

Estrategias Para Mitigar El Impacto Negativo Del Uso De Motocicletas En El Área
Metropolitana De Bucaramanga: Una Revisión Y Selección De Medidas Aplicables

Juan David Remolina Rodríguez

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Yerly Fabian Martínez Estupiñán

PhD. En Ciencias de la Ingeniería

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A mis padres, por su apoyo inquebrantable y su fe constante en mi capacidad para alcanzar este objetivo. A mis abuelos, cuyo legado de perseverancia y dedicación ha sido mi inspiración. A mis amigos más cercanos, por su aliento y compañía en cada etapa de este desafío académico. Este trabajo es un reflejo de su amor y respaldo, que han dado sentido a este logro.

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a quienes han hecho posible la culminación de esta tesis. En primer lugar, a mi director de tesis, el profesor Yerly Fabian Martínez Estupiñán, por su orientación experta, paciencia y compromiso, que han sido fundamentales para estructurar y dar forma a este proyecto. Su rigor académico y disposición para guiarme han sido un pilar en este proceso.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander, a sus docentes y personal administrativo, por brindarme un entorno de aprendizaje que ha enriquecido mi formación. A mis compañeros de estudio, por las discusiones intelectuales, el apoyo mutuo y los momentos compartidos que hicieron más llevadero este camino.

A mis amigos, por su generosidad al ofrecerme su tiempo, consejos y aliento en los momentos de mayor exigencia. A mis hermanas, por su complicidad y apoyo incondicional, que me dieron fuerza para continuar.

Finalmente, a mis padres, cuyo sacrificio, confianza y amor han sido la base de todos mis esfuerzos. Esta tesis es también un reconocimiento a su dedicación y a los valores que me han inculcado. A todos, mi gratitud eterna.

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|--|-------------|
| Introducción | 9 |
| 1. Objetivos | 12 |
| 1.1 Objetivo General | 12 |
| 1.2 Objetivos Específicos..... | 12 |
| 2. Revisión Literaria..... | 13 |
| 2.1 Referentes Internacionales: Uso De Motocicletas..... | 13 |
| 2.2 La Motocicleta En Latinoamérica..... | 19 |
| 2.3 La Motocicleta En Colombia..... | 25 |
| 3. Caso De Estudio..... | 33 |
| 4. Selección De Estrategias A Aplicar Para El Amb. | 40 |
| 5. Resultados..... | 44 |
| 6. Conclusiones..... | 48 |
| Referencias Bibliográficas | 50 |

Lista de Tablas

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Sinisestros viales por tipo de vehiculo..... | 35 |
| Tabla 2. Clasificación y selección de medidas encontradas. | 43 |
| Tabla 3. Clasificación de medidas aplicables en el AMB..... | 44 |

Lista de Figuras

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Estrategias aplicadas en Barcelona, España. | 15 |
| Figura 2. Distintivo Ambiental DGT. | 16 |
| Figura 3. Motovía Inclusiva. | 32 |
| Figura 4. Demarcación zona adelantada. | 33 |
| Figura 5. Movilidad en el AMB. | 34 |
| Figura 6. Lesionados por condición. | 36 |
| Figura 7. Víctimas fatales por condición. | 37 |

Resumen

Título: Estrategias para mitigar el impacto negativo del uso de motocicletas en el Área Metropolitana de Bucaramanga: Una revisión y selección de medidas aplicables.*

Autor: Juan David Remolina Rodríguez**

Palabras Clave: estrategias; motocicleta; movilidad; plantilla modelo; versión 2025.

Descripción:

Este trabajo de investigación presenta una revisión de estrategias existentes enfocadas en mitigar los efectos negativos generados por el uso inadecuado de las motocicletas. Además, se presenta un análisis acerca de cómo algunas de esas estrategias podrían ser implementadas en el área metropolitana de Bucaramanga. A través de una revisión de la literatura y el análisis de experiencias nacionales e internacionales, se identificaron y clasificaron estrategias de mitigación de impactos negativos por el uso inadecuado de la motocicleta, priorizando aquellas con mayor impacto integral. Posteriormente se realizó una evaluación de las estrategias a partir de cinco factores claves de análisis: eficiencia en movilidad, impacto social, reducción de contaminación, seguridad vial y factibilidad de implementación; la delimitación de carriles y zonas de adelantamiento para motos junto con los sistemas de transporte inteligente y exigencias en la formación y obtención de licencia, son algunas de las estrategias más destacadas en el análisis, además de ideas innovadoras como es el uso de cámaras con Inteligencia Artificial. Se concluye que, aunque existen normativas, la principal falencia está en la falta de control y de campañas que se concentren más en la prevención y no solo en la reacción después del evento, así como el fortalecimiento de la cultura ciudadana sigue siendo un desafío de las autoridades y ciudadanos para lograr un uso adecuado de las motocicletas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Yerly Fabian Martínez Estupiñán. PhD. En Ciencias de la Ingeniería.

Abstract

Title: Strategies to mitigate the negative impact of motorcycle use in the Bucaramanga Metropolitan Area: A review and selection of applicable measures.*

Author: Juan David Remolina Rodríguez**

Key Words: strategies; motorcycles; mobility; model template; version 2025.

Description:

This research paper presents a review of existing strategies focused on mitigating the adverse effects generated by the improper use of motorcycles. In addition, we present an analysis of how some strategies could be implemented in the Bucaramanga metropolitan area. Through a literature review and analysis of national and international experiences, strategies for mitigating the negative impacts of motorcycle misuse were identified and classified, prioritizing those with the most significant overall effect. Subsequently, the strategies were evaluated based on five key factors of analysis: mobility efficiency, social impact, pollution reduction, road safety, and feasibility of implementation. The delimitation of lanes and overtaking zones for motorcycles, along with intelligent transport systems and requirements for training and obtaining a license, are some of the most notable strategies in the analysis, in addition to innovative ideas such as using cameras with artificial intelligence. It was concluded that, although regulations exist, the main shortcoming is the lack of control and campaigns that focus more on prevention and not just on reaction after the event, as well as the strengthening of civic culture, which remains a challenge for authorities and citizens to achieve the proper use of motorcycles.

* Degree Work

** Faculty of Physical and Mechanical Engineering, School of Civil Engineering. Director: Yerly Fabian Martínez Estupiñán. PhD in Engineering Sciences.

Introducción

La movilidad urbana es un desafío creciente en las principales ciudades del mundo, siendo cada vez una problemática más compleja de resolver debido al continuo aumento en el número de vehículos, tanto para el transporte de mercancías como de personas. En las ciudades colombianas, a este fenómeno se suman una serie de dificultades propias del transporte público, tales como la limitada cobertura, la baja frecuencia de los servicios, la falta de confort e incluso problemas de inseguridad, lo que ha provocado una disminución en su uso (Toro González, Cantillo, & Cantillo García, 2020). Ante este panorama, muchos ciudadanos han recurrido al uso de vehículos particulares, y en algunos casos, especialmente en las zonas periféricas de las ciudades, donde se concentra la población de más bajo ingreso se ha hecho más considerable el uso del transporte informal, como una alternativa más accesible y conveniente pero mucho más insegura y poco sostenible ambientalmente (Márquez, Pico, & Cantillo, 2018).

En la última década, una de las respuestas más comunes a la precaria cobertura y calidad de los sistemas de transporte público en las ciudades ha sido la adquisición de vehículos particulares, especialmente la motocicleta, lo que ha repercutido en el incremento en su uso y con ello el aumento de las tasas de siniestralidad y en varios casos un aumento de los índices de inseguridad en algunas ciudades de Colombia y Latinoamérica (Rodríguez, Santana, & Pardo, 2015). Por ejemplo, en países como República Dominicana y Uruguay, las motocicletas ya representan más de la mitad del parque automotor, y en Colombia, para 2024, las motocicletas constituyeron el 62% de los vehículos matriculados con una cantidad de 12.332.882; comparado con el 37% que representan los vehículos (RUNT, 2024).

En el caso del área metropolitana de Bucaramanga (AMB), la situación de la movilidad no parece ser diferente a la de muchas otras ciudades en Colombia, incluso se hace mucho más caótica

la situación debido a la carencia de un sistema de transporte público y el crecimiento desmedido de las motocicletas en circulación. Según el Plan Maestro de Movilidad del AMB de 2022 - 2037, las motocicletas son el modo de transporte predominante, con una participación del 24,4%, teniendo en cuenta que los principales motivos de viaje en Bucaramanga son por trabajo con un 28,7% y para regresar a casa con 43,7%; lo que ha generado un aumento sostenido en su uso. Este aumento ha ido acompañado de una creciente preocupación por la seguridad vial de parte de las autoridades locales, dado el incremento de los siniestros viales, en los que las motocicletas son las principales involucradas. Los incrementos son alarmantes, pues las estadísticas muestran que la proporción de motociclistas lesionados pasó de un 50% en el 2012 a 77% en 2021, de igual manera los fallecidos por accidentes en moto pasaron de 41% a 69% entre 2012 y 2021 respectivamente (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2022).

En este contexto, resulta urgente abordar la movilidad de las motocicletas en el área metropolitana de Bucaramanga con un enfoque integral que considere tanto el crecimiento en su uso como las implicaciones de seguridad y la organización del tráfico urbano. Es fundamental explorar soluciones que contribuyan a mitigar los impactos negativos de la circulación de motocicletas, como la implementación de medidas de control más estrictas y la promoción de una cultura de conducción más responsable. Este trabajo de investigación tiene como objetivos en primer lugar hacer una revisión de la literatura para identificar estrategias efectivas para mejorar la gestión de la movilidad en las ciudades y posteriormente seleccionar cuáles serían las más adecuadas para las condiciones propias de la movilidad del área metropolitana de Bucaramanga.

Para un buen desarrollo y entendimiento este artículo está organizado de la siguiente manera:

La sección 2 presenta la revisión literaria la cual se subdivide en referentes, internacionales, nacionales y locales. Seguidamente en la sección 3 se encuentra la caracterización de la zona de estudio que abarca este trabajo. En la sección 4, se presentan y evalúan las estrategias a seleccionar. En la sección 5, se muestran los resultados de las estrategias seleccionadas. Para finalizar se presentan las conclusiones y consideraciones a tener en cuenta para futuras investigaciones.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Identificar medidas que sean aplicables al Área Metropolitana de Bucaramanga para mitigar el impacto negativo del uso de la motocicleta.

1.2 Objetivos Específicos

Elaborar una revisión sistemática de la literatura acerca de medidas implementadas en diferentes lugares del mundo para mitigar los impactos negativos del uso de la motocicleta literatura nivel urbano.

Establecer los principales factores de riesgo que se presentan en el Área Metropolitana de Bucaramanga por el uso de la motocicleta.

Establecer medidas que apunten a mejorar la problemática del SOAT y la revisión técnico-mecánica, entre otros desafíos, como estrategia para mitigar los impactos negativos del uso de motocicleta en el AMB.

2. Revisión literaria

La creciente creencia de que la movilidad debe ser rápida y efectiva en todo momento ha generado un efecto perverso y negativo, que se ha reflejado entre muchas otras cosas, en un aumento desmedido en el uso de la motocicleta. Este fenómeno ha generado un conjunto de externalidades negativas que han provocado condiciones de inseguridad en las vías, aumento en las tasas de congestión y siniestralidad e incluso aumento de la inseguridad en las ciudades. Además, aunque la motocicleta es un vehículo versátil, sus desventajas de seguridad son elevadas (Safety and Mobility (SAM), 2023). Partiendo del hecho que son vehículos más ligeros lo cual les permite alcanzar velocidades mayores en menos tiempo, son poco visibles a comparación de otros automotores y no cuentan con una cubierta que los proteja. Además, al ser de dos ruedas requiere mantener la fricción en sus neumáticos y equilibrio el cual depende de la habilidad del conductor; estas desventajas aumentan el riesgo de accidentes y por ello se buscan estrategias que ayuden a mitigar de alguna manera este impacto en seguridad vial.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos después de un proceso de revisión de la literatura partiendo de datos estadísticos de seguridad vial a nivel mundial y luego una revisión de las estrategias implementadas por diferentes países, incluyendo las estrategias adoptadas por Colombia para manejar las diversas problemáticas, lo cual se utilizó como referentes para abordar más adelante las problemáticas de la zona de estudio en cuestión.

2.1 Referentes internacionales: Uso de motocicletas.

El uso de la motocicleta a nivel internacional como modo de transporte ha tenido un crecimiento vertiginoso en las últimas dos décadas; sin embargo, este modo de transporte ha traído

consigo grandes problemas ambientales, de siniestralidad y orden público. La Organización Mundial de la Salud (OMS), presentó en su informe sobre la situación mundial de la seguridad vial de 2023 [6], que el 53% de víctimas mortales en siniestros viales son usuarios vulnerables de la vía pública, donde el 21% son motociclistas, esta cifra deja ver la problemática asociada a las motocicletas que es catalogada por algunos expertos como una pandemia mundial (Azzato, Díaz, & Café, 2022).

En la última década en diferentes ciudades se han venido implementando medidas y estrategias para gestionar el uso de la motocicleta y educar a sus usuarios en el cumplimiento de las normas de tránsito. En el caso de países del continente europeo como Noruega y España el uso de elementos de seguridad de manera reglamentaria y obligatoria ha sido la prioridad en las campañas de educación. Insistir y castigar severamente por el no uso del casco y chalecos con material reflectivo ha sido una estrategia que ha influido directamente en la movilidad de este modo de transporte.

Asimismo, el desarrollo de políticas que incentiven el uso de motocicletas eléctricas, y campañas de educación vial (Norwegian Public Roads Administration, 2023), han sido las estrategias que han contribuido a la mejora y control del uso de las motocicletas. La Oficina Nacional de Estadísticas de Noruega “Statistics Norway” muestra que para los años 2006, 2013 y 2023 el número de fallecidos en accidentes de motos fue 34, 21 y 20 respectivamente (Statbank Norway, 2021), un número bastante bajo en comparación con nuestro país donde en 2023 fueron 5.213 motociclistas muertos en accidentes viales (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2024).

En España, más específicamente en Barcelona; se han implementado estrategias como la inclusión de zonas para parqueo de motos, mensajes de seguridad vial en paneles informativos que resaltan la importancia de mantener una distancia adecuada entre vehículos. Asimismo, en relación a medidas de infraestructura se ejecutan campañas de detección anual de puntos de siniestralidad para posteriormente realizar los ajustes requeridos (Ajuntament de Barcelona, 2021).

Figura 1

Estrategias aplicadas en Barcelona, España



Nota. Las imágenes muestran algunas de las estrategias implementadas en España (Ajuntament de Barcelona, 2021).

Otra medida aplicada en Barcelona, que además de buscar un uso adecuado de la motocicleta, se enfocó en disminuir los porcentajes de contaminación a partir de la “cuantificación del efecto de la zona de bajas emisiones para los distintos tipos de motocicletas en función del distintivo ambiental”. Dicho análisis se realiza tomando en cuenta los tipos de moto que menos emisiones generan según su etiqueta y la proporción de uso en la ciudad con respecto a otros vehículos. En este caso los distintivos ambientales “...tienen como objetivo discriminar

positivamente a los vehículos más respetuosos con el medio ambiente...”; dados por la Dirección General de Tráfico (DGT) (Dirección General de Tráfico, 2024), se clasifican en:

Figura 2

Distintivo Ambiental DGT



Nota. Estos son los distintivos usados para identificar los vehículos que son más amigables con el medio ambiente en España (Ajuntament de Barcelona, 2021) (Dirección General de Tráfico, 2024).

- **Etiqueta 0 emisiones, Azul:** vehículos eléctricos e híbridos con autonomía mayor a 40km.
- **Etiqueta Eco:** vehículos híbridos con autonomía menor de 40km, gas natural.
- **Etiqueta C, Verde:** vehículos de combustión interna que cumplen las últimas emisiones EURO
- **Etiqueta B, Amarilla:** vehículos de combustión interna que si no cumplen con las últimas emisiones EURO, lo hacen en las anteriores.

En zonas con alta contaminación se restringe el tráfico de vehículos, si bien no es necesario contar con estas etiquetas, quienes la tengan podrán circular en zonas con restricciones a no ser que también sea necesario restringir su paso. Lo anterior acompañado del incentivo para uso de motocicleta eléctrica en especial en las empresas privadas (Ajuntament de Barcelona, 2021).

La popularidad de la motocicleta también ha crecido en países como Polonia donde el número de vehículos de este tipo registrados aumentó casi un 70% entre los años 2010 con 1.013.000 matrículas y 2021 con 1.750.000, incremento que va a la par con el aumento en las cifras de siniestralidad (Bańkowski & Frej, 2023). En busca de analizar y mitigar las consecuencias de los siniestros donde están involucrados motociclistas, se realizó un estudio “The Safety of Motorcycle Users” en Polonia (Bańkowski & Frej, 2023), donde se identificaron qué aspectos de seguridad podrían mejorarse en pro de la integridad del conductor. Para ello se usaron maniqués en experimentos de choque contra otros obstáculos a diferentes velocidades, todo en condiciones controladas. Los resultados permitieron determinar de qué manera y con qué magnitud se recibe el impacto en el cuerpo humano según la posición de manejo dependiendo del tipo de moto. El estudio permitió determinar las fuerzas que actúan sobre el cuerpo humano y la moto, confirmando que los motociclistas carecen de sistemas de seguridad activa, se concluye que “Existe una falta de investigación en la literatura que contribuya a aumentar la seguridad de los usuarios de motocicletas, incluyendo sistemas de seguridad como la detección de obstáculos...”. Además, “...falta investigación relacionada sobre la selección y modificación de la ropa de protección y los cascos de seguridad...” según los resultados obtenidos, no es lo mismo el tipo de casco de seguridad que se debe usar en todas las motos pues esto varía según su postura. Dicha investigación se convirtió en un precedente a futuro para Polonia que permitiría realizar cambios para mejorar los vehículos, la ropa de protección o la infraestructura vial según las magnitudes y localización del impacto en un accidente y así mitigar las lesiones que puedan causar un choque (Bańkowski & Frej, 2023).

En la investigación adelantada por la International Association of Traffic And Safety Sciences (IATSS) realizada en 2020, se recopilaron 104 artículos divididos en cuatro clases que abordan problemáticas de la motocicleta. La primera categoría abarcaba 22 artículos que analizaban los excesos de velocidad. La segunda categoría con 25 artículos aborda los problemas de visibilidad, la tercera categoría incluyó 24 artículos que analizan los problemas de alerta y por último en la cuarta categoría se incluyeron 33 artículos de otros estudios relacionados, como datos que muestran el aumento de la motocicleta a nivel mundial, la preferencia de la misma en países con recursos bajos, estadísticas de lesionados y muertes en accidente. El informe sugiere que el comportamiento del motociclista es la principal causa de siniestros, teniendo como foco el exceso de velocidad, visibilidad, estado de alerta entre otros factores (Talib Yousif, Mohd Sadullah, & Abu Kassim, 2020). Este estudio plantea que: "...el exceso de velocidad representa el 34% de todos los accidentes fatales de motocicleta." (Talib Yousif, Mohd Sadullah, & Abu Kassim, 2020). Este estudio recomienda Sistemas de Transporte Inteligentes que ayuden a limitar la velocidad de los automotores cumpliendo la normativa interna de cada país para así disminuir accidentes debido a excesos de velocidad. Asimismo, el IATSS identificó que usar la luz de circulación diurna reduce los accidentes entre un 4% y 20%, además de portar chalecos reflectivos para que sea más perceptible (Talib Yousif, Mohd Sadullah, & Abu Kassim, 2020). Por último, el estudio coloca como ejemplo a Indonesia donde la probabilidad de accidentes de tránsito por fatiga es de 48% o la distracción por el uso del teléfono móvil mientras se conduce resultan en 9% de las causas de accidentes. Una solución planteada para mitigar la problemática mencionada anteriormente se relaciona con la implementación y uso de sensores que indiquen el contacto de las manos con el manillar de la moto para así mantener alerta a los conductores (Talib Yousif, Mohd Sadullah, & Abu Kassim, 2020).

2.2 La motocicleta en Latinoamérica.

En los países latinoamericanos, la cultura y el nivel socioeconómico han promovido el uso de la motocicleta como modo de transporte o herramienta de trabajo, lo que ha generado un aumento en la informalidad del transporte. Esta situación, sumada al bajo costo y fácil acceso para sectores de ingresos bajos y medios, ha intensificado la problemática de regulación del uso de las motocicletas, evidenciando la necesidad de desarrollar políticas y estrategias más efectivas para controlar su uso excesivo.

Es así como el crecimiento del uso de la motocicleta se presenta como un desafío para los gobiernos de cada país, que deben abordar el tema con profundidad y con detenimiento ya que en muchos casos este fenómeno va ligado a procesos sociales y de abandono por parte del estado de territorios urbanos (Rodríguez, Santana, & Pardo, 2015).

Algunos ejemplos de esta situación en países de Latinoamérica se encuentran en Argentina. Al revisar las cifras de fallecidos registrados por siniestros en el año 2023, el 43% son motos donde los hombres son los principales afectados (Dirección de Estadística Vial, 2023). En dicho país, la Fundación Gonzalo Rodríguez en conjunto con la Agencia Nacional de Seguridad Vial, ha venido trabajando en capacitar de manera más óptima a los formadores de los Centros de Emisión de Licencias Municipales. Se ha hecho énfasis en formar conductores más seguros en las vías y elevar las exigencias a la hora de adquirir la licencia, educándolos no solo en el manejo de un vehículo automotor; si no también, en conocimientos de seguridad y cultura donde se adopte un rol de la

motocicleta en la sociedad haciendo hincapié de los riesgos que conlleva tanto para la sociedad como personalmente (Azzato, Díaz, & Café, 2022).

Por otro lado, una iniciativa tomada en 2021 por La Federación Internacional del Automovilismo (FIA), se centró en la creación de un casco homologado con la normativa UNECRE R22 para Latinoamérica que fueran seguros, económicos y cómodos; esto con el fin de evitar traumatismos craneales y a nivel cervical los cuales son las primeras causas de lesiones graves y fallecidos con cifras entre 75% y 88%.

En Uruguay, Costa Rica y República Dominicana, en los últimos años se han venido desarrollando campañas de donación de cascos para concientizar la importancia del uso y la existencia de este elemento de seguridad con las características mencionadas anteriormente (Azzato, Díaz, & Café, 2022).

A Uruguay se suma “Subite – Programa de incorporación de vehículos eléctricos”, una iniciativa de entidades gubernamentales lanzada en 2022 que busca promover la adquisición de motos eléctricas con el fin de disminuir las emisiones de CO₂, la disminución de contaminación sonora, utilizar energías renovables y menor variabilidad de precio energético. Para ello, ofrecieron beneficios a las personas como el reintegro de 10% del valor de la compra del vehículo, descuento en la factura de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE), premio monetario por certificar de eficiencia energética y seguro obligatorio por un año (Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Industria, Energía y Minería, Corporación Nacional para el Desarrollo, Dirección Nacional de Energía, 2021).

Brasil no se queda atrás en temas de seguridad pues para motocicletas con cilindraje de 300 centímetros cúbicos o más; entre las regulaciones se tiene que es obligatorio tener frenos Anti-lock Braking System (ABS), aunque considerando que son pocos los conductores que manejan motos con tanto cilindraje, se debería expandir la normativa a todo tipo de motocicleta puesto que este sistema ayuda a disminuir hasta un 40% la cantidad de fatalidades (Azzato, Díaz, & Café, 2022).

En América Latina, la infraestructura vial representa un factor clave en la seguridad de los motociclistas, ya que su diseño y mantenimiento pueden reducir significativamente la siniestralidad. La estabilidad de una motocicleta depende en gran medida de la calidad del pavimento, la visibilidad de la señalización y la gestión de la velocidad. En ciudades como Bogotá y São Paulo, la falta de mantenimiento de la vía, la presencia de baches y la ausencia de carriles exclusivos han incrementado el riesgo de accidentes. Estudios indican que la reparación rápida de baches y la instalación de barreras laterales adaptadas pueden disminuir la severidad de los siniestros. Además, se ha identificado que intersecciones mal diseñadas y zonas de detención sin planeación adecuada generan maniobras riesgosas que afectan tanto a motociclistas como a peatones (Azzato, Díaz, & Café, 2022).

Implementar estrategias de infraestructura seguras es esencial para mitigar el impacto negativo del creciente uso de motocicletas en la región, para lograr esto la Guía de Buenas Prácticas Internacionales para Motociclistas. Medidas de Seguridad Vial (Ferrer & Rubino, 2017), da las siguientes recomendaciones para el mantenimiento de las carreteras:

- Reparar los baches rápidamente.
- Especificar el coeficiente de fricción adecuado para la superficie de la vía.
- Reducir las irregularidades de la carretera.
- Realizar reparaciones de las grietas.
- Eliminar escombros y derrames líquidos lo más pronto posible.
- Bordes de seguridad en carreteras.

Sumado a las falencias en infraestructura la ineficacia de la fiscalización de las normas de tránsito para motociclistas en Latinoamérica constituye también una amenaza significativa para la seguridad vial y el orden público. El incumplimiento generalizado y la persistente falta de pago de las sanciones impuestas revelan una crisis que demanda una respuesta inmediata y contundente. Basada en el análisis realizado por Rodríguez León (Rodríguez León, 2022), quien enfatiza la necesidad de una organización policial de tránsito efectiva y el endurecimiento de las penas ante la reincidencia, y en los hallazgos del "Benchmarking de la seguridad vial en América Latina" (International Transport Forum, 2017), que aboga por el fortalecimiento del control policial mediante tecnología y la garantía de cumplimiento normativo, se plantea una intervención multifacética de carácter obligatorio.

La solución que se plantea desde diferentes ámbitos a este problema deja claro que la implementación de un enfoque integral y científicamente fundamentado, debe estar compuesto por los siguientes elementos:

- Optimización de la Estructura y Despliegue de la Policía de Tránsito

La reestructuración de la policía de tránsito y su despliegue estratégico, guiados por el análisis de datos sobre zonas de alta incidencia, son imperativos para asegurar una presencia disuasoria y efectiva (Rodríguez León, 2022).

- Implementación Estratégica de Tecnologías de Fiscalización

La integración de sistemas tecnológicos avanzados, como cámaras de vigilancia inteligentes y plataformas digitales para el monitoreo de infracciones y pagos, optimizará la eficiencia y transparencia del proceso sancionatorio, conforme a las recomendaciones del benchmarking regional (International Transport Forum, 2017).

- Mecanismos Obligatorios que Vinculen el Pago de Sanciones a Trámites Vehiculares y de Licencia

La vinculación ineludible de las sanciones pendientes a la realización de trámites vehiculares y de licencias de conducción garantizará el cumplimiento normativo, eliminando las posibilidades de evasión.

- Aplicación de Medidas Coercitivas Efectivas

La imposición de medidas coercitivas, como el embargo de cuentas bancarias y la retención de motocicletas con deudas sustanciales, asegurará la recuperación de las sanciones impagas y reforzará la autoridad del sistema.

- Instauración de un Sistema de Sanciones Progresivas y Programas de Reeducción

Un esquema de sanciones progresivas, acompañado de programas de reeducación diferenciados y obligatorios, atacará de manera directa la reincidencia y promoverá una transformación sostenible en el comportamiento de los infractores (Rodríguez León, 2022).

La sinergia entre una organización policial robusta, una fiscalización tecnológica avanzada y la aplicación de consecuencias tangibles para el incumplimiento y la reincidencia constituye el pilar fundamental para revertir la actual crisis de seguridad vial en Latinoamérica. Este enfoque no solo incrementará el acatamiento de las normas de tránsito, sino que también establecerá un precedente riguroso y replicable para otras jurisdicciones. La implementación inmediata de esta estrategia es esencial para salvaguardar el bienestar público y consolidar un sistema de tránsito ordenado y seguro.

En general, las estrategias implementadas en América Latina para mejorar la seguridad vial de los motociclistas siguen modelos internacionales adaptados a las normativas y realidades locales. Sin embargo, la efectividad de estas medidas varía significativamente entre países debido a factores como la cultura vial, la voluntad política y el grado de cumplimiento de las regulaciones. Mientras que en algunas naciones se han logrado reducciones en la siniestralidad mediante infraestructura segura, en otras, la falta de aplicación rigurosa ha limitado su impacto. Mas allá de que crean nuevas leyes sigue existiendo la falta de control y la constante de los conductores por no cumplir las normas.

A pesar de las estrategias implementadas como campañas de concientización o aplicaciones de IA para la detección de infractores sigue persistiendo la constante de infractores

pues, aunque se sancionen, no se logra que la gente las pague y dejen de cometer delitos. Esto evidencia que no basta con replicar políticas exitosas de otros contextos; es fundamental garantizar su implementación efectiva y su integración con campañas educativas, controles estrictos y mejoras continuas en la infraestructura vial y aunque se busquen nuevas metodologías algunas son difíciles de encontrar como las fuentes bibliográficas sobre fiscalización en América Latina que son escasas.

2.3 La motocicleta en Colombia.

En el contexto nacional, Colombia es un país que cuenta con un parque automotor de motocicletas considerablemente grande en comparación de otros países de Latinoamérica; para el cierre del año 2023 se registraron en total 678.660 motocicletas nuevas, cifras dadas por ANDI y FENALCO, donde también registran para Julio de 2024 77.712 motos nuevas con un crecimiento del 34,3% en comparación a julio del 2023 (Cámara de la industria de motocicletas, 2024). Los datos anteriores son el reflejo de lo que viven la mayoría de los países latinoamericanos, que, junto con las problemáticas existentes, hacen parte de las realidades a las que se enfrentan diariamente la mayoría de los habitantes, como son; la seguridad, la contaminación, la congestión vehicular, la invasión de espacios públicos, las discusiones entre conductores por falta de cultura vial, los siniestros, entre otros.

En Colombia, el crecimiento del parque automotor de motocicletas ha generado importantes desafíos en materia de seguridad vial. Actualmente, estos vehículos representan el 62% del total del parque automotor y más del 60% de las víctimas fatales en accidentes de tránsito en 2024 (Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI, 2024). Para hacer frente a esta

problemática, se han impulsado diversas estrategias, entre ellas, la implementación de un Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial para la Protección del Motociclista, liderado por la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) en conjunto con actores del sector privado (Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI, 2024).

Dentro de las medidas planteadas, se destaca la necesidad de asignar más recursos a la seguridad vial, de manera proporcional a la cantidad de motociclistas involucrados en siniestros. También se ha propuesto la creación de un Gerente Técnico para la Seguridad Vial del Motociclista, quien tendría la responsabilidad de coordinar y supervisar la ejecución de políticas enfocadas en este grupo de usuarios (Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI, 2024). Otra estrategia clave es la optimización de la infraestructura vial con soluciones accesibles y efectivas, como la habilitación de carriles exclusivos, la delimitación de zonas con límite de velocidad de 30 km/h y la incorporación de rectángulos de seguridad en intersecciones para reducir conflictos con otros vehículos (Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI, 2024). Adicionalmente, se busca fortalecer la capacitación de motociclistas, actualizando los contenidos en los Centros de Enseñanza Automovilística y promoviendo campañas educativas que fomenten una conducción responsable y el respeto por las normas de tránsito (Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI, 2024). Estas acciones buscan disminuir los efectos negativos del creciente uso de motocicletas en el país, garantizando una movilidad más segura y sostenible para todos los actores viales.

Ciudades ubicadas en la Costa Caribe del país sufren en gran medida por las externalidades negativas generadas por las motos. Un caso característico de esta situación se presenta en

Cartagena, donde los habitantes de estratos medios y bajos recurren a trabajos informales como el mototaxismo buscando ingresos para subsistir. Este aumento en el mototaxismo en la ciudad ha traído problemas de movilidad y aumento de siniestros viales, ya que los conductores duran muchas horas trabajando lo que se traduce en más tiempo en las vías y por consiguiente mayor probabilidad de que ocurran dichos eventos, sumado a esto, algunos realizan maniobras inesperadas y peligrosas a altas velocidades en busca de pasajeros o encomiendas (Ospina Mateus, Quintana Jiménez, & López Valdés, 2021).

Tras la necesidad de implementar medidas que disminuyan la problemática en Cartagena, la alcaldía de la ciudad implementó pico y placa para motos en el 2024 prohibiendo la circulación de estas en horas nocturnas desde las 11:00 pm hasta las 5:00 am del siguiente día, mientras en el día la medida se aplica según el último dígito de la placa rotando de lunes a viernes. Como lo muestra en su página oficial y rige bajo el decreto 07 de 2024 (Prensa, 2024).

Otro caso de estudio se encuentra en Bogotá donde desde el año 2017 se ha venido fortaleciendo el Plan Distrital de Seguridad Vial del Motociclista, que rige con el Decreto Distrital 813 de 2017, siendo la primera ciudad en Colombia que trazó una hoja de ruta para reducir la siniestralidad. Este plan tiene un periodo de vigencia hasta el 2026 y contiene 5 ejes para lograr sus objetivos:

1. Institucionalidad y gestión de la seguridad vial.
2. Actores de la vía, comunicación y cultura vial.
3. Víctimas.
4. Infraestructura segura,

5. Controles para la seguridad vial, tecnología y vehículos.

De manera general se basan en las buenas prácticas, donde se ven involucrados actores claves, tanto públicos y privados para una buena ejecución, buscando disminuir cifras la disminución de muertes en siniestros viales. En este proceso es clave la participación de las entidades distritales y nacionales, así como proveedores, ensambladores, clubes, asociaciones y empresas de capacitación de motocicletas, todo con el fin de establecer estrategias que incluyen controles de tránsito y transporte, aplicativos para reporte de huecos, así como jornadas de sensibilización, cursos teórico-prácticos donde también se capacitan conductores para atender emergencias en las vías (Azzato, Díaz, & Café, 2022).

Otros aspectos que han sido analizados en esta búsqueda de estrategias para mitigar los impactos negativos que se generan por el uso de la motocicleta se relaciona con el impacto de restringir el parrillero o acompañante del conductor de motocicleta. La Universidad de los Andes en los últimos tres años desarrolló un estudio titulado “Restricciones a motocicletas y sus efectos sobre el crimen en Colombia”. En dicho estudio se analizaron tres tipos de restricciones implementadas en diversas ciudades de Colombia: la prohibición del acompañante hombre, la prohibición de acompañantes sin distinción de género y la restricción total de circulación de motocicletas, esto con el fin de estudiar los efectos sobre los principales delitos contra la propiedad y la vida (Martínez González, Weintraub, & Bonilla Mejia, 2020). Para estandarizar la información, se estableció una grilla que delimita la zona de estudio, de ahí se calculan los delitos cometidos por tipo y el mes en que ocurrieron.

En particular, para la restricción de acompañante hombre se estudiaron los casos de Barranquilla y Bogotá, donde la medida se aplicó en zonas específicas de estas ciudades. Dentro de las particularidades de las ciudades escogidas para el estudio se tienen que las ciudades de la región Caribe es donde principalmente se usa la motocicleta para hurtos, por ejemplo, en el 70,4% de los robos de celulares y 68,9% robos a personas, mientras que en otras ciudades de Colombia estas cifras no llegan al 50% (Martínez González, Weintraub, & Bonilla Mejia, 2020). La prohibición de acompañantes de cualquier sexo se realizó en ciudades como Cartagena y Neiva, en ambos casos para zonas específicas de las ciudades. Por último, la restricción total de motocicleta se implementó en Barranquilla, Soledad, Armenia, Santa Marta, Sincelejo y Pasto. Esta última restricción se realizó principalmente en horas de la noche entre las 11:00 pm y 5:00 am.

Los resultados del estudio muestran que las restricciones a motos no tienen un efecto consistente sobre la reducción del delito en las ciudades analizadas. La estimación principal revela efectos negativos y significativos en solo tres casos específicos de tipos de delito. Sin embargo, al evaluar la robustez de estos resultados mediante cambios en la ventana de tiempo, el ancho de banda en la zona de tratamiento y la variación horaria de las restricciones, se encuentra que los efectos no son significativos en la mayoría de las especificaciones. Estos hallazgos sugieren que las restricciones a motos no generan un impacto claro ni generalizado en la disminución de la delincuencia (Martínez González, Weintraub, & Bonilla Mejia, 2020).

Más estudios como el de La Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información de la Universidad EAFIT en 2020 (Valencia, Ramirez Guerrero, Castañeda, & Toro, 2020), se centró

en realizar un análisis revisando alternativas tecnológicas basadas en algoritmos de inteligencia artificial entrenados para la detección de objetos, permitiendo que los oficiales de tránsito logran detectar de una manera más sencilla a los infractores. Para ello, crearon una aplicación con herramientas de desarrollo como MATLAB y algoritmos de inteligencia artificial You Only Look Once (YOLO); este último es un modelo unificado para la detección de objetos (Redmon, Divvala, Girshick, & Farhadi, 2016).

El desarrollo de pruebas piloto para la detección de infractores fue realizado en Valledupar, entre las 11:00 am y 12:00 m con condición climática despejada. Para esta actividad se usó una cámara de celular fija en una calle de la ciudad con alto flujo de vehículos tomando 105 imágenes permitiendo establecer factores de precisión y exactitud a la hora de identificar los objetos que para ese estudio eran las placas y los cascos; obteniendo como resultado que no se reconocieron 5 de 40 matrículas detectadas debido a factores ambientales o posición de la matrícula. De manera general se obtuvo una exactitud en los resultados de 85,5% y una precisión del 77,7%; adicionalmente se evidenció que, con una muestra de 65 imágenes analizadas para identificar el uso de cascos, se obtuvo una precisión del 58% y una exactitud del 73,1% y finalmente, en cuanto a parrilleros en horarios de prohibición se obtuvo una precisión de 87,5% y una exactitud de 77,7% (Valencia, Ramirez Guerrero, Castañeda, & Toro, 2020).

Realizando pruebas como la anterior de nuevas tecnologías se puede contribuir al mejoramiento de los procesos de control, seguridad y legalidad; sin embargo, es importante recordar que existen limitaciones como los factores climáticos, ya que en presencia de luz solar excesiva, se dificulta la identificación de las matrículas, también está el factor de duración del sistema, ya que no se encuentra capacitado para ofrecer una duración de 24 horas, 7 días a la

semana y finalmente los costos, ya que estas nuevas tecnologías no son económicas y requieren de hardware especializado (Valencia, Ramirez Guerrero, Castañeda, & Toro, 2020).

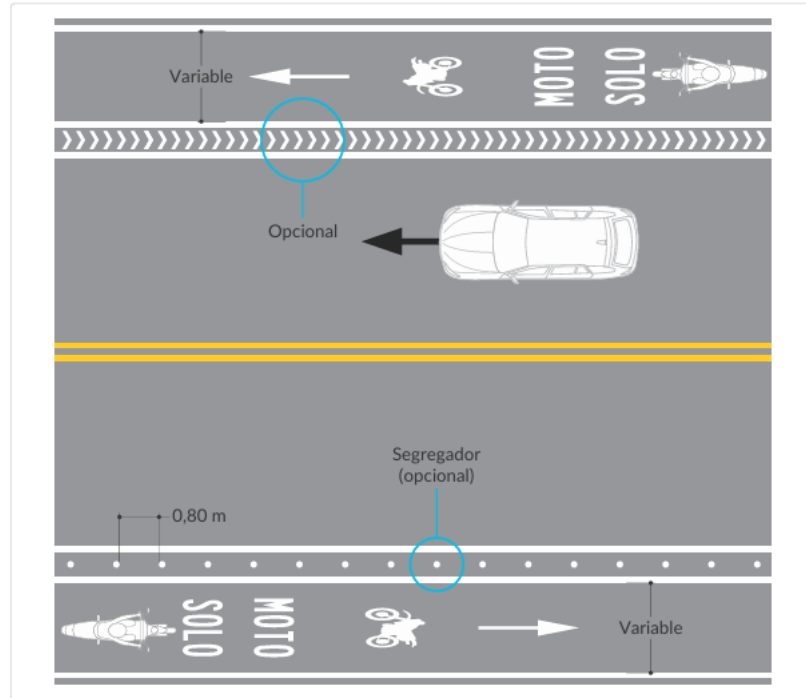
Otra estrategia que se identificó ha sido desarrollada por la Agencia Nacional de Seguridad Vial. La agencia ha creado un programa llamado “Motodestreza” el cual busca promover una cultura vial priorizando la vida en la vía, fortalecer conocimientos, habilidades y destrezas de los conductores de moto. La modalidad es una capacitación de cuatro horas (1 hora teórica y 3 prácticas) y sensibilización hasta 30 minutos (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2024).

La Agencia Nacional de Seguridad Vial junto con el Ministerio de Transporte entregan el nuevo Manual de Señalización Vial de Colombia en el año 2024 (Ministerio de Transporte, 2024). Este manual presenta nueve capítulos, de los cuales dedican especialmente el capítulo 6 para los usuarios vulnerables: peatones, ciclistas y motociclistas; este último específicamente en la sección 6,3 señales y dispositivos para motocicletas. En dicha sección se establece que, para mejorar la seguridad en la circulación de motocicletas, se deberían implementar motovías (ver **Figura 3**), carriles exclusivos que organizan su circulación y reducen conflictos de las motos con otros vehículos. Dicho planteamiento implica la generación de demarcaciones específicas que incluyen símbolos de motocicletas, líneas longitudinales con retrorreflexión y antideslizantes, alineadas con el Capítulo 3 del Manual de Señalización Vial. Las motovías inclusivas, integradas en intersecciones, incorporan zonas adelantadas en cruces semaforizados, permitiendo a los motociclistas acumularse y arrancar primero, minimizando riesgos de siniestros especialmente con automóviles. Asimismo, las señales verticales, ubicadas en el cono de visión de los motociclistas y con especificaciones de retrorreflectividad del Capítulo 2, refuerzan la visibilidad y seguridad.

Estas medidas buscan responder a la alta siniestralidad vial de los motociclistas mediante una señalización clara y adaptada a sus necesidades.

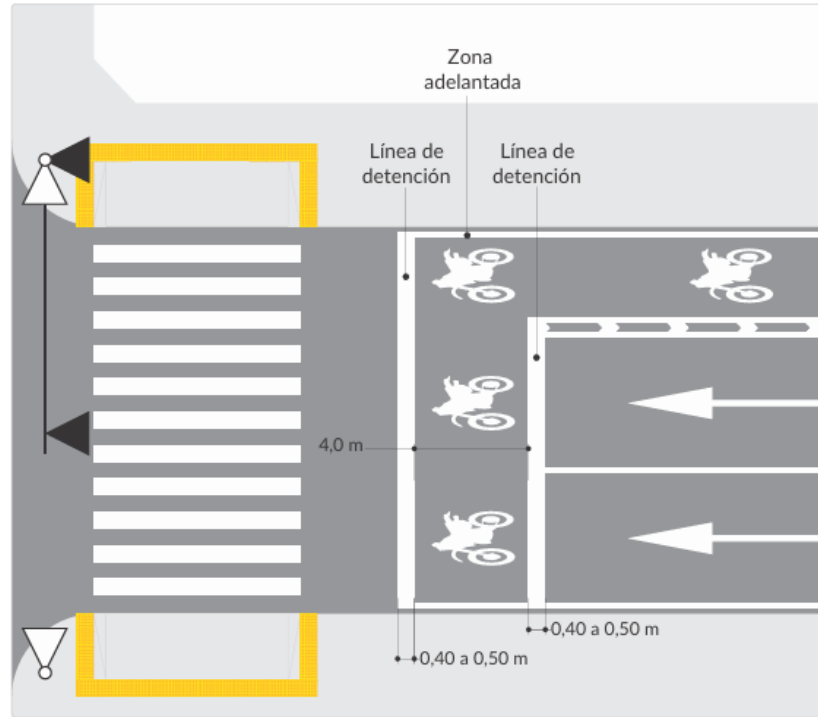
Figura 3

Motovía Inclusiva



Nota. Vías inclusivas para motos dadas por el nuevo manual de señalización vial de Colombia (Ministerio de Transporte, 2024).

Algunas características de estas motovías como en la observada en la **Figura 3**, son su ancho variable que se da según el estudio técnico de las condiciones de la vía, flujo de motocicletas y el diseño realizado; siempre deben ser independientes de las bermas, además, es opcional colocar segregadores separados entre si cada 0,80m.

Figura 4*Demarcación zona adelantada*

Nota. Demarcaciones de zona adelanta para motos dadas por el nuevo manual de señalizaion vial de Colombia. Tomado del *Manual de Señalización Vial de Colombia 2024* (Ministerio de Transporte, 2024).

En el caso de la zona adelantada, debe contar con 4m de distancia entre líneas de detención como se observa en la **Figura 4**.

3. Caso de estudio

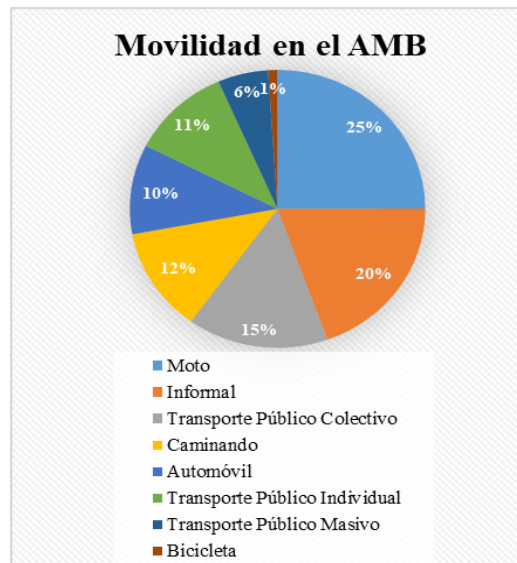
El área de estudio de esta investigación abarca Bucaramanga y su área metropolitana (AMB), conformada por los municipios de Floridablanca, Girón y Piedecuesta. El AMB cuenta

con el Plan Maestro Metropolitana de movilidad 2022 – 2037 - PMMM (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2022), donde se identificaron diversas problemáticas asociadas con el desarrollo urbano de cada municipio y la movilidad. Dentro de los principales hallazgos se tiene urbanismo desorganizado, infraestructura precaria, falta de seguridad vial, transporte informal, inequidad social y debilidad institucional y legal.

Según el PMMM [5], la partición modal de los viajes diarios en el AMB está conformada de la siguiente manera: 24,4% motos, 19,1% informales, 15,1% transporte público colectivo, 11,8% camina, 10,2% automóvil, 10,7% transporte público individual, 5,4% transporte público masivo y bicicleta 1%, entre otros medios. Estas cifras muestran la preferencia al uso de la motocicleta, reflejado en un aumento del parque automotor; el número de motocicletas por cada cien habitantes de 31,8 en 2016 a 42,6% en 2023, siendo los hombres quienes más la usan (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2022) (Camargo, Delgado, & Azuero, 2024).

Figura 5

Movilidad en el AMB



Nota. Como es la movilidad en Bucaramanga. Tomando de *Actualización Plan Maestro de Movilidad AMB 2022-2037* (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2022)(Camargo, Delgado, & Azuero, 2024).

A consecuencia de lo anterior, la siniestralidad se ha convertido en un problema creciente. Las motos son quienes tienen mayor participación de siniestros con un 56% como podemos ver en la, evidenciado en el informe de accidentalidad para el primer semestre del 2024 dado por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (Dirección de Tránsito de Bucaramanga, 2024).

Tabla 1

Siniestros viales por tipo de vehículo

| Total, vehículos involucrados. | Año 2023 | Año 2024 | Dif 2023-2024 | % Dif 2023-2024 | % acc en total 2024 |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| Automóvil | 599 | 552 | -47 | -8% | 26,4% |
| Campero | 34 | 29 | -5 | -151% | 1,4% |
| Camioneta | 197 | 156 | -41 | -21% | 7,5% |
| Micro | 19 | 11 | -8 | -42% | 0,5% |
| Buseta | 39 | 36 | -3 | -8% | 1,7% |
| Bus | 36 | 24 | -12 | -33% | 1,1% |
| Camión | 66 | 51 | -15 | -23% | 2,4% |
| Volqueta | 2 | 6 | 4 | 200% | 0,3% |
| Tracto Camión | 24 | 17 | -7 | -29% | 0,8% |
| Motocicleta | 1239 | 1182 | -57 | -5% | 56,5% |
| Amaq agrícola | 1 | 0 | -1 | -100% | 0,0% |
| Bicicleta | 29 | 25 | -4 | -14% | 1,2% |
| Motocarro | 3 | 1 | -2 | -67% | 0,0% |

| | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Otro | 4 | 2 | -2 | -50% | 0,1% |
| Motociclo | 2 | 0 | -2 | -100% | 0,0% |
| Cuatrimoto | 0 | 0 | 0 | 0% | 0,0% |
| Total | 2294 | 2092 | -202 | -9% | 100% |

Nota. Siniestros viales por tipo de vehiculo en el AMB para el año 2024. Adaptado de *Informe Gestión Grupo Control Vial 2024* (Dirección de Transito de Bucaramanga, 2024).

Este mismo informe nos presenta los lesionados por condición como se muestra en **Figura 6** y víctimas fatales por condición visibles en la **Figura 7**(Dirección de Transito de Bucaramanga, 2024).

Figura 6

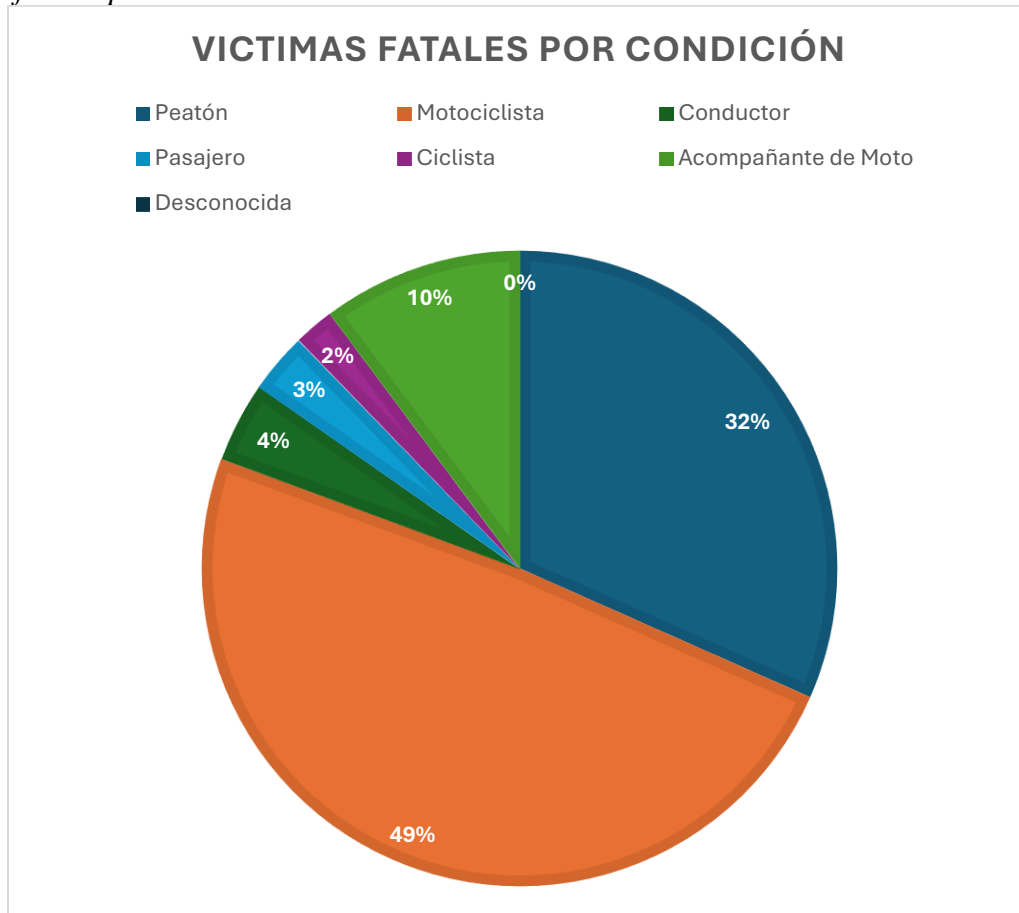
Lesionados por condición



Nota. Lesionados por condición en el AMB para el año 2024. Adaptado de *Informe Gestión Grupo Control Vial 2024* (Dirección de Transito de Bucaramanga, 2024).

Figura 7

Víctimas fatales por condición



Nota. Víctimas fatales por condición en el AMB para el año 2024. Adaptado de *Informe Gestión Grupo Control Vial 2024* (Dirección de Transito de Bucaramanga, 2024).

Asimismo, otra problemática asociada al crecimiento del parque automotor de motos en el AMB ha sido el aumento del mototaxismo como transporte informal e ilegal; el precario servicio

de transporte público existente en el AMB, la falta de empleo y necesidad de ingresos, son algunas de las causas que generan la informalidad.

En el trabajo realizado en la Universidad Industrial de Santander en 2024 denominado: “Estrategias aplicables en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana para hacer del mototaxismo, un servicio regulado y seguro para los usuarios” (Acevedo Caselles & Ramírez Arias, 2024), se identificaron un conjunto de estrategias para mitigar los impactos negativos del uso de la motocicleta, entre las que sobresalen:

- Placas con color distintivo.
- Restricciones de movilidad en zonas y horas.
- Autorizaciones limitadas.
- Seminarios de seguridad.
- Indumentaria básica y equipos de seguridad.
- Sanciones y multas por incumplir normas.
- Registro e impuesto de rodamiento anual y afiliación a asociaciones registradas.
- Tarifas según distancia recorrida.
- Regulación sobre emisiones.
- Color estándar para los vehículos.
- Puestos de control para documentos.
- Cobrarse el SOAT.

Una estrategia provisional implementada en Bucaramanga en abril de 2024 fueron las llamadas “cámaras salvavidas” (Mateus, 2024), las cuales buscaban identificar quienes cuentan con SOAT y revisión técnico mecánica vigente mediante la detección de la placa que a su vez estaban conectadas con la base de datos del Registro Único Nacional de Transito (RUNT). Este primer ejercicio permitió revisar en tiempo real información acerca de si los vehículos cumplían con las dos normativas mencionadas, además, estas cámaras dejaban soporte para realizar los comparendos pertinentes.

Para el mismo año, se implementa en Bucaramanga la estrategia “Nos movemos por la vida” (WebMaster, 2024), propuesto por la ANSV que buscaba mejorar la cultura, destreza, habilidades y conocimientos de los motociclistas, realizando actividades de control y pedagogía. Esta estrategia viene de la mano con la estrategia de “Motodestreza” (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2024). Según los resultados de siniestralidad para el AMB en enero de 2025 los fallecidos en siniestros de tránsito disminuyeron 3% en comparación al año anterior, atribuyendo esto a estrategias como “Motodestrezas” que ayudaban a mejorar las habilidades de los conductores. En el caso de Bucaramanga la disminución de víctimas fue del 20% respecto a enero del año 2024 (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2025).

Si bien se han implementado diferentes estrategias a lo largo del mundo, su aplicación en contextos locales debe hacerse con reserva, ya que los comportamientos de los usuarios de las motocicletas, así como las infraestructuras por donde circulan, cambian mucho de un país a otro, en incluso de ciudad a ciudad.

4. Selección de estrategias a aplicar para el AMB.

Una vez terminada la revisión literaria donde se identificaron estrategias para las problemáticas en diferentes países del mundo y Colombia; se realizó un análisis para identificar aquellas medidas que de ser implementadas en el AMB puedan generar un impacto positivo. Ya que muchas estrategias han sido formuladas o aplicadas en distintos países, para no mencionar la misma muchas veces, se vinculan a una metodología que las englobe y que la evidencia recopilada en la revisión de la literatura muestre que ha influido positivamente en la seguridad vial.

En la Tabla 1 se evalúa y selecciona las estrategias más efectivas para mitigar el impacto negativo del uso de motocicletas en el Área Metropolitana de Bucaramanga, se ha desarrollado un sistema de calificación basado en seis criterios clave los cuales recibirán un puntaje según la estrategia evaluada. Es importante tener en cuenta que el puntaje puede variar conforme los objetivos y la percepción de lo que se busca, para este caso se valoran según lo que querían lograr cada estrategia nombradas anteriormente en sus fuentes literarias. La puntuación será de 0, 3 o 5 en cada criterio, teniendo en cuenta:

- Puntaje 0: Se da cuando la estrategia no afecta para nada positivamente el criterio en cuestión.
- Puntaje 3: Se da cuando la estrategia influye medianamente el criterio en cuestión.
- Puntaje 5: Se da cuando la estrategia afecta directamente a la mejora positiva en cuestión.

El puntaje dado en las estrategias será multiplicado por el peso relativo de cada criterio (explicados individualmente) para obtener un puntaje el cual se establece entre paréntesis y al final se suman; como un promedio ponderado. La sumatoria final permite identificar las medidas más relevantes para su aplicación, de la siguiente manera:

Puntaje Total

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Puntaje criterio 1} * \text{Porcentaje criterio 1}) \\
 &+ (\text{Puntaje criterio 2} * \text{Porcentaje criterio 2}) + \dots \\
 &+ (\text{Puntaje criterio n} * \text{Porcentaje criterio n})
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Nota. Ecuación ejemplo para obtener el puntaje total de cada estrategia.

La metodología de evaluación se sustenta en referencias científicas y estudios previos sobre movilidad y seguridad, al finalizar se analizan las medidas con mayor puntuación. Los criterios utilizados para la evaluación reflejan mejoras observadas en los lugares donde se implementaron las estrategias, tales como la reducción de accidentes, el aumento en el uso de elementos de protección, la disminución de infracciones o la optimización de la movilidad. De igual manera que los puntajes, para definir el peso relativo de cada criterio (porcentaje), se debe tener en cuenta los objetivos y la percepción de lo que se quiere lograr. Para el caso del AMB el impacto negativo se ve especialmente en la movilidad y siniestralidad, por ello se definen los criterios según relevancia así:

- **Eficiencia en la movilidad [20%]:** Evalúa cómo mejora la fluidez del tráfico y optimización del espacio vial (Litman, 2025).

- **Seguridad Vial (mejoras generales) [20%]:** Analiza la prevención de accidentes mediante infraestructura, señalización y educación. La seguridad vial es fundamental debido a la alta vulnerabilidad de los motociclistas en el tráfico (National Highway Traffic Safety Administration).
- **Reducción de siniestralidad (impacto directo en accidentes) [20%]:** Se enfoca en estrategias que reducen de inmediato la cantidad de siniestros y víctimas. Es esencial la frecuencia y gravedad de los accidentes de motocicleta para disminuir las tasas de mortalidad y lesiones (Safaei, Safaei, Seyedekrami, & Masoud, 2021).
- **Impacto social (15%):** Considera los efectos en la seguridad y calidad de vida de la población, considerando la aceptación pública y las implicaciones comunitarias de las estrategias implementadas (Dorocki & Wantuch-Matla, 2021).
- **Factibilidad de implementación [15%]:** Evaluar costos, viabilidad técnica y aceptación social de las estrategias determina su implementación efectiva.
- **Reducción de contaminación [10%]:** Analiza el impacto en la reducción de emisiones contaminantes y ruido. Aunque las motocicletas son fuente de emisiones contaminantes, su contribución es menor en comparación con otros vehículos, por ello su peso porcentual más bajo (Mahesh, Ramadurai, & Shiva Nagendra, 2019).

Los puntajes que se le dieron a cada estrategia toman en cuenta si son beneficios directos para el motociclista, los otros actores viales, el medio ambiente o la sociedad. Un ejemplo de ello se puede analizar con el caso de los elementos de seguridad, los cuales directamente no afectan la movilidad o las condiciones ambientales ya que llevarlos no influye directamente en la disminución de los trancones o las emisiones de gases contaminantes, pero si hará que aumente la

seguridad vial de los conductores. Por lo tanto, dichos análisis se aplicaron para las demás estrategias, basados en los estudios identificados en la revisión de literatura centrándose en que buscaba cada uno de ellos como objetivo final.

Tabla 2

Clasificación y selección de medidas encontradas.

| Metodología | ¿Generó un impacto positivo?, en cuanto a: | | | | | | Σ |
|---|--|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------|
| | Eficiencia Movilidad [20%] | Seguridad Vial [20%] | Siniestralidad [20%] | Impacto Social [15%] | Factibilidad [15%] | Contaminación [10%] | |
| Demarcación moto vías y zonas de adelantamiento. | 5 (1,0) | 5 (1,0) | 3 (0,6) | 5 (0,75) | 5 (0,75) | 0 (0,0) | 4,1 |
| Campañas de concientización. | 0 (0,0) | 5 (1,0) | 5 (1,0) | 5 (0,75) | 5 (0,75) | 3 (0,3) | 3,8 |
| Exigencias altas en la formación y obtención de licencias. | 0 (0,0) | 5 (1,0) | 5 (1,0) | 5 (0,75) | 5 (1,0) | 0 (0,0) | 3,75 |
| Cámaras con IA. | 3 (0,6) | 3 (0,6) | 3 (0,6) | 5 (0,75) | 5 (0,75) | 0 (0,0) | 3,3 |
| Luz de circulación diurna. | 0 (0,0) | 5 (1,0) | 5 (1,0) | 3 (0,45) | 5 (0,75) | 0 (0,0) | 3,2 |
| Uso de casco reglamentario. | 0 (0,0) | 5 (1,0) | 5 (1,0) | 0 (0,0) | 5 (0,75) | 0 (0,0) | 2,75 |
| Elementos de seguridad. | 0 (0,0) | 5 (1,0) | 5 (1,0) | 0 (0,0) | 5 (0,75) | 0 (0,0) | 2,75 |
| Motocicletas eléctricas. | 0 (0,0) | 3 (0,6) | 3 (0,6) | 3 (0,45) | 3 (0,45) | 5 (0,5) | 2,6 |

| | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|----------|----------|---------|-------------|
| Sistemas de Transporte Inteligente. | 0 (0,0) | 5 (1,0) | 5 (1,0) | 0 (0,0) | 3 (0,45) | 0 (0,0) | 2,45 |
| Frenos ABS. | 0 (0,0) | 5 (1,0) | 5 (1,0) | 0 (0,0) | 3 (0,45) | 0 (0,0) | 2,45 |
| Zonas de parqueo exclusivas. | 5 (1,0) | 0 (0,0) | 0 (0,0) | 5 (0,75) | 3 (0,45) | 0 (0,0) | 2,2 |

Nota. Esta tabla muestra las estrategias, los criterios y su valoración según las fuentes literarias investigadas.

5. Resultados.

Según las metodologías evaluadas y seleccionando aquellas con puntuaciones más altas, se escogieron las medidas que se consideran puedan aplicarse en pro de los cascos urbanos de los municipios del AMB, con el fin de disminuir los impactos negativos del uso de la motocicleta, pero sin salirse de la normativa vigente.

Tabla 3

Clasificación de medidas aplicables en el AMB.

| Medida Seleccionada | Puntuación | Ley, decreto u oficio que lo respalda | Aplicación |
|---|-------------------|--|---|
| Demarcación motovías y zonas de adelantamiento ¹ | 4,1 | Resolución 20243040045005 de 2024 | Esta nueva disposición dada por el Manual de Señalización Vial de Colombia en 2024 es una buena idea para aplicar en las ciudades en general, pues delimita los carriles y zonas de espera exclusivos para motos, evitando se mezclen con otros vehículos más grande y dándoles una circulación fluida según su versatilidad. |

| | | | |
|--|-------------|--|---|
| <p>Campañas de concientización y buenas prácticas al conductor²</p> | <p>3,8</p> | <p>Decreto Municipal No. 0036 del 05 de marzo de 2024 en Bucaramanga</p> | <p>Es fundamental promover una cultura ciudadana orientada a la preservación de la vida propia y la de los demás. Esto implica concientizar a los conductores, especialmente a los motociclistas, de que la moto es un medio de transporte que debe facilitar la movilidad urbana, y no convertirse en un factor que aumente las problemáticas de la ciudad. Para lograr esta culturización, se deben implementar estrategias integrales como la educación vial desde edades tempranas, campañas masivas de sensibilización, capacitaciones periódicas obligatorias para conductores, e incentivos al buen comportamiento en la vía. Además, es clave involucrar a líderes comunitarios y colectivos de motociclistas, promoviendo el respeto por las normas de tránsito y fortaleciendo el sentido de responsabilidad ciudadana.</p> |
| <p>Exigencias altas en la formación y obtención de licencias de conducir³</p> | <p>3,75</p> | <p>Ley 769 de 2002, Ley 2251 de 2022</p> | <p>Establecer una formación sólida y exigente para los conductores, donde se garantice que obtienen la licencia solo quienes demuestren conocimientos teóricos, habilidades prácticas y actitudes responsables en la vía. Esto permitirá que los nuevos conductores estén mejor preparados para enfrentar situaciones de riesgo, actuando siempre con conciencia del bienestar propio y de los demás actores viales.</p> |
| <p>Implementación de cámaras con software avanzado e IA⁴</p> | <p>3,3</p> | <p>Artículo 129 Ley 769 de 2002, resolución 3027 de 2010, Ley 2251 de 2022, resolución 718 de 2018</p> | <p>Para llevar un seguimiento efectivo y garantizar el cumplimiento de las normas de tránsito, es fundamental implementar tecnologías avanzadas como cámaras con inteligencia artificial (IA), capaces de identificar de manera automática a los conductores que circulan sin los documentos obligatorios, como el SOAT y la revisión técnico-mecánica. Estas cámaras, instaladas en puntos estratégicos de la ciudad, utilizan reconocimiento de placas para verificar en tiempo real la que estén con sus</p> |

| | | | |
|---|------|---|--|
| | | | documentos al día, facilitando la detección de infractores. De esta manera, se logra individualizar rápida y eficazmente a quienes transitan sin control, permitiendo la aplicación de sanciones inmediatas. Esta herramienta tecnológica no solo mejora la gestión del tránsito, sino que también contribuye a reducir el impacto negativo del uso irresponsable de la motocicleta, fomentando una movilidad más segura, legal y ordenada en las ciudades. |
| Luz de circulación diurna ⁵ | 3,2 | Ley 769 de 2002, Resolución 160 de 2017 | Si bien en el día se facilita observar mejor el entorno, los motos son vehículos más pequeños que con la velocidad e incluso el estrés diario puede dificultar su fácil detección por lo que la luz de circulación diurna ayuda a captar de mejor manera estos vehículos, siendo una ventaja no solo para conductores si no peatones. |
| Uso de casco reglamentario ⁶ | 2,75 | Resolución 20203040023385 del 20 de noviembre de 2020 | Esta estrategia puede ir de la mano con la implantación de cámaras con IA para monitorear quienes usan el casco o no y generar sus respectivas sanciones, además de las campañas de concientización donde expliquen los riesgos en la integridad humana de no usarlo, especialmente el cráneo y porque es la principal causal de muertes en accidentes. |

Nota. Esta tabla muestra las estrategias mas relevantes según los criterios de calificación obtenidos con alto potencial de implementación.

¹ la resolución 20243040045005 de 2024 es la que da cabida al nuevo Manual de Señalización de Tránsito en Colombia, implementando nuevas disposiciones, que son aplicables en todos los corredores viales del país según el caso.

² el 5 de marzo de 2024 la alcaldía de Bucaramanga adopta el “Plan Local de Seguridad Vial” mediante el decreto 0033 de 2024, donde se debe adoptar dicho plan denominado

“Bucaramanga por una movilidad segura con cero víctimas por accidentes de tránsito”, el cual, entre tantas disposiciones, habla sobre las campañas de educación vial que buscan promover el conocimiento, comportamiento y conciencia en la vía pública dirigida a colectivos o grupos de interés, educando desde estudiantes hasta profesionales, buscando promover hábitos y conductas seguras en las vías, la importancia del cumplimiento de las normas, adopción de medidas que identifiquen y disminuyan los factores de riesgo de siniestros, entre otras buenas prácticas previstas (Alcaldía de Bucaramanga, 2024).

³ la ley 769 de 2002: Código Nacional de Tránsito Terrestre, establece las normativas y requisitos para la obtención de licencias de conducción, más específicamente en el capítulo II y teniendo en cuenta la ley 251 de 2022 donde se modifican algunos artículos, los cual indica un cambio de exigencias en la formación de nuevos conductores, más rigurosas incluyendo el Examen Nacional de Aptitud y Conocimientos Específicos de Conducción (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002).

⁴ en el artículo 129 de la Ley 769 de 2002 parágrafo 2, establece que las ayudas electrónicas son válidas como pruebas para la identificación de vehículos o conductores infractores, aunque no se hable específicamente del uso de cámaras con IA, estas se pueden implementar como ayuda y ser reguladas por dicho artículo ya que son dispositivos electrónicos. La IA bien usada facilita la visualización de los infractores en tiempo real mientras generan las multas correspondientes.

⁵ la ley 769 de 2002 por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre, establece el uso obligatorio de las luces exteriores a partir de las dieciocho horas hasta las seis horas del siguiente día [40]. Además, en el artículo 96 de dicha ley; se especifica que las motos deber usar de luces de circulación cuando transiten en vías de uso público (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002). Adicional en la resolución 160 de 2017 expedida por el ministerio de

transporte, en el capítulo IV artículo 8; establece condiciones de circulación de motocicletas en vías de uso público y privadas abiertas al público, donde se indica que entre los dispositivos de seguridad está el uso de dispositivos que proyecten luz blanca en la parte delantera y luz reflectiva roja en la parte trasera.

⁶ el uso de casco reglamentario se da con el fin de disminuir los traumatismos craneales en accidentes de tránsito que como se vio anteriormente la mayoría es por no contar con cascos de seguridad adecuados o nulos, con la resolución 20203040023385 del 20 de noviembre de 2020 dada por el Ministerio de transporte se establecen las condiciones mínimas de uso del casco protector tanto para acompañantes como el conductor con el fin de aumentar la seguridad de los motociclistas (Ministerio de transporte, 2020). Ahora bien, es necesario que se mejore, distribuya y financie esta indumentaria homologada con la normativa más fiable en seguridad.

6. Conclusiones.

Tras llevar a cabo una detallada revisión de literatura, se analizaron diversas metodologías adoptadas para mitigar los impactos negativos del uso de motocicleta en diferentes países del mundo para regular y disminuir esta problemática, incluyendo revisiones de ciudades colombianas y del AMB.

Tras la recopilación, filtrado y organización de información en distintas fuentes, se definieron criterios de evaluación para identificar las estrategias más adecuadas, considerando su impacto positivo en el Área Metropolitana. Los resultados se centran en las estrategias que de

alguna manera permitan disminuir aspectos negativos del uso de la motocicleta, lo cual permita adoptar medidas en pro a la movilidad y cuidado de la sociedad.

De once medidas seleccionadas en una primera instancia en diferentes partes del mundo, seis de ellas son consideradas las más viables e innovadoras para su aplicación teniendo en cuenta la normativa vigente en el país y las adaptaciones que se le han dado en las ciudades, además de basados en los datos estadísticos la misma. Se recomienda actualizar los datos de la ciudad según el año en vigencia.

Si bien la normativa existe, el verdadero problema radica en la falta de cultura ciudadana y control de los entes reguladores, pues, aunque se realicen las respectivas sanciones; muchos de los infractores hacen caso omiso. Esto genera que persistan los incumplimientos en las normas de tránsito, incluyendo el no tener SOAT y técnico mecánico vigentes, y poca conciencia para ayudar a mejorar los impactos negativos. Se recomienda a los entes reguladores implementar maneras más severas y drásticas sin salirse de la normativa o aplicando nuevas leyes para el cobro de estas sanciones.

Se aclara que no es una guía de actuación si no un estudio de posibles estrategias que se puedan considerar como aplicación en el mejoramiento del impacto que traen las motos en el lugar de estudio.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo Caselles, N., & Ramírez Arias, D. S. (2024). Estrategias aplicables en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana para hacer del mototaxismo, un servicio regulado y seguro para los usuarios. *Revista UIS Ingenierías*, pág. 13.
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (11 de Noviembre de 2024). *GOV.co*. Recuperado el 2024 de Abril de 2, de <https://www.ansv.gov.co/es/prensa-comunicados/12086#:~:text=En%202023%2C%20se%20registraron%208.546,personas%20por%20cada%20100.000%20habitantes.>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (05 de Marzo de 2024). *Motodestrezas*. (Agencia Nacional De Seguridad Vial) Recuperado el 26 de Febrero de 2025, de <https://www.ansv.gov.co/es/programas-misionales>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2025). *Boletín Estadístico Colombia*. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Obtenido de https://ansv.gov.co/sites/default/files/2025-03/Boletin_Nacional_enero_2025.pdf
- Ajuntament de Barcelona. (2021). *Planteamiento de las Líneas de Actuación del Plan de la Moto*. Barcelona: Barcelona y Motocicleta.
- Alcaldía de Bucaramanga. (2024). *Decreto 0033 de 2024*. Bucaramanga: Plan Local de Seguridad Vial .
- Área Metropolitana de Bucaramanga. (2022). *Actualización Plan Maestro de Movilidad Área Metropolitana de Bucaramanga 2022-2037*. Bucaramanga.
- Azzato, F., Díaz, C., & Café, E. (2022). *La Motocicleta en América Latina: Actualidad y buenas prácticas recomendadas para el cuidado de sus usuarios*. Martin Sosa Sartori.

Bańkowski, A., & Frej, D. (2023). The safety of motorcycle users. *The Archives of Automotive Engineering - Archiwun Motoryzacji*, 101(3), 32-49. doi:10.14669/AM/172911.

Cámara de la industria de motocicletas. (04 de Enero de 2024). *ANDI MÁS PAÍS*. Recuperado el 05 de 09 de 2024, de <https://www.andi.com.co/Home/Noticia/17598-andi-y-fenalco-en-2023-se-registraron-e>

Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI. (2024). *Las motocicletas en Colombia: Aliadas del desarrollo del país*. Bogotá: ANDI. Obtenido de [https://www.andi.com.co/Uploads/Estudio%20-%20Las%20Motocicletas%20en%20Colombia%20Aliadas%20del%20desarrollo%20del%20pa%C3%ADs%20-%20V17%20Final%20Design%20\(Lowered%20case\).pdf_compressed.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/Estudio%20-%20Las%20Motocicletas%20en%20Colombia%20Aliadas%20del%20desarrollo%20del%20pa%C3%ADs%20-%20V17%20Final%20Design%20(Lowered%20case).pdf_compressed.pdf)

Camargo, J. P., Delgado, J. A., & Azuero, V. J. (2024). *Informe De Calidad De Vida AMB 2024*. Bucaramanga: Bucaramanga Metropolitana.

Código Nacional de Tránsito Terrestre. (2002). *Ley 769 del 2002*.

Dirección de Estadística Vial. (2023). *Informe de siniestralidad vial fatal año 2023*. Dirección Nacional de Observatorio Vial.

Dirección de Transito de Bucaramanga. (2024). *Informe gestión grupo control vial accidentalidad*. Bucaramanga. Obtenido de <https://transitobucaramanga.gov.co/dtb/wp-content/uploads/2024/07/INFORME-GESTION-GRUPO-CONTROL-VIAL-2024-ENERO-JUNIO-ACCIDENTES.pdf>

Dirección General de Tráfico. (22 de Mayo de 2024). *Distintivo ambiental*. (NextGenerationEU) Recuperado el 2025 de Marzo de 18, de <https://www.dgt.es/nuestros-servicios/tu-vehiculo/tus-vehiculos/distintivo-ambiental/>

- Dorocki, S., & Wantuch-Matla, D. (2021). Power two-wheelers as an element of sustainable urban mobility in Europe. *Land*, 10(6), 618. doi:10.3390/land10060618
- Ferrer, A., & Rubino, J. (2017). *Guía de Buenas Prácticas Internacionales para Motociclistas: Medidas de Seguridad Vial*. CAF.
- International Transport Forum. (2017). *Benchmarking de la seguridad vial en América Latina*. Obtenido de https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/benchmarking-seguridad-vial-america-latina_0.pdf
- Litman, T. A. (31 de Enero de 2025). *Evaluating Transportation Equity: Guidance for Incorporating Distributional Impacts in Transport Planning*. Recuperado el 18 de Marzo de 2025, de <https://www.vtpi.org/equity.pdf>
- Mahesh, S., Ramadurai, G., & Shiva Nagendra, S. M. (2019). Real-world emissions of gaseous pollutants from motorcycles on Indian urban arterials. *Transportation research. Part D, Transport and environment*, 76, 72-84. doi:10.1016/j.trd.2019.09.010
- Márquez, L., Pico, R., & Cantillo, V. (2018). Understanding captive user behavior in the competition between BRT and motorcycle taxis. *Transport Policy*, 61, 1-9.
- Martínez González, E., Weintraub, M., & Bonilla Mejia, L. (2020). *Restricciones a motocicletas y sus efectos sobre el crimen en Colombia*. Bogotá: CEDE.
- Mateus, L. C. (17 de Abril de 2024). *Así están funcionando las cámaras para identificar infractores en tiempo real en Bucaramanga*. (Vanguardia) Recuperado el 11 de Septiembre de 2024, de <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/2024/04/17/retoman-en-bucaramanga-la-estrategia-de-camaras-para-identificar-infractores-en-tiempo-real/>

Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Industria, Energía y Minería, Corporación Nacional para el Desarrollo, Dirección Nacional de Energía. (04 de Julio de 2021).

Programa de incorporación de vehículos eléctricos Subite. Recuperado el 27 de Febrero

de 2025, de

https://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/167631196/Bases+Subite+-+Motos+y+Triciclos+-+2022_.pdf/dac8a108-9b74-40bc-92fb-81d7bcfd837f

Ministerio de transporte. (2020). *Resolución 20203040023385 del 20 de noviembre de 2020*,.

Ministerio de Transporte. (2024). *Manual de Señalización Vial de Colombia: Dispositivos uniformes en la infraestructura vial para la regulación del tránsito y la seguridad vial*.

Obtenido de

https://www.ansv.gov.co/sites/default/files/Manual_de_Senalizacion_Vial_1.pdf

National Highway Traffic Safety Administration. (s.f.). *Motorcycle Safety 5-Year Plan*. U.S.

Department of Transportation. Recuperado el 25 de Marzo de 2025, de

https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/documents/13507-motorcycle_safety_plan_050919_v8-tag.pdf

Norwegian Public Roads Administration. (12 de Julio de 2023). *Statens Vegvesen*. Recuperado el

19 de Septiembre de 2024, de

<https://www.vegvesen.no/globalassets/trafikk/trafikksikkerhet/motorcycling-in-beautiful-norway.pdf?v=4a0023>

Ospina Mateus, H., Quintana Jiménez, L., & López Valdés, F. (2021). The rider behavior questionnaire to explore associations of motorcycle taxi crashes in Cartagena (Colombia).

Traffic injury prevention, 22(Supl 1), 5.

Prensa. (4 de Enero de 2024). *Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias*. Recuperado el 02 de Febrero de 2025, de <https://www.cartagena.gov.co/noticias/nuevo-pico-placa-para-motocicletas>

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. Las Vegas.

Rodríguez León, L. C. (2022). *Los delitos de tránsito en Iberoamérica hacia una norma común y un sistema alternativo de pruebas de embriaguez*. Murcia: Universidad de Murcia. Obtenido de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/131451/1/Tesis%20Doctoral%20-%20Luis%20Carlos%20Rodr%C3%adguez%20Le%c3%b3n.pdf>

Rodríguez, D. A., Santana, M., & Pardo, C. F. (2015). *La Motocicleta en América Latina: Caracterización de su uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región*. Bogotá: Despacio.

RUNT. (26 de Diciembre de 2024). *Boletín de Prensa 005 de 2024*. Recuperado el 23 de Febrero de 2025, de <https://runt.gov.co/sites/default/files/Bolet%C3%ADn%20de%20Prensa%20005%20de%202024.pdf>

Safaei, B., Safaei, N., Seyedekrami, S., & Masoud, A. (2021). Weighing criteria and prioritizing strategies to reduce motorcycle-related injuries using combination of fuzzy TOPSIS and AHP methods. *Advances in Transportation Studies: an international Journal*, 217-234. doi:10.53136/979125994054414

Safety and Mobility (SAM), S. D. (2023). *Global status report on road safety 2023*. World Health Organization.

Statbank Norway. (23 de Septiembre de 2021). *Road Traffic Accidents Involving Personal Injury*. (SSB) Recuperado el 26 de Febrero de 2025, de <https://www.ssb.no/en/statbank/table/09000/tableViewLayout1/>

Talib Yousif, M., Mohd Sadullah, A. F., & Abu Kassim, K. A. (2020). A review of behavioural issues contribution to motorcycle safety. *International Association of Traffic and Safety Sciences*, 4(2), 142-154.

Toro González, D., Cantillo, V., & Cantillo García, V. (2020). Factors influencing demand for public transport in Colombia. *Research in Transportation Business y Management*, 36(100514).

Valencia, J., Ramirez Guerrero, T., Castañeda, L., & Toro, M. (30° de 04 de 2020). Detección de infracciones y matrículas en motocicletas, mediante visión artificial, aplicado a Sistemas Inteligentes de Transporte. *Revista Ibérica de Sisteas y Tecnologías de Información*, pág. 16.

WebMaster. (26 de Julio de 2024). *La ANSV llegó a Bucaramanga para salvar vidas en la vida*. (Agencia Nacional de Seguridad Vial) Recuperado el 11 de Septiembre de 2024, de <https://www.ansv.gov.co/es/prensa-comunicados/11623>