



Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Programa de Ingeniería Civil

**Análisis de la siniestralidad en motos en la ciudad de Villavicencio (Meta),
identificación de puntos negros.**

Leidy Johana Perez Agudelo
ID. 1000011696

Julio del 2023
Bogotá, D. C.



**Proyecto dirigido presentado como requisito parcial para optar al Énfasis
de Ingeniería Civil en Tránsito y Transporte, por medio del Semillero de
Investigación Transporte, Logística y Territorio.**

**Ing. Mónica Marcela Suárez Pradilla, PhD.
Directora**

**Grupo de Investigación:
Centro de estudios de Vías y Transporte
Bogotá, D. C., 2023**

Agradecimientos

Amado Dios, quiero comenzar este libro expresando mi gratitud hacia ti. Tu guía y apoyo han sido fundamentales en cada etapa de mi vida. Gracias por brindarme fortaleza, sabiduría y por iluminar mi camino en momentos de dificultad.

A mi madre, tu amor incondicional y apoyo constante han sido pilares en mi vida. Gracias por estar a mi lado en cada paso de este camino académico. Tu dedicación, sacrificio y palabras de aliento han sido mi mayor motivación. Eres mi ejemplo a seguir y te agradezco por inculcarme la importancia de la educación y el esfuerzo.

Mi pequeña Luciana, tú eres mi mayor fuente de inspiración. A pesar de tus tiernos años, tu alegría y entusiasmo han iluminado mi camino en la realización de mi carrera. Gracias por tu paciencia y comprensión durante mis momentos de ausencia. Espero que este logro te motive a seguir tus propias metas con valentía.

A mis hermanos y sobrinos, su apoyo incondicional y ánimo constante han sido un impulso invaluable para mí. Gracias por su confianza, palabras de aliento y por creer en mí desde el principio. Sus sonrisas y alegría han sido un recordatorio constante de la importancia de compartir nuestros logros con aquellos que amamos. Los llevo siempre en mi corazón.

Ingeniera Mónica, no puedo expresar con palabras mi gratitud hacia ti. Tu guía, conocimiento y dedicación han sido fundamentales en mi crecimiento académico y en el desarrollo de este proyecto. Gracias por brindarme orientación experta, por desafiarme a ir más allá de mis límites y por motivarme a alcanzar mi máximo potencial. Eres un modelo a seguir.

A Diana, a ti, mi confidente y apoyo incondicional, quiero agradecerte por estar siempre presente en mi vida. Tus palabras de aliento, tu escucha activa y tu aliento constante han sido una fuente de fuerza y motivación. Gracias por tu amistad sincera y por acompañarme en este viaje. Tu presencia ha sido un regalo invaluable.

A todos ustedes, gracias. Su amor, apoyo y aliento han sido fundamentales en este logro. No solo han estado a mi lado en momentos de celebración, sino también en los momentos de desafío. Este logro es también suyo, y agradezco por su presencia constante en mi vida.

Con amor y agradecimiento sincero,

LEIDY JOHANA PEREZ AGUDELO

Resumen

El amplio crecimiento de los siniestros viales, especialmente de las motos en los últimos años en Colombia, se está convirtiendo en un problema de salud pública. En el año 2022 fallecieron 7.270 personas en accidentes de tránsito; de esos, el 55% eran motociclistas. Además, de los 700.000 heridos en las calles y carreteras de Colombia, la mayoría de ellos, eran motociclistas de acuerdo con la Agencia Nacional de Seguridad Vial. Sin embargo, los estudios realizados en su mayoría se hacen para las grandes ciudades del país, por ello, el objetivo de este trabajo es identificar los sectores de mayor siniestralidad de motos en la ciudad de Villavicencio que es una ciudad media en la que del total del parque automotor las motos representan el 64.6% según la Secretaría de Movilidad de Villavicencio y la concesionaria SerTraVi. Para identificar los puntos negros y calificarlos se realizó una caracterización vial en la que se detectan tramos peligrosos y elementos que contribuyen a los accidentes. Se aplicó una encuesta y se desarrolló un modelo espacial para determinar los puntos críticos. Los resultados obtenidos señalaron que sobre el trazado de la *Avenida Catama* se ubican los sectores en el que se presentan más puntos de accidentes en la ciudad de Villavicencio. La encuesta además permitió comprender las percepciones y causas de los accidentes. De acuerdo con los resultados, se estableció que es necesario implementar medidas en la Avenida Catama, que contribuyan a disminuir los siniestros viales como infraestructuras adecuadas, señalización, reductores de velocidad y realizar campañas de educación y concientización con los usuarios de motocicletas.

Palabras clave: *Villavicencio, Colombia, estudio de la siniestralidad, motos, seguridad vial, caracterización vial, puntos críticos, medidas de seguridad.*

Abstract

The widespread growth of road accidents, especially involving motorcycles in recent years in Colombia, is becoming a public health problem. In 2022, 7,270 people died in traffic accidents; of those, 55% were motorcyclists. In addition, of the 700,000 people injured on Colombia's streets and highways, most of them were motorcyclists, according to the National Road Safety Agency. However, most of the studies carried out are done for large cities in the country, therefore, the objective of this work is to identify the sectors with the highest motorcycle accident rate in the city of Villavicencio, which is a medium-sized city where motorcycles represent 64.6% of the total vehicle fleet, according to the Villavicencio Mobility Secretariat and the concessionaire SerTraVi. In order to identify the black spots and qualify them, a road characterization was carried out to detect dangerous stretches and elements that contribute to accidents. A survey was applied and a spatial model was developed to determine the critical points. The results obtained showed that on the route of Catama Avenue are located the sectors with the highest number of accidents in the city of Villavicencio. The survey also allowed understanding the perceptions and causes of accidents. According to the results, it was established that it is necessary to implement measures on Catama Avenue that contribute to reduce road accidents, such as adequate infrastructure, signaling, speed reducers and education and awareness campaigns with motorcycle users.

Key words: *Villavicencio, Colombia, accident study, motorcycles, road safety, road characterization, critical points, safety measures.*

TABLA DE CONTENIDO.

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes	3
1.2	Objetivos	4
1.2.1	General	4
1.2.2	Específicos	4
1.3	Contenido	4
2	Marco teórico y estado del arte	5
2.1	Marco teórico	5
2.2	Revisión y estado del arte	6
3	Datos y metodología	11
3.1	Datos	11
3.2	Metodología	11
3.2.1	Delimitación de la red vial de estudio	11
3.2.2	Caracterización de los siniestros viales	12
3.2.3	Identificación de la concentración de los siniestros	12
3.2.4	Pruebas de estadística espacial	12
3.2.5	Análisis espacial	12
3.2.6	Priorizar los puntos seguros	13
4	Caso de estudio – Villavicencio, (Meta).....	14
5	Resultados	20
5.1	Delimitación de la red vial de estudio.	20
5.2	Caracterización de los siniestros viales	22
5.3	Identificar la concentración de los siniestros	25



5.4	Pruebas de estadística espacial.....	26
5.4.1	Análisis de la encuesta	26
5.5	Análisis espacial.....	42
5.6	Priorizar los puntos seguros	43
6	Conclusiones y recomendaciones.....	46
6.1	Conclusiones	46
6.2	Recomendaciones.....	47
7	Referencias	49

Pág.

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Villavicencio y sus límites</i>	14
Figura 2. <i>Concentración de personas por comuna.</i>	18
Figura 3. <i>Malla vial de Villavicencio - Meta.</i>	20
Figura 4. <i>Mapa de Villavicencio y la concentración de accidentes de 2007 a 2016.</i>	26
Figura 5. <i>Análisis Kernel de la ciudad de Villavicencio.</i>	43
Figura 6. <i>Av. Catama o Av. Francisco José de Caldas.</i>	44

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Principales corredores viales de Villavicencio.</i>	16
Tabla 2. <i>Corredores urbanos más importantes según su funcionalidad.</i>	16
Tabla 3. <i>Porcentaje de estrato por comuna de la ciudad de Villavicencio</i>	17
Tabla 4. <i>Caracterización de las vías del municipio de Villavicencio.</i>	21
Tabla 5. <i>Caracterización de los siniestros viales en la ciudad de Villavicencio.</i>	22
Tabla 7. <i>Preguntas y respuestas de la sección 1 de la encuesta.</i>	27
Tabla 8. <i>Preguntas y respuestas de la sección 2 de la encuesta.</i>	29
Tabla 9. <i>Preguntas y respuestas de la sección 3 de la encuesta.</i>	31
Tabla 10. <i>Preguntas y respuestas de la sección 4 de la encuesta, parte 1.</i>	33
Tabla 11. <i>Preguntas y respuestas de la sección 4 de la encuesta, parte 2.</i>	35



TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. <i>Crecimiento poblacional de la ciudad de Villavicencio.</i>	15
Gráfico 2. <i>Correlación 1 de variables de la encuesta.</i>	39
Gráfico 3. <i>Correlación 2 de variables de la encuesta.</i>	40
Gráfico 4. <i>Correlación 3 de variables de la encuesta.</i>	41

1 Introducción

La seguridad vial es un aspecto fundamental para garantizar la protección de los usuarios de las vías y prevenir accidentes. El estudio de la seguridad vial es vital para las entidades públicas y privadas de todos los sectores, dado, que los desplazamientos se realizan sobre la infraestructura vial en la que interactúan los diferentes usuarios de forma directa e indirecta. Particularmente, para este trabajo se entiende la seguridad vial como un conjunto de acciones, mecanismos, estrategias y medidas orientadas a la prevención de siniestros de tránsito y a la preservación de la vida de los usuarios. (Organización Panamericana de la Salud , 2013)

En este trabajo se hace una revisión de cómo han evolucionado los siniestros viales específicamente de motocicletas en la ciudad de Villavicencio y se busca identificar los puntos donde más se presentan.

La ciudad de Villavicencio está ubicada en el departamento del Meta en Colombia, presenta un crecimiento demográfico de 39,7 % de su población de acuerdo con el censo de 2018 (La información del DANE en la toma de decisiones regionales, Villavicencio - Meta, 2021), ello, ha incrementado el número de desplazamientos. Sin embargo, la infraestructura de transporte no ha crecido de manera equilibrada con las necesidades de movilidad, así, la carencia de un servicio de transporte público eficiente ha incrementado el parque automotor de las motocicletas.

El análisis de la siniestralidad en motos se ha convertido en una preocupación importante debido al aumento de los accidentes en este tipo de vehículos. Con el objetivo de abordar esta problemática y priorizar puntos seguros, se este estudio que incluyó diferentes etapas.

En primer lugar, se realizó una caracterización vial de la ciudad de Villavicencio para comprender las características de las vías y su influencia en la seguridad de los motociclistas. Esta caracterización involucró la identificación de tramos peligrosos, intersecciones conflictivas y otros elementos que pudieran contribuir a los accidentes de motos en la ciudad.

Posteriormente, se utilizaron modelos espaciales para analizar los datos recopilados y evaluar la distribución de los accidentes de motos en la ciudad. Estos modelos permitieron identificar patrones espaciales y determinar los puntos críticos donde se concentran la mayoría de los accidentes. Como resultado de este análisis, se determinó que la Avenida Catama es el lugar más crítico en términos de siniestralidad para los motociclistas en Villavicencio.

Además del análisis técnico, también se llevó a cabo una encuesta a la comunidad para recopilar información sobre las percepciones y experiencias de los residentes de Villavicencio en relación con la seguridad vial y los accidentes de motos. Esta encuesta proporcionó datos complementarios que ayudaron a comprender mejor los factores subjetivos y las causas potenciales de los accidentes.

Con base en los resultados obtenidos de la caracterización vial, los modelos espaciales y la encuesta, se estableció la necesidad de priorizar puntos seguros en la ciudad. En particular, se destacó la importancia de tomar medidas específicas en la Avenida Catama para reducir la siniestralidad en motos. Estas medidas podrían incluir la implementación de infraestructuras viales adecuadas, señalización clara, reductores de velocidad y mejoras en la iluminación, así como campañas de concientización y educación vial dirigidas a los motociclistas y otros usuarios de la vía.

En resumen, el análisis de la siniestralidad en motos en la ciudad de Villavicencio, con un enfoque prioritario en la Avenida Catama, ha permitido identificar los puntos críticos y la necesidad de establecer medidas para mejorar la seguridad vial. Este estudio integral proporciona una base sólida para la implementación de acciones preventivas y correctivas que contribuyan a reducir los accidentes de motos y garantizar la protección de los usuarios de las vías en la ciudad.

1.1 Antecedentes

La seguridad vial es un tema de vital importancia en todo el mundo, especialmente cuando se trata del uso de motocicletas. Cada año se producen aproximadamente 1,35 millones de muertes por accidentes de tráfico, y las motocicletas representan una proporción significativa de estos accidentes. (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2021)

En América, las motocicletas son ampliamente utilizadas como medio de transporte en muchos países, debido a su bajo costo y facilidad de maniobra en el tráfico. Sin embargo, esta particularidad también ha llevado a un aumento en los accidentes de motocicleta. En el año 2019, las muertes por accidentes de motocicleta representaron el 16% del total de muertes en el tráfico en la región. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021)

En Colombia, las motocicletas son el medio de transporte preferido por muchos ciudadanos debido a su flexibilidad y rapidez en el desplazamiento. Sin embargo, esto ha llevado a un aumento en la siniestralidad vial relacionada con las motocicletas. Según el Observatorio Nacional de Seguridad Vial, en el año 2020, los accidentes de motocicleta representaron el 49% de los accidentes de tráfico en Colombia. Esto ha generado una preocupación creciente por mejorar la seguridad vial en relación con las motocicletas en el país. (Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2021)

Villavicencio se encontraba quinta en el listado de las 10 ciudades con altas tasas de mortalidad de accidentes, esto al mes de agosto de 2022, por ende, fue una de las ciudades priorizadas por la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV), para iniciar una campaña preventiva, que ayude a salvar vidas. En el periodo comprendido entre enero y noviembre del año 2022, fallecieron 122 personas en esta ciudad, de las cuales el 80.33% eran hombres, 50% de estos tenían edades comprendidas entre los 20 y 35 años, el restante 19.67% eran mujeres, de las cuales

el 33.33% estaban entre los 25 y 35 años, además en este género en la franja de edad de 15 a 20 años se registró un 16.67% de mujeres fallecidas.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, es evidente que se existe un problema de gran dimensión respecto a los siniestros viales en Colombia y en Villavicencio particularmente. Así, el tema propuesto es de importancia para la comunidad y las autoridades de la ciudad.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Realizar un análisis de la siniestralidad de motocicletas en la ciudad de Villavicencio, identificando puntos críticos en las vías urbanas.

1.2.2 Específicos

- Hacer un diagnóstico de las condiciones de la red de infraestructura vial de la ciudad de Villavicencio.
- Caracterizar los siniestros viales y definir los puntos seguros en el área urbana de la ciudad utilizando un modelo de Kernel.
- Presentar posibles soluciones para mejorar la seguridad vial en la ciudad, priorizando los puntos calientes.

1.3 Contenido

Este documento está conformado por siete (7) capítulos. En el Capítulo 2 se encuentra un breve marco teórico y estado del arte. El capítulo 3 detalla metodología y datos. En el capítulo 4 se describe el caso de estudio, Villavicencio Meta. El capítulo 5 muestra los resultados obtenidos. En capítulo 6 se presentan las principales conclusiones y recomendaciones y finalmente en el capítulo 7 se encuentran las referencias utilizadas en el texto.

2 Marco teórico y estado del arte

2.1 Marco teórico

Considerando el trabajo propuesto en este marco teórico, se incluyen algunos conceptos importantes que se relacionan con la seguridad vial.

La seguridad vial engloba las medidas y acciones destinadas a prevenir siniestros de tránsito y proteger la vida de los usuarios de las vías. Esto implica considerar aspectos como la infraestructura vial, el comportamiento humano, el diseño de los vehículos, la legislación y la educación vial, según lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), (2004). Es crucial comprender que un accidente de tránsito se refiere a un evento generalmente no intencional causado por al menos un vehículo en movimiento, el cual produce daños a las personas y bienes involucrados y perturba la circulación normal de los vehículos en el área afectada, según el Código Nacional de Tránsito, (2002)

El factor humano desempeña un papel fundamental en la seguridad vial. Se refiere a las acciones y decisiones que toma el conductor, como conducir cansado, no respetar las normas de tráfico, conducir bajo la influencia del alcohol, entre otros. Estas conductas pueden ser causantes de numerosos accidentes evitables, y es responsabilidad del conductor adoptar comportamientos seguros al volante (Mocondino R., 2020). Por otro lado, el factor vehículo también influye en la seguridad vial. Los vehículos cuentan con elementos de seguridad activa, como los frenos ABS y el alumbrado, que ayudan a prevenir accidentes, así como elementos de seguridad pasiva, como el cinturón de seguridad y los airbags, que protegen a los ocupantes en caso de colisión (Mocondino R., 2020). Ambos factores, humano y vehículo, requieren atención y consideración para mejorar la seguridad vial y reducir la incidencia de accidentes.

Los actores viales de tránsito y los actores viales de la vía también desempeñan un papel importante en la seguridad vial. Los actores viales de tránsito incluyen a las autoridades de tránsito,

la policía y los inspectores de tránsito, entre otros, cuya función es regular y controlar el tránsito, garantizando el cumplimiento de las normas y el orden en las vías (Ministerio de Transporte, 2017). Por otro lado, los actores viales de la vía son las personas y entidades que interactúan en el entorno vial, como conductores, peatones, ciclistas y pasajeros. Estos actores tienen la responsabilidad de cumplir las normas de tránsito y adoptar comportamientos seguros para contribuir a la seguridad vial (Red Empresarial de Seguridad Vial., 2023).

Además, es esencial tener en cuenta los puntos calientes en la accidentalidad, también conocidos como puntos negros, son lugares o tramos específicos de las vías donde ocurren repetidamente una alta cantidad de accidentes de tránsito. Estos puntos pueden estar asociados a problemas como condiciones peligrosas de la vía, deficiencias en el diseño, falta de señalización adecuada o intersecciones conflictivas, entre otros factores (Elvik, 2009). Identificar y abordar estos puntos calientes es crucial para mejorar la seguridad vial y reducir la incidencia de accidentes en estas áreas específicas.

2.2 Revisión y estado del arte

El informe sobre seguridad vial de la Organización Mundial de la Salud de 2018 destaca la importancia de abordar el problema de los accidentes de tránsito a nivel mundial. El informe revela que alrededor de 1.35 millones de personas mueren cada año debido a accidentes de tráfico, y millones más resultan heridas o discapacitadas. Además, los accidentes de tráfico son una de las principales causas de muerte entre los jóvenes de 5 a 29 años y particularmente los motociclistas son los más afectados. Así, es necesario identificar cómo ha evolucionado la investigación al respecto. La mayoría de las investigaciones se han desarrollado en Estados Unidos y en Asia, en América Latina se está avanzando en las investigaciones.

El trabajo de Gkritza, Sisiopiku, & Browning, (2017) ofrece una revisión exhaustiva de las características de los accidentes de motocicletas en los Estados Unidos. Se identifica que factores

como lesiones, ubicaciones de los accidentes y medidas de seguridad tienen una alta importancia en la proporción de accidentes fatales en motocicleta en comparación con otros tipos de vehículos, además, destaca la influencia de factores como la velocidad, el consumo de alcohol y la falta de equipo de protección. Finalmente, sugiere la necesidad de políticas y medidas de seguridad más efectivas para reducir los accidentes y proteger a los motociclistas.

Por otro lado, Prasetijo & Susilo, (2017), hacen un análisis exhaustivo sobre los estudios de causas de accidentes de motocicleta, a través de investigaciones previas identifican factores comunes que contribuyen a los accidentes, como el comportamiento del conductor, la infraestructura vial, las condiciones del tráfico y la influencia de factores externos. Además, se discuten estrategias de prevención y se identifican áreas clave para futuras investigaciones que contribuyan a mejorar la seguridad vial.

En esta misma línea Martins & Silva, (2018), analizan las características de los accidentes de motocicleta e identifican los factores de riesgo asociados como la velocidad, el uso del casco, el estado de la vía y la experiencia del conductor, finalmente, proponen estrategias de prevención y seguridad vial. Chen & Peek-Asa, (2018), examinan la eficacia de los cascos de motocicleta en la prevención de lesiones en la cabeza y concluyen que son efectivos para reducir las lesiones en la cabeza en accidentes de motocicleta. Además, destacan la importancia de cumplir con los estándares de seguridad, como los certificados por organismos reguladores, para garantizar la protección adecuada. El estudio respalda el uso obligatorio de cascos de calidad como medida de seguridad en la conducción de motocicletas

Ivan & Zegeer, (2018), evalúan las medidas para evitar los accidentes de motocicletas en los Estados Unidos. Primero identifican enfoques para reducir los accidentes de motocicletas y mejorar la seguridad vial. El estudio abarca aspectos como el uso de cascos, la educación vial, las infraestructuras seguras, las políticas de licencia de conducir y la aplicación de la ley. Los autores

destacan la importancia de implementar múltiples medidas para lograr resultados significativos en la prevención de accidentes de motocicletas.

Particularmente el European Transport Safety Council., (2018), en el informe "Seguridad de las motocicletas en Europa: Orientación política sobre los factores clave en la seguridad de las motocicletas" proporciona una visión general de los principales aspectos relacionados con la seguridad de las motocicletas. El informe destaca la importancia de factores como la infraestructura vial, la formación de los conductores, la concienciación y el cumplimiento de las normas de tráfico. También sugiere políticas y medidas para mejorar la seguridad de los motoristas en Europa. El documento puede ser utilizado como referencia para desarrollar estrategias de seguridad vial y reducir los accidentes de motocicleta.

El trabajo de Du & Gao, (2019), evalúa aspectos epidemiológicos sobre accidentes de motocicleta y ofrece una visión general de la incidencia, las lesiones más comunes y los factores de riesgo asociados. Este estudio incluye datos demográficos, de comportamiento del conductor, de las condiciones ambientales y características de los accidentes. El trabajo de Liu, B., & Zhang, J. (2019) analiza las causas de accidentes de motocicletas y propone medidas preventivas. Se incluyen factores humanos ambientales y de infraestructura y se exploran estrategias de seguridad como el uso de casco y la educación vial para disminuir la siniestralidad.

Hassan & Ullah, (2019), examinan la seguridad de las motocicletas y evalúan los factores de riesgo en la seguridad vial como el comportamiento del conductor, la infraestructura vial y el diseño de las motocicletas. Además, se discuten las estrategias de prevención y medidas de seguridad para reducir los accidentes y su gestión.

Oluwatobi, Olawande, & Ekanem, (2020), examinan los patrones de accidentes de motocicletas y las medidas de seguridad en países en desarrollo. La revisión destaca la alta incidencia de accidentes de motocicleta en estos países, así como los factores contribuyentes, como

la falta de infraestructura vial adecuada, el incumplimiento de las normas de tráfico y la falta de conciencia sobre la seguridad vial. El estudio también analiza las medidas de seguridad existentes y propone recomendaciones para mejorar la seguridad en la conducción de motocicletas en estos países. El trabajo de Oei, H., & Evans, A. (2020) revisa los factores de riesgo asociados a los accidentes de motocicleta y propone medidas de mitigación para reducir la accidentalidad. Se examinan aspectos como la infraestructura vial, el comportamiento del conductor, el diseño de las motocicletas y la seguridad activa y pasiva.

Li, Liu, & Chen, (2020), ofrece una revisión exhaustiva sobre el comportamiento de conducción en motocicletas y el riesgo de accidentes. Se analizan diversos factores que influyen en el comportamiento del motociclista, como la edad, el género, la experiencia de conducción, el cumplimiento de normas de tránsito y el uso de equipo de protección. Además, se exploran las principales causas de los accidentes de motocicleta y se presentan estrategias para reducir el riesgo, como la mejora de la educación vial y el diseño de infraestructuras seguras.

En Colombia el trabajo de Jimenez, Bocarejo, Zarama, & Yerpez. (2015), identifica que los factores que contribuyen a las colisiones de motocicletas varían de una población a otra en función de varios aspectos, como el perfil de los usuarios, la composición y densidad del tráfico y las características de las infraestructuras. Los factores recurrentes en los grupos de accidentes incluyen: motociclistas inexpertos, vías urbanas anchas que facilitan el exceso de velocidad y de maniobras de adelantamiento arriesgadas, vías urbanas fluidas que fomentan la alta velocidad y una mayor interacción entre vehículos, y falta de mantenimiento de las infraestructuras.

De acuerdo con lo expresado anteriormente respecto a la relación seguridad vial y motos la mayoría de las investigaciones se enfoca en analizar especialmente factores de riesgo, causas y consecuencias de los accidentes y la necesidad de entender esas causas dentro de un específico para mejorar la seguridad vial.

Los estudios abarcan factores humanos, ambientales y de infraestructura que contribuyen a los accidentes, como el exceso de velocidad, el consumo de alcohol, la falta de experiencia y el diseño de las carreteras. También exploran las estrategias de seguridad, como la implementación de cascos protectores, la educación vial y la mejora de la infraestructura vial. Finalmente, visualizan la importancia de combinar intervenciones multifacéticas para reducir los accidentes de motocicletas y mejorar la seguridad vial.

3 Datos y metodología

3.1 Datos

En este proyecto, se han utilizado diversas fuentes para obtener la información requerida. Por un lado, se utilizó datos de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV). Esta institución se encarga de recopilar y analizar datos relacionados con la seguridad vial en el país. Otra fuente importante de información es el Ministerio de Transporte.

Además de las fuentes institucionales, se aplicó una encuesta a la población como fuente primaria de datos. Esta encuesta se diseñó específicamente para recopilar información sobre el comportamiento de los conductores de motos, la percepción de riesgo, el uso del equipo de protección y otros aspectos relevantes. A través de un muestreo representativo, se obtuvo una muestra de la población y se aplicó la encuesta, obteniendo datos directamente de los usuarios de motos. Estos datos son especialmente útiles para comprender los factores humanos y sociales que influyen en la accidentalidad en motos.

3.2 Metodología

La metodología utilizada en este proyecto combina técnicas cuantitativas y cualitativas para visualizar el comportamiento de los motociclistas de Villavicencio:

3.2.1 Delimitación de la red vial de estudio

El primer paso consiste en definir y delimitar la red vial de la ciudad. Esto implica identificar las vías y segmentos de carretera relevantes para el análisis de la accidentalidad en motos. Se consideran tramos de vías urbanas y de vías interurbanas.

3.2.2 Caracterización de los siniestros viales

Se recopila información detallada sobre los siniestros viales que involucran motos. Esta información incluye variables como la ubicación geográfica del accidente, las condiciones del entorno vial, el tipo de colisión, las lesiones sufridas y la gravedad de los accidentes. Esta caracterización proporciona una visión completa de los diferentes aspectos relacionados con la accidentalidad en motos.

3.2.3 Identificación de la concentración de los siniestros

Se realiza un análisis de agrupación de datos para identificar los lugares donde se concentran los accidentes. La información georreferenciada obtenida de diferentes fuentes se utiliza para mapear los puntos de mayor incidencia de accidentes. Además, se aplicará una encuesta a los usuarios para corroborar la validez de estos lugares identificados.

3.2.4 Pruebas de estadística espacial

Se realizan pruebas estadísticas espaciales para evaluar si la distribución de los siniestros viales en la red vial es aleatoria o si existe una agrupación significativa. Estas pruebas permiten determinar si los accidentes ocurren de manera aleatoria o si existen patrones espaciales que deben tenerse en cuenta en el análisis.

3.2.5 Análisis espacial

Con base en los resultados obtenidos anteriormente, se realiza un análisis espacial utilizando el método Kernel. Este análisis permite identificar y mapear geográficamente los tramos de la red vial con mayor incidencia de accidentes en motocicletas. Esto proporciona una visión clara de las áreas donde se concentra la siniestralidad vial.

3.2.6 *Priorizar los puntos seguros*

A partir de los resultados obtenidos en los pasos anteriores, se priorizan los puntos seguros en la red vial. Estos puntos corresponden a aquellos segmentos o áreas donde se ha identificado una mayor incidencia de siniestros viales. Se busca implementar medidas de seguridad adicionales en estos puntos para reducir el riesgo de accidentes.

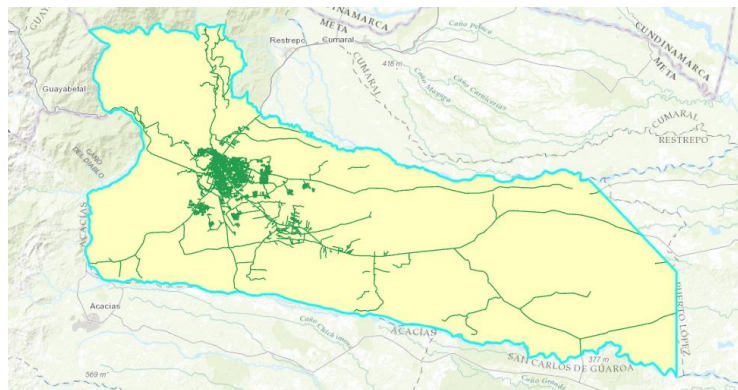
En resumen, la metodología utilizada combina el análisis de la red vial, la caracterización de los siniestros viales, el análisis espacial y la priorización de puntos seguros. Estos pasos permiten comprender y abordar de manera integral el problema de la accidentalidad en motos, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y la implementación de medidas de prevención y seguridad vial.

4 Caso de estudio – Villavicencio, (Meta).

Villavicencio es un municipio ubicado en Colombia y es la capital del departamento del Meta. Se encuentra ubicada a 109 km al sur de la capital de Colombia, en el piedemonte de la cordillera Oriental, al noroccidente del departamento del meta, en la margen derecha del río Guatiquía. Sus límites geográficos son, al Noroeste Guayabetal (Cundinamarca), al Norte el Calvario, al Noreste Restrepo, al Oeste Acacias, al Este Puerto López, al Suroeste y Sur Acacias, al Sureste San Carlos de Guaroa.

Figura 1.

Villavicencio y sus límites

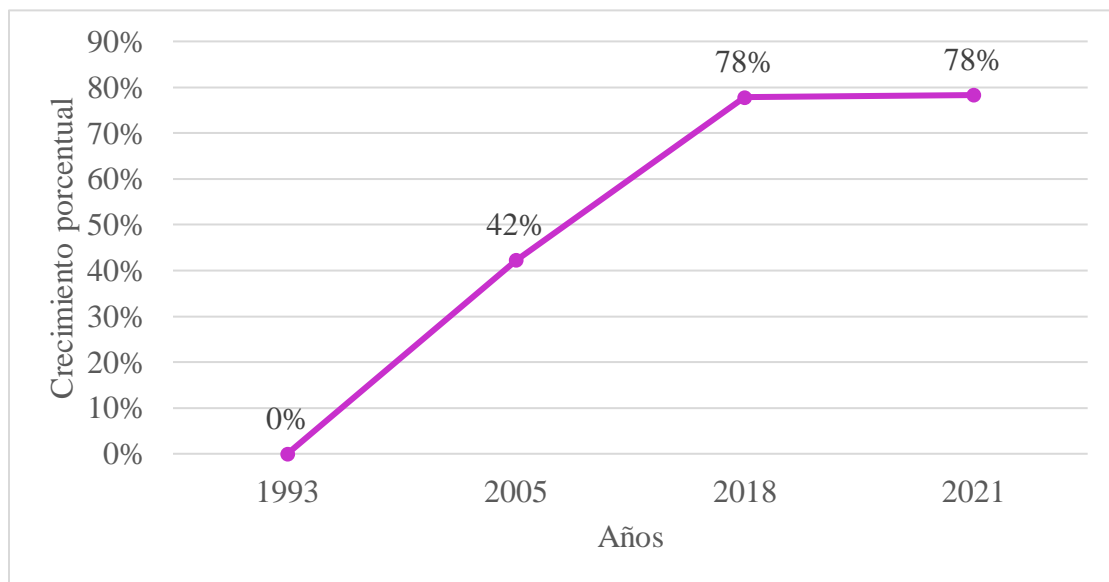


En cuanto a su estructura político – administrativa Está subdividida en 7 corregimientos, 8 comunas y 446 barrios. Se proyecta como área metropolitana junto a los municipios de Acacias, Cumarebo y Restrepo.

Esta ciudad cuenta con una población urbana aproximada de 452.472 habitantes, según cifras del año 2021 (Alcaldía Municipal de Villavicencio, 2023).

Gráfico 1.

Crecimiento poblacional de la ciudad de Villavicencio.



Fuente: Elaboración propia con datos de (Alcaldía Municipal de Villavicencio, 2023)

En el gráfico se encuentra el crecimiento poblacional porcentual tomando como base el año 1993, que contaba con 253.780 habitantes.

Tiene una superficie total de 1338 km² y una altitud media de 46 m.s.n.m., presenta un clima cálido con temperaturas entre 20°C y 39°C.

Tiene una economía diversificada y próspera, los sectores clave que impulsan su desarrollo son la agricultura, ganadería y minería. La ciudad se destaca como un importante centro comercial respaldado por recursos financieros sólidos.

En cuanto a infraestructura vial, los principales corredores viales de la capital del Meta son:

Tabla 1.

Principales corredores viales de Villavicencio.

Principales corredores viales de Villavicencio	
NOMBRE	DIRECCIÓN
Avenida del Llano	Calle 31
Avenida Circunvalar	Calle 15 y Carrera 19
Avenida Los fundadores o Vía Puerto López	Carrera 33 y Carrera 22
Avenida Los Maracos	Calle 15 y Carrera 18
Avenida Alfonso López	Carrera 29
Avenida Cuarenta	Carrera 40 y Carrera 48
Anillo Vial	Calle y Carrera 1
Avenida Catama o Avenida Francisco José de Caldas	Calle 35

Fuente: Elaboración propia con datos de (Secretaría de Planeación Municipal, 2017)

Así mismo, los cuatro corredores urbanos más importantes en relación con su funcionalidad son:

Tabla 2.

Corredores urbanos más importantes según su funcionalidad.

Corredores urbanos más importantes según su función	
NOMBRE	FUNCIÓN
Anillo Vial Central	Distribuidor de transporte urbano
Avenida del Llano	Sistema colector de tránsito regional
Avenida Circunvalar	Sistema específico para el tráfico vehicular de cobertura urbana
Anillo Vial	Da salida parcial a todo el tráfico regional, rodea el perímetro urbano.

Fuente: Elaboración propia con datos de (Secretaría de Planeación Municipal, 2017)

En cuanto a su estratificación, la ciudad de Villavicencio se divide en:

Tabla 3.

Porcentaje de estrato por comuna de la ciudad de Villavicencio

	Porcentaje de estrato por comuna					
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
Comuna 1	8	27	40	22	1	2
Comuna 2	8	11	19	26	2.3	13
Comuna 3	18	43	32	7	0	0
Comuna 4	12	23	43	18	4	0
Comuna 5	3	15	25	18	6	0
Comuna 6	14	9	36	27	14	0
Comuna 7	16	22	38	18	4	2
Comuna 8	16	24	39	15	5	1

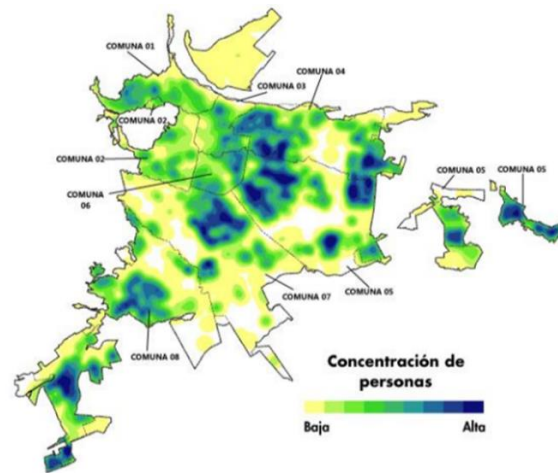
Fuente: (Maldonado Alarcón, 2019)

Así mismo, según datos del DANE, Villavicencio tiene un 50.7% de mujeres y el 49.3% restante son hombres.

En la siguiente imagen, se muestra la concentración de personas por comunas, como se evidencia las comunas 5 y 7 son las que tienen una mayor población.

Figura 2.

Concentración de personas por comuna.



Fuente: (La información del DANE en la toma de decisiones regionales, Villavicencio - Meta, 2021)

En cuanto a sus viajes, según el informe del Banco Interamericano de Desarrollo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013), solo el 5,3% de los viajes diarios en Villavicencio se realizan en bicicleta, a pesar de las favorables condiciones geográficas de la ciudad. Para el año 2016, la ciudad contaba con aproximadamente 22 kilómetros de ciclorrutas, lo que equivale a solo 4,5 km por cada 100.000 habitantes (Findeter, 2016). En cuanto a la infraestructura peatonal, a pesar de que el 25,9% de la población utiliza el modo peatonal para desplazarse, se observa que los andenes de las vías principales están en buenas condiciones, pero los que se encuentran en vías terciarias están en condiciones precarias, inexistentes o invadidos por el estacionamiento de vehículos particulares, motocicletas y transporte de carga.

El transporte público colectivo (TP) es el principal medio de transporte utilizado en el casco urbano, representando el 33,24% de los desplazamientos diarios, seguido por los viajes a pie y las

motocicletas con solo el 13,52% (Parra, 2020). Según una encuesta realizada por la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) en 2015, se llevaron a cabo alrededor de 800.674 viajes en la ciudad, siendo el propósito principal el desplazamiento hacia el hogar con un 46,2% de participación, seguido por el trabajo con un 20,4% y los estudios con un 15,2% (Alcaldía Municipal de Villavicencio, 2015).

Es preocupante el hecho de que la flota de transporte público tenga un promedio de más de 15 años, lo que genera un alto impacto ambiental para la ciudad ya representa aproximadamente el 31,2% del tráfico. Además, aunque la cobertura del transporte público en 2015 satisfacía aproximadamente el 90% de la demanda del municipio, existe una sobreoferta en la zona central de la ciudad que genera diversos problemas, como la superposición de rutas, saturación de la capacidad de la infraestructura vial, aumento de tarifas y falta de cobertura en ciertas áreas, sin embargo, las zonas periféricas no están ampliamente servidas.

5 Resultados

Los resultados obtenidos a partir de la metodología utilizada proporcionan una visión integral de la problemática de la accidentalidad en motos. A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos en cada etapa del proceso:

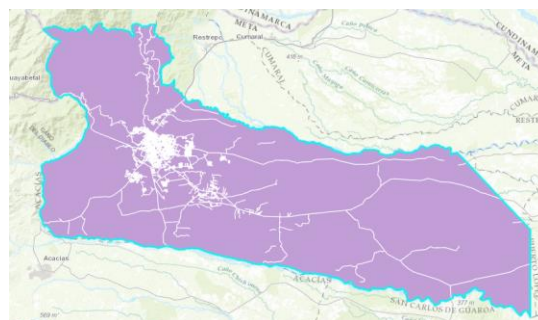
5.1 Delimitación de la red vial de estudio.

Según el plan de desarrollo de Villavicencio Cambia Contigo 2020 - 2023, y como fuente principal la secretaria de infraestructura de Villavicencio, el municipio cuenta con 231 kilómetros de infraestructura rural y con 890 kilómetros de infraestructura urbana. De estos 1121 kilómetros el 53% se encuentra en buen estado, el 20% se encuentra en estado regular y el 20% restante se encuentra en mal estado. (Secretaria de infraestructura de Villavicencio, s.f.)

Por ende, se ha establecido una clara delimitación de la red vial del municipio, identificando las vías urbanas y caracterizándolas en vías primarias, vías secundarias, vías terciarias y vías residenciales, esto para el análisis de la accidentalidad en motos. Esto ha permitido tener una base sólida para el análisis de los datos recopilados.

Figura 3.




Malla vial de Villavicencio - Meta.



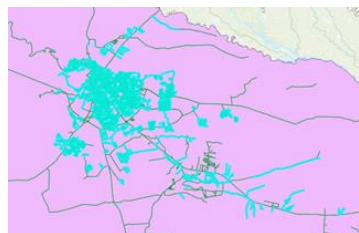
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.

Caracterización de las vías del municipio de Villavicencio.

Tipología	Km	Ejes	Características	Comunas	Seguridad vial
<p>Vías primarias</p> 	198	151	Lugares con poca señalización horizontal, vías en mal estado, poco espacio para movilidad activa, pocos elementos de tráfico calmado.	Todas las comunas adicionales, algunos corregimientos	Se encuentran los ejes viales con mayor número de accidentes en la ciudad.
<p>Vías Secundarias</p> 	68.7	40	Poca iluminación, Buena señalización horizontal.	Comunas 2, 3, 4, 5, 6, 7.	Sectores con poco índice de accidentalidad
<p>Vías Terciarias</p> 	91	109	Buen estado de las vías, poca iluminación, falta de señalización horizontal.	Comunas 2, 3, 5, 6, 7.	Sectores con poco índice de accidentalidad

Vías Residenciales



510 2968

Mal estado de las vías, pocas ciclorrutas, poca señalización horizontal. Algunos sectores con poca iluminación

Todas las comunas

las

Sectores con gran índice de accidentalidad

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Caracterización de los siniestros viales

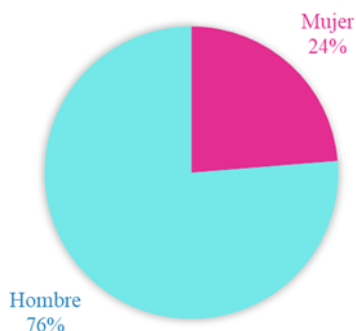
A través de la recopilación de información detallada sobre los siniestros viales que involucran motos, se ha logrado obtener una caracterización exhaustiva de estos accidentes. Se han identificado los principales factores de riesgo, los tipos de colisión más frecuentes y las lesiones asociadas. Esto brinda una comprensión clara de las circunstancias y consecuencias de los accidentes de moto.

Tabla 5.

Caracterización de los siniestros viales en la ciudad de Villavicencio.

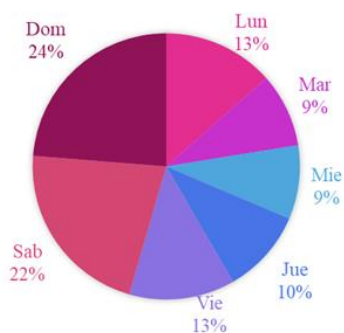
Caracterización de los siniestros viales

Porcentaje de accidentalidad según su género (Fuentes institucionales)



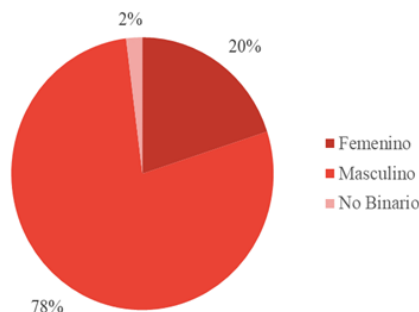
Se pudo establecer que en el periodo comprendido entre 2007 - 2016, el 76% de los accidentados fueron hombres, y el 24% restante fueron mujeres.

Porcentaje de accidentalidad según el día de la semana (Fuentes institucionales)



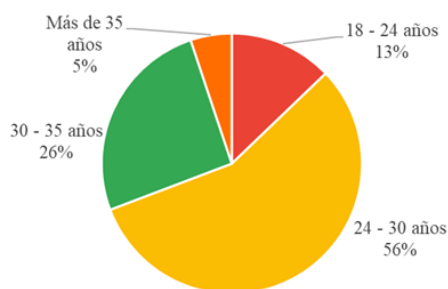
se pudo establecer que el día con mayor número de fatalidades fue el domingo con un 24%.

Porcentaje de accidentalidad según su género (Encuesta)



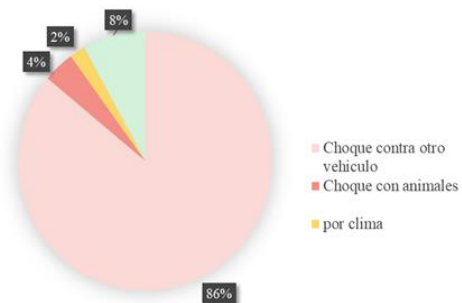
Según la encuesta, el 78% de los accidentados eran hombres, mientras que el 20% eran mujeres.

Porcentaje de accidentalidad según su edad (Encuesta)



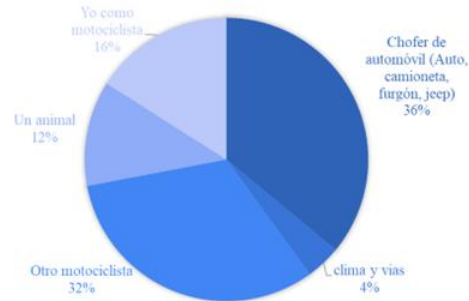
El análisis de las edades reveló que el 56% de los accidentados se encuentran en el rango de 24 a 30 años. El 26% tenía entre 30 y 35 años, el 13% se ubicaba en el rango de 18 a 24 años, y solo el 5% superaba los 35 años.

Porcentaje
de accidentalidad
según su el tipo de
accidente
(Encuesta)



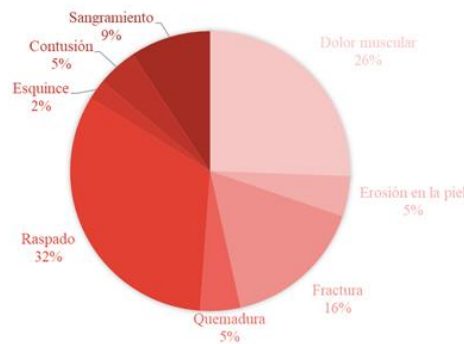
Según los datos recopilados, el 86% de los accidentes fueron choques con otro vehículo, el 8% fueron choques con otra moto, el 4% fueron causados por animales y solo el 2% estuvo relacionado con factores climáticos.

Porcentaje
según la
responsabilidad en
el momento del
accidente en
Villavicencio
(Encuesta)



Según las respuestas obtenidas, el 36% de los accidentes fueron atribuidos al conductor del automóvil, el 32% involucró a otro motociclista como responsable, el 16% de los motociclistas aceptó su propia responsabilidad, el 12% fue causado por animales y solo el 4% estuvo relacionado con factores climáticos o del entorno vial.

Porcentaje
según el tipo de
lesión en accidentes
en Villavicencio
(Encuesta)



Las partes del cuerpo más afectadas en los accidentes de moto, según la encuesta, fueron los brazos con un 38%, seguidas de las piernas con un 22%. En cuanto a las lesiones más comunes, se registró un 32% de raspados y un 26% de dolor muscular.

Fuente: Elaboración propia con datos de (Muñoz, 2018), (ansv.observatorio00, s.f.), Encuesta realizada a la población.

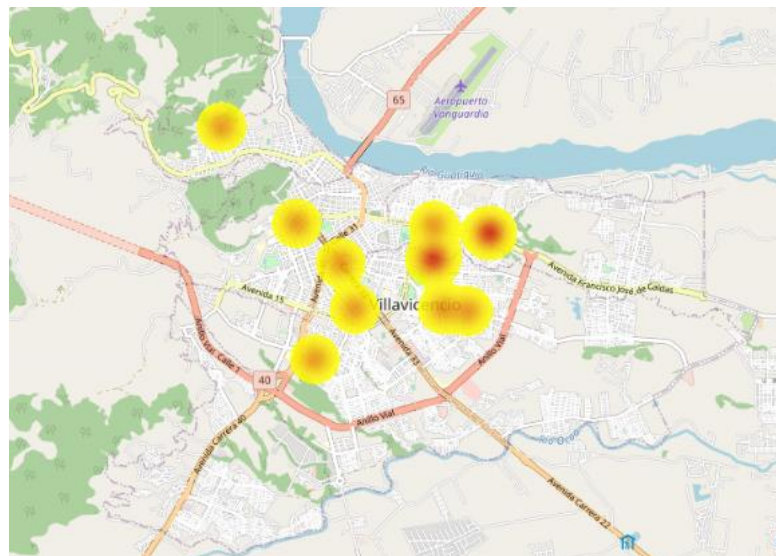
5.3 Identificar la concentración de los siniestros

Debido a la falta de información georreferenciada actualizada, se llevó a cabo una encuesta a la población para obtener información sobre los lugares con mayor incidencia de accidentes viales. Los datos georreferenciados disponibles abarcan el periodo comprendido entre 2007 y 2016, por lo que se recurrió a la perspectiva de los encuestados para identificar los lugares actuales de mayor riesgo. Esta metodología nos permitió recopilar información relevante sobre los puntos críticos de accidentes según la percepción de la población encuestada. Estos resultados proporcionan una visión complementaria que contribuye a la comprensión de la siniestralidad vial en el contexto actual. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos a través de la encuesta están basados en percepciones subjetivas y pueden estar sujetos a ciertos sesgos.

Teniendo en cuenta la información georreferenciada del Ministerio de Transporte, se identifican los puntos de mayor concentración de accidentes en la ciudad de Villavicencio en los años comprendidos entre 2007 y 2016.

Figura 4.

Mapa de Villavicencio y la concentración de accidentes de 2007 a 2016.



Fuente: (Muñoz, 2018)

5.4 Pruebas de estadística espacial

Para realizar los análisis de estadística espacial se utilizó la encuesta realizada a la población A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las preguntas formuladas.

5.4.1 Análisis de la encuesta

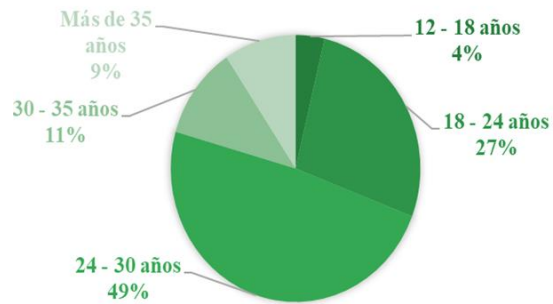
La encuesta fue dividida en 4 secciones, en esta se contó con la colaboración de 188 participantes.

Tabla 6.

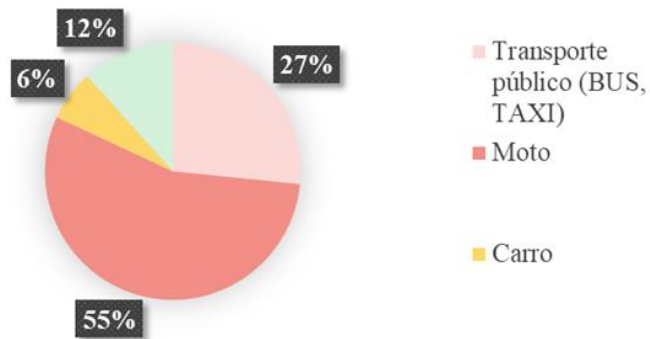
Preguntas y respuestas de la sección 1 de la encuesta.

Sección 1.	
Pregunta	Respuesta
¿Cuál es su género?	<p>Legend: Femenino (pink), Masculino (green), No binario (red)</p>
¿En qué rango se encuentra su edad?	<p>Legend: Femenino (green), Masculino (pink), No Binario (red)</p>
Edad según el género femenino	

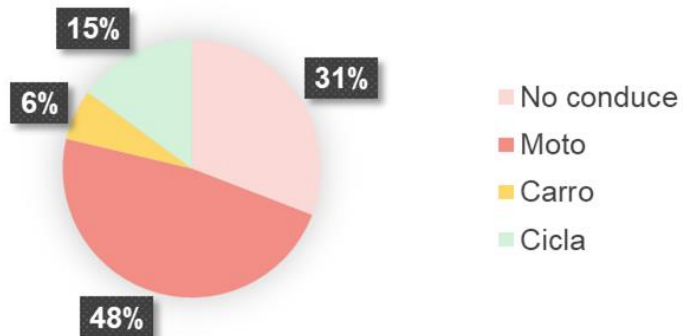
Edad según el
género masculino



Normalmente, ¿cuál
es su principal
medio de transporte?



Principalmente,
¿Usted es conductor
de?



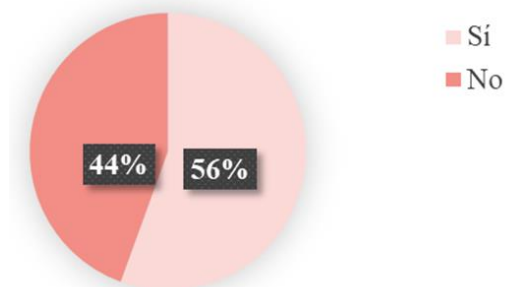
Sí la respuesta es que es conductor de moto, se da paso a la siguiente sección, si no, automáticamente se da paso a la sección 4.

Tabla 7.

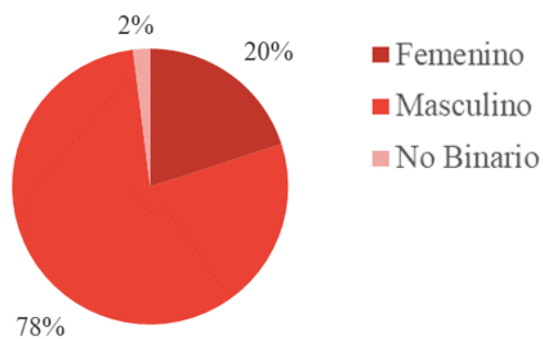
Preguntas y respuestas de la sección 2 de la encuesta.

Sección 2.															
Pregunta	Respuesta														
<p>¿Hace cuanto tiempo que conduces motocicletas?</p>	<table border="1"> <caption>¿Hace cuanto tiempo que conduces motocicletas?</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menos de 6 meses</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Hace 1 año</td> <td>27%</td> </tr> <tr> <td>Más de 3 años</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Más de 5 años</td> <td>27%</td> </tr> <tr> <td>Más de 10 años</td> <td>18%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Menos de 6 meses	6%	Hace 1 año	27%	Más de 3 años	22%	Más de 5 años	27%	Más de 10 años	18%		
Categoría	Porcentaje														
Menos de 6 meses	6%														
Hace 1 año	27%														
Más de 3 años	22%														
Más de 5 años	27%														
Más de 10 años	18%														
<p>Principalmente ¿Cuál es el uso que le das a tu motocicleta?</p>	<table border="1"> <caption>Principalmente ¿Cuál es el uso que le das a tu motocicleta?</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Casa - Trabajo - Casa</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>Como medio de trabajo</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>De recreación, deportiva</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Para viajes</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Medio de transporte urbano</td> <td>29%</td> </tr> <tr> <td>Todas las anteriores</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Casa - Trabajo - Casa	48%	Como medio de trabajo	13%	De recreación, deportiva	5%	Para viajes	1%	Medio de transporte urbano	29%	Todas las anteriores	4%
Categoría	Porcentaje														
Casa - Trabajo - Casa	48%														
Como medio de trabajo	13%														
De recreación, deportiva	5%														
Para viajes	1%														
Medio de transporte urbano	29%														
Todas las anteriores	4%														
<p>¿Cuántas veces a la semana utilizas tu motocicleta? (aproximadamente)</p>	<table border="1"> <caption>¿Cuántas veces a la semana utilizas tu motocicleta? (aproximadamente)</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-2 veces</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>3-4 veces</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Solo durante la semana</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Solo fin de semana</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Todos los días</td> <td>74%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	1-2 veces	3%	3-4 veces	5%	Solo durante la semana	16%	Solo fin de semana	2%	Todos los días	74%		
Categoría	Porcentaje														
1-2 veces	3%														
3-4 veces	5%														
Solo durante la semana	16%														
Solo fin de semana	2%														
Todos los días	74%														

¿Ha sufrido algún accidente mientras conducía su motocicleta?



Accidentes por género



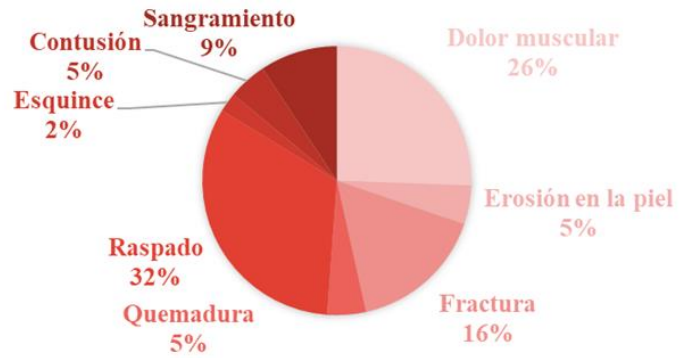
En caso tal de que la respuesta ha si ha tenido accidentes es afirmativa se da acceso a la sección 3, si no, a la sección 4.

Tabla 8.

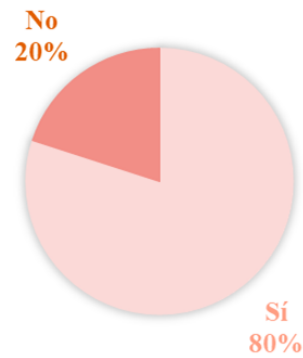
Preguntas y respuestas de la sección 3 de la encuesta.

Sección 3.																																	
Pregunta	Respuesta																																
<p>¿Qué tipo de accidentes ha tenido?</p>	<table border="1"> <caption>Tipos de accidentes</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de accidente</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Choque contra otro vehiculo</td> <td>86%</td> </tr> <tr> <td>Choque con animales</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>por clima</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Choque con moto</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de accidente	Porcentaje	Choque contra otro vehiculo	86%	Choque con animales	4%	por clima	2%	Choque con moto	8%																						
Tipo de accidente	Porcentaje																																
Choque contra otro vehiculo	86%																																
Choque con animales	4%																																
por clima	2%																																
Choque con moto	8%																																
<p>¿Cuál/es cree usted que fueron los factores que le afectaron para que se haya producido el accidente?</p>	<table border="1"> <caption>Factores que afectaron el accidente</caption> <thead> <tr> <th>Factor</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Automovilistas imprudentes</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Otro motociclista</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Poca luz</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>Alcohol</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Falta de experiencia al conducir</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>El clima</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Distracción</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Mala señalización</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Falta de señales o de semáforos</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Alta velocidad...</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Por no respetar señalización o semáforos</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Lluvia</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>El asfalto</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Animales en la vía</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Factores distractores (publicidad, eventos públicos)</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Factor	Porcentaje	Automovilistas imprudentes	18%	Otro motociclista	18%	Poca luz	13%	Alcohol	10%	Falta de experiencia al conducir	3%	El clima	7%	Distracción	3%	Mala señalización	4%	Falta de señales o de semáforos	4%	Alta velocidad...	1%	Por no respetar señalización o semáforos	1%	Lluvia	3%	El asfalto	3%	Animales en la vía	6%	Factores distractores (publicidad, eventos públicos)	3%
Factor	Porcentaje																																
Automovilistas imprudentes	18%																																
Otro motociclista	18%																																
Poca luz	13%																																
Alcohol	10%																																
Falta de experiencia al conducir	3%																																
El clima	7%																																
Distracción	3%																																
Mala señalización	4%																																
Falta de señales o de semáforos	4%																																
Alta velocidad...	1%																																
Por no respetar señalización o semáforos	1%																																
Lluvia	3%																																
El asfalto	3%																																
Animales en la vía	6%																																
Factores distractores (publicidad, eventos públicos)	3%																																
<p>¿Cuál parte de su cuerpo resultó lesionada producto del accidente?</p>	<table border="1"> <caption>Partes del cuerpo lesionadas</caption> <thead> <tr> <th>Parte del cuerpo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Brazos</td> <td>38%</td> </tr> <tr> <td>Piernas</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Torso</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>Pies</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>El cuello</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Manos</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Parte del cuerpo	Porcentaje	Brazos	38%	Piernas	22%	Torso	13%	Pies	14%	El cuello	5%	Manos	8%																		
Parte del cuerpo	Porcentaje																																
Brazos	38%																																
Piernas	22%																																
Torso	13%																																
Pies	14%																																
El cuello	5%																																
Manos	8%																																

¿Qué tipo de lesión tuvo?



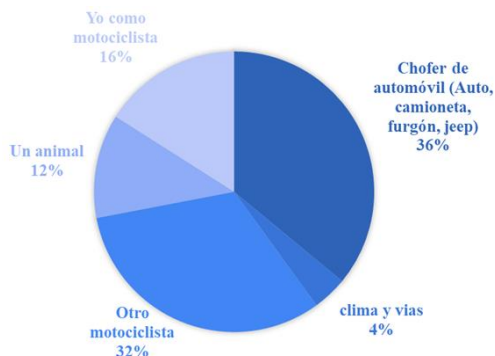
Con respecto al contexto ¿La vía estaba en buenas condiciones?



Con respecto a la motocicleta ¿Estaba en perfectas condiciones para conducirla?



Con respecto al culpable ¿Quién cree usted que fue el culpable?



Fuente: Elaboración propia

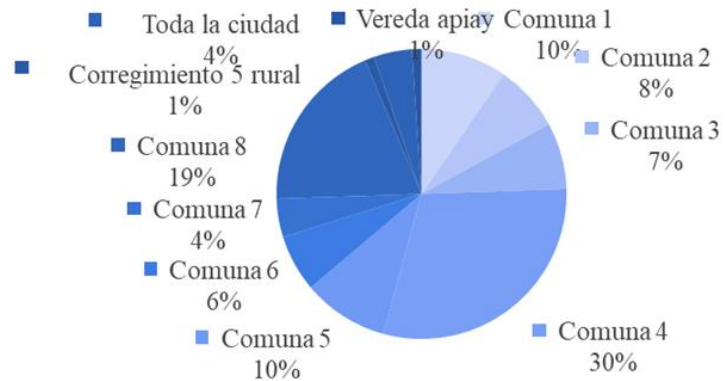
Tabla 9.

Preguntas y respuestas de la sección 4 de la encuesta, parte 1.

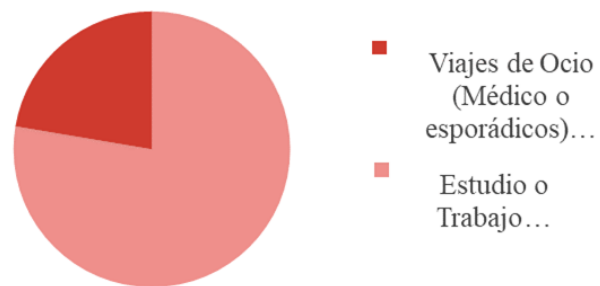
Sección 4.

Pregunta	Respuesta																				
Normalmente, ¿Cuál es el origen de sus viajes?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Comuna</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Comuna 4</td> <td>46%</td> </tr> <tr> <td>Comuna 8</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>Comuna 7</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Comuna 6</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Comuna 5</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Comuna 1</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Comuna 3</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Comuna 2</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Corregimiento 5 rural</td> <td>1%</td> </tr> </tbody> </table>	Comuna	Porcentaje	Comuna 4	46%	Comuna 8	14%	Comuna 7	9%	Comuna 6	6%	Comuna 5	8%	Comuna 1	10%	Comuna 3	4%	Comuna 2	2%	Corregimiento 5 rural	1%
Comuna	Porcentaje																				
Comuna 4	46%																				
Comuna 8	14%																				
Comuna 7	9%																				
Comuna 6	6%																				
Comuna 5	8%																				
Comuna 1	10%																				
Comuna 3	4%																				
Comuna 2	2%																				
Corregimiento 5 rural	1%																				

Normalmente, ¿Cuál es el destino de sus viajes?



¿Cuál es el principal motivo de viaje?



Fuente: Elaboración propia

La segunda parte de la sección 4 de la encuesta se les pidió a los encuestados que identificaran los lugares donde de acuerdo con los usuarios de motos se presenta el mayor número de accidentes, así, ordenaran de 1 a 5 los lugares, teniendo en cuenta que 1 es el lugar donde es mayor y 5 el lugar donde es menor según sea el caso.

Las opciones de respuesta fueron las siguientes,

- Anillo vial
- Avenida Catama
- Vía Puerto López

- Vía Restrepo
- Vía Porfía

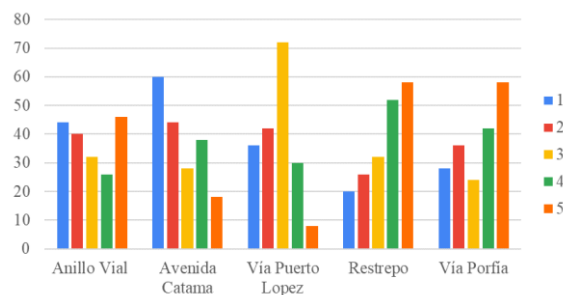
Tabla 10.

Preguntas y respuestas de la sección 4 de la encuesta, parte 2.

SECCIÓN 4.

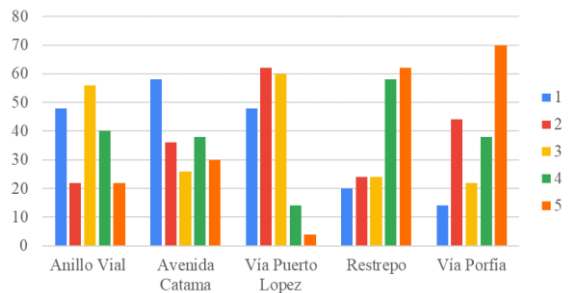
PREGUNTA	GRÁFICO	RESPUESTA																																				
Organice cual es el lugar con mayor número de accidentes de tránsito	<table border="1"> <caption>Data for Traffic Accidents Chart</caption> <thead> <tr> <th>Location</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anillo Vial</td> <td>48</td> <td>22</td> <td>55</td> <td>40</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Avenida Catama</td> <td>58</td> <td>35</td> <td>25</td> <td>38</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Vía Puerto Lopez</td> <td>48</td> <td>62</td> <td>60</td> <td>12</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Restrepo</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>58</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>Vía Porfía</td> <td>12</td> <td>42</td> <td>22</td> <td>38</td> <td>68</td> </tr> </tbody> </table>	Location	1	2	3	4	5	Anillo Vial	48	22	55	40	22	Avenida Catama	58	35	25	38	28	Vía Puerto Lopez	48	62	60	12	2	Restrepo	20	22	25	58	62	Vía Porfía	12	42	22	38	68	<ol style="list-style-type: none"> 1. Av. Catama 2. Vía Puerto López 3. Anillo vial 4. Vía Restrepo 5. Vía Porfía
Location	1	2	3	4	5																																	
Anillo Vial	48	22	55	40	22																																	
Avenida Catama	58	35	25	38	28																																	
Vía Puerto Lopez	48	62	60	12	2																																	
Restrepo	20	22	25	58	62																																	
Vía Porfía	12	42	22	38	68																																	
Organice cual es el lugar con mayor número de accidentes en MOTO	<table border="1"> <caption>Data for Motorcycle Accidents Chart</caption> <thead> <tr> <th>Location</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anillo Vial</td> <td>52</td> <td>32</td> <td>45</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Avenida Catama</td> <td>48</td> <td>48</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Vía Puerto Lopez</td> <td>28</td> <td>50</td> <td>75</td> <td>25</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Restrepo</td> <td>28</td> <td>28</td> <td>12</td> <td>45</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>Vía Porfía</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>25</td> <td>35</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	Location	1	2	3	4	5	Anillo Vial	52	32	45	30	30	Avenida Catama	48	48	30	50	12	Vía Puerto Lopez	28	50	75	25	8	Restrepo	28	28	12	45	72	Vía Porfía	32	32	25	35	65	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anillo vial 2. Av. Catama 3. Vía Puerto López 4. Vía Restrepo 5. Vía Porfía
Location	1	2	3	4	5																																	
Anillo Vial	52	32	45	30	30																																	
Avenida Catama	48	48	30	50	12																																	
Vía Puerto Lopez	28	50	75	25	8																																	
Restrepo	28	28	12	45	72																																	
Vía Porfía	32	32	25	35	65																																	

Organice cual es el lugar con mayor número de fallecidos en accidentes de tránsito,



1. Av. Catama
2. Anillo vial
3. Vía Puerto López
4. Vía Restrepo
5. Vía Porfía

Organice cual es el lugar con mayor número de fallecidos en accidentes en MOTO



1. Av. Catama
2. Vía Puerto López
3. Anillo vial
4. Vía Restrepo
5. Vía Porfía

Fuente: Elaboración propia

De la encuesta realizada, se puede decir que,

- En cuanto a la distribución etaria, se observa que en las mujeres la mayor participación se encuentra en el grupo de edad mayor a 35 años (35%), mientras que en los hombres predominan las edades de 24 a 30 años (49%).
- La mayoría de los encuestados (55%) utiliza la motocicleta como su principal medio de transporte, seguido del transporte público (27%) y el vehículo privado (6%).
- El 48% de la población encuestada informó que conduce una motocicleta, mientras que el 31% no conduce.
- En términos de experiencia de conducción, se encontró que la mayoría de los conductores de motocicletas llevan más de 1 a 5 años conduciendo (27%), mientras que algunos tienen menos de 6 meses de experiencia.

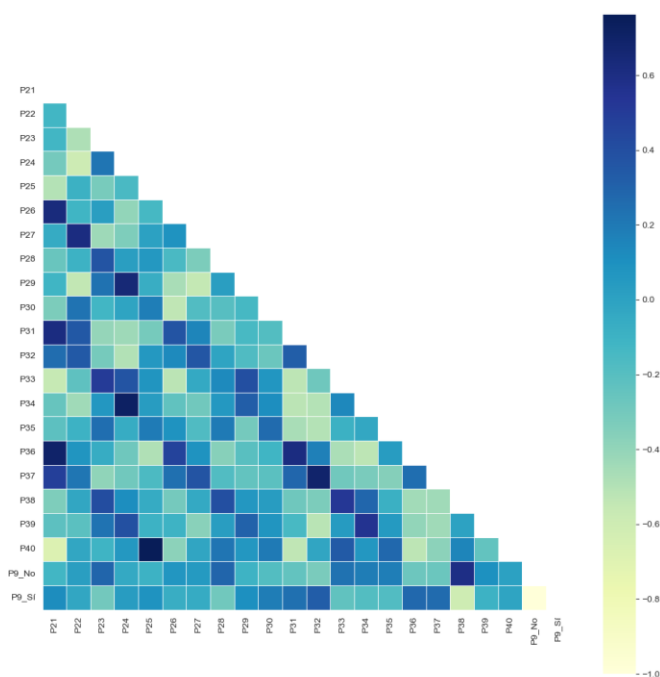
- La motocicleta se utiliza principalmente para desplazarse entre el hogar y el trabajo (48%), seguido del uso como medio de transporte urbano (29%) y para fines de trabajo (13%). El uso de la motocicleta para viajes es menos común.
- El 74% de los encuestados utiliza la motocicleta todos los días, mientras que solo el 2% la utiliza los fines de semana.
- Del total de los encuestados que conducen motocicleta, el 56% ha sufrido accidentes.
- En cuanto a los accidentes, se observa que el sexo masculino representa el 78% de los accidentados.
- El tipo de accidente más común es el choque contra otro vehículo (86%).
- Los principales responsables de los accidentes, según la percepción de la población encuestada, son los conductores de automóviles y otros motociclistas, mientras que la falta de respeto a la señalización o semáforos representa solo el 1%.
- Los brazos son la parte del cuerpo más afectada en los accidentes (38%), seguidos de las piernas (22%). El cuello es la parte menos afectada (5%).
- Las lesiones más comunes son los raspados (32%) y el dolor muscular (26%), mientras que los esguinces representan solo el 2% de las lesiones.
- El 80% de la población encuestada indicó que la vía se encontraba en buenas condiciones al momento del accidente, y el 100% consideró que su motocicleta estaba en óptimas condiciones.
- Según el 36% de los participantes, los conductores de automóviles son los principales responsables de los accidentes, mientras que los factores climáticos y las condiciones de las vías representan solo el 4%.

- Teniendo en cuenta las preguntas de la 19 a la 22, se puede decir que, la Avenida Catama, aunque no es el mayor lugar de accidentalidad en motocicletas, si es el lugar donde más vidas se cobran en este medio de transporte, adicional a esto, la vía porfía, a pesar de ser tan transitada, desde la perspectiva de la población, es el lugar en el que menos accidentes viales hay.

Se realizó un análisis de correlación de atributos para examinar los patrones espaciales de los accidentes viales en la ciudad. Este análisis estadístico permitió identificar concentraciones significativas de accidentes en áreas específicas. Los resultados de las pruebas de estadística espacial revelaron información relevante sobre la distribución geográfica de los accidentes y confirmaron la existencia de agrupaciones espaciales significativas. Estos hallazgos contribuyen a una mejor comprensión de la incidencia de los accidentes viales en la ciudad y brindan una base sólida para futuras intervenciones y medidas de seguridad vial.

Gráfico 2.

Correlación 1 de variables de la encuesta.



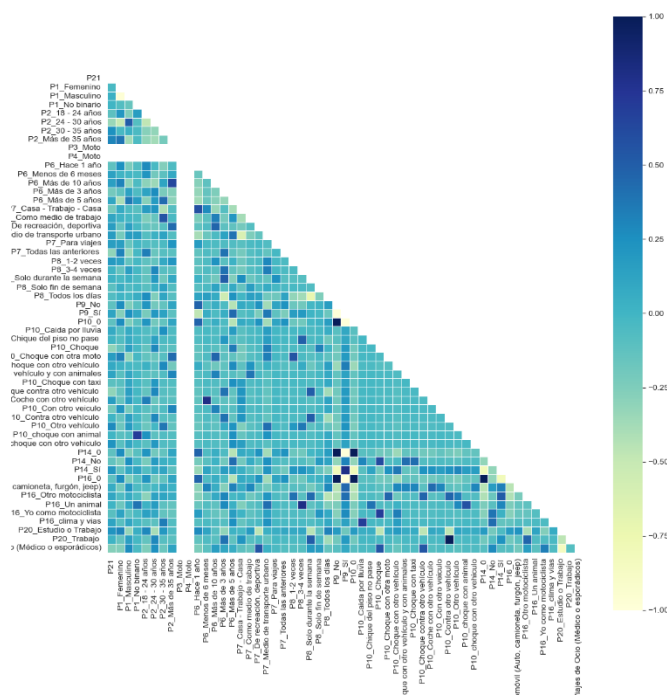
Fuente: Elaboración propia

Se observa que las personas que han experimentado accidentes en motocicletas no están directamente relacionadas con el estado de la vía. En cambio, se ha identificado que el principal culpable de estos accidentes suele ser el conductor de vehículo. El motivo más común de los accidentes es el choque con otro vehículo. Además, se ha encontrado que la *Vía Puerto López* es el lugar con mayor incidencia de accidentes en motocicletas, mientras que la *Vía Porfía* muestra el menor número de casos. En términos de fatalidades, la *Avenida Catama* se destaca como el lugar con mayor cantidad de fallecidos en accidentes de motocicleta. Asimismo, se ha observado que la mayoría de los accidentes ocurren en personas que tienen más de 5 años de experiencia

conduciendo. Estos hallazgos resaltan la importancia de promover la conciencia vial y la responsabilidad de los conductores de vehículos para prevenir accidentes en motocicletas.

Gráfico 3.

Correlación 2 de variables de la encuesta.



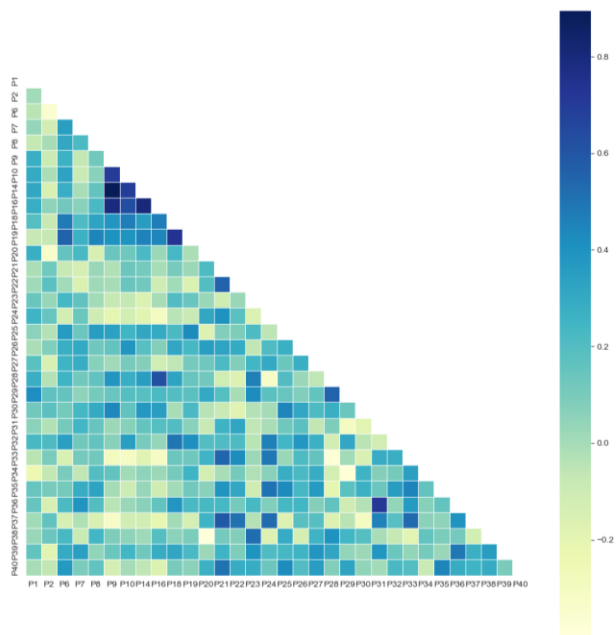
Fuente: Elaboración propia

Al analizar las variables relacionadas con haber sufrido algún accidente mientras se conduce una motocicleta, se encontraron varios factores significativos. En primer lugar, se observó que la condición de la vía es directamente proporcional al número de accidentes, las vías que tienen una mejor condición presenta una mayor incidencia de accidentes, esto debido a que pueden ir a mayor velocidad. Además, aquellos conductores que tienen más de 5 años de experiencia al volante de una motocicleta presentaron un mayor riesgo de sufrir accidentes, porque confían en su destreza al volante. También se identificó que el mayor uso de la moto como medio de transporte urbano

está asociado con una mayor probabilidad de estar involucrado en un accidente. En términos de responsabilidad, se encontró que los principales culpables de los accidentes son tanto los conductores de vehículos como otros motociclistas. El choque con otro vehículo se destacó como el motivo principal de los accidentes. Por último, se observó que los hombres presentaron una mayor propensión a sufrir accidentes en comparación con las mujeres. Estos resultados resaltan la importancia de promover la seguridad vial, tanto a nivel de infraestructura como de comportamiento de los conductores, para reducir la incidencia de accidentes en motocicletas.

Gráfico 4.

Correlación 3 de variables de la encuesta.



Fuente: Elaboración propia

Al analizar las variables relacionadas con haber sufrido algún accidente mientras se conduce una motocicleta, se encontraron dos factores destacados. En primer lugar, se identificó

que la *Avenida Catama* es el lugar con mayor número de fallecidos en accidentes de tránsito. Esto resalta la importancia de implementar medidas de seguridad y concientización en dicha vía para reducir la pérdida de vidas. En segundo lugar, se encontró que el *Anillo Vial* es el lugar con mayor incidencia de accidentes de tránsito en general. Esta información subraya la necesidad de mejorar las condiciones de seguridad y la infraestructura en esa zona para prevenir accidentes y garantizar la integridad de los conductores de motocicletas. Estos resultados resaltan la importancia de tomar medidas preventivas y de control en los lugares identificados, con el objetivo de promover la seguridad vial y reducir la frecuencia de accidentes en motocicletas.

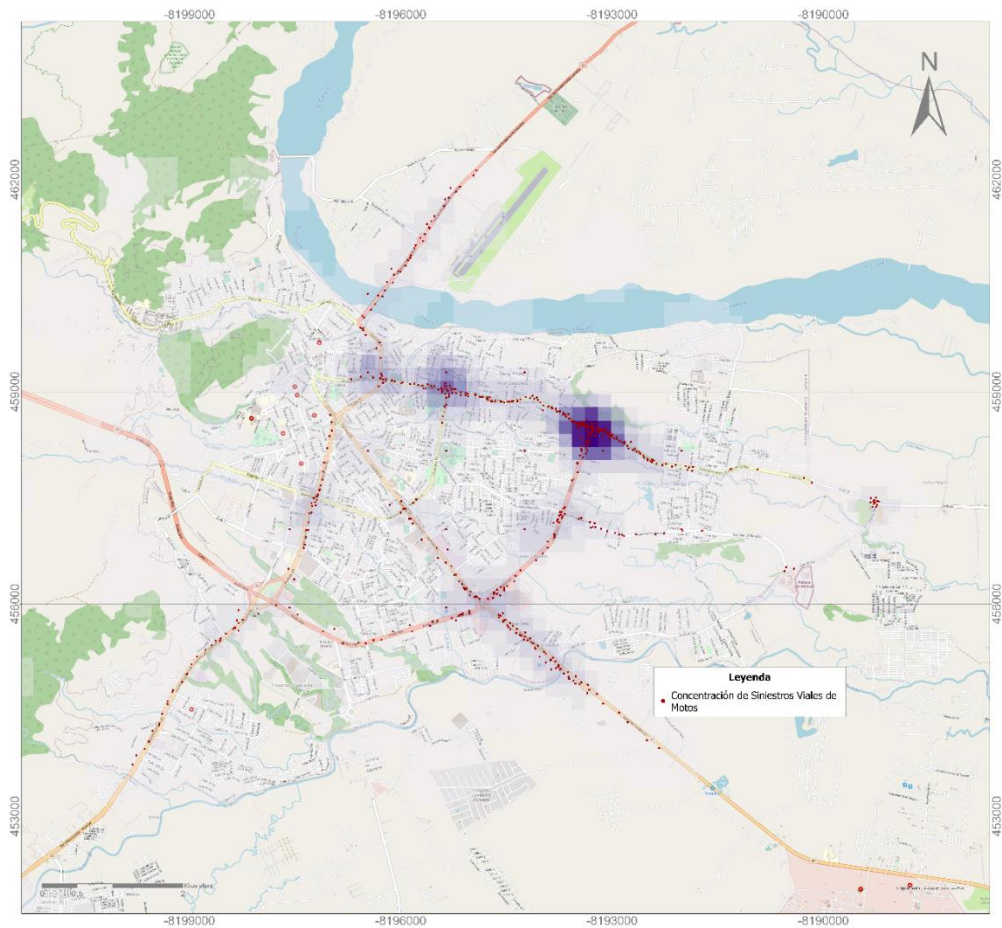
5.5 Análisis espacial

A través del análisis espacial, se han identificado los tramos de la red vial con mayor incidencia de accidentes de moto durante el periodo analizado. Se han utilizado herramientas como el método Kernel para mapear geográficamente los puntos de alta siniestralidad, lo que permite una visualización clara de las áreas críticas y una mejor comprensión de la problemática.

Como se observa en la siguiente imagen, el lugar con mayor accidentalidad es la vía Catama, seguido por el anillo vial, lo cual corrobora los resultados de la encuesta.

Figura 5.

Análisis Kernel de la ciudad de Villavicencio.



Fuente: Elaboración propia

5.6 Priorizar los puntos seguros

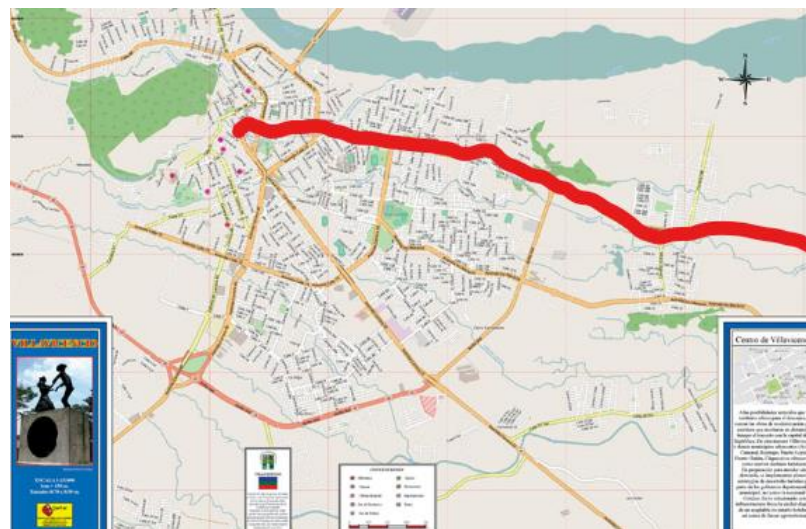
A partir de los resultados obtenidos en etapas anteriores, se han identificado los puntos seguros dentro de la red vial. Estos puntos corresponden a segmentos o áreas con una gran incidencia de accidentes de moto. Esta información es fundamental para establecer prioridades en

la implementación de medidas de seguridad y prevención, concentrando los esfuerzos en aquellos lugares donde se requiere una atención especial.

Teniendo en cuenta la concentración de los siniestros viales y los resultados obtenidos de la encuesta, es evidente que la *Av. Catama o Av. Francisco José de Caldas* es un punto crítico que requiere una atención prioritaria en términos de seguridad vial en la ciudad de Villavicencio.

Figura 6.

Av. Catama o Av. Francisco José de Caldas.



Fuente: (Mapa de Villavicencio – Mapas Cartur Mapas físicos políticos de Colombia América, 2017)

Uno de los principales problemas que se observa en esta avenida es la falta de iluminación en muchas de sus partes. La insuficiente luminosidad durante la noche dificulta la visibilidad de conductores y peatones, aumentando así el riesgo de accidentes. Es fundamental que se realicen mejoras en la infraestructura lumínica de la vía para garantizar una iluminación adecuada en todas sus secciones.

Además de la deficiente iluminación, también se identifica una carencia de señalización tanto horizontal como vertical en la *Av. Catama*. La falta de marcas viales claras y letreros informativos adecuados dificulta la orientación de los conductores y puede generar confusiones que desencadenen situaciones peligrosas. Es necesario implementar una señalización efectiva que brinde instrucciones claras y oportunas a los usuarios de la vía, mejorando así la seguridad y reduciendo la probabilidad de accidentes.

Otro aspecto para tener en cuenta en la *Av. Catama* son las zonas donde se requiere establecer reductores de velocidad. Dado que es una vía larga y transitada, existen tramos donde los conductores tienden a exceder los límites de velocidad permitidos. La instalación estratégica de reductores de velocidad en puntos críticos contribuiría a controlar la velocidad del tráfico y fomentar una conducción más segura.

Es importante destacar que la *Av. Catama* es la calle más extensa de Villavicencio y desempeña un papel fundamental en la conectividad de la ciudad. A lo largo de esta avenida, se encuentran diversos servicios de transporte, tanto público como privado, lo que la convierte en una vía de gran importancia para la movilidad de los ciudadanos. Sin embargo, debido a su extensión y a la falta de condiciones óptimas en algunos tramos, se requiere una atención especial para mejorar la seguridad vial y garantizar un flujo adecuado de vehículos.

En resumen, los resultados obtenidos a través de la metodología aplicada permiten tener una visión completa de la siniestralidad en motos. Se han identificado las áreas de mayor concentración de accidentes, los factores de riesgo asociados y los puntos seguros en la red vial. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para desarrollar conclusiones y recomendaciones dirigidas a reducir la accidentalidad y mejorar la seguridad vial en el contexto estudiado.

6 Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Las conclusiones obtenidas a partir de los resultados y hallazgos obtenidos en el estudio de la accidentalidad en motos son las siguientes:

- La infraestructura vial en el municipio de Villavicencio presenta un estado variable, con un 53% de la red vial en buen estado, un 20% en estado regular y un 20% en mal estado. Esta información proporciona una base sólida para el análisis de los datos recopilados.
- Los principales factores de riesgo identificados en los accidentes de motos son: género (hombres representan el 76% de los accidentados), edad (mayor incidencia en el rango de 24 a 30 años), tipo de accidente (choques con otros vehículos representan el 86% de los casos), responsabilidad en el accidente (conductores de automóviles y otros motociclistas son los principales responsables), y lesiones (brazos y piernas son las partes del cuerpo más afectadas).
- Los lugares con mayor concentración de accidentes viales, según la percepción de la población encuestada, son la *Avenida Catama* y *el Anillo Vial*. Además, se identificó que la *Avenida Catama* es el lugar con mayor número de fallecidos en accidentes de motocicleta.
- El análisis de correlación de atributos y las pruebas de estadística espacial revelaron concentraciones significativas de accidentes en áreas específicas de la ciudad, lo que contribuye a una mejor comprensión de la incidencia de los accidentes viales y permite identificar puntos críticos donde se deben implementar medidas de seguridad vial.

- Factores como el estado de la vía, la experiencia de conducción, el uso de la motocicleta como medio de transporte urbano y la responsabilidad de los conductores de vehículos influyen en la probabilidad de sufrir accidentes en motos.

En general, se concluye que la accidentalidad en motos en el municipio de Villavicencio es un problema significativo, con una alta incidencia de accidentes, especialmente en hombres jóvenes. Los choques con otros vehículos son los accidentes más comunes y la Avenida Catama se destaca como un lugar con mayor riesgo y fatalidades. Estos hallazgos resaltan la importancia de promover medidas de seguridad vial, conciencia vial y responsabilidad de los conductores para prevenir accidentes en motocicletas.

6.2 Recomendaciones

Con base en las conclusiones obtenidas del estudio de la accidentalidad en motos en el municipio de Villavicencio, se pueden proponer varias soluciones de seguridad vial para reducir la incidencia de accidentes.

- **Mejorar la infraestructura vial:** Es fundamental invertir en el mantenimiento y la mejora de la infraestructura vial en el municipio. Esto implica reparar las vías en mal estado, identificar y corregir puntos peligrosos, instalar señalización adecuada entre otros.
- **Campañas de educación vial:** Se deben implementar campañas de educación vial dirigidas a los motociclistas, conductores de automóviles y peatones. Estas campañas pueden enfocarse en promover el respeto mutuo en la vía, la importancia de cumplir las normas de tránsito, el uso correcto del casco y otros elementos de protección, y la conciencia sobre los factores de riesgo identificados en el estudio.
- **Reforzamiento de la seguridad en puntos críticos:** dado que se identificaron áreas de alta concentración de accidentes, es importante tomar medidas específicas para mejorar la seguridad en esos puntos. Esto puede incluir la instalación de dispositivos de control de

velocidad, la mejora de la iluminación, la implementación de reductores de velocidad y la colocación de barreras de protección en lugares estratégicos.

- **Mayor control y vigilancia:** es necesario aumentar la presencia policial en las vías y realizar controles más estrictos para garantizar el cumplimiento de las normas de tránsito. Esto incluye sancionar a aquellos conductores que no respeten las reglas y también a aquellos que sean responsables de accidentes.
- **Promoción de alternativas de transporte:** para reducir la congestión y el número de motocicletas en la vía, se pueden promover alternativas de transporte público, como sistemas de transporte masivo, ciclovías.
- **Concientizar a la administración local** de la necesidad de contar con datos e información geográfica actualizada para promover la investigación.

Estas soluciones de seguridad vial buscan abordar los factores de riesgo identificados en el estudio y promover un entorno vial más seguro para todos los usuarios de la vía. Es importante que estas medidas se implementen de manera coordinada entre las autoridades, la comunidad y otras partes interesadas relevantes para lograr un impacto significativo en la reducción de la accidentalidad en motos en el municipio de Villavicencio.

7 Referencias

- Alcaldía Municipal de Villavicencio. (2015). Obtenido de Alcaldía Municipal de Villavicencio:
<https://www.villavicencio.gov.co>
- Alcaldía Municipal de Villavicencio. (2023). *Información del municipio*. Obtenido de Alcaldía Municipal de Villavicencio:
<http://historico.villavicencio.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- ansv.observatorio00. (s.f.). *Histórico víctimas*. Obtenido de Agencia Nacional de Seguridad Vial ANSV: <https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas/historico-victimas>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2013). *Indicadores de la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles*. Washington, D.C. Obtenido de BID: <https://www.iadb.org/es/desarrollo-urbano-y-vivienda/programa-ciudades-emergentes-y-sostenibles>
- Capital del departamento colombiano del Meta. (2005). *Capital del departamento colombiano del Meta*. Obtenido de Wikipedia.org; Wikimedia Foundation: es.wikipedia.org/wiki/Villavicencio
- Chen, P., & Peek-Asa, C. (2018). *Review of motorcycle helmet effectiveness in preventing head injury*. *Traffic Injury Prevention, 19*(5), 506-513.
- Código Nacional de Tránsito. (2002). *Ley 769 de 2002*. Obtenido de Código Nacional de Tránsito: https://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2_col_ley_769_2002.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Estadísticas de accidentes de tránsito en América Latina y el Caribe 2019*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45077/S2100544_es.pdf

- Du, W., & Gao, Y. (2019). Motorcycle Crash Analysis: A Comprehensive Review of Epidemiological Studies. . En *Traffic Injury Prevention*. DOI: 10.1080/15389588.2019.1641654.
- Elvik, R. H. (2009). The handbook of road safety measures. En R. H. Elvik, *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing.
- European Transport Safety Council. (2018). *Motorcycle safety in Europe: Policy orientation on key factors in motorcycling safety*. Obtenido de European Transport Safety Council.: [etsc.eu/wp-content/uploads/PIN-Motorcycles.pdf](https://www.etsc.eu/wp-content/uploads/PIN-Motorcycles.pdf)
- Findeter. (2016). *Plan de acción: Villavicencio sostenible*. Obtenido de Findeter: https://issuu.com/findetersa/docs/plan_de_acci__n_villavicencio
- Gkritza, K., Sisiopiku, V., & Browning, S. (2017). *A comprehensive review of motorcycle crash characteristics in the United States*. *Journal of Safety Research*, 61, 177-188. DOI: 10.1016/j.jsr.2017.05.007.
- Hassan, H. F., & Ullah, S. (2019). A comprehensive review of motorcycle safety: Analyzing the risk factors, outcomes, and countermeasures. En *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* (págs. 62, 602-617). DOI: 10.1016/j.trf.2019.02.014.
- Ivan, J. N., & Zegeer, C. V. (2018). An assessment of motorcycle crash countermeasures in the United States: A literature review. *Accident Analysis & Prevention*. DOI: 10.1016/j.aap.2018.04.015.
- Jimenez, A., Bocarejo, J. P., Zarama, R., & Yerpez., J. (2015). *A case study analysis to examine motorcycle crashes in Bogota, Colombia*. . Obtenido de doi.org/10.1016/j.jsr.2014.12.005
- La información del DANE en la toma de decisiones regionales, Villavicencio - Meta. (Marzo de 2021). *La información del DANE en la toma de decisiones regionales, Villavicencio -*

- Meta*. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE): www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/210310-InfoDane-Villavicencio-Meta.pdf
- Li, L., Liu, P., & Chen, Y. (2020). A comprehensive review on motorcycle riding behavior and accident risk. En *Traffic Injury Prevention* (págs. 21(4), 267-272). DOI: 10.1080/15389588.2020.1740659.
- Liu, B. &. (2019). *A comprehensive review of motorcycle accident causes and countermeasures. Traffic Injury prevention, 20(7)*.
- Maldonado Alarcón, E. M. (2019). *Proyecto de vivienda “estratos altos” caracterización general del municipio de Villavicencio-proyecto Alcaraván hacienda Rosa Blanca*. Obtenido de Scribd: www.scribd.com/document/466887249/PROYECTO-DE-VIVIENDA#
- Mapa de Villavicencio – Mapas Cartur Mapas físicos políticos de Colombia América. (2017). *Mapa de Villavicencio*. Obtenido de Mapascartur.com: <https://mapascartur.com/producto/plano-de-villavicencio/>
- Martins, J., & Silva, C. (2018). Motorcycle Accidents: Characteristics and Risk Factors. En *Journal of Transportation Safety & Security* (págs. 10(4), 380-396.). DOI: 10.1080/19439962.2017.1414056.
- Ministerio de Transporte. (2017). *Manual de Señalización Vial de Colombia*. Obtenido de Ministerio de Transporte: <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/>
- Mocondino R., J. (27 de Marzo de 2020). *¿Qué es el triángulo accidentológico? Factores de riesgo y políticas de mitigación de accidentalidad vial. Factores de riesgo en accidentes de tránsito*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-el->

tri%C3%A1ngulo-accidental%C3%B3gico-factores-de-y-mocondino-r-
/?originalSubdomain=es

Muñoz, C. (23 de Marzo de 2018). *Mapa de Calor Muertes en Hechos de Tránsito-Ciclistas*.
Obtenido de Ministerio de Transporte:
<https://mintransporte.maps.arcgis.com/apps/CompareAnalysis/index.html?appid=081c6fa4d5d84b798cca4da8da13396c>

Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (2021). *Informe Anual de Siniestralidad Vial Colombia 2020*.
Obtenido de Observatorio Nacional de Seguridad Vial:
www.mintransporte.gov.co/observatorio_vial/anuarios/ANUARIO_SINIESTRALIDAD_VIAL_2020.pdf

Oei, H., & Evans, A. (2020). Motorcycle Accidents: A Review of Risk Factors and Mitigation Measures. En *Accident Analysis & Prevention*. DOI: 10.1016/j.aap.2019.105392.

Oluwatobi, O., Olawande, T., & Ekanem, S. (2020). *Analysis of motorcycle accident patterns and safety measures in developing countries*.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2004). *Informe mundial sobre la prevención de los traumatismos causados por el tránsito*. . Obtenido de Organización Mundial de la Salud (OMS): <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/726/92%2075%2031599%20X.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Global status report on road safety 2018*.
Obtenido de World Health Organization:
www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Global status report on road safety 2018*.
Obtenido de Organización Mundial de la Salud (OMS):
www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/

Organización Panamericana de la Salud . (2013). *Seguridad Vial*. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud : <https://www.paho.org/en/topics/road-safety>

Parra. (2020). *Análisis urbanístico del municipio de Villavicencio a través de su Plan de Ordenamiento Territorial*. Bogotá D.C.: Cider - Universidad de los Andes.

Prasetijo, J., & Susilo, Y. O. (2017). A comprehensive review on motorcycle crash causation studies. . En *IATSS Research* (págs. 41(4), 153-163.). DOI: 10.1016/j.iatssr.2017.08.004.

Red Empresarial de Seguridad Vial. (2023). *¿Qué es un actor vial?* Obtenido de Movilidadbogota.gov.co.:

<https://redempresarial.movilidadbogota.gov.co/?q=content/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-actor-vial>

Secretaria de infraestructura de Villavicencio. (s.f.). *Plan de desarrollo de Villavicencio Cambia Contigo 2020 - 2023*. Obtenido de Secretaria de infraestructura de Villavicencio: <http://historico.villavicencio.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/Plan%20de%20Desarrollo%20Villavicencio%20Cambia%20Contigo%202020%20-%202023.pdf>

Secretaría de Planeación Municipal. (2017). *Resolución N° 1350 - 56.0/007 de 2017*. Obtenido de Secretaría de Planeación Municipal: <http://historico.villavicencio.gov.co/Transparencia/Normatividad/Resoluciones/Vigencia%20a%20C3%B1o%202017/RESOLUCION%20No%20007%20DE%2003%20DE%20FEBRERO%20DE%202017.pdf>

Subdirección General de Desarrollo Urbano, D. T. (2013). *IDU*. Obtenido de https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Que%20Hacemos/Conservacion/Inventario%20malla%20vial/2017/09%20Septiembre/1%20Descargue%20aqu%C3%AD%20el%20Estado%20de%20la%20Malla%20Vial%20de%20Bogot%C3%A1%202013.pdf

