enero – junio guardados en la Policía Nacional; luego se hizo una observación no participante en el lugar de ocurrencia de los AT para georreferenciarlos y tomar datos relacionados del entorno ambiental en que ocurrieron. Se implementó el análisis *Kernel Density* para localizar las áreas con alta, mediana y baja densidad del evento. Se estudiaron 668 registros de AT; el 90% de los afectados eran hombres, entre 15 y 40 años, en su mayoría se desplazaban en automóvil; el horario que más presentó AT fue entre las 12:00 – 17:00 horas. Las tasas de mortalidad y lesiones se registraron en 2 por cada 100,000 y 4 por cada 10,000 habitantes respectivamente. Los factores del entorno asociados al evento fueron: tramo de carretera (IRR=1.64, p=0.003), estado bueno de la calzada (IRR=1.26, p=0.019), presencia de ciclovías (IRR=1.37, p=0.018). Se encontraron dos áreas con alta densidad de AT (Centro Histórico y La Terminal) y seis áreas con densidad media. Los AT afectan mayormente a jóvenes conductores y peatones, que se desplazan a bordo de automóviles y motocicletas. Las características ambientales del entorno de AT aumentan la posibilidad que se presenten eventos viales. Las zonas con alta densidad de eventos comparten características como el comercio, turismo y la movilización de grandes cantidades de personas.

Palabras claves: Accidentes de tránsito; Análisis espacial; Mortalidad; Determinantes asociados; Sistemas de Información Geográfica.

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES.....	3
3.	JUSTIFICACIÓN	6
4.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
5.	OBJETIVOS.....	9
6.	MARCO TEÓRICO	10
6.1	MARCO LEGAL	10
6.2	DEFINICIONES BÁSICAS	10
6.3	EPIDEMIOLOGÍA DE LOS AT	13
6.4	FACTORES DE RIESGO DE LOS AT.....	15
A.	VELOCIDAD	15
B.	CONSUMO DE ALCOHOL	16
C.	USO DE CASCO DE SEGURIDAD EN MOTOCICLETAS	17
D.	USO DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD.....	18
F.	DISTRACTORES	19
6.5	CONTEXTO DE LOS AT EN NICARAGUA	20
6.6	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	22
6.7	SOFTWARE ESPACIAL.....	24
6.8	METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR RIESGO EN ANÁLISIS ESPACIALES	25
6.9	DENSIDAD DE KERNEL (KERNEL DENSITY)	25
7.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
7.1	TIPO DE ESTUDIO	27
7.2	ÁREA Y PERÍODO DE ESTUDIO	27
7.3	POBLACIÓN DE ESTUDIO	28
7.5	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	28
7.6	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	29
7.6.1	RUTAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	29
7.6.2	UTILIZACIÓN DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MAPEO DE LOS EVENTOS.....	30
7.7	PLAN DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	30
7.8	SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	35

7.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS	35
8. RESULTADOS	37
8.1 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	38
8.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS AT	39
8.3 MORTALIDAD Y LESIONES	41
8.4 FACTORES ASOCIADOS A LOS AT	42
8.5 ANÁLISIS AMBIENTAL	46
9. DISCUSIÓN	52
10. CONCLUSIONES	59
11. RECOMENDACIONES	60
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
13. ANEXOS	66
13.1 MAPA DEL MUNICIPIO DE LEÓN	66
13.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	67

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO DE ACUERDO A LA CONDICIÓN DE SALUD RESULTANTE DE LAS PERSONAS EN EL ACCIDENTE. (N=1,281)	38
TABLA 2: DISTRIBUCIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO SEGÚN SU RESULTADO. (N=668).....	39
TABLA 3: FRECUENCIA DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LA OCURRENCIA DE AT CONSIDERANDO LA CONDICIÓN DE SALUD RESULTANTE DE LAS PERSONAS INVOLUCRADAS. (N=1,281).....	42
TABLA 4: DISTRIBUCIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES ASOCIADOS A LA POSIBILIDAD DE OCURRENCIA DE AT CONSIDERANDO LOS DAÑOS OCASIONADOS. (N=668)	43
TABLA 5: FACTORES AMBIENTALES ASOCIADOS A LA DISPOSICIÓN DE LOS ESPACIOS GEOGRÁFICOS PARA LA OCURRENCIA DE UN AT. (N=285)	45

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CAUSAS PRINCIPALES DE LOS AT CON DAÑOS HUMANOS. (N=122)	40
GRÁFICO 2: TIPO DE VEHÍCULO INVOLUCRADOS EN AT DE ACUERDO AL RESULTADO DE LAS PERSONAS IMPLICADAS. (N=1,310)	41

INDICE DE MAPAS

MAPA 1: DISTRIBUCIÓN DE LOS AT DE ACUERDO A LA CONDICIÓN CLÍNICA RESULTANTE DE LOS IMPLICADOS.....	49
MAPA 2: DISTRIBUCIÓN DE LOS AT DE ACUERDO AL MOMENTO DE OCURRENCIA.....	50
MAPA 3: ANÁLISIS DE DENSIDAD DE KERNEL DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE AT	51
MAPA 4: LA CIUDAD DE LEÓN.....	66

*Tu paciencia se demuestra frente
a un semáforo en rojo.*



1. Introducción

Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalan que en el año 2015 fallecieron 56.4 millones de personas a nivel mundial; de ellas, el 2.3% fueron por Accidentes de Tránsito (AT) ubicándose en el noveno lugar de las causas de muertes^(1, 2). Así mismo, se estimó que entre 20 y 50 millones de personas anualmente sufrieron Traumatismos No Fatales (TNF) por AT siendo una de las causas principales de discapacidad en todo el mundo⁽³⁻⁶⁾.

Diariamente mueren aproximadamente 3,000 personas por AT en el mundo y más del 50% de ellos son peatones. El 90% de los Muertos por Accidentes de Tránsito (MAT) ocurren en países de bajo y mediano ingreso donde se encuentran registrados solo el 48% del parque vehicular mundial^(3, 5). Son pocos los países que tienen un marco jurídico incluyente para contrarrestar los principales factores de riesgo de los AT: exceso de velocidad, conducir bajo los efectos del alcohol, la ausencia de las medidas de seguridad como el uso del casco, el cinturón y las restricciones a menores de edad^(4, 7).

A nivel mundial en 2015 fueron fabricados más de 90 millones de medios automotores, siendo las motocicletas la tendencia emergente que se proyecta al 2030 a desplazar a los autos^(8, 9). En Nicaragua, el parque vehicular al año 2016 registraba 772,112 vehículos; de ellos, 47% son motocicletas, denotando un aumento del 25% respecto al año anterior. Cerca de 630 mil personas tienen licencia de conducir vigente⁽¹⁰⁾. La Asociación Nicaragüense de Distribuidores de Vehículos Automotores (ANDIVA) presenta ventas de 19 mil vehículos al año⁽¹¹⁾.

En Nicaragua los TNF y MAT se sitúan en primer lugar en los indicadores de morbilidad y mortalidad desde el año 2007^(12, 13). En el 2016, se registraron 41,588 AT (5 cada hora) marcando un incremento del 23.5% respecto al año 2015; Al menos 6 de cada 10 AT tuvieron como causas principales: no guardar la distancia, los giros indebidos e invadir carril. El 91.5% de AT fueron colisiones. Managua es el



lugar más peligroso para conducir dado que registra 71.3% del total de los AT con una frecuencia de 82 cada día⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

Las tasas de los TNF y MAT podrían aumentar considerando el estado de la infraestructura vial, la creciente demanda de nuevos vehículos y el creciente número de nuevos conductores situando al país en una posición vulnerable en materia de salud pública⁽⁶⁾. Teniendo en cuenta este escenario, el presente estudio asentará evidencia científica que permita comprender el comportamiento epidemiológico de los AT en la ciudad de León. Facilitará a los tomadores de decisiones información actual y oportuna que apoye la planificación efectiva y eficiente de los esfuerzos para mitigar las crecientes tasas de morbilidad y mortalidad en salud vial.



2. Antecedentes

Los estudios científicos sobre AT han sido de interés para Universidades, Centros de Investigación, Gobiernos, Instancias mundiales y regionales de Salud, etc., quienes han dirigido sus esfuerzos para comprender de una manera adecuada y completa, el comportamiento de los AT. Dentro de estos estudios destacan:

Piña-Tórnes et al., en el 2011 encontraron que el 78.5% de los TNF en Cuba se presentaron en hombres, siendo las personas jóvenes y los mayores de 60 años quienes más se accidentaron. Los traumatismos múltiples, en particular las lesiones craneofaciales fueron los traumas predominantes. Los atropellos por vehículos causaron el 26.3% de los MAT. Consideran que el incremento de vehículos y la densidad poblacional influyen en el aumento de los MAT, además de que existe una distribución desigual de los AT entre la población urbana y rural⁽¹⁷⁾.

En tanto, en Perú, algunos investigadores reportaron que el 81.3% de las personas con TNF viven en la zona urbana. La pérdida en la locomoción, la destreza y la discapacidad visual son los TNF más reportados. Las regiones que presentan más cantidades de AT, presentan mayores TNF y en su mayoría no reciben algún tipo de terapia lo que acentúa la inequidad en salud vinculada a los AT⁽¹⁸⁾. El 54% de las personas de este estudio condujeron más de 4 horas sin detenerse. Los signos y síntomas que más reportaron fueron: cansancio (75%), cabeceo (30%) o el pestañeo (45%); también señala que los conductores escuchan música como un mecanismo para permanecer despierto⁽¹⁹⁾.

Un estudio realizado por investigadores de la Universidad San Carlos de Guatemala y la Universidad de Granada, España entre los años 2007 - 2011 evaluaron las diferencias entre las circunstancias de riesgo al volante entre sus estudiantes. Los resultados indican que los estudiantes guatemaltecos conducían más horas al volante, tenían mayores comportamientos de riesgo (hablar por el celular, distraerse y no usar medidas de seguridad) respecto a los españoles. La probabilidad de sufrir un AT fue 5 veces mayor en los estudiantes de la Universidad



de San Carlos en relación a los españoles. Las marcadas diferencias se explicaron en base a las políticas en seguridad vial y los niveles socioeconómicos de la población estudiada⁽²⁰⁾.

En 2015, Moradi A. et al., identificaron 514 AT ocurridos en la ciudad de Teherán, Irán. Efectuaron un análisis de factores ambientales y lugar del accidente a través de modelos de regresión de cuadrados y regresión ponderada geográfica, siendo posteriormente confirmados a través de técnicas bayesianas y R^2 ajustado. En el estudio se encontró que el 71.9% de los AT sucedieron en las arterias principales de la ciudad y solo el 2.1% ocurrieron en la carretera. El número de paradas de buses, áreas de recreación y las intersecciones tenían significancia estadística ante la ocurrencia de un AT donde estuviesen los peatones incluidos. Los factores ambientales están relacionados con la distribución de los AT, la cual no se comportó de forma homogénea⁽²¹⁾.

El mismo año, Hernández-Vásquez et al., utilizaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG) bajo la metodología *Kernel Density* para analizar los AT. Se localizaron las áreas con altas, medianas y bajas densidades de eventos. Encontraron dos zonas de altas densidades y dos zonas de densidad intermedia para AT. En ambas zonas circulaban grandes cantidades de peatones debido a los atractivos turísticos de la región. La presencia de establecimientos comerciales, falta de mantenimiento a la infraestructura vial y de señalizaciones para vehículos fueron las principales causas asociadas a la ocurrencia de los AT⁽²²⁾.

En el contexto nacional se dispone de poca información en materia de AT. En León, en el año 2002 se realizó una investigación a través de la técnica de captura y recaptura para comparar las fuentes de datos relacionadas a los AT. Se usaron dos fuentes de datos para monitorear lesionados: datos hospitalarios y registros policiales. Las estimaciones de mortalidad y morbilidad fueron de 35.5/100,000 y 43.7/1,000 respectivamente. El estudio concluye que ni los registros policiales ni hospitalarios proporcionaron una cobertura aceptable de los datos relacionados con las lesiones. La combinación de ambas fuentes permitió estimaciones más validas, aunque debe considerarse la heterogeneidad de las fuentes de datos⁽²³⁾.



En 2007, Tercero F., identificó que los TNF por AT estaban entre las 3 primeras causas de atención de un hospital público del país. También señala que existe una deficiencia por parte de las autoridades relacionadas con la Salud y Seguridad Vial respecto a cifras en materia de lesiones⁽²⁴⁾.

Tres años más tarde, en 2010 Martínez et al., condujeron un estudio que incluía 4 hospitales del país donde se registraron más de 37 mil niños entre 5 y 15 años con algún tipo de TNF entre los años 2004 – 2008. El 13.2% reportaron TNF causados por AT, de los cuales 7 de cada 10 eran ciclistas o motorizados. En el 24.4% de los casos, el TNF fue registrado como severo⁽²⁵⁾.

En 2015, Rocha et al., calcularon las tasas de incidencia de AT registrados en el Sistema de Vigilancia en Lesiones (SVL) obteniéndose tasas por habitantes, presentándose los TNF mayormente en personas entre 20 y 34 años. El consumo de alcohol estuvo presente en el 4.8% de los heridos, reportados en su mayoría durante los fines de semana. No portar el casco o no usar el cinturón de seguridad se reflejó en la mayoría de los lesionados⁽²⁶⁾.

La Policía Nacional en el año 2016 registró que el 51% de los conductores fallecidos en AT tenían entre 16 y 30 años, de los cuales el 97.6% eran hombres. De los peatones fallecidos, 2 de cada 10 eran mayores de 60 años. En relación al medio de transporte que predominó en los AT fueron los carros, sin embargo el 40.7% de los MAT y el 39.9% de las personas con TNF conducían motocicleta^(14, 15, 27).

Managua mantiene los más altos índices de letalidad por AT presentando el 40.4% del total de lesionados y el 25.9% de los muertos a nivel nacional. En León se registró una disminución de 15.8% de los AT entre los años 2015-2016, no obstante, la cifra de los MAT se vio duplicada pasando de 36 en 2015 a 70 en 2016 (+94.4%) situándolo en tercer lugar en la estadística de MAT a nivel nacional^(14, 15, 27). Cabe señalar que estos registros no permiten analizar a profundidad los AT⁽¹⁴⁾.



3. Justificación

Los AT son considerados un problema de Salud Pública en el contexto nacional e internacional, siendo la novena causa de mortalidad a nivel mundial y con predicciones negativas a futuro. Las instancias mundiales en salud han creado el denominado “*Plan Mundial para el decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020*” donde sugiere a los gobiernos, tomar una serie de medidas entre las que destaca, la creación de evidencia científica que ayude a comprender el problema de los AT y dirigir los esfuerzos multidisciplinarios enfocados en líneas estratégicas medibles y eficientes^(3, 6).

En Nicaragua se reportan tasas de incidencia de TNF hasta de 211 por cada 100 mil habitantes, siendo los AT una de sus principales causas. En los años 2010 y 2016, los AT y MAT han aumentado en 74.7% y 27.8% respectivamente, estableciéndose actualmente como el principal problema emergente en materia de Salud y Seguridad Vial^(14, 27). Las instancias correspondientes han establecido una serie de estrategias a todos los niveles con diferentes actores sociales para reducir los efectos en los AT y la propia accidentalidad.

Países como Estados Unidos, España y Costa Rica, implementan SIG en Salud y Seguridad con resultados que ayudan a visualizar problemas de salud y dirigir eficientemente sus esfuerzos para mitigarlos⁽²⁸⁾. La implementación de tecnologías y herramientas que ayuden a detallar el problema desde el punto de vista espacial, es un aspecto innovador e inexplorado en el contexto local en materia de Salud y Seguridad Vial que estará presente en esta investigación científica.

Existen diversas técnicas de análisis espacial en salud que van desde las metodologías explorativas como la autocorrelación espacial, hasta los modelos de densidad. La metodología de densidad de Kernel permitirá demostrar la proximidad de cada punto geográfico (AT) en una dimensión espacial para determinar los lugares con mayor peligrosidad para la ocurrencia de AT.



La visualización de los AT desde la perspectiva epidemiológica y espacial, facilitará la comprensión de la magnitud y de los escenarios ambientales que tienen características estructurales relacionadas a la ocurrencia de los AT. Las autoridades contarán con una investigación que aporte insumos para conducir las estrategias a los lugares donde se presente en mayor escala el evento estudiado. También permitirá optimizar los recursos humanos y económicos para enfrentar y mitigar este problema de salud que tiene comprometida a todas las instancias de la sociedad nicaragüense.

Todo esto fortalecerá las líneas del Modelo de Salud Familiar y Comunitario (MOSAFC) que promueve la preservación de la vida, la ausencia de enfermedad en las personas “un pueblo sano es feliz”, siendo la prioridad esencial para el Estado, el Sistema de Salud y la sociedad en general⁽²⁹⁾.



4. Planteamiento del problema

Los AT son la novena causa de muerte a nivel mundial, con una proyección al aumento en los próximos cinco años^(3-6, 30, 31). El 5% de las discapacidades causadas por lesiones fueron provocadas por AT ⁽³²⁾. En Nicaragua, los AT se han convertido en un grave problema de Salud Pública al ubicarse como la principal causa de muertes violentas, por encima de los homicidios y asesinatos^(14, 27).

El departamento de León también ha experimentado un aumento en sus indicadores en morbilidad y mortalidad por AT. En el año 2010 se encontraba en la cuarta posición a nivel nacional en MAT, sin embargo, al año 2016 ascendió al tercer lugar con un aumento de 37.1%. Los TNF por AT han marcado un incremento del 35.4% entre los años 2010-2016.

Esto lleva a las autoridades nacionales a considerar a los AT como un problema de Salud Pública dada la magnitud alcanzada en los últimos años. Por otro lado, el aumento de los indicadores en morbilidad y mortalidad por AT, la ausencia de datos fiables estandarizados entre las instituciones y la falta de investigaciones que incluyan los SIG como una herramienta que permita visualizar los AT desde una perspectiva sencilla y eficaz en la toma de decisiones, hace que surja la siguiente interrogante:

¿Cuál es la distribución espacial de los accidentes de tránsito en el área urbana de la ciudad de León en el período enero – septiembre 2017?



5. Objetivos

Objetivo general

- Analizar espacialmente los Accidentes de Tránsito en el municipio de León en el período enero – septiembre 2017.

Objetivos específicos

- Caracterizar sociodemográficamente la población implicada en los Accidentes de Tránsito y sus medios de movilización.
- Determinar la morbilidad y mortalidad de los Accidentes de Tránsito en la ciudad de León.
- Identificar los determinantes asociados a los daños materiales y humanos presentes en la población.
- Estipular la asociación que existe entre las condiciones del entorno ambiental y la disposición de un espacio geográfico a la ocurrencia de un Accidente de tránsito.
- Analizar la densidad geográfica de los Accidentes de Tránsito en el municipio de León.



6. Marco teórico

6.1 Marco legal^(33, 34)

En Nicaragua, la Ley No. 431 “**Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito**” aprobada el 22 de enero del 2003 y reformada por la Ley No. 856 aprobada el 13 de febrero del 2014, es el marco legal vigente en materia de Seguridad Vial. Tiene por objeto establecer los requisitos y requerimientos para normar el régimen de circulación vehicular a nivel nacional. La Policía Nacional es la encargada de hacer cumplir con las obligaciones que los conductores tienen con la misma.

La Ley y sus reformas son de rango ordinario y son consecuentes con lo establecido en la Constitución Política de Nicaragua, Ley suprema de la nación. Está organizada en 16 capítulos que agrupa los 169 artículos presentes. En ellos se contempla aspectos relacionados a: aspectos generales; AT; infracciones y régimen de circulación; licencias y seguros; disposiciones para los peatones; la vía pública y la contaminación ambiental.

6.2 Definiciones básicas⁽³³⁻³⁷⁾

Dentro de las disposiciones generales de Ley se encuentran una conceptualización completa entre los que destacan:

Accidente de tránsito: Acción u omisión culposa cometida por cualquier conductor, pasajero o peatón en la vía pública o privada causando daños materiales, lesiones o muerte de personas, donde interviene por los menos un vehículo en movimiento.

Acto administrativo: Es la declaración o manifestación de voluntad, juicio o conocimiento expresada en forma escrita o por cualquier otro medio que, con carácter general o particular, emitiera la Autoridad de aplicación de esta Ley y que produjere o pudiere producir efectos jurídicos.



Acto de investigación: Búsqueda de los elementos que determinan los factores desencadenantes del accidente, las causas que lo provocaron, las consecuencias y el comportamiento de los sistemas de seguridad activa y pasiva desde una perspectiva técnica y científica para determinar el grado de responsabilidad directa o indirecta de cada una de las personas involucradas en el accidente y establecer la verdad sin detrimento de los actos de prueba que puedan presentar las partes.

Agente de tránsito: Es el oficial de la Policía Nacional encargado de aplicar la Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, así como las demás disposiciones administrativas relativas a la materia.

Ángulo de visibilidad: Es el área máxima de visión que debe de tener todo conductor al desplazarse sobre la vía.

Conducción temeraria: Operación de vehículos con manifiesto desprecio por la vida, con notoria y deliberada transgresión a las normas de tránsito, poniendo en peligro concreto la vida o integridad física de las personas y sus bienes.

Carretera: Término genérico que designa una vía de uso y dominio público proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automotor, que incluye la extensión total comprendida dentro del derecho de vía, con acceso a las propiedades colindantes. Se diferencia de caminos y calles por el diseño concebido para la circulación de vehículos automotor de transporte y de las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces a un mismo nivel.

Caminos: Área destinada para la circulación vehicular, sin que esta tenga trazo alguno que determine su dirección.

Carril: Banda longitudinal en que puede estar subdividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, siempre que tenga una anchura determinada y suficiente para permitir la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas.

Condiciones atmosféricas: Conjunto de factores o condiciones climáticas que dificultan la visibilidad del conductor, tales como neblina, lluvia, polvo, humo, etc.



Conductor: Persona natural que conduce un vehículo del tipo para el que está autorizado, de conformidad a la licencia de conducir.

Dispositivos especiales de seguridad: Conjunto de equipos e implementos del vehículo destinados a resguardar la vida de los pasajeros, tales como sillas de seguridad, cinturones, cascos, entre otros.

Peatón: Es cualquier ser humano o persona que circula por la vía pública y que no conduce vehículos, incluyendo a niños y discapacitados.

Prueba psicomotora: Es el conjunto de acciones que el Agente de tránsito realiza a las personas de las que se sospecha conducen bajo los efectos de bebidas alcohólicas o psicotrópicos y así poder establecer la capacidad y estado físico y los reflejos para continuar o no conduciendo.

Perímetro urbano: Es el límite que circunda un área poblada o conglomerado de áreas pobladas en el que se desplazan vehículos automotores a una velocidad determinada por las señales de tránsito ubicadas al alcance de la vista de los conductores de manera apropiada para tal fin.

Pista: Es una vía importante fuera del perímetro urbano, debidamente diseñada y construida con medidas y especificaciones técnicas acorde a los estándares internacionales para el desplazamiento de automotores u otros medios de transporte en el que se desplazan a una velocidad determinada por las señales de tránsito ubicadas al alcance de la vista de los conductores de manera apropiada para tal fin.

Red vial: Es el conjunto de calles, avenidas, pistas y carreteras, que sirven para el desplazamiento y la circulación de los vehículos automotor, de pedal o los de tracción animal, así como los peatones y transeúntes.

Retén: Es la presencia policial para ejercer el control y regulación sobre el parque automotor en puntos predeterminados o no.

Señales de tránsito: Son los dispositivos de tránsito que sirven para regular la circulación del parque vehicular a través de símbolos y señales convencionales. Las



señales ayudan a los conductores y peatones a tener una circulación más fluida, cómoda y segura; las señales prohíben, obligan y advierten de peligros futuros y proporcionan información oportuna.

Semáforo: Es un dispositivo luminoso que regula los sentidos preferenciales de la circulación vial.

Valla: Es la presencia policial en cualquier punto geográfico, previamente determinado para retener y ejercer el control del parque automotor que por el circule.

Vehículo: Medio de transporte que circule por la vía pública, excepto los comprendidos en la definición de peatón.

Vía pública: Es todo camino o calle destinado al tránsito de vehículos, personas, animales o cualquier otro.

Vía urbana: Se refiere a calles, avenidas y autopistas de uso exclusivo para la circulación de vehículos automotor.

Velocidad de operación: Es la velocidad máxima permitida al conductor de un medio de transporte automotor en correspondencia al diseño y uso de la vía.

Zona de seguridad: Es el área marcada en la calzada para la circulación de peatones, en las intersecciones y reguladas ocasionalmente por semáforos.

La Ley de Tránsito posee la reglamentación de las infracciones de tránsito, los pagos de multas e impuestos, el peritaje de un accidente, los procesos administrativos luego de la ocurrencia de un evento vial. También establece los derechos y obligaciones de los conductores y peatones, las consideraciones mecánicas y el uso de seguros para los automotores.

6.3 Epidemiología de los AT (1, 3-6, 12, 30)

Los AT son la novena causa de mortalidad a nivel mundial registrando 1,2 millones de muertes anualmente; siendo los jóvenes de 15 a 29 años los más afectados (primera causa de muerte en este grupo etario). El 22% de las fatalidades se registra en peatones, estando los niños y adultos varones sobrerrepresentados en este acápite. Un tercio de los países en el mundo, han registrado un aumento en

la cifra de MAT, siendo el 68% de estos, países de bajo y mediano ingreso donde los peatones más jóvenes corren mayor riesgo de sufrir un accidente^(1, 4, 6, 31, 38).

La MAT no se distribuyen uniformemente en el mundo; el 90% las fatalidades se encuentra en los países de mediano y bajo ingreso. A su vez, en estos escenarios se encuentran el 50% de los vehículos del mundo. El comportamiento de la MAT a nivel mundial indica que la proporción más alta de peatones muertos en relación con otros usuarios de las vías públicas se registra en África (38%); en tanto la región de Asia Sudoriental (12%) registra la menor cifra^(1, 4, 38).

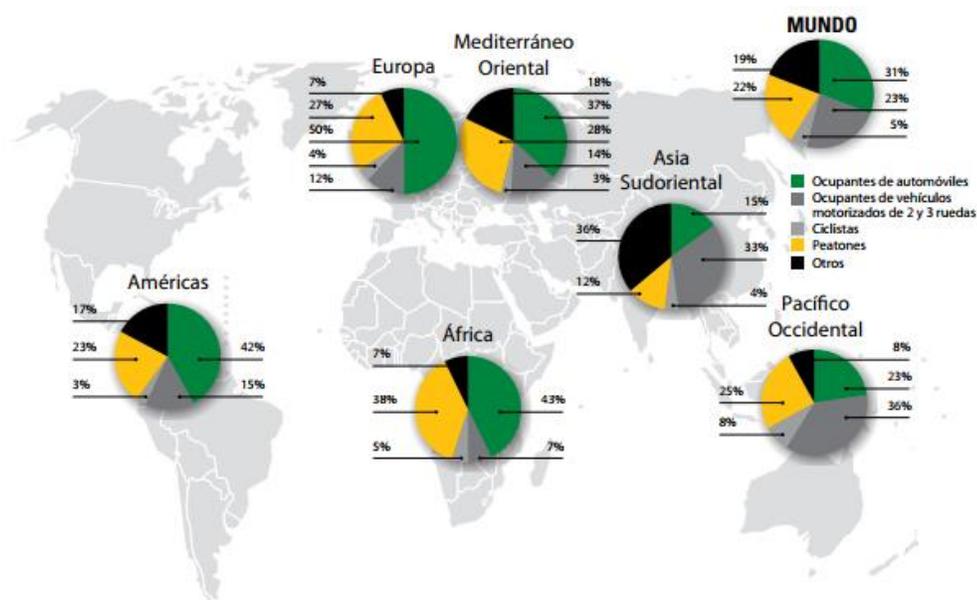


Figura no. 1: MAT a nivel mundial por tipo de usuario en la vía pública al año 2015.
Fuente: OMS

La ocurrencia de los eventos viales en países desarrollados se presentan entre las ciudades; no obstante, en los países de mediano y bajo ingreso ocurre en las vías que comunican las ciudades, esto producto del transporte necesario de las diversas fuentes de ingresos económicos, tanto a nivel local como internacional. Los peatones que mueren en estos AT son principalmente aquellos que pretendían cruzar la vía.



6.4 Factores de Riesgo de los AT ^(1, 3, 8, 31, 32, 38-43)

Los diferentes estudios en materia de Salud y Seguridad Vial señalan 5 factores de riesgo esenciales que aumentan la posibilidad de ocurrencia de los accidentes de tránsito en el mundo. Muchas han sido las campañas que se han generado para mitigarlos. Las reformas a las legislaciones que regulan la circulación vial contribuyen a mejorar el comportamiento de los usuarios de las vías y reducir la ocurrencia de AT, viéndose reflejado en la disminución de los traumatismos y muertes derivados de estos^(1, 4, 38).

Los cambios más incidentes en el comportamiento de peatones y conductores se refleja cuando las leyes se aplican de manera firme, eficiente y constante; y las campañas de educación y sensibilización a la población en general. Entre los principales factores para la ocurrencia de AT destacan:

- a. **Velocidad⁽⁴⁾**: Un peatón tiene menos de 20% de probabilidades de morir en un accidente si es atropellado por un automóvil que se desplace a menos de 50km/h; en cambio, esta probabilidad aumenta a más de 60% si el vehículo se desplaza a más de 80km/h. En la medida que aumenta la velocidad, incrementa la probabilidad de tener un accidente y la gravedad del resultado de este. Los países que han logrado reducir la MAT se ha conseguido dando prioridad a la seguridad en la gestión de la velocidad.

El establecimiento de límites nacionales de velocidad es muy importante en la reducción de los AT. Los límites máximos establecidos en áreas urbanas deberían ser menores a 50km/h teniendo en consideración la presencia de grandes densidades poblacionales, las diferentes actividades de desarrollo propias de las localidades urbanas como escuelas, hospitales, iglesias, etc.

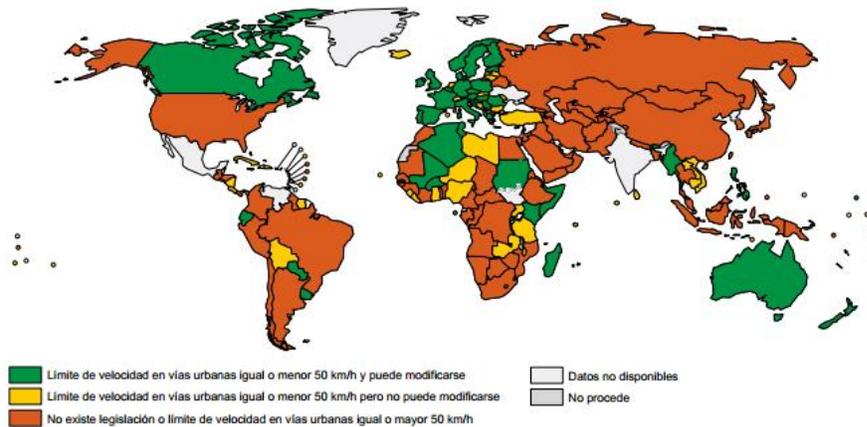


Figura no. 2: Legislación sobre límites de velocidad por países en el mundo
Fuente: OMS 2015

Únicamente 47 países en el mundo cumplen con el criterio de la regulación de la velocidad y a su vez, el manejo de estrategias y herramientas que colaboren a las autoridades a reducir este factor. Cabe señalar que de no aplicarse de manera estricta las medidas contra el exceso de velocidad, los esfuerzos para la reducción en las cifras de AT serían poco provechoso.

- b. **Consumo de alcohol**^(1, 4): Conducir bajo los efectos del alcohol reduce la capacidad de percepción de riesgo, estimación de la distancia, el alcance visual del conductor entre otras, lo que la posiciona como un factor de riesgo importante a la ocurrencia de un AT. Las leyes establecen un límite de Concentración del Alcohol en la Sangre (CAS) en 0.05g/dl para reducir considerablemente los AT causados por personas en estado de ebriedad.

Los conductores jóvenes corren un mayor riesgo de sufrir un AT por conducir en estado de ebriedad que los conductores mayores. Únicamente 34 países mantienen marcos legales adecuados que van acorde a las practicas propias de los países en cuanto al alcohol y la conducción, de los cuales 21 se encuentran en Europa.

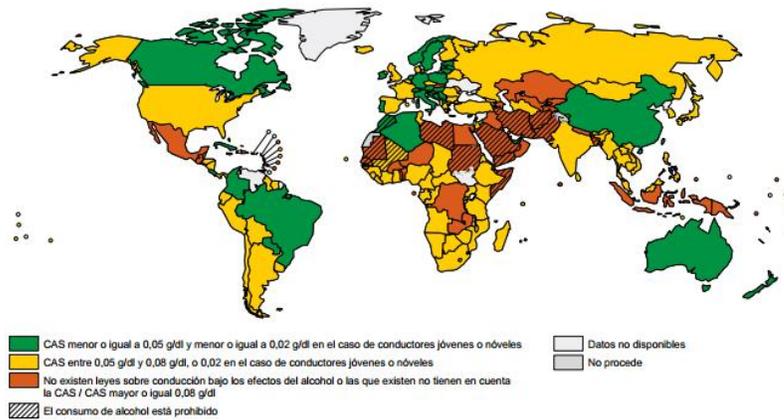


Figura no. 3: Legislación sobre consumo de alcohol y conducción por países en el mundo
Fuente: OMS 2015

c. **Uso de casco de seguridad en motocicletas^(1, 4)**: Se prevé que las motocicletas desplacen a los automóviles en poco tiempo porque son un medio de transporte económico y rentable. El uso de vehículos de dos ruedas ha aumentado considerablemente en los últimos años, ocasionando un aumento en los TNF y MAT. No obstante, el uso del casco de seguridad puede reducir el riesgo de muerte en un 40% y la posibilidad de sufrir TNF graves hasta en un 70%.

Solamente en 44 países existe un marco legal que sea integral en cuanto a la regulación de la calidad de los casos que considera el tipo de vía en que circula y el motor que posee la moto. La aplicación del uso de casco a todos los usuarios de las motocicletas, sean este el conductor o el acompañante; la cantidad de pasajeros permitidos es vital de cara a la reducción de estos indicadores.

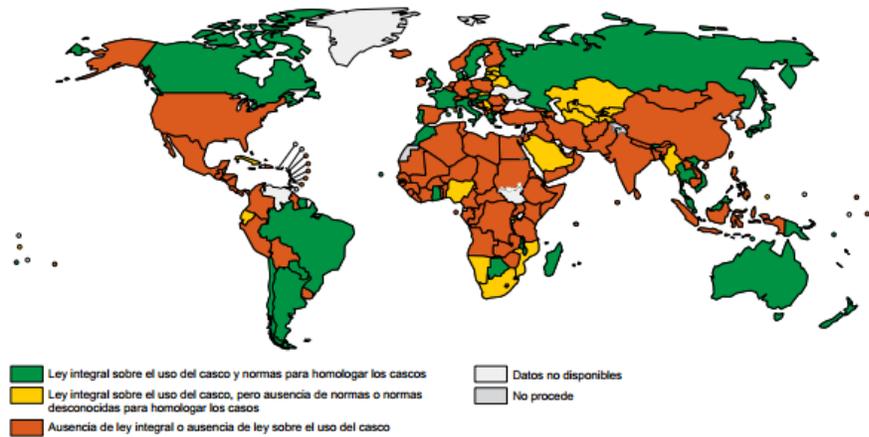


Figura no. 4: Legislación sobre uso integral del casco de seguridad por países en el mundo
Fuente: OMS 2015

- d. **Uso del cinturón de seguridad**^(1, 4): Portar el cinturón de seguridad reduce hasta en un 50% la probabilidad de morir en un AT y hasta en un 45% de sufrir TNF graves para los usuarios de los asientos delanteros; esta cifra aumenta para los usuarios de los asientos traseros. Este es uno de los factores que se ha trabajado de forma homogénea a nivel mundial, siendo 105 países los que ya incluyen normas de uso del cinturón para todos los usuarios de los automóviles. No obstante, el trabajo respecto a esta norma debe seguirse intensificando dado que apenas el 55% de los países que tiene un marco legal integral en el uso del cinturón aduce tener una buena aplicación de la medida.

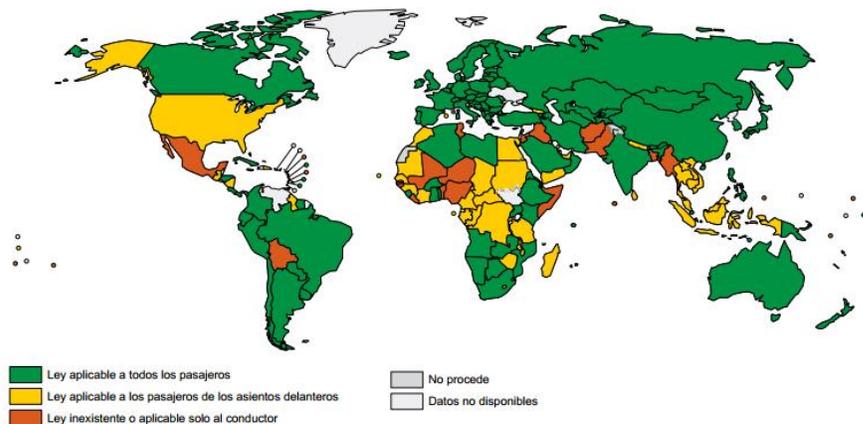


Figura no. 5: Legislación sobre uso del cinturón de seguridad por países en el mundo
Fuente: OMS 2015

- e. **Sistemas de retención infantil**^(1, 4): El uso de los sistemas de retención infantil reduce la probabilidad de AT mortales en un 90% para lactantes y entre el 54% y 80% en niños de edad escolar. Además, los niños viajan más seguros en la parte trasera de un vehículo que en la delantera. Únicamente 53 países cuentan con una ley que contemple la protección e implementación de sistemas de seguridad basados en la edad, altura y peso del menor. Esta dificultad de cumplimiento se vive incluso en países de altos ingresos económicos.

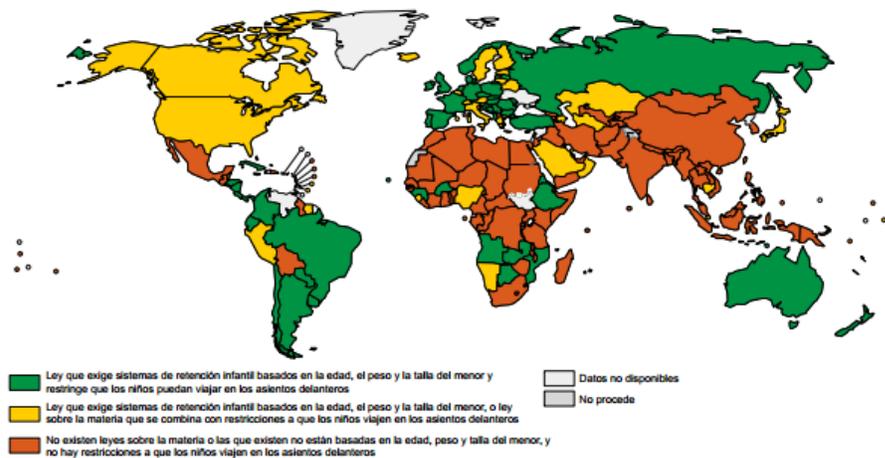


Figura no. 6: Legislación sobre uso de sistemas de seguridad de protección a menores
Fuente: OMS 2015

- f. **Distractores**^(1, 4): Durante la conducción existen diferentes distractores que inhiben al conductor a tener la concentración adecuada para manejar de manera correcta. Existen distractores internos y externos al vehículo; de entre los cuales destaca ingerir alimentos mientras se maneja y el uso de los dispositivos electrónicos.

Aproximadamente el 30% de los conductores han manejado mientras consumían algún alimento o bebida. Entre el 2% y el 11% de los conductores han reconocido haberse distraído por contestar alguna llamada o responder algún texto desde su dispositivo móvil. Esto incrementa el riesgo de sufrir TNF e incluso ser registrado como MAT.



6.5 Contexto de los AT en Nicaragua

En Nicaragua, los AT representan uno de los principales problemas en materia de Salud Pública y seguridad ciudadana siendo la mayor causa de muertes violentas en el país. En los últimos años los MAT han marcado un incremento paulatino constante a pesar de las diferentes medidas que las instituciones encargadas han considerado en materia de legislaciones, campañas de educación, severidad en la aplicación de las leyes, etc.

En el año 2010, la Policía Nacional registró 23,797 AT a una razón de 66 accidentes diarios, donde Managua registró 44 accidentes al día. En cuanto a la mortalidad, las cifras muestran 571 MAT de las cuales, 31.17% sucedieron en Managua. Los AT contra peatones fueron el 5.5% del total y de ellos, el 17.52% tuvo resultado fatídico. Las causas principales de los AT fueron: no guardar la distancia, invasión de carril y giros indebidos⁽²⁷⁾.

En cuanto a los días de ocurrencia de percances viales se comportó de manera homogénea excepto los domingos donde se observó una disminución de los mismos. Respecto al horario, las horas próximas al medio día registran un 51.54% del total de los AT. El departamento de León registró en 2010 la segunda cifra más alta de siniestros viales y la cuarta respecto a la MAT⁽²⁷⁾.

En el año 2016, estas cifras han aumentado considerablemente, registrándose 41,588 AT, teniendo un promedio diario de 116 (1 accidente cada 15 minutos); Managua registró 82 AT al día. En cuanto a la mortalidad, se registró 791 MAT (cifra menor que la presentada por Medicina Legal que fue de 980) de los cuales, 25.91% se presentaron en Managua. Los AT contra los peatones apenas representaron 2.19%, sin embargo, en el 23.89% estos registraron víctimas fatales⁽¹⁴⁾.

Los viernes y sábados fueron los días que más accidentes registraron; sin embargo, el domingo fue el día que menos accidente registró, pero fue donde mayor cantidad de personas fallecieron. La tendencia respecto a las horas es la misma del año 2010, siendo las horas próximas al mediodía donde se registra mayor



ocurrencia de AT. Sin embargo, entre las 05:00 PM y las 08:00 PM se registraron la mayor cantidad de muertos. El inicio de las jornadas laborales fue el momento donde menos muertes se presentaron⁽¹⁴⁾.

El comportamiento entre los años 2010-2016 evidencia un ligero aumento constante que se observa en las cifras de 2016. En algunos departamentos del país se observa una disminución en la frecuencia de los AT, pero un aumento en la posibilidad que el resultado fuera fatal^(14, 27).

El primer semestre del año en curso, la Policía Nacional registró 430 MAT a nivel nacional; Managua con el 25.1% de los casos es el departamento que más MAT presenta. El departamento de León ha tenido 31 AT fatídicos lo que lo ubica en cuarto lugar a nivel nacional; esta cifra es igual a la que se presentó en el primer semestre del año 2016⁽³⁶⁾.

En este contexto, en el departamento de León se han registrado 744 AT ocurridos en el primer semestre de este año, evidenciando un aumento del 83.7% respecto al año anterior. El 68.27% de estos accidentes ocurrieron en el área urbana del municipio de León. En el área rural la presencia de los AT comienza a ser más notable, presentando un incremento del 140% comparando los primeros seis meses de este año con los del año previo.

Las carreteras son el escenario donde más muertes se registran a nivel departamental, esto debido a la presencia de transporte pesado por las vías principales que atraviesan el departamento; los MAT que se registran fuera de la cabecera municipal, se presentan en los municipios por donde pasa la carretera Panamericana, destacando Telica y La Paz Centro con 8 y 6 MAT respectivamente.

En cuanto a las muertes, 41.9% tuvieron como causa principal los giros indebidos; cabe señalar que el 38.7% de los MAT conducían en estado de ebriedad. En su mayoría los muertos eran hombres y el 48% de estos fallecieron en fin de semana. Otras causas registradas en la ocurrencia de los AT son: desatender las señales de tránsito e invasión de carril, las cuales registran un aumento respecto al año 2016.



El aspecto ambiental es un indicador importante en la comprensión de los eventos en materia de Salud Pública. Otros escenarios han logrado vincular las herramientas geográficas para comprender y explicar de una forma más acertada y completa.

6.6 Sistemas de Información Geográfica (SIG)^(21, 22, 28, 44-53)

La información geográfica es un componente fundamental en la comprensión de un gran número de eventos de toda índole; los SIG son la herramienta básica que permiten su manejo y utilización para una comprensión acertada y completa del mismo. La Epidemiología comprende como aspecto fundamental de su estudio la perspectiva del lugar como un escenario donde los individuos se desarrollan y del cual se producen afectaciones en la salud propia de las personas. Las condiciones ambientales, propias de cada lugar, influyen en el comportamiento de los diferentes eventos en salud, incluyendo los AT^(46, 47, 54).

Los países desarrollados han logrado explotar la herramienta SIG en muchas ramas de las ciencias como meteorología, vulcanología, seguridad ambiental, seguridad alimentaria y recientemente la accidentalidad vial; permitiéndoles comprender muchos datos que, con solo la estadística no era posible. El avance de las tecnologías ha permitido este crecimiento, con dispositivos potentes y fiables que colaboran en la toma y análisis de los datos⁽⁴⁶⁾.

Los SIG son un conjunto de elementos organizados que interactúan entre sí con su ambiente para lograr objetivos comunes. Son una representación real del espacio geográfico vinculado a una persona o un evento de estudio. Es la unión que nace entre un elemento hardware que permite la obtención de la información; y software que se convierte en la herramienta de análisis de los datos. Las principales funciones de los SIG son la obtención, manipulación, análisis, modelaciones, representaciones y visualización de los datos espaciales referenciados^(45, 49, 54).

La conceptualización de los SIG puede variar dependiendo del enfoque del cual se observa. Desde las bases de datos se podría explicar como un sistema basado en procesos que se usan para almacenar y manipular datos geográficos



referenciados. También podría entenderse como un modelo de una parte de la realidad referida a un sistema de coordenadas terrestre construido para satisfacer necesidades concretas de información⁽⁴⁹⁾.

Los SIG pueden utilizarse en cualquier aplicación cuyo objetivo esencial sea gestionar información geográfica referenciada a elementos que tengan ocurrencia sobre la faz de la tierra. Son una herramienta especializada básica para manipular con eficacia^(45, 46).

En materia de salud son diversas las aplicaciones donde los SIG han colaborado a dirigir los esfuerzos de las instituciones hacia los espacios más necesitados, logrando así una dirección eficaz de los recursos de los gobiernos e instancias; esto es más útil en países en vías de desarrollo como Nicaragua. La limitante se encuentra en el acceso a tecnologías de primer mundo que permitan hacer análisis profundos que faciliten un mayor desarrollo y una comprensión integral de los eventos en salud, sobretodo, en aquellos donde las condiciones ambientales inciden con más firmeza⁽⁴⁸⁾.

Los AT son un evento de primer orden en materia de Salud Pública que pueden ser complementados desde los SIG; los análisis estadísticos son más entendibles cuando los mapas y las técnicas de referenciación están presentes en una investigación. En países emergentes como India se ha logrado demostrar como los factores ambientales influyen en la distribución geográfica de los AT. En Argentina y Brasil, se ha logrado evidenciar como las condiciones del entorno a los AT influyen en la ocurrencia de los mismos. El tipo de vía y las condiciones estructurales predisponen la posibilidad que se presenten los siniestros viales. Esto demostró los escenarios críticos del país para que sucediera un AT^(21, 22, 50, 55).

En Nicaragua, los SIG han colaborado a entender patologías como Tuberculosis donde se demostró que la mayoría de los casos estaban en los sectores urbanos, con gran proximidad a los puestos de salud, siendo punto de partida para la generación de acciones concretas para mitigar y prevenir la trasmisión. Los costos económicos, análisis de la pobreza y acceso a los servicios básicos de salud han



sido visualizados con herramientas SIG permitiendo observar los lugares más vulnerables, con mayores índices de pobreza y lejanía a los diferentes servicios de salud⁽⁵¹⁻⁵³⁾.

Otros temas donde se ha logrado implementar SIG en salud son: violencia de género, mortalidad materna e infantil, estudios de diarrea, seguridad alimentaria, seguridad ciudadana, suicidios, enfermedades crónicas y respiratorias, gestión de riesgo, etc. Sin embargo, el limitado acceso a recursos tecnológicos y los escasos recursos humanos especializados en el uso e implementación de SIG no permiten explotar con mayor énfasis esta herramienta.

Los AT son tema naciente en SIG, encontrándose escasa evidencia académica donde a través de mapas de puntos, se ha mostrado los lugares de ocurrencia del evento, sin poder efectuar análisis a mayor profundidad⁽⁴⁴⁾.

6.7 Software espacial

Los software espaciales constituye uno de los elementos fundamentales en la obtención de análisis completos donde los datos se relacionan con un punto en el espacio y determina una acción en concreto. Diversas compañías y empresas han desarrollado sistemas como ESRI, Luciad, MapInfo, EpilInfo, GoogleEarth, Autodesk, y recientemente los sistemas de código abierto como los OpenStreetMap que facilitan la visualización de datos y su relación con eventos en salud^(54, 56-60).

Los SIG distinguen al menos tres tipos de enfoques informáticos de acuerdo a la finalidad con la que fueron diseñados:

- a. SIG de escritorio: permiten crear, administrar, analizar y visualizar datos geográficos vinculados a bases de datos de diversos temas.
- b. Servicios cartográficos: distribuyen mapas online con datos geográficos básicos, que permiten ser usados como capas bases.
- c. SIG móviles: obtiene los datos geográficos en el terreno para su posterior procesamiento, implementando almacenamiento local y/u online a través de



dispositivos GPS o tecnología Smartphone utilizando los sensores GPS integrados.

6.8 Metodologías para estimar riesgo en análisis espaciales

Las Investigaciones epidemiológicas deben incluir una evaluación de la variación espacial, dado que permitirá obtener posibles explicaciones causales del evento. La finalidad es representar el comportamiento espacial de la enfermedad/evento de salud. Los métodos dependen en gran medida, de la forma en como han sido obtenidos los datos^(45, 49, 54).

Si los datos representan unidades específicas en el espacio, la metodología de suavidad del núcleo (Densidad de Kernel) permite evaluar el patrón de agrupación entre los puntos. En cambio, al analizar la incidencia de las enfermedades, los métodos bayesianos se perfilan como la técnica adecuada, permitiendo observar la incertidumbre de la medición y la dependencia espacial entre próximos. Las técnicas de interpolación corresponden a datos que representan muestras de lugares para explicar el comportamiento de los vectores de las enfermedades y su desplazamiento^(61, 62).

En Nicaragua se han implementado técnicas de georreferenciación de los AT para generar mapas de puntos, sin permitir un análisis a profundidad. La autocorrelación espacial es una estrategia de análisis que ha sido desplazada por los análisis de densidad para explicar los AT, sin embargo, está documentado como una herramienta de exploración previa a cualquier análisis espacial⁽⁵⁴⁾.

6.9 Densidad de Kernel (*Kernel Density*)

La herramienta “Densidad de Kernel” calcula la densidad de las entidades entre la vecindad de las mismas. Estas pueden ser calculadas entre puntos y entre líneas. Este análisis es mayormente usado para encontrar densidad de casas, informes de



asesinatos y crímenes, carreteras, servicios públicos que influyen en una ciudad o sector^(54, 57).

Densidad de Kernel es una prueba estadística no paramétrica siguiendo un modelo conocido (normal, binomial, exponencial, etc.), tiene una gran flexibilidad y trabaja construyendo una función de densidad alrededor de los valores observados. Esta constituye una sofisticada forma de calcular la intensidad^(57, 63).

La densidad de Kernel genera una superficie curvada sobre cada punto en el espacio, usando cálculos de vecindad local definida por los bloques de celdas o píxeles y una función simétrica radial, de manera que el valor de densidad mayor se da sobre el punto y tiende a disminuir en la medida que se aleja del punto hasta el radio máximo del mismo donde el valor llega a su mínimo permitido^(61, 62).

7. Diseño metodológico

7.1 Tipo de estudio

Corte transversal y espacial. Permite especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno. Analiza el comportamiento del evento investigado en una población al momento de la medición⁽⁶⁴⁾. Con ello se describe el fenómeno de los AT en el período enero - junio 2017, permitiendo determinar indicadores epidemiológicos necesarios para una mejor comprensión de los AT (con daños materiales y daños humanos) y el lugar donde ocurren los mismos.

7.2 Área y período de estudio

El departamento de León tiene una superficie de 5,138.03 km². Está constituido por 10 municipios, siendo León su cabecera departamental. Limita al Norte con Estelí, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con Managua y al Oeste con Chinandega, situándose como la tercera economía a nivel nacional. Según el Ministerio de Salud (MINSa) al año 2017 se registran 415,011 habitantes (6% del total de la República), con una densidad poblacional de 252 habitantes por km²; el 50% viven en la cabecera departamental⁽⁶⁵⁻⁶⁷⁾.

Geográficamente León, cabecera departamental, se encuentra a 12° 26' Latitud Norte, 86° 53' Longitud Oeste a 109.21 metros sobre el nivel del mar ^(65, 68). La ciudad de León está dividida en tres territorios de salud: Sutiaba, Mántica Berio y Perla María Norori. También está organizada en cinco distritos Policiales: Gobernación, La Terminal, Guadalupe, Sutiaba y Los Poetas; abarcando todos los barrios y repartos de la ciudad. (Ver mapa 4. Anexo)

El alcance de este estudio fueron todos los AT ocurridos el área urbana del municipio de León, teniendo como límites urbanos: por la carretera a Chinandega hasta la Cervecería Victoria, por la carretera a Managua hasta los Juzgados y por la carretera Poneloya hasta el Residencial Santa María. También incluyó todos los repartos urbanos de la ciudad. El período de estudio estuvo comprendido entre los meses Enero – Septiembre del presente año.

7.3 Población de estudio

Todos los AT ocurridos en el área y período de estudio con todas las personas que se encontraron documentadas en expediente de causa policial o administrativa en la Delegación Departamental de Policía. Por la relevancia del tema, esta investigación incluyó todos los AT reportados.

7.4 Fuente de datos

La fuente de datos fue mixta: **primaria**, dado que se colectaron datos en el terreno, recolectados a través de la técnica de observación no participante, datos relacionados al entorno geográfico y la infraestructura existente en las proximidades a los lugares donde ocurrieron los AT.

Secundaria, se obtuvieron datos de la hoja oficial de reporte de AT que guarda la Policía Nacional en los expedientes de cada uno de los AT. Ambas fuentes se unificaron en un instrumento validado de recolección de datos que fue piloteado. También se midió su validez interna y externa.

7.4.1 Criterios de Inclusión

- AT registrado por la Policía Nacional, delegación León.
- Personas involucradas en AT en período señalado.
- AT ocurrido en el área urbana del municipio de León en el período Enero – Junio 2017

7.4.2 Criterios de Exclusión

- AT con registros incompletos en la Policía Nacional, delegación León.
- AT que no lograron ser ubicados geográficamente.

7.5 Instrumentos de recolección de información

Se diseñó un instrumento de recolección de datos estructurado en secciones que permitió tomar datos de la hoja oficial de registro de AT y otros recolectados en

el terreno a través de la observación no participante. Se organizó en 4 secciones que incluyó datos generales del accidente, datos sociodemográficos, factores asociados a la conducción, datos del vehículo y datos ambientales que incluyen la georreferenciación y condiciones del entorno.

El instrumento tuvo como base la medición realizada por Hernández-Vásquez et., al.,⁽²²⁾ en su estudio en Argentina y la hoja oficial de registro de la ocurrencia de un AT por parte de la Policía Nacional de Nicaragua. Se adaptó por el investigador al contexto nacional y se validó a través de un pilotaje garantizando coherencia, eficacia y validez, tanto interna como externa.

Se utilizó la plataforma de desarrollo Epicollect5 del Instituto Imperial de Londres⁽⁶⁹⁾ para diseñar un instrumento electrónico de recolección de datos con todo el control de calidad necesario que garantizó la fiabilidad de los datos. Posteriormente, a través de la aplicación para móviles de Epicollect5 se instaló en dispositivos electrónicos con tecnología Android o iOS, garantizando calidad y coherencia de los datos y protección al medio ambiente.

Se revisó y organizó cada una de las hojas de registro de AT extendidas por la Policía Nacional, la cuales fueron punto de partida para definir un listado con información necesaria como dirección del incidente, personas involucradas, resultado del accidente, etc.

7.6 Proceso de recolección de la información

Se realizó un entrenamiento previo sobre el manejo y llenado adecuado del instrumento de recolección de información con dispositivos móviles y del uso del sensor GPS de los móviles para georreferenciar los AT.

7.6.1 Rutas de recolección de la información

Como estrategia para garantizar la recolección eficaz y eficiente de la información, se organizaron los registros de acuerdo a los distritos policiales de la

ciudad, estableciendo previamente un contacto con los jefes de cada distrito al momento de cada visita, quedando distribuido de la siguiente manera:

- Distrito I: Gobernación
- Distrito II: La Terminal
- Distrito III: Guadalupe
- Distrito IV: Sutiaba
- Distrito V: Los Poetas

7.6.2 Utilización de sistema de información geográfica y mapeo de los eventos

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), facilitaron la planificación de las actividades y permitieron analizar los resultados de forma visual. Con ello, se generaron mapas considerando los lugares de ocurrencia del evento y la ubicación de los actores sociales involucrados en la prevención y atención de los AT en el período de estudio.

La plataforma Epicollect5 incluye la opción de georreferenciación utilizando el sensor GPS de los dispositivos móviles sin uso de internet en el terreno. Esto permitió obtener el punto geográfico que correspondía a cada evento vial al momento que se visitó la dirección registrada en el expediente policial. Este punto se guardó siguiendo el formato universal de coordenadas geográficas.

7.6.3 Plan de análisis de la información

Una vez obtenida la información, se importaron los datos de los dispositivos móviles a la plataforma de origen, que a su vez permitió obtener la base de datos. Posteriormente, los datos se exportaron, se depuraron y codificaron en el Paquete Estadístico de las Ciencias Sociales⁽⁷⁰⁾ (SPSS) versión 21. Los análisis se hicieron en el software estadístico STATA⁽⁷¹⁾ versión 12.

Se realizó análisis univariado de frecuencias y medidas de tendencia central para las variables sociodemográfica. Se realizó el cálculo de letalidad de los AT. Los análisis bivariado se realizaron con las variables asociadas al resultado de los AT (con daños materiales o humanos) y al lugar donde ocurrió el AT.

La primera variable dependiente se construyó a partir de la presencia de daños humanos (lesiones o muertes) en los AT respecto a aquellos que solo presentaron daños materiales.

Para determinar los factores ambientales asociados a la predisposición de un espacio geográfico de cara a la ocurrencia de un accidente de tránsito, se construyó un modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG). Este permitió corregir la debilidad de la varianza no constante y la auto correlación en las perturbaciones. La segunda variable dependiente fue el resultado de la sumatoria de AT considerando la unidad mínima espacial de ocurrencia de cada siniestro vial distribuido en la ciudad de León. Las variables exógenas consideradas fueron el tipo y estado de la vía, alumbrado público, ciclovía, negocios informales sobre la acera o calzada, vehículos estacionados, árboles en la calzada, señales de tránsito, reductores de velocidad. Se consideró significancia estadística cuando el valor de P resultante en el MCG fue menor a 0.05 ($p < 0.05$).

Para efectuar el análisis espacial se utilizó el software ArcGIS⁽⁵⁶⁾ versión 10.2 desarrollado por el Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de California, Estados Unidos. Con ello se realizó análisis de puntos críticos tomando en cuenta el lugar de ocurrencia de cada AT.

Todas las coordenadas geográficas de cada AT fueron convertidas por un software diseñado por el Centro de Investigación en Demografía y Salud (GeoConverter 1.0) a coordenada UTM. Se guardaron en una hoja de Excel y fueron exportados al software ArcGIS, de donde se creó una capa *shapefile* (.shp) que incluyó todos los puntos.

Se utilizó la técnica *Kernel Density* (densidad Kernel gaussiana por km²) con un ancho de banda predeterminado, obteniendo la relación que surge de la distancia entre cada uno de los AT, presentando mayor densidad aquellos lugares donde los puntos se encuentren más cercanos entre ellos dentro de un área determinada. Esta relación se manifestó bajo tres niveles de intensidad de color rojo, siendo el más intenso para las mayores intensidades y el menos intenso para las bajas densidades.

7.7 Operalización de las variables

Variable	Definición	Tipo	Cualidad
Lugar de la ocurrencia	Lugar geográfico dentro de la ciudad de León donde ocurrió el AT.	Cualitativo nominal	Dirección
Distrito de ocurrencia	Lugar geográfico donde ocurrió el AT respecto a la organización policial en el municipio de León	Cualitativo nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gobernación 2. La Terminal 3. Guadalupe 4. Sutiaba 5. Los Poetas
Fecha de ocurrencia	Dato de la fecha en que ocurrió el AT.	Cuantitativo discreto	Número del día del mes.
Día de la ocurrencia	Dato del día de la semana en que ocurrió el AT.	Cualitativo nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lunes 2. Martes 3. Miércoles 4. Jueves 5. Viernes 6. Sábado 7. Domingo
Hora de la ocurrencia	Dato de la hora exacta de la ocurrencia del AT. (HH:MM)	Cuantitativo continuo	Hora del día
Causa principal del accidente	Detonante principal de la ocurrencia del AT.	Cualitativo nominal	
Tipo de Accidente	Categorización del AT	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colisión 2. Atropello 3. Vuelco 4. Contra objeto fijo 5. Caída de personas 6. Caída de objetos

Sexo	Cualidad genética que determina el sexo de cada uno de los implicados en el AT.	Cualitativo nominal	1. Hombre 2. Mujer
Edad	Número de años cumplidos de los implicados.	Cuantitativo discreto	Número de años
Nacionalidad	Lugar de nacimiento de los implicados.	Cualitativo nominal	1. Nicaragüense 2. Extranjero
Estado Civil	Estatus civil de la persona en el momento del AT.	Cualitativo nominal	1. Soltero 2. Unión de hecho estable 3. Casado 4. NA 5. ND
Estado de la persona luego del accidente	Consecuencia física o mortal sufrida por la ocurrencia del AT.	Cualitativa ordinal	1. Ileso 2. Lesionado 3. Muerto
Rol en el accidente	Lugar que ocupa en el vehículo o la vía pública la persona.	Cualitativa nominal	1. Conductor 2. Pasajero 3. Peatón
Uso de protección vial	Implementación de medidas de seguridad como casco o cinturón al momento del AT.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Estado de ebriedad	Conductor catalogado como alcohólico según la Policía Nacional al momento del AT.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Exceso de velocidad	Conducción mayor a lo normado en la Ley de tránsito de acuerdo al lugar donde ocurrió el AT.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Conducción temeraria	Conducción evaluada como peligrosa por la Policía Nacional al momento del AT.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Protección pasajero	Uso de medidas de seguridad como casco o cinturón para el/los acompañantes de los automotores.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Tipo de medio	Tipo de vehículo que sufre el AT	Cualitativa nominal	1. Bicicleta 2. Triciclo 3. Motocicleta

			<ol style="list-style-type: none"> 4. Tractores / Maquinaria Agrícola 5. Automóvil 6. Taxis / camioneta 7. Microbús 8. Bus 9. Camión 10. Cabezal 11. Maquinaria pesada
Circulación vehicular vigente	Estado del documento oficial de circulación del vehículo.	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 3. NA 4. ND
Seguro de póliza vigente	Estado de la póliza de seguro actual del vehículo.	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 3. NA 4. ND
Lugar del evento	Tipo de vía pública en la que ocurre el AT.	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calle principal 2. Avenida principal 3. Calle Secundaria 4. Avenida Secundaria 5. En la carretera
Tipo de trayecto	Disposición de la calzada donde ocurre el AT.	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recta 2. Curva 3. Pendiente 4. Otra
Tipo de vía	Material con el que se construyó la vía pública.	Cualitativa ordinal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asfalto 2. Adoquín 3. Concreto 4. Macadán 5. Tierra
Estado vial estructural	Condiciones de la vía pública respecto al estado de su material de construcción.	Cualitativa ordinal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buena 2. Defectuosa 3. En reparación 4. Cerrada
Alumbrado público	Presencia de luminarias en buen estado sobre la vía.	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No
Ciclovía	Presencia del área para la movilización de bicicletas en la vía pública.	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No
Negocios	Presencia de negocios informales sobre la acera o la vía pública.	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No

Vehículos estacionados	Presencia de vehículos estacionados sobre la vía pública.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Árboles	Presencia de árboles alrededor de la vía pública.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Semáforo	Presencia de semáforo próximo al lugar de la ocurrencia del AT.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Señales viales	Presencia de señalización vial óptima en la vía pública.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Reductores de velocidad	Presencia de reductores de velocidad en la proximidad del lugar donde ocurrió el AT.	Cualitativa nominal	1. Si 2. No
Coordenada Geográfica	Valor de la latitud y longitud del AT.	Cuantitativo continuo	Longitud, Latitud

7.8 Supervisión y control de calidad

El control de calidad de la información recolectada por los encuestadores se hizo a través de la revisión de las encuestas en el terreno evitando dejar variables vacías, siempre bajo la supervisión permanente del Investigador. El uso de instrumentos electrónicos para dispositivos móviles permitió garantizar la fiabilidad de los datos a través de validaciones previas establecidas en el diseño del instrumento. Cuando se detectó una inconsistencia en una de las encuestas, el investigador solicitó la revisión del registro completo, volviendo al terreno si lo ameritaba.

7.9 Consideraciones éticas

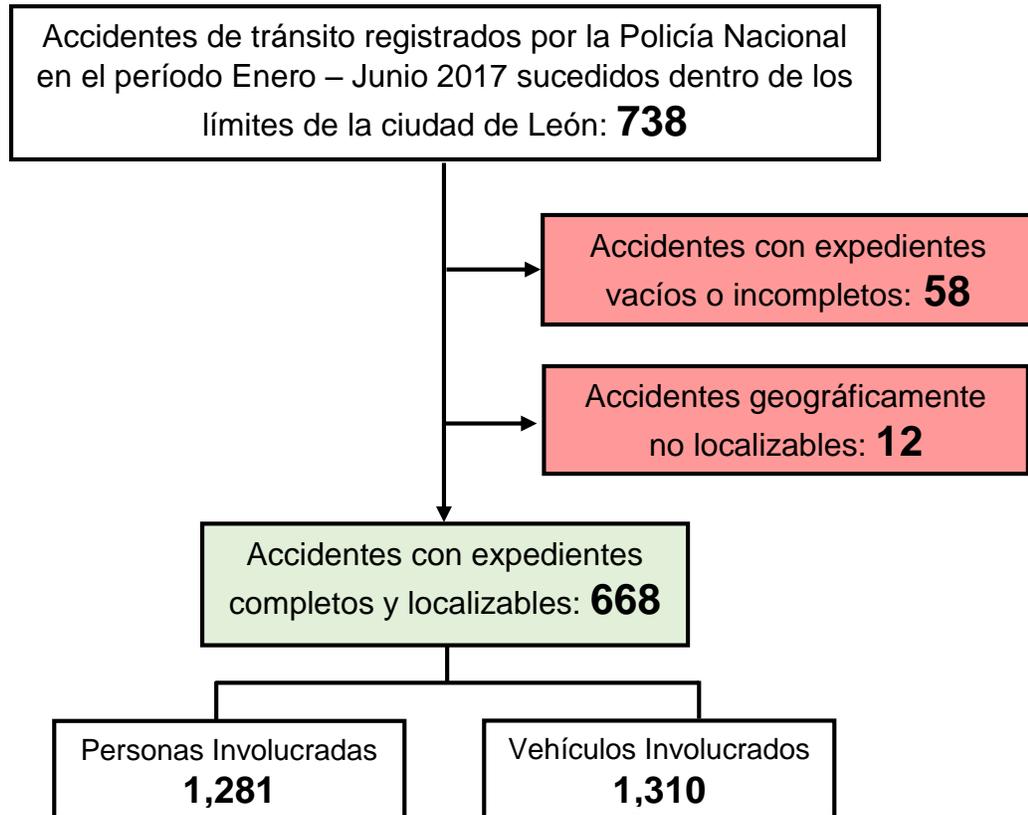
El Protocolo fue sometido al Comité de Ética de la UNAN – León. Se solicitó la aprobación del jefe departamental de la Policía Nacional. El Instrumento fue piloteado y validado en una población ajena de la que fue objeto de estudio.

Se respetaron las normas establecidas en la Declaración de Helsinki y los principios éticos para las investigaciones en seres humanos. Se mantuvo la privacidad y confidencialidad de los participantes garantizando el manejo adecuado de la información utilizando códigos para evitar la posibilidad de vincular alguna persona en concreto. Únicamente el Investigador guardará la base de datos que fue utilizada para fines investigativos. El reemplazo de las fichas de recolección en papel por el uso de los dispositivos móviles permitió reducir el impacto ambiental al tener instrumentos y bases de datos virtuales, con los más altos protocolos de seguridad que la plataforma brinda^(72, 73).

Los resultados serán presentados a las autoridades correspondientes para las finalidades que estimen convenientes.

8. Resultados

Luego de una revisión completa de los AT ocurridos en lugar y período de estudio, destacan los siguientes datos:



La cantidad de vehículos es mayor que las personas involucradas por dos razones: los AT que registran personas que se dan a la fuga, quedando cotejado en los expedientes únicamente la persona que reporta el AT y el tipo de vehículo que se fugó. La segunda causa, aunque en menor escala, fueron los choques de vehículos donde uno de ellos se encontraba estacionado, en estos casos únicamente se documenta al vehículo afectado pero no a su dueño, dado que al momento del evento, no se encontraba dentro del automotor.

8.1 Características sociodemográficas

Se obtuvo de parte de la Policía Nacional el acceso a los expedientes y a un lugar adecuado para la revisión e ingreso de los registros. También, se visitó cada uno de los 668 lugares donde ocurrieron accidentes de tránsito. Se encontraron 1,281 personas afectadas por los AT, de las cuales: 1,196 (93.36%) resultaron ilesas, 81 (6.3%) con lesiones y 4 (0.31%) personas fallecidas, distribuyéndose de la siguiente forma:

Tabla 1: Características sociodemográficas de la población de estudio de acuerdo a la condición de salud resultante de las personas en el accidente. (N=1,281)

Variable	Estado			Total (%)
	Ileso (1,196) n (%)	Lesionado (81) n (%)	Muerto (4) n (%)	
Sexo				
Hombre	1,076 (89.96)	65 (80.24)	4 (100.00)	1145 (89.38)
Mujer	120 (10.04)	16 (19.76)	-	136 (10.62)
Edad (años)				
0-18	8 (0.66)	10 (12.34)	1 (25.00)	19 (1.48)
19-24	177 (14.79)	17 (20.98)	1 (25.00)	195 (15.22)
25-40	574 (47.99)	43 (53.08)	1 (25.00)	618 (48.24)
41-64	398 (33.27)	10 (12.34)	-	408 (31.85)
>64	39 (3.26)	1 (1.23)	1 (25.00)	41 (3.20)
Nacionalidad				
Nicaragüense	1,179 (98.90)	81 (100.00)	3 (75.00)	1,263 (98.59)
Extranjero	17 (1.10)	-	1 (25.00)	18 (1.40)
Rol en el Accidente				
Conductor	1,192 (99.66)	59 (71.60)	2 (50.00)	1,253 (97.81)
Pasajero	3 (0.02)	14 (17.28)	1 (25.00)	18 (1.40)
Peatón	1 (0.01)	8 (9.87)	1 (25.00)	10 (0.78)

Fuente: Encuesta

El perfil sociodemográfico de las personas involucradas en AT (Tabla no. 1), muestra que 9 de cada 10 personas ilesas eran hombres, el comportamiento fue similar en las personas lesionadas. En relación a la edad, aproximadamente 50% de los ilesos y lesionados tenían entre 25 y 40 años. En cuanto a la nacionalidad, 17 personas ilesas resultaron extranjeras; ningún extranjero se reporta como lesionado. Considerando el rol de las personas en el AT, la mayoría de los ilesos eran conductores.

El perfil de los MAT se describe como hombres, uno de ellos adolescente, dos jóvenes y una persona de 65 años que era extranjera. Tres de ellos eran conducían motocicleta y uno fue peatón. Dos de los muertos ocurrieron en el barrio San Juan y dos en el By Pass, todos ellos pertenecientes al Territorio de Salud Mántica Berio.

8.2 Distribución de los AT

En cuanto al resultado de los AT, el 10.03% tuvo como resultado alguna persona lesionada o fallecida. La tabla no. 2 muestra la distribución de los AT de acuerdo al daño resultante en las personas implicadas:

Tabla 2: Distribución de los Accidentes de Tránsito según su resultado. (N= 668)

Variable	Resultado		Total (%)
	Daños Materiales (601) n (%)	Daños Humanos (67) n (%)	
Territorio de Salud			
Mántica Berio	287 (47.75)	27 (40.29)	314 (47.01)
Perla María Norori	265 (44.09)	29 (43.28)	294 (44.01)
Sutiaba	49 (8.15)	11 (16.41)	60 (8.98)
Distrito Policial			
Gobernación	192 (31.94)	9 (13.43)	195 (29.19)
La Terminal	228 (37.93)	23 (34.32)	251 (37.57)
Guadalupe	105 (17.47)	16 (23.88)	117 (17.51)
Sutiaba	49 (8.15)	11 (16.41)	60 (8.98)
Los Poetas	27 (4.49)	8 (11.94)	35 (5.23)
Día de ocurrencia			
Lunes	89 (14.80)	7 (10.44)	96 (14.37)
Martes	73 (12.14)	11 (16.41)	84 (12.57)
Miércoles	78 (12.97)	5 (7.46)	83 (12.42)
Jueves	99 (16.47)	10 (14.92)	109 (16.31)
Viernes	89 (14.80)	10 (14.92)	99 (14.82)
Sábado	108 (17.97)	13 (19.40)	121 (18.11)
Domingo	65 (10.81)	11 (16.41)	76 (11.37)
Momento de ocurrencia			
Mañana	232 (38.62)	22 (32.83)	255 (38.06)
Tarde	258 (42.92)	22 (32.83)	280 (41.91)
Noche	111 (18.46)	23 (34.34)	134 (20.03)

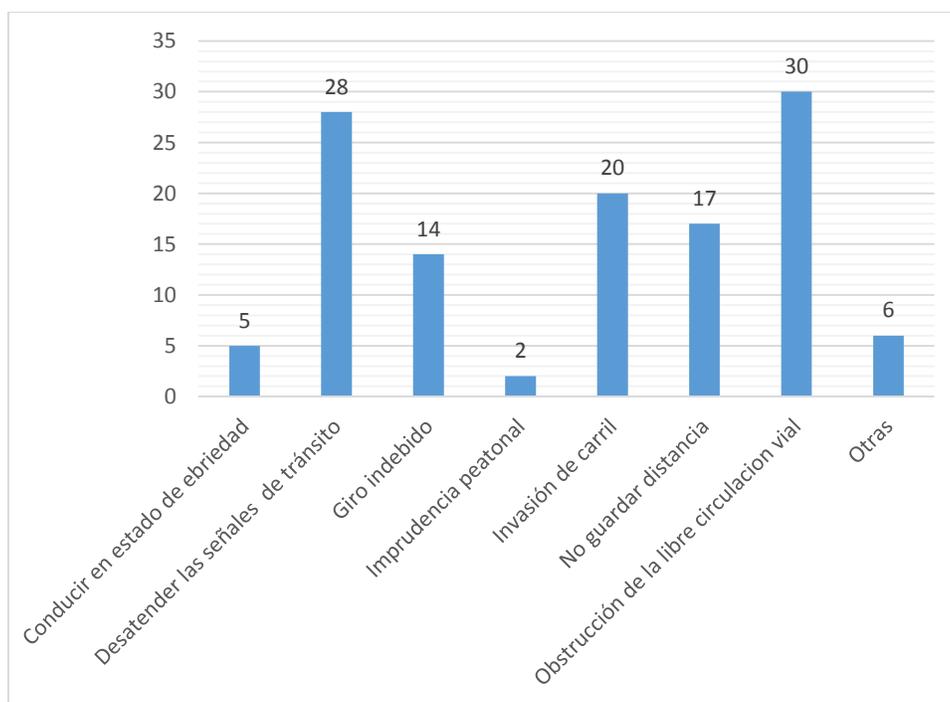
Fuente: Encuesta

Destaca que 47.75% de los AT que reportaron daños materiales se presentaron en el Territorio de Salud Mántica Berio, en tanto que la mayor cantidad de daños humanos se presentaron en el territorio Perla María Norori. Por distritos policiales, La Terminal presenta los mayores porcentajes tanto en daños materiales como

humanos (37.93% y 34.32% respectivamente); el distrito Gobernación a pesar de presentar el 31.94% de los AT con daños materiales, mantiene disminuida la peligrosidad siendo el penúltimo lugar en cuanto a los AT con daños humanos. Los fines de semana registran la mayor cantidad de AT con daños materiales y humanos.

Las causas principales de los AT con daños humanos son: la obstrucción de la libre circulación vehicular, desatender las señales de tránsito y la invasión de carril, las cuales en conjunto representan el 63.93% de las causas de los AT. Otras causas relevantes son los giros indebidos y no guardar la distancia. El conducir bajo los efectos del alcohol y la imprudencia peatonal se reporta en menos de 1% respectivamente (ver Gráfico 1).

**Gráfico 1: Causas principales de los AT con daños humanos.
(N=122)**

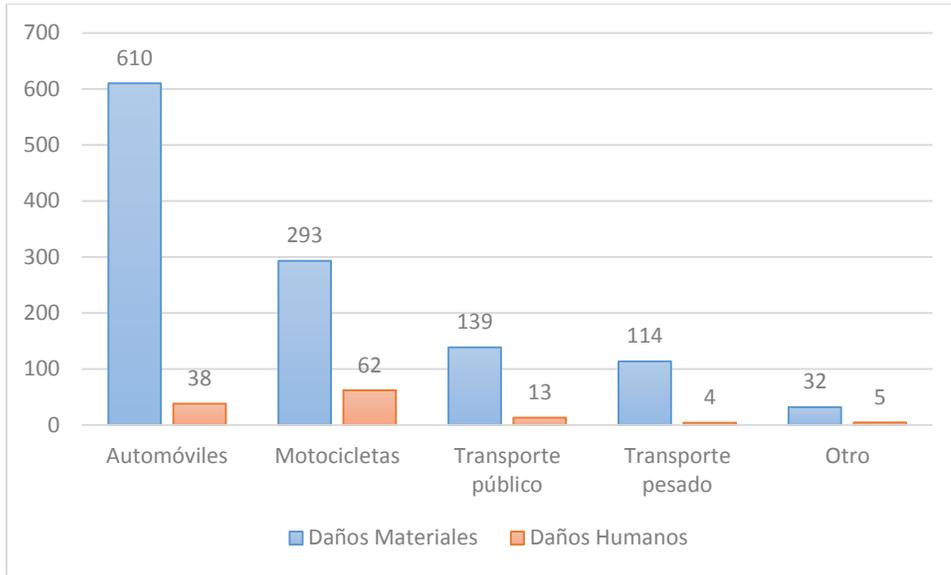


Fuente: Encuesta

Entre los vehículos involucrados en los AT con daños materiales destacan los automóviles y las motocicletas; en un menor número los camiones, taxis,

microbuses y camionetas ruteras. No obstante, los daños humanos se presentan más en personas que manejaban motocicletas (ver Gráfico no. 2).

Gráfico 2: Tipo de vehículo involucrados en AT de acuerdo al resultado de las personas implicadas. (N=1,310)



Fuente: Encuesta

8.3 Mortalidad y lesiones

Las tasas de mortalidad y lesiones para el período enero – junio 2017, se calcularon de la siguiente manera:

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{Total de muertos por AT}}{\text{Total de habitantes en León}} * 100,000$$

$$\text{Mortalidad} = \frac{4}{207,533} * 100,000 = 1.92 \approx 2$$

$$\text{Lesiones} = \frac{\text{Total de lesionados por AT}}{\text{Total de habitantes en León}} * 10,000$$

$$\text{Lesiones} = \frac{81}{207.533} * 10,000 = 3.90 \approx 4$$

En la ciudad de León, la tasa de mortalidad por AT es de 2 por cada 100,000 habitantes. La tasa de morbilidad es de 4 por cada 10,000 habitantes. Estos indicadores se establecieron de acuerdo a los registros de la Policía Nacional, delegación León.

8.4 Factores asociados a los AT

Los factores asociados a la condición de salud resultante de las personas involucradas en AT fue el siguiente:

Tabla 3: Frecuencia de los determinantes asociados a la ocurrencia de AT considerando la condición de salud resultante de las personas involucradas. (N=1,281)

Variable	Resultado		Total (%)
	Ilesos n (%)	Lesionados/Muertos n (%)	
Casco/Cinturón conductor*			
Si	786 (65.93)	42 (68.85)	828 (66.08)
No	10 (0.83)	4 (6.56)	14 (1.11)
ND	396 (33.24)	15 (24.59)	411 (32.81)
Estado de ebriedad*			
Si	31 (2.60)	3 (4.92)	34 (2.71)
No	1,122 (94.12)	58 (95.08)	1,180 (94.17)
ND	39 (3.27)	-	39 (3.12)
Exceso de velocidad*			
Si	2 (0.17)	-	2 (0.16)
No	1,156 (96.97)	59 (96.72)	1,215 (96.97)
ND	34 (2.85)	2 (3.27)	36 (2.87)
Manejo temerario*			
Si	2 (0.18)	1 (1.65)	3 (0.25)
No	1,150 (96.47)	58 (95.08)	1,208 (96.40)
ND	40 (3.35)	2 (3.27)	42 (3.35)
Casco/Cinturón pasajero**			
Si	-	6 (40.00)	6 (33.33)
No	-	6 (40.00)	6 (33.33)
ND	3 (100.00)	3 (20.00)	6 (33.33)
Acción del peatón***			
Caminando en la marginal	-	5 (55.56)	5 (50.00)
Esperando	1 (100.00)	-	1 (10.00)
Cruzando	-	4 (44.44)	4 (40.00)

*n=1,253; **n=18; ***n=10.

ND = No disponible

Fuente: Encuesta

En relación a los factores de riesgo vinculados a la ocurrencia de AT presentados en la personas ilesas, el 65.93% usaban medidas de seguridad

(casco/cinturón). En tanto, el estado de ebriedad se presentó en 2.60% y 9 de cada 10 personas no reportaron conducir a exceso de velocidad, la conducción temeraria se presenta en menos de 1%. Vinculado a los pasajeros, no se encontraron datos registrados del uso de medidas de seguridad.

Sin embargo, de las personas que resultaron con daños humanos (lesionados y muertos), el 68.85% manejaban con las medidas de seguridad. El estado de ebriedad y la conducción temeraria no se presentaron en la mayoría de los registros de accidentes; el exceso de velocidad no se documentó en los expedientes de tránsito de las personas lesionadas o muertas. El 40% de los pasajeros no usaban medidas de seguridad y 4 de cada 10 peatones lesionados, cruzaban la calle al momento de ser accidentados.

El uso de las medidas de seguridad de parte de los conductores, no se logró encontrar en el 32.81% de los expedientes de los AT. En un porcentaje menor pero considerable, no se registró adecuadamente el comportamiento de las demás variables asociadas en los expedientes de la Policía Nacional. El desbalance que se presentó en la distribución de los datos y la cantidad de datos faltantes, no permitió establecer asociación estadística entre los eventos. Además, la cantidad de daños humanos es mínima, lo que no permite establecer conclusiones precisas.

La distribución de los factores ambientales asociados al resultado del AT se comportó de la siguiente manera:

Tabla 4: Distribución de los factores ambientales asociados a la posibilidad de ocurrencia de AT considerando los daños ocasionados. (N=668)

Variable	Resultado		Total (%)
	Daños Materiales (601) n (%)	Daños Humanos (67) n (%)	
Lugar de ocurrencia			
Calle principal	74 (12.31)	5 (7.49)	79 (11.82)
Avenida principal	85 (14.14)	14 (20.89)	99 (14.82)
Calle secundaria	200 (33.27)	18 (26.86)	218 (32.50)
Avenida secundaria	205 (34.10)	19 (28.35)	224 (33.53)
En la carretera	37 (6.18)	11 (16.41)	48 (7.33)

Accidentes de Tránsito 2017 / Resultados
Maestría en Ciencias con Mención en Epidemiología

Tipo de trayecto			
Recta	515 (85.69)	53 (79.11)	568 (85.04)
Curva	29 (4.83)	7 (10.44)	36 (5.38)
Pendiente	57 (9.48)	7 (10.44)	64 (9.58)
Tipo de vía			
Asfalto	432 (71.88)	50 (74.63)	482 (72.16)
Adoquín	153 (25.45)	15 (22.39)	168 (25.16)
Concreto	3 (0.51)	1 (1.49)	4 (0.59)
Tierra	13 (2.16)	1 (1.49)	14 (2.09)
Estado de la calzada			
Buena	427 (71.04)	52 (77.61)	479 (71.72)
Defectuosa	170 (28.28)	15 (22.39)	185 (27.69)
En reparación	4 (0.68)	-	4 (0.59)
Negocios informales			
Si	210 (34.95)	16 (23.89)	226 (33.83)
No	391 (65.05)	51 (76.11)	442 (66.17)
Ciclovia			
Si	71 (11.82)	12 (17.92)	83 (12.43)
No	530 (88.18)	55 (82.08)	585 (87.57)
Árboles			
Si	233 (38.77)	29 (43.29)	262 (39.23)
No	368 (61.23)	38 (56.71)	406 (60.77)
Semáforos			
Si	37 (6.16)	3 (4.48)	40 (5.99)
No	564 (93.84)	64 (95.52)	628 (94.01)
Señales viales			
Si	279 (46.43)	35 (52.23)	314 (47.01)
No	322 (53.57)	32 (47.77)	354 (52.99)
Reductores			
Si	26 (4.32)	3 (4.48)	29 (4.35)
No	575 (95.68)	64 (95.52)	639 (96.65)

Fuente: Encuesta

Las vías secundarias (calles y avenidas) registran la mayor cantidad de accidentes con daños materiales y humanos; en tanto en las vías con tramo recto suceden 8 de cada 10 AT con daños materiales y humanos. Considerando el tipo de vía, cerca del 70% de los AT ocurren sobre vías de asfalto en buenas condiciones estructurales. Al menos 1 de cada 4 AT se presentaron cerca de negocios informales sobre la acera o la calle.

El 6% de los AT se presentaron a menos de 100 metros de un semáforo en buenas condiciones. Las señales viales mostraron comportamiento diferente entre los AT con daños materiales y daños humanos. En relación a los primeros, 4 de cada 10 ocurrieron en calles que tenían señales viales reglamentarias y/o preventivas en buenas condiciones; en tanto, en la mitad de los segundos no había señales viales en buenas condiciones.

Tabla 5: Factores ambientales asociados a la disposición de los espacios geográficos para la ocurrencia de un AT. (N=285)

Variable	IRR crudo (IC 95%)	P	IRR ajustado (IC 95%)	P
Lugar de ocurrencia				
Calle principal	1.71 (1.32 – 2.21)	<0.001	1.36 (1.02 – 1.83)	0.035
Avenida principal	1.64 (1.30 – 2.07)	<0.001	1.49 (1.16 – 1.90)	0.002
Calle secundaria	1.04 (0.86 – 1.26)	0.664	1.11 (0.91 – 1.35)	0.285
En la carretera	1.98 (1.48 – 2.65)	<0.001	1.64 (1.19 – 2.33)	0.003
Avenida secundaria		Ref.		Ref.
Tipo de trayecto				
Recta	1.04 (0.81 – 1.34)	0.736	1.10 (0.85 – 1.43)	0.440
Curva	1.43 (0.94 – 2.18)	0.090	0.98 (0.62 – 1.53)	0.942
Pendiente		Ref.		Ref.
Tipo de vía				
Asfalto	2.35 (1.22 – 4.56)	0.011	1.46 (0.73 – 2.91)	0.273
Adoquín	1.62 (0.83 – 3.18)	0.155	1.29 (0.64 – 2.56)	0.467
Concreto	1.48 (0.49 – 4.42)	0.481	1.11 (0.36 – 3.40)	0.849
Tierra		Ref.		Ref.
Estado de la calzada				
Buena	1.53 (1.28 – 1.82)	<0.001	1.26 (1.03 – 1.53)	0.019
En reparación	1.73 (0.88 – 3.38)	0.108	0.96 (0.44 – 2.10)	0.935
Defectuosa		Ref.		Ref.
Negocios Informales				
Si	1.12 (0.95 – 1.31)	0.161	1.11 (0.94 – 1.32)	0.210
No		Ref.		Ref.
Ciclovía				
Si	1.89 (1.52 – 2.34)	<0.001	1.37 (1.05 – 1.79)	0.018
No		Ref.		Ref.
Árboles				
Si	0.73 (0.62 – 0.86)	<0.001	1.17 (0.99 – 1.39)	0.064
No		Ref.		Ref.
Semáforo				
Si		Ref.		Ref.
No	0.73 (0.48 – 1.13)	0.164	0.73 (0.44 – 1.20)	0.225
Señales viales				
Si		Ref.		Ref.
No	0.88 (0.76 – 1.03)	0.127	0.93 (0.79 – 1.09)	0.406
Reductores				
Si		Ref.		Ref.
No	1.37 (0.96 – 1.95)	0.075	1.27 (0.88 – 1.83)	0.192

Fuente: Encuesta

Se construyó una variable que acumulaba la cantidad de AT que se presentaban en direcciones geográficas similares y específicas, resultando 285 diferentes lugares donde ocurrieron siniestros viales. Se hizo un análisis bivariado para explicar el comportamiento de las variables ambientales y su presencia en el entorno ambiental para disponerlo a la ocurrencia de un AT.

En la carretera existe un 98% más de posibilidades de que ocurra un AT en relación a una avenida secundaria. Las calles y avenidas principales incrementan en un 71% y 64% respectivamente la posibilidad de presentarse un AT, en comparación con la categoría de referencia. Las vías curvas incrementan hasta en un 43% dicha posibilidad respecto a las pendientes; no se encontró significancia estadística para las vías rectas, a pesar presentar la mayor cantidad de AT.

Las vías de asfalto disponen en un 135% más la ocurrencia de los AT respecto a las vías de tierra. Las vías que se encuentran en buen estado predisponen hasta un 53% la ocurrencia de un percance vial en relación a las vías en estado defectuoso. La presencia de ciclovías en la calzada aumenta la posibilidad de que suceda un AT en un 89% en relación a aquellas vías donde no hay un espacio exclusivo para la circulación de las bicicletas.

Las variables preventivas como la presencia de semáforo, señales viales y reductores de velocidad no alcanzaron significancia estadística. Sin embargo, se observa una tendencia muy cercana a lograr prevenir los AT. La presencia de negocios informales sobre las aceras y/o calzadas, no explica de manera significativa la ocurrencia de los AT.

Se hizo un modelo multivariado para considerar el efecto simultáneo de las variables en su conjunto. Las vías principales y la carretera mantienen significancia estadística, siendo la probabilidad que ocurra un AT de 36%, 49% y 64% respectivamente en comparación con la categoría de referencia. Estos porcentajes ajustados disminuyen respecto a sus valores crudos, lo que explica que el fenómeno de los AT se vincula a más de un factor.

El buen estado de la vía y la presencia de ciclovías en la calzada incrementan en un 26% y 37% respectivamente la posibilidad que ocurra un AT, en comparación con sus categorías propias de referencia. Las demás variables no alcanzaron significancia estadística. No obstante, se logra evidenciar la tendencia en gran parte de ellas.

8.5 Análisis ambiental

El mapa no. 1 (ver página no. 49) muestra la distribución espacial de los AT de acuerdo a los daños que presentó, siendo estos materiales o humanos. El mapa está constituido por 668 puntos geográficos que fueron georreferenciados con dispositivos móviles. De ellos, 601 son AT con daños materiales y 67 con daños humanos, se decidió agrupar los lesionados y muertos dado que, los últimos eran 4 casos y no se visualizaban de manera adecuada.

El distrito no. 1 (Gobernación) registró la mayor cantidad de AT (puntos negros), notándose al centro de la ciudad (centro histórico) donde ocurrió cada uno de los siniestros viales. En tanto el distrito no. 2 (La Terminal) registra la mayor cantidad de AT con daños humanos (puntos rojos). La zona del By Pass, el barrio San Felipe y el barrio San Juan muestra la mayor parte de los lesionados.

Los muertos, aunque no se reflejaron en el mapa con una simbología especial por ser únicamente 4 registros, se presentaron todos en el distrito no. 2 (La Terminal). De ellos, 2 se registraron en el Barrio San Juan y 2 en la carretera (uno en el Rpto. Oscar Pérez y otro en el sector de la Parmalat).

En el mapa no. 2 (ver página no. 50) se visualiza la distribución de los AT por horario de ocurrencia. En el horario de las 06:00 – 18:00 horas se presentan el 79.94% del total de los AT (colores verde y azul respectivamente). En el mismo período de tiempo, el distrito no. 2 (La Terminal) presenta la mayor cantidad de AT. En tanto, en ese mismo horario, el distrito no. 5 (Los Poetas) presenta los números más bajos del municipio en materia de AT. El distrito no. 1 (Gobernación) presenta la mayor cantidad de AT en las tardes; en las noches, el distrito no. 2 (La Terminal) presenta la mayor cantidad de AT, en su mayoría en el By Pass. En el distrito no. 4 (Sutiaba) se reportan la tercera parte de los AT reportados en el distrito no. 2 (La Terminal).

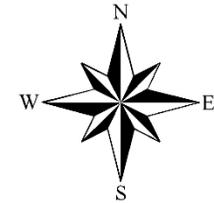
El mapa no. 3 (ver página no. 51) es un análisis que usa la técnica Densidad de Kernel para establecer concentraciones de puntos considerando las proximidades entre cada evento georreferenciado, estableciendo zonas densas y menos densas. En la ciudad de León la concentración mínima de AT se encuentra distribuida de manera uniforme por todos los barrios y sectores de la ciudad,

presentado al menos un AT en todas las localidades. Cabe señalar que en la medida que se observa al Oeste, la dispersión disminuye hasta perderse en el sector del parque Arlen Siú (carretera a Poneloya).

Sin embargo, las concentraciones medias en 5 sectores: Antiguo BANIC de Sutiaba, salida Managua, entrada Laboratorios Divina, salida Chinandega y el sector este del barrio Guadalupe. Las concentraciones más fuertes de AT se encuentran en el Centro Histórico con un ligero avance hacia el Barrio San Felipe y el sector de la Terminal de buses. Alrededor de estas concentraciones más intensas, existe un anillo de concentraciones medias que abarca una parte de la Avenida Debayle, el Barrio Ermita de Dolores y la calle localizada entre la Wester Unión La Terminal y el Supermercado El Ahorro.

Las vías principales de la ciudad: Calle Real, Avenida Debayle, sector La Proquinsa, Calle de la Gasolinera Puma El Paraíso hacia el norte hasta el Centro del Color, el By Pass son los lugares donde se concentra la mayor cantidad de AT, siendo espacios donde circulan grandes cantidades de vehículos. Las vías secundarias que conducen a las calles y avenidas antes detalladas, presentan un número considerable de AT, siendo usadas por las personas en momentos en los cuales el tráfico se encuentra saturado en las vías principales o bien, como una alternativa para llegar más rápido al destino de las personas que van en los vehículos.

Mapa de León Área Urbana



Accidentes de tránsito Enero - Junio 2017

Leyenda

Puntos

- Daños Materiales
- Muertos/Lesionados

Aspectos geográficos

- León



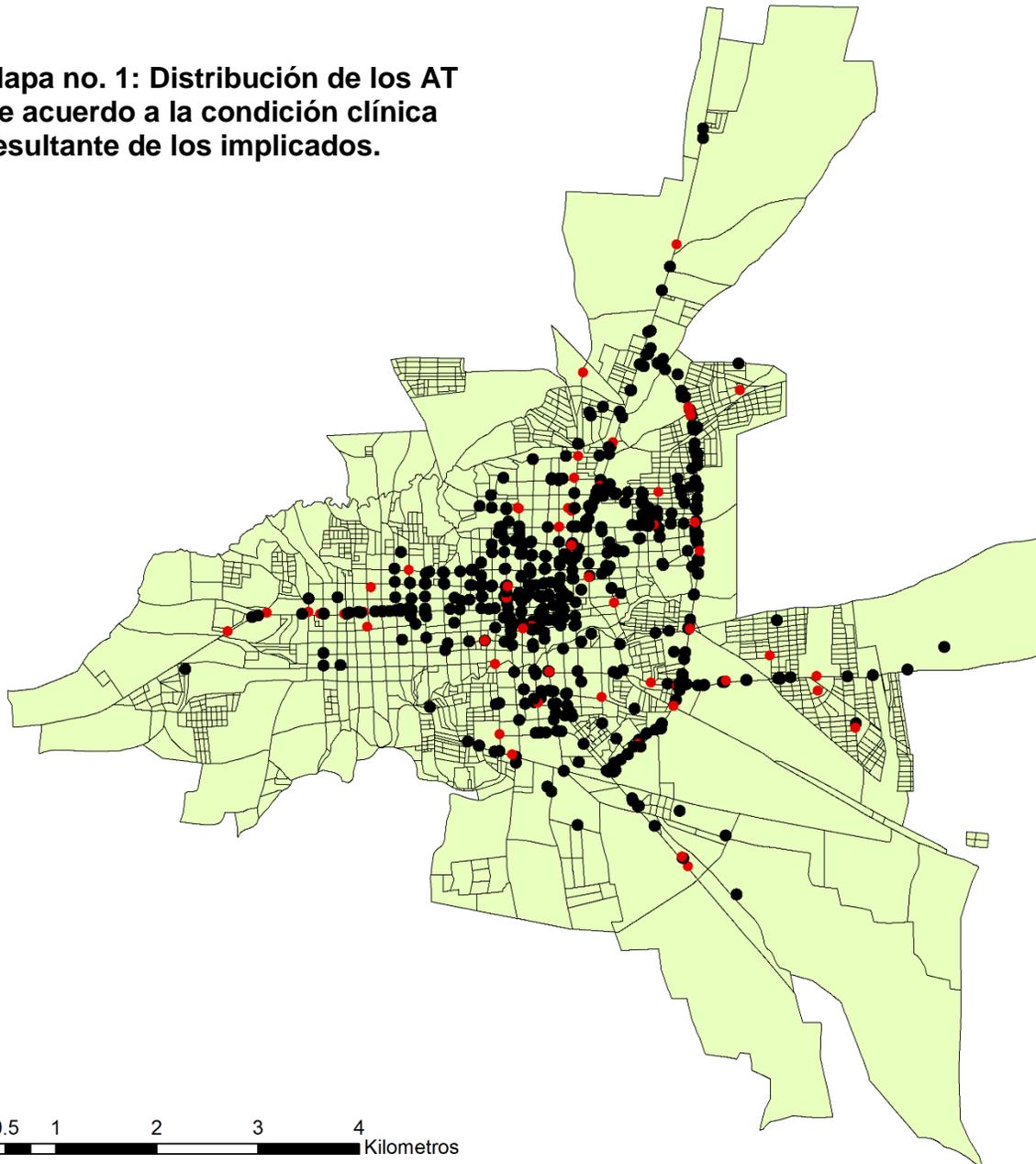
Coordenadas UTM
WGS 1984 16N
1 cm = 471 Mts

Elaborado por:

Ing. Christian Eduardo Toval Ruíz
Maestría en Epidemiología
CIDS UNAN - León

Noviembre 2017

Mapa no. 1: Distribución de los AT
de acuerdo a la condición clínica
resultante de los implicados.



0 0.5 1 2 3 4
Kilometros

Mapa de León Área Urbana



Accidentes de tránsito Enero - Junio 2017

Leyenda

Puntos

Momento de la ocurrencia

- Mañana
- Tarde
- Noche

Aspectos geográficos

Territorios de salud

- Mántica Berio
- Perla María Norori
- Sutiaba



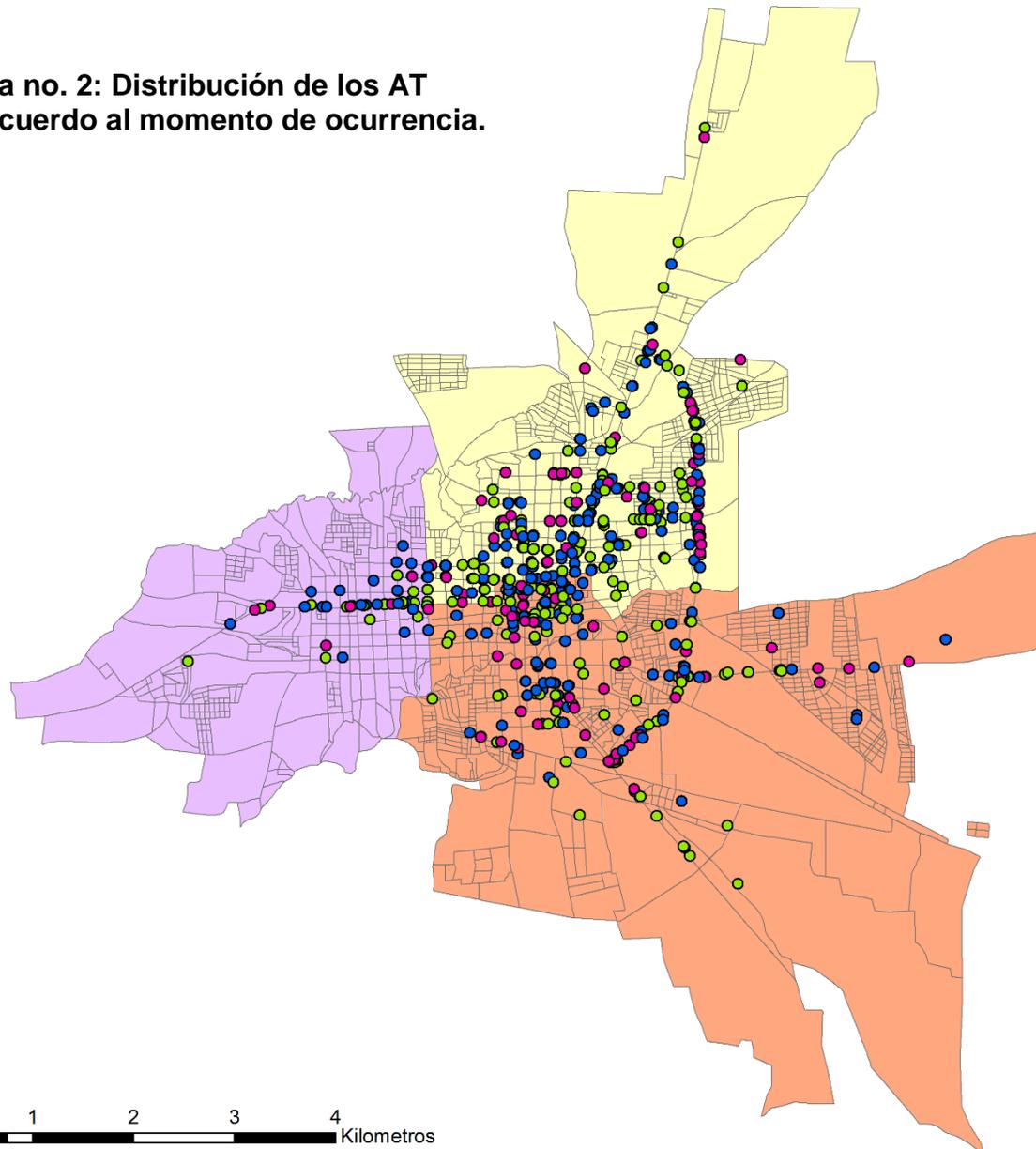
Coordenadas UTM
WGS 1984 16N
1 cm = 471 Mts

Elaborado por:

Ing. Christian Eduardo Toval Ruíz
Maestría en Epidemiología
CIDS UNAN - León

Noviembre 2017

Mapa no. 2: Distribución de los AT
de acuerdo al momento de ocurrencia.



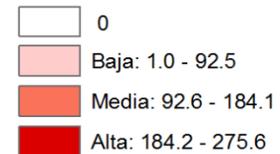
Mapa de León Área Urbana



Accidentes de tránsito Enero - Junio 2017

Leyenda

Densidad de accidentes



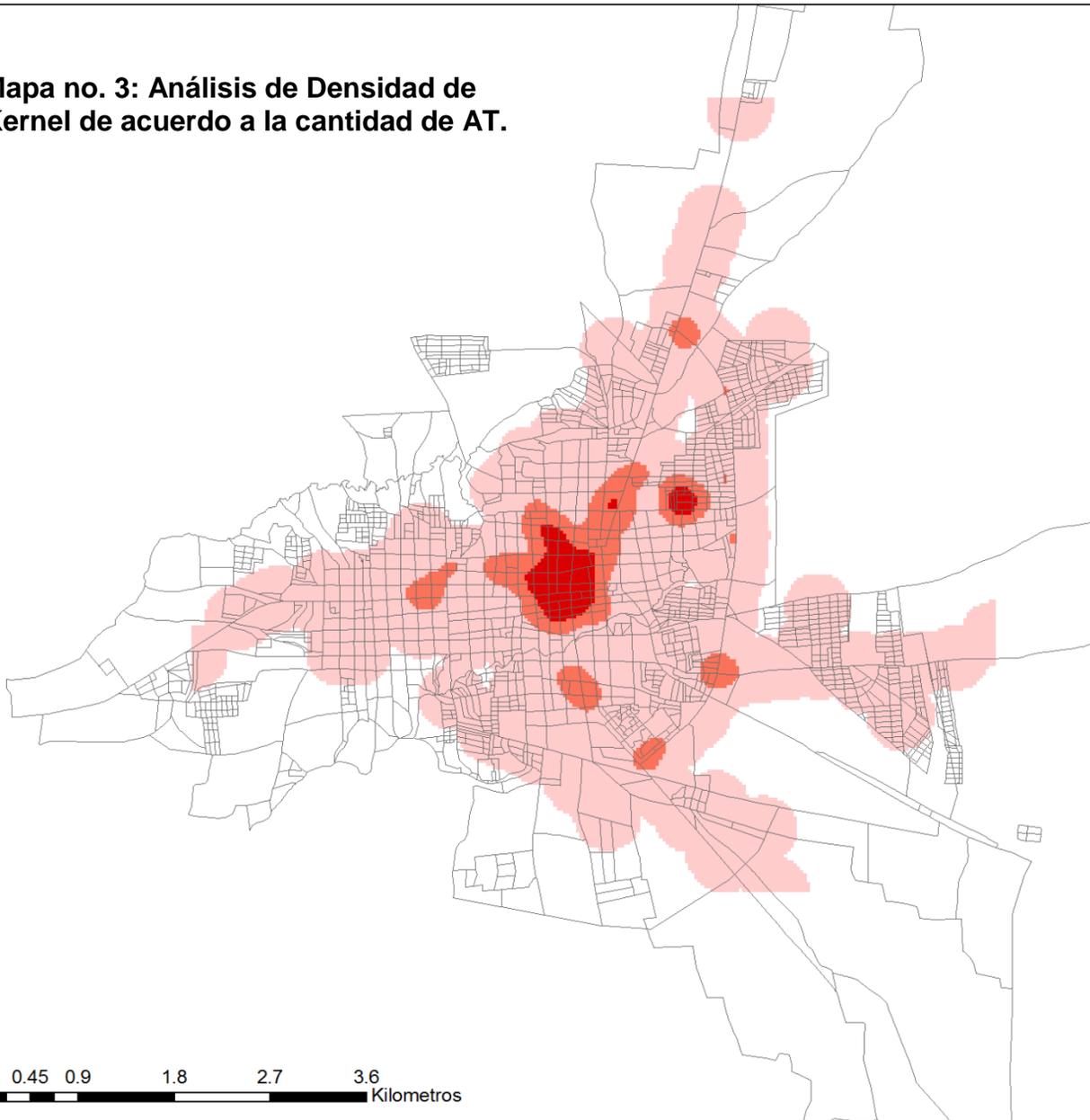
Aspectos geográficos



Coordenadas UTM
WGS 1984 16N
1 cm = 427 Mts

Elaborado por:
Ing. Christian Eduardo Toval Ruíz
Maestría en Epidemiología
CIDS UNAN - León
Noviembre 2017

Mapa no. 3: Análisis de Densidad de
Kernel de acuerdo a la cantidad de AT.



0 0.45 0.9 1.8 2.7 3.6
Kilometros

9. Discusión

El área urbana del municipio de León registró 738 AT ocurridos en el área y período de estudio. Del total de expedientes de AT, 9.48% no tenían su documentación completa o la forma en documentar las direcciones fue ambigua, contribuyendo a la pérdida de registros. Este comportamiento es similar a un estudio realizado en Argentina, donde se perdió el 6.47% de registros de AT por encontrarse incompletos o inalcanzables geográficamente⁽²²⁾.

Los aspectos sociodemográficos de la presente investigación académica señalan que la cantidad de hombres involucrados en AT es mayor que las mujeres; siendo ellos, quienes más se lesionan, esto concuerda con toda la literatura disponible en materia de salud vial donde los hombres están presentes en al menos el 70% de los AT. Los grupos etarios más vulnerables son los jóvenes y las personas menores de 40 años, coincidiendo con investigaciones que señalan que las personas jóvenes son las que más se accidentan. Sin embargo, no coincide con el trabajo realizado en Cuba, ya que señala que las personas mayores de 60 años, representan una cantidad importante en los AT^(14, 17, 18).

En cuanto al rol de las personas en el AT, los conductores siguen siendo los más representados en la estadística nacional de ilesos y lesionados. La Policía Nacional documenta en un AT de daños materiales solo a los conductores, lo que podría subestimar el dato relacionado a los pasajeros, no así en accidentes con daños humanos, en el cual se documenta de una forma más específica y completa. Los peatones estuvieron presentes en 1 de cada 10 AT, siendo coherente con la cifra nacional de los AT reportados por la Policía Nacional al año 2016. Esta cifra podría aumentar sino se hace un ordenamiento de las calles, sobretodo en el Centro Histórico donde los negocios informales se han posesionado de las aceras, obligando a los peatones a bajar a la calzada, exponiéndolos al peligro.

El horario en que más se presentaron AT fue la tarde (12:00 – 17:59 horas), siendo acorde un estudio realizado en Argentina donde el 38% de los percances

viales, ocurrieron en este mismo período^(14, 22). Este horario coincide con la salida de los centros de trabajos de la población económicamente activa y de los estudiantes del turno vespertino de las escuelas y universidades lo que se convierte en grandes cantidades de peatones y conductores por las vías de la ciudad. La prisa y la poca cortesía son los detonantes para la ocurrencia de AT en este período de tiempo.

Los automóviles son los vehículos que más se presentan en los AT, sin embargo en los percances viales con daños humanos, las motocicletas estuvieron vinculadas en más del 50%. Este comportamiento está acorde a la estadística nacional de tránsito de 2016 donde los vehículos de dos ruedas fueron parte de los AT graves. La imprudencia y la falta de conciencia de parte de los motorizados están presentes en todas las vías de tránsito, donde se observan jóvenes sin cascos, a exceso de velocidad, aventajando por la derecha o en línea continua.

La obstrucción a la libre circulación, desatender las señales de tránsito y la invasión de carril son las principales causas de los AT con lesionados o muertos, también reportado de esa forma por la estadística nacional^(10, 14, 15, 27, 36). La necesidad de llegar de primero siempre sin medir ni pensar las consecuencias que conlleva, es una de las principales motivaciones para manejar a exceso de velocidad, llevando a los conductores a violar los parámetros establecidos para conducir. Estos comportamientos también se presentan en peatones quienes cruzan sin mirar a los lados, caminan con sus móviles en las manos o con audífonos disponiéndolos a un gran riesgo a sufrir un AT.

Las tasas de muertos por AT del presente estudio no coinciden con la literatura de Tercero F, quien estableció hasta 20 muertos por cada 100,000 habitantes. Una posible causa es la diferencia en las poblaciones, dado que en ese estudio se tomó como población todos los fallecidos del municipio, tanto urbanos como rurales. En cambio, el presente estudio solo abarcó los muertos del área urbana del municipio⁽²³⁾. La gran mayoría de los MAT ocurren en los tramos rurales de las carreteras principales del municipio.

También, las tasas de lesiones presentaron una reducción en comparación a las establecidas por Tercero F, pasando de 10 a 4 lesionados por cada 10,000 personas entre el estudio actual y el citado^(14, 23). La tasa actual de lesiones en León, coincide con un estudio realizado en Perú en 2012, donde los departamentos con menor prevalencia de lesiones tienen indicadores similares al contexto local⁽¹⁸⁾.

Los factores de riesgo asociados a la gravedad de los AT reflejada en la condición clínica presentada en las personas, no pudo efectuarse por la distribución propia de los datos. Sin embargo si se analizaron los factores ambientales del entorno asociados a los AT a través de un Modelo de Mínimos Cuadrados de la familia *Poisson*, que se implementa en estudios que miden la cantidad de veces que se presente el evento estudiado.

Los factores ambientales del entorno asociados a la disposición de un evento vial, se comportaron de manera similar a estudios realizados en India y Argentina, siendo factores fundamentales para la ocurrencia de un AT, el material de la carretera, lugar de ocurrencia y estado de vía en que circulan los vehículos, centrándose más en aquellas con material de asfalto, arterias principales y que se encuentren en buen estado^(21, 22, 50). Las cantidades de vehículos y personas que transitan por estas vías, sumado a la velocidad con la que se conduce, la imprudencia y falta de cortesía, facilitan la ocurrencia de AT en aquellos tramos de vías que presentan las características antes señaladas.

No se logró establecer significancia estadística para elementos como alumbrado público, presencia de árboles que dificulten la visibilidad al conducir o caminar y la presencia de semáforos^(22, 50). Estos datos confirman la incidencia positiva de los planes nacionales de electrificación que garantizan que las calles dispongan de alumbrado público en las noches y/o cuando las condiciones atmosféricas lo requieran. Los árboles no obstaculizan la visualización acertada del espacio de conducción ni las señales viales en los sectores donde se registran la mayor cantidad de AT (Centro Histórico y La Terminal).

León dispone de 4 semáforos que tienen un comportamiento del Oeste hacia el Norte, sin embargo el uso de vías alternas para salir o entrar a la ciudad podría ser razón para no tener un valor estadístico comprobado. La presencia de ciclovías aumenta la posibilidad que ocurra un percance vial, esto corresponde con el hecho de tener una ciclovía en paralelo con el By Pass, donde el tráfico de vehículos, buses, transporte de carga nacional e internacional es mayor al ser parte de la carretera Panamericana.

Una de las fortalezas de este estudio fue incluir variables propias de la ciudad para considerarlas dentro del grupo de factores ambientales asociado a la ocurrencia de un AT. El área urbana del municipio de León ha demostrado un aumento de sus negocios ubicados de manera informal en las aceras, lo cual pone en peligro a los peatones al tener que bajar a la calzada para poder desplazarse en la vía pública. También, la gran cantidad de vehículos estacionados cerca de las esquinas y en los márgenes de las calles dificulta la visibilidad adecuada de conductores y peatones. Sin embargo esta investigación no encontró significancia estadística para la disposición de AT de acuerdo a la presencia de estas variables.

La implementación de un modelo multivariado para mitigar el efecto de las variables entre sí, fortalece los estadísticos efectuados. Esto garantiza la calidad y asertividad de las variables más fuertemente relacionadas a los AT desde el punto de vista ambiental. Los planes de intervención multisectoriales deben considerar los valores expresados en esta investigación para dirigir de manera efectiva, los recursos destinados a la reducción de los AT.

En el análisis implementando herramientas SIG a través de la técnica de Densidad de Kernel, se identificaron dos áreas afectadas con mayor intensidad en el área urbana de la ciudad de León. Esto se corresponde con el estudio de Hernandez-Vásquez et., al., quienes definen la misma cantidad de lugares con altos valores de densidad de AT. Ambos estudios comparten la reflexión que el comercio, el turismo y el transporte intermunicipal están relacionados con el aumento de los AT^(22, 50).

El turismo y actividades comerciales, son eventos que se presentan en el Centro Histórico, donde se concentran los bancos, centros de comercio y los principales referentes turísticos del área urbana. También se encuentran escuelas, colegios y recintos universitarios lo que permite movilización de grandes cantidades de personas. En cambio, el comercio y el transporte intermunicipal son cualidades que se presentan en La Terminal, donde se presentan personas que salen o entran al municipio a través de transporte interurbano.

Un último dato interesante en relación al análisis espacial serían las zonas con densidades medias que en su mayoría están presentes en tramos de la carretera de circunvalación (By Pass). En ellos destacan dos características, en principio los vehículos que entran o salen de la ciudad lo que permite encontrar cantidades considerables de AT en las salidas de la ciudad.

Un segundo aspecto sería las empresas que están ubicadas en los alrededores del By Pass, donde se encuentran un buen número de trabajadores en turnos de ocho horas. Esto permite que, tres veces al día el tráfico se incremente exponencialmente, dificultando la libre circulación de vehículos. En las noches, el tramo de la carretera de circunvalación es usada para conducir a exceso de velocidad.

Los expedientes policiales en general disponen de amplia información valiosa para la comprensión de los fenómenos viales. La implementación de una ficha nacional de AT facilita la recolección de la información necesaria en el lugar de la ocurrencia del AT. Sin embargo, en algunos casos no se encontró elementos fundamentales que hubieran dado mayor fortaleza a los datos que acá se presentan. Es necesaria la estandarización de los indicadores de mortalidad y lesiones por AT a nivel nacional, los datos oficiales disponibles demuestra diferencia entre los indicadores de las instancias de Salud, Justicia y Policía en relación a los AT.

El análisis a través de SIG permite la visualización y comprensión de los fenómenos en Salud desde una perspectiva accesible y sencilla. Esto permite a los tomadores de decisiones, dirigir sus esfuerzos de una forma más acertada.

Implementar el uso de SIG en materia de AT y de problemas de Salud Pública permitirá comprender los eventos de salud desde un enfoque diferente y accesible.

Las fuentes secundarias son consideradas como una fuente sesgada de datos, sin embargo, los datos más relevantes de la presente investigación, fueron confirmados en noticias de divulgación nacional donde se documentan los AT con personas lesionadas o muertas. Esto permitió confirmar los datos principales de las personas fallecidas y lesionadas, obteniendo un resultado satisfactorio en relación a la fiabilidad de los datos.

La medición de las variables del entorno ambiental en un tiempo posterior a la ocurrencia de los AT no permite establecer un análisis exacto en relación a la temporalidad del evento. Sin embargo, este análisis permite explicar el fenómeno de los AT para considerar aquellas variables esenciales que podrían ser fortalecidas o mitigadas. También facilita la ubicación de aquellos sectores que presentan las cualidades descritas en el presente trabajo, esto de cara a planes de acción efectivos.

Los AT son un problema que exige la inclusión de todos los sectores de la sociedad en general, no puede ni debe pensarse como una responsabilidad exclusiva de la instancia nacional de Tránsito. Los actores sociales vinculados a Transporte, Infraestructura, Energía, Alcaldías, Salud, Educación, Policía, Gobierno Central y la sociedad en general, deben ser los principales protagonistas y garantes de la reducción de los AT.

Todo el problema de los AT podría explicarse desde la carencia de valores, la necesidad de llegar primero sin medir riesgos, la pérdida de la cortesía y las normas básicas de conducción que invitan a manejar a la defensiva. El desorden en que han aumentado los negocios ambulantes e informales sin importar la exposición de personas al peligro valiéndose de un pago de impuestos para tomarse las calles y la pasividad de parte de los entes reguladores para vigilar y exigir el uso de los espacios previamente asignados.

Finalmente, la sociedad debe superar la cultura de los roles exclusivos donde se piensa y expresa que la Policía Nacional es la única instancia responsable de cuidar y mitigar los AT. Este problema de Salud Pública incluye a todos, los comportamientos y actitudes son elementos que colaborarían a la reducción de los indicadores de mortalidad y lesiones por AT.

Futuras líneas de investigación deben estar vinculadas a análisis que incluyan la densidad del tráfico de acuerdo al tipo de vía, la consideración de las cantidades de personas que viven por unidades geográficas. El tiempo y distancia que demora el traslado de los lesionados a los Centro de Salud y Hospitales. Otras podrían estar orientadas específicamente a los jóvenes, que permitan comprender de una forma acertada, las motivaciones de conducir de manera inadecuada y los desafíos que encuentran tras el volante; El estudio de impacto de los negocios informales en las calles y aceras en los peatones en general y sus posibles consecuencias en relación a los AT.

10. Conclusiones

- Las características sociodemográficas de la población de estudio se comportan de manera similar con la descrita en la literatura nacional e internacional, siendo los hombres y las personas jóvenes quienes más sufren AT.
- Los automóviles se presentan en 7 de cada 10 AT con daños materiales, sin embargo, 6 de cada 10 AT con daños humanos involucran las motocicletas. Las causas principales en AT graves son la obstrucción de la libre circulación y desatender las señales viales. El alcohol se reportó en el 5% de los lesionados y muertos.
- Las tasas de mortalidad y lesiones por AT en el municipio de León se establecen en 2 por cada 100,000 habitantes y 4 por cada 10,000 habitantes respectivamente.
- Los determinantes de riesgo asociados a la gravedad del AT no pudieron ser establecidos por causas externas a la Investigación.
- Las arterias principales, las ciclovías y el buen estado de las vías son factores asociados del entorno ambiental que disponen la ocurrencia de AT.
- El Centro Histórico y el sector de La Terminal de buses son los lugares que presentan mayor densidad de AT. El By Pass presenta 3 sectores con una densidad media de AT.

11. Recomendaciones

- A las instancias del Estado a trabajar en sinergia, dirigiendo los recursos humanos y económicos en favor de mitigar los AT.
- La estandarización de los indicadores principales entre las instancias oficiales vinculadas a la atención de los AT.
- Mejorar las técnicas de documentación y registro de los eventos ocurridos en las vías de tránsito.
- La extrapolación de estos resultados al resto del departamento de León y otros departamentos del país para establecer un perfil nacional de los AT.
- La generación de evidencia científica que complemente el análisis de los AT de forma integral considerando otras metodologías de investigación.
- La creación de una instancia autónoma de control del tema de la seguridad vial que permita la unificación de los indicadores principales de AT.
- A los conductores, pasajeros, peatones y la sociedad en general, a retomar los valores esenciales de la humanidad, en particular la cortesía y el respeto a los demás.

12. Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial. France 2015. 16 p.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). 10 datos sobre la seguridad vial en el mundo 2017 [updated July 2017]. Available from: <http://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/es/>.
3. Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial. Es Hora de Pasar a la Acción. (VIP), editor. Ginebra, Suiza 2009.
4. World Health Organization (WHO). Global status report on road safety. Luxembourg 2013.
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Ginebra 2004.
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020. 2011.
7. Suclla-Velásquez J, S-VL, Concha-Rondón M. . Asociación entre niveles de alcoholemia permitidos y muertes por accidentes de tránsito. Rev Perú Med Exp Salud Pública. 2015 Junio 2015;32 (2):9. Español.
8. Hoy Los Angeles. Cuantos autos hay en el mundo y cuantos se fabrican anualmente Los Ángeles2017 [updated March, 2017; cited 2017 Mayo]. Available from: <http://www.hoylosangeles.com/vidayestilo/autos/hoyla-aut-cuantos-autos-hay-en-el-mundo-y-cuantos-se-fabrican-anualmente-20160923-story.html>.
9. Manufacturers TIOoMV. 2016 Production Statistics Paris, France 2017 [updated February 2017; cited 2017 May]. Available from: <http://www.oica.net/category/about-us/>.
10. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - Managua. Foro Nacional de Educación Vial 2017 Managua, Nicaragua 2017 [updated Abril 2017; cited 2017 Abril]. Available from: <http://www.unan.edu.ni/index.php/noticias/foro-nacional-de-educacion-vial-2017/>.
11. Registro Nacional de Nicaragua. Registro Público de Vehículos de Nicaragua 2016 [cited 2017 Abril]. Available from: <http://registronacional.com/vehiculos/>.
12. Zepeda Rivera M. Accidentes de tránsito, una problemática de salud pública y su incidencia en seguridad vial. Managua, Nicaragua: Instituto de Estudios Estratégicos y Políticas Públicas; 2013.
13. Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). Nicaragua. Perfil de País. Managua, Nicaragua 2015.
14. Policía Nacional de Nicaragua. Anuario Estadístico 2016. In: Nacional T, editor. 1ra ed. Managua: Policía Nacional; 2016. p. 110-24.

15. Policía Nacional de Nicaragua. Anuario Estadístico 2015. Nacional T, editor. Managua, Nicaragua 2015. 200 p.
16. Instituto Nacional de Estadística. Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. Anuario Estadístico 2015. In: INIDE, editor. Managua, Nicaragua 2015. p. 400.
17. Piña-Tornés A, González-Pardo S, Acosta-González A, Vintimilla-Burgos P, Paspuel-Yar S. Mortalidad por accidentes de tránsito en Bayamo, Cuba 2011. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 2014;31 (4):4. Spanish.
18. Gutiérrez C, Wong-Chero P, Montenegro-Idrogo JJ. Perfil epidemiológico de la discapacidad por accidentes de tránsito en el Perú, 2012. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. Abril 2014;31 (2):8. Spanish.
19. Caso A, Rosales-Mayor E. Hábitos del sueño y accidentes de tránsito en conductores de ómnibus interprovincial de Arequipa, Perú. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 2013;31 (4):11. Epub Diciembre 2014. Spanish.
20. Rodríguez Guzmán S, Martínez Ruiz V, Jaramillo Mejía MC. Diferencias en las circunstancias de riesgo al volante en universitarios guatemaltecos y españoles. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 2007-2011;32 (4):23. Epub Septiembre 2015. Spanish.
21. Moradi A., Soori H., Kavousi A., Eshghadabi F., Nematollahi S., S. Z. Effective environmental factors on geographical distribution of traffic accidents on pedestrians, downtown Tehran city. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. 2017;7:6. English.
22. Hernández-Vásquez A, Bendezú-Quispe G, Pacheco-Mendoza J, Chaparro RM. Sistemas de información geográfica: aplicación práctica para el estudio de atropellos en el Cercado de Lima, Perú. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 2015;33 (4):31. Epub Diciembre 2016. Spanish.
23. Tercero F., Andersson R., Measuring transport injuries in a developing country: an application of the capture-recapture method. *Accident; analysis and prevention*. 2004;36:7. English.
24. Tercero F. Measuring injury magnitude and patterns in a low-income country : Experiences from Nicaragua. Sweden: Karolinska Institutet; 2007.
25. Martínez M L., Rocha JC., Clavel-Arcas C, Mack K. Nonfatal unintentional injuries in children aged 5-15 years in Nicaragua. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*. February 2010;17 (1):11. English.
26. Rocha JC., Herrera-Rodríguez A, Sapag J. C., Giesbrecht N., Mann R. Nonfatal traffic accidents related to alcohol in León, Nicaragua 2004-2008. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2015;53 (3). Epub 2015. English.
27. Policía Nacional de Nicaragua. Anuario Estadístico 2010. In: Nacional T, editor. Managua, Nicaragua: 1ra. edición; 2010.

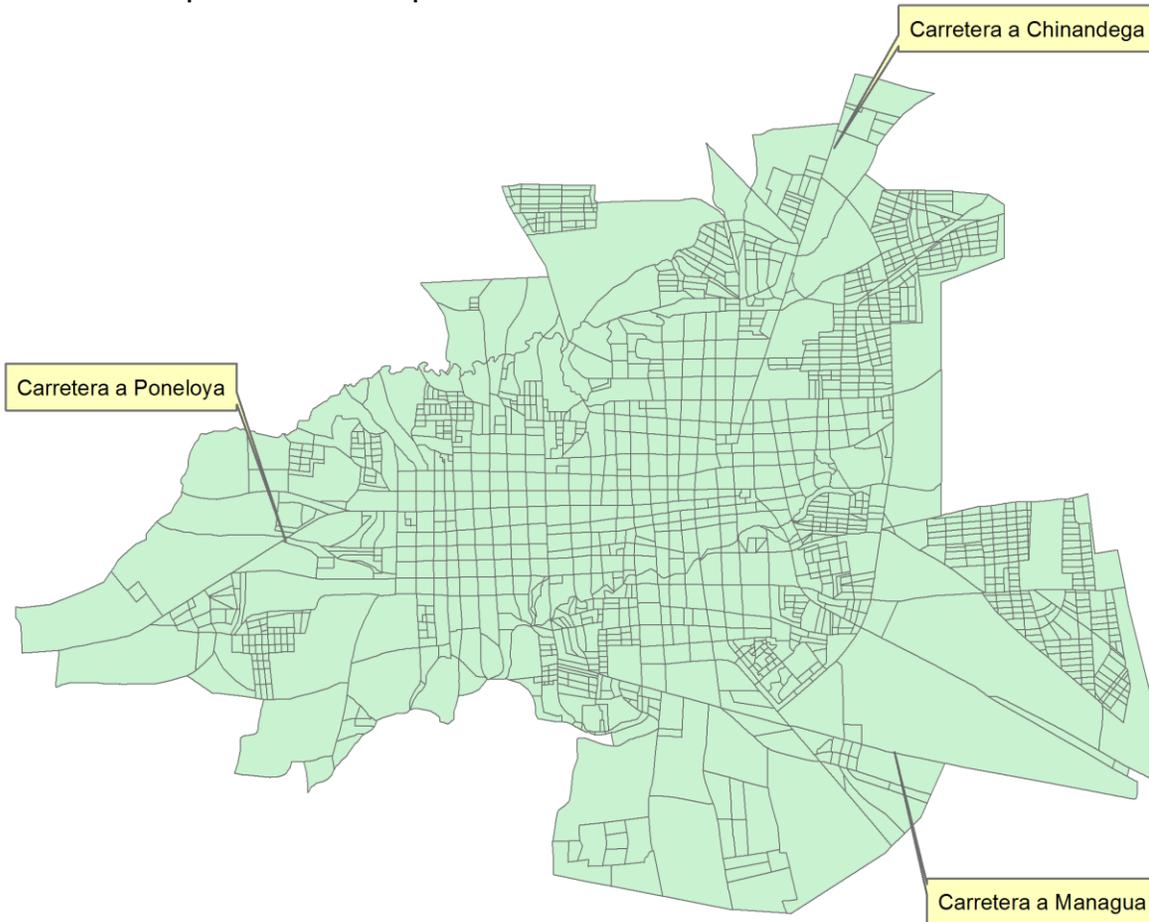
28. García AR., SIG, Crimen y Seguridad. Análisis, Predicción y Prevención del Fenómeno Criminal. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid; 2012.
29. Nicaragua. Ministerio de Salud. Gobiernos de Reconciliación y Unidad Nacional. Marco Conceptual del Modelo de Salud Familiar y Comunitario (MOSAFC) In: MINSA, editor. Managua, Nicaragua: 2da. Edición, Marzo 2007; 2007. p. 50.
30. Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe Mundial sobre la discapacidad. Malta 2011. 27 p.
31. Organización Mundial de la Salud (OMS). Discapacidad y Salud 2016 [updated Noviembre 2016; cited 2017 Mayo]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/es/>.
32. Cámara Interamericana de Transporte. Discapacidad en el mundo Brasil 2009 [updated 2009; cited 2017 Mayo]. Available from: <http://www.citamericas.org/arquivos/8eb24c8f67879c1b5b9bfdef68ba48f2.pdf>.
33. Asamblea Nacional de Nicaragua. Ley 431: Ley para el regimen de Circulación Vehicular e Infracciones de tránsito. In: Nicaragua NJd, editor. Managua, Nicaragua: La Gaceta Diario Oficial; 2003.
34. Asamblea Nacional de Nicaragua. Ley 856: Ley para el regimen de Circulación Vehicular e Infracciones de tránsito con sus reformas incorporadas. In: Nicaragua NJd, editor. Managua, Nicaragua: La Gaceta, Diario Oficial; 2014.
35. Biblioteca Nacional de Salud. Desarrollo Sostenible y Salud - Nicaragua. Educación y Seguridad Vial Managua, Nicaragua 2010 [cited 2017 Junio]. Available from: http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/INIFOM/INIFOM0007/cap10.pdf.
36. Policía Nacional de Nicaragua. Accidentes de Tránsito Managua, Nicaragua 2017 [updated Marzo 2017; cited 2017 Junio]. Available from: <http://www.transitonacional.gob.ni/procedimientos-por-tipo-de-accidente>.
37. Policía Nacional de Nicaragua. Dirección de Seguridad de Tránsito. Manual del Motociclista. In: Nacional T, editor. Managua, Nicaragua 2012. p. 55.
38. Organización Mundial de la Salud (OMS). La Velocidad se gestiona. 4ta. Semana Mundial de la Seguridad Vial 2017.
39. Organización Mundial de la Salud (OMS). Uso del celular al volante: un problema creciente de distracción del conductor. Suiza 2011. 52 p.
40. Organización Mundial de la Salud (OMS). Sistema de datos. Manual de seguridad vial para decisores y profesionales. Data WLC-i-P, editor. Suiza: 1ra; 2013. 187 p.
41. Organización Mundial de la Salud (OMS). Caminar con Seguridad. Breve panorama de la seguridad peatonal en el mundo 2013.
42. Organización Mundial de la Salud (OMS). Fortalecimiento de la legislación sobre seguridad vial: manual de prácticas y recursos para los países. Suiza 2014. 116 p.

43. Organización Mundial de la Salud (OMS). La velocidad es la principal causa de las lesiones de tránsito. 4ta. Semana Mundial de la Seguridad Vial 2017.
44. Olaya V. Sistemas de Información Geográfica libre y geodatos libres como elemento del desarrollo. 2009;1:16.
45. Carmona A., J. M. Sistemas de Información Geográfica. 2000: 44.
46. Barrera Lobatón S. Reflexiones sobre los Sistemas de Información Geográfica Participativos y cartografía social. Revista Colombiana de Geografía. 2009: 16.
47. Burstein T., Sistemas de Información Geográfica y su aplicación en Salud Pública. Rev Perú Med Exp Salud Pública. 2012;3(19):1.
48. Loyola E., Castillo-Salgado C., Nájera-Aguilar P., Vidaurre M., Mujica O. J., R. M-P. Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud. Rev Panam Salud Pública. 2012;6(12):14.
49. Salas M. Sistemas de Información Geográfica. Definición, componentes y etapas para su implementación. Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile 2007. p. 30.
50. Chaparro R. M., Hernández-Vásquez A, A. P. Análisis espacial y del entorno físico de accidentes de tránsito en la ciudad de Resistencia, Argentina. Argentina 2016.
51. Martínez E., Martínez A., López I., A. M. Perfil epidemiológico de los Accidentes de Tránsito en el Municipio de León-Nicaragua, en el periodo comprendido de Enero del 2010 a diciembre de 2011. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León; 2012.
52. Avilés Y., Herrera-Rodríguez A., Análisis de la pobreza multidimensional en la comunidad El Tololar - León / Nicaragua basado en la información de la Línea de Base desarrollada en el CIDS UNAN-León, 2014. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León; 2017.
53. Arbizú A., Dávila A., Leiva B., Rojas C., Toval R. C., González D., et al. Actualización de datos sociodemográficos y clínicos en pacientes diagnosticados con Tuberculosis en el Centro de Salud Félix Pedro Picado en el periodo 2013-2015. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León; 2016.
54. Pfeifer D, Stevenson M, Stevens K, Rogers D, Clements A. Spatial Analysis in Epidemiology. University O, editor. New York 2008. 155 p.
55. Andrade L, Rodrigues C, Finato K, Carvalho E, Pietrobon R, Menezes E, Nihei O, Lynch C, Barros M. Brazilian Road Traffic Fatalities: A Spatial and Environmental Analysis. PloS one. 2014;9(1):10. Epub Jan 2014.
56. ESRI. ArcGIS New York 2017. Available from: <https://www.arcgis.com/features/index.html>.
57. Silverman BW., Estimación de densidad para las estadísticas y el análisis de datos. Hall Ca, editor. New York 1986.

58. Center for Disease Control and Prevention. Epi Info Atlanta, USA2017 [cited 2017]. Available from: <https://www.cdc.gov/epiinfo/index.html>.
59. Google. Google Earth USA 2017. Available from: <https://www.google.com/intl/es/earth/>.
60. OpenStreetMap Cd. OpenStreetMap 2017. Available from: <https://www.openstreetmap.org/>.
61. ESRI. How kernel density works. New York 2017 [updated May 2017; cited 2017]. Available from: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-kernel-density-works.htm>.
62. Rodríguez O., Construcción de Kernels y Funciones de densidad de probabilidad.
63. Fuenzalida-Díaz A., Análisis de patrón de puntos. In: Departamento de Geografía UAH, editor.
64. Hernández-Sampieri R., Metodología de la Investigación. 6ta. edición ed. México 2014. 634 p.
65. Instituto Nacional de Estadística (INIDE). Caracterización Sociodemográfica del Departamento de León. In: INIDE, editor. Managua, Nicaragua 2005. p. 107.
66. Gobierno de Nicaragua. Ministerio de Salud. Indicadores Especiales de Población para la Programación y Planificación en Salud Pública. In: Pública S, editor. Managua, Nicaragua 2017. p. 19.
67. Gobierno de Nicaragua. Ministerio de Salud. Mapa de padecimientos. Municipio de León. In: Pública S, editor. Managua, Nicaragua 2017.
68. PRONicaragua. La población Nicaragüense es joven y dinámica Managua, Nicaragua 2016 [cited 2017 Junio]. Available from: <http://pronicaragua.gob.ni/es/descubre-nicaragua/137-territorio/>.
69. London Imperial College. Epicollect5 Londres2017 [cited 2017]. Available from: <https://five.epicollect.net/>.
70. IBM. IBM SPSS Software 2017. Available from: <https://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/spss/>.
71. LLC S. STATA 2017. Available from: <https://www.stata.com/>.
72. Mazzanti MA. Declaración de Hensinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos. Revista Colombiana de Bioética. 2011 2011;6:21. Español.
73. Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las Investigaciones médicas en seres humanos, (1964).

13. Anexos

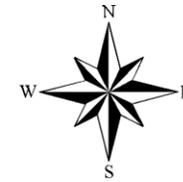
13.1 Mapa 4: El Municipio de León



Población estimada: 207,533 hab.
Densidad poblacional: 252 hab por km².
Datos: MINSA 2017



Mapa del Municipio de León Área Urbana



Leyenda

 Área Urbana - León



Coordenadas UTM
WGS 1984 16 N

**Maestría en Ciencias con
Mención en Epidemiología
V Cohorte - León**

Fuente: Elaboración Propia
Datos: CIDS UNAN - León

Agosto 2017

13.2 Instrumento de Recolección de Datos



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León
 Facultad de Ciencias Médicas
 Centro de Investigación en Demografía y Salud – CIDS



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
 “Caracterización epidemiológica de los Accidentes de Tránsito en la ciudad de León
 en el periodo Enero – Junio 2017”

Sección 0: Datos Generales de control			
01	ID		
02	Recolector	1. Investigador principal 2. Asistente de Investigación	
Sección 1: Datos Generales del Accidente			
03	Lugar de la ocurrencia		
04	Distrito de Ocurrencia	1. Gobernación 2. La Terminal 3. Guadalupe 4. Sutiaba 5. Los Poetas	
05	Fecha de la ocurrencia		
06	Día de la ocurrencia	1. Lunes 2. Martes 3. Miércoles 4. Jueves 5. Viernes 6. Sábado 7. Domingo	
07	Hora de la Ocurrencia		
08	Causa principal del accidente		
09	Tipo de accidente	1. Colisión 2. Atropello 3. Vuelco 4. Contra objeto fijo 5. Caída de personas 6. Caída de objetos	
Sección 2: Datos Sociodemográficos (para cada uno de los involucrados)			
10	Sexo	1. Hombre 2. Mujer	
11	Edad		
12	Nacionalidad	1. Nicaragüense 2. Otra	

13	Estado Civil	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soltero 2. Unión de Hecho estable 3. Casado 4. NA 5. ND 	
Sección 3: Factores asociados (para cada uno de los involucrados)			
14	Estado de la persona luego del accidente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ileso 2. Lesionado 3. Muerto 	
15	Rol en el accidente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conductor 2. Pasajero -> pregunta 20 3. Peatón -> Sección 3 	
16	El conductor usaba casco/cinturón de seguridad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 	
17	El conductor se encontraba en estado de ebriedad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 	
18	El conductor manejaba a exceso de velocidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 	
19	El conductor manejaba de manera temeraria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 	
20	El pasajero usaba casco/cinturón de seguridad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 	
Sección 3: Datos del Vehículo (para cada uno de los vehículos involucrados)			
21	Tipo de medio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bicicleta 2. Triciclo 3. Motocicleta 4. Tractores / Maquinaria Agrícola 5. Automóvil 6. Taxis / camioneta 7. Microbús 8. Bus 9. Camión 10. Cabezal 11. Maquinaria pesada 	
22	Circulación Vehicular vigente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 3. NA 4. ND 	
23	Seguro de póliza vigente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 3. NA 4. ND 	
Sección 4: Datos ambientales (Recolectado en el terreno bajo técnica de observación no participante)			
24	¿Dónde sucedió el evento?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calle principal 2. Avenida principal 3. Calle Secundaria 	

		4. Avenida Secundaria 5. En la carretera	
25	Tipo de trayecto	1. Recta 2. Curva 3. Pendiente 4. Otra	
26	Tipo de vía	1. Asfalto 2. Adoquín 3. Concreto 4. Macadán 5. Tierra	
27	Estado de la vía	1. Buena 2. Defectuosa 3. En reparación 4. Cerrada	
28	Presencia de alumbrado público	1. Si 2. No	
29	Presencia de ciclovía	1. Si 2. No	
30	Presencia de negocios informales sobre la acera	1. Si -> Pregunta 31 2. No	
31	Cantidad de negocios		
32	Presencia de vehículos estacionados	1. Si -> Pregunta 33 2. No	
33	Cantidad de vehículos estacionados		
34	Presencia de árboles en la calzada	1. Si -> Pregunta 35 2. No	
35	Cantidad de arboles		
36	Presencia de semáforo próximo	1. Si 2. No	
37	Presencia de señales en la vía	1. Si 2. No -> Pregunta 41	
38	Cantidad de señales		
39	¿Qué tipo de señal(es) es (son)?	1. Reglamentarias 2. Preventivas 3. Informativas	
40	Las señales reglamentarias y/o preventivas se logran observar sin dificultad	1. Si 2. No	
41	Presencia de reductores de velocidad	1. Si 2. No	
42	Coordenada geográfica		