



Análisis de posibles alternativas y soluciones de movilidad para el sector de la carrera
22 entre calle 50 y 56 Bucaramanga, Santander 2025

Proyecto de investigación

Víctor Andrés Herrera Paternina
CC 1069495088
Duván Felipe Lazaro Calderón
CC 1007416557

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Ciencias Naturales e Ingenieras
Ingeniería en Topografía
Bucaramanga 29/06/2026



Análisis de posibles alternativas y soluciones de movilidad para el sector de la carrera
22 entre calle 50 y 56 Bucaramanga, Santander 2025

Proyecto De Investigación

Víctor Andrés Herrera Paternina

CC 1069495088

Duván Felipe Lázaro Calderón

CC 1007416557

**Trabajo de Grado para optar al título de
INGIENERIA EN TOPOGRAFIA**

DIRECTOR

M.Sc CLARA INÉS TORRES VÁSQUEZ

Grupo de investigación – GRIMAT

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

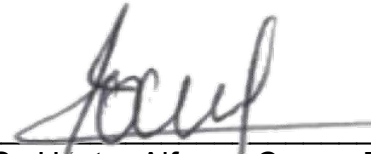
Ciencias Naturales e Ingenierías

Ingeniería en Topografía


Bucaramanga: 29/06/2026

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por
Las Unidades Tecnológicas de Santander para optar al título
de Ingeniero Topógrafo
Según acta #20 del Comité de Proyectos de Grado
Del 3 de julio de 2026
Docente evaluador: M.Sc Héctor Alfonso Correa Rangel
Docente directora: M.Sc Clara Inés Torres Vásquez



M.Sc Héctor Alfonso Correa Rangel
Firma del Evaluador



M.Sc Clara Inés Torres Vásquez
Firma del Director

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de grado a nuestras familias, quienes han sido el pilar fundamental en nuestro proceso de formación personal y profesional. A cada uno de ellos, gracias por su apoyo incondicional, comprensión y confianza a lo largo de este camino.

De manera especial, dedicamos este logro a aquellas personas que estuvieron presentes en los momentos más difíciles, brindándonos palabras de aliento, consejos oportunos y muestras de cariño que nos permitieron seguir adelante cuando las circunstancias parecían adversas. Su apoyo fue una fuente constante de motivación para no rendirnos y continuar trabajando por nuestras metas.

Este proyecto representa el esfuerzo de muchos años de dedicación y sacrificio, pero también refleja el amor, la compañía y el respaldo de quienes creyeron en nosotros. A todos ellos, les dedicamos este logro con profunda gratitud y afecto.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por el Don de la Vida, por brindarnos la sabiduría, la fortaleza y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de nuestra formación profesional.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestras familias, quienes fueron apoyo fundamental durante todo este proceso académico. Gracias por su comprensión, motivación y respaldo incondicional en cada momento, especialmente en aquellos de mayor esfuerzo y dedicación

Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento a los docentes de la universidad por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas a lo largo de nuestra formación profesional. Su orientación y compromiso contribuyeron significativamente al desarrollo de nuestras capacidades académicas y personales, permitiéndonos culminar satisfactoriamente este proyecto de grado

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO.....</u>	<u>9</u>
<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>10</u>
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>12</u>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. ESTADO DEL ARTE.....	17
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>23</u>
2.1. MARCO TEORICO.....	23
2.2. MARCO CONCEPTUAL	25
2.3. MARCO LEGAL.....	27
<u>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>30</u>
<u>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</u>	<u>32</u>
<u>5. RESULTADOS</u>	<u>58</u>
<u>6. CONCLUSIONES</u>	<u>66</u>
<u>7. RECOMENDACIONES.....</u>	<u>67</u>
<u>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>68</u>
<u>9. ANEXOS.....</u>	<u>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudio carrera 22 entre calles 50 y 56.....	32
Figura 2. Estado actual de los andenes en la zona de estudio.....	33
Figura 3. Obstaculización de zonas peatonales por mal parqueo de vehículos.....	34
Figura 4. Falta de infraestructura peatonal incluyente.....	35
Figura 5. Falta de infraestructura peatonal (parada de Bus).....	36
Figura 6. Áreas de actividad y usos del suelo ficha normativa F-02.....	37
Figura 7. Actividad R-2 Residencial con comercio y servicio localizado.....	38
Figura 8. Perfil Vial carrera 22.....	39
Figura 9. Perfil vial calle 56.....	40
Figura 10. Perfil vial calle 55.....	40
Figura 11. Perfil vial proyectado sobre la calle 54.....	41
Figura 12. Perfil vial de la calle 53.....	41
Figura 13. Perfil vial de la calle 50.....	42
Figura 14. Grafica daros de campo aforo vehicular.....	43
Figura 16. Creación del Model Builder georreferenciado.....	59
Figura 17. Delimitación de la zona de estudio y elaboración de perfiles viales.....	59
Figura 18. Carga de parámetros y/o datos obtenidos en campo.....	60
Figura 19. Simulación de tránsito y análisis del comportamiento vehicular.....	60
Figura 20. Parada de transporte público carrera 22 con calle 56.....	63
Figura 21. Parada de transporte público carrea 22 con calle 54.....	63
Figura 22. Adecuación de pasos peatonales y rampas de acceso de movilidad reducida.	64
Figura 23. Planta y perfiles viales sobre la carrera 22 entre calle 50 y 56.....	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos obtenidos del aforo vehicular **¡Error! Marcador no definido.**

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio analiza la movilidad en el tramo de la Carrera 22 entre las calles 50 y 56 en la ciudad de Bucaramanga, un corredor urbano clave por su conexión con zonas comerciales, residenciales y de servicios. Esta vía presenta una alta demanda de desplazamientos y un flujo constante de diferentes actores viales, como vehículos particulares, transporte público, motocicletas, ciclistas y peatones. La interacción de estos usuarios, junto con la elevada carga vehicular, genera problemas recurrentes de congestión, especialmente en horas pico, lo que reduce la velocidad de circulación y aumenta los riesgos de seguridad vial. Entre las principales problemáticas identificadas se encuentran la limitada capacidad de la vía, el estacionamiento indebido en el espacio público y la ineficiencia en algunos sistemas de semaforización, que no se ajustan adecuadamente a las condiciones del tráfico.

Asimismo, se evidencia una infraestructura insuficiente para peatones y ciclistas, lo que restringe el uso de modos de transporte sostenibles y aumenta la dependencia del transporte motorizado. Estas condiciones afectan la eficiencia del sistema de movilidad, incrementan los tiempos de desplazamiento y generan impactos negativos en la calidad de vida de los usuarios.

En conjunto, la situación refleja la necesidad de implementar medidas de planificación y gestión que permitan mejorar la circulación, fortalecer la seguridad vial y promover una movilidad más sostenible y eficiente en el sector.

PALABRAS CLAVE. Movilidad, calidad de vida, habitantes, alternativas, vías.

INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana constituye un componente esencial en el desarrollo y funcionamiento de las ciudades, al permitir el desplazamiento eficiente de personas y bienes. En la literatura reciente, se ha destacado que una adecuada gestión de la movilidad impacta directamente en la calidad de vida, la productividad y la sostenibilidad de los entornos urbanos (Litman, 2021; ONU-Hábitat, 2020). Asimismo, autores como Pucher y Buehler (2012) resaltan que la planificación orientada al transporte sostenible contribuye a reducir la congestión y mejorar las condiciones de seguridad vial. No obstante, el crecimiento acelerado de las ciudades y el aumento del parque automotor han generado problemáticas como la congestión vehicular, el incremento en los tiempos de viaje y mayores riesgos de accidentalidad, especialmente en ciudades intermedias de países en desarrollo (Vuchic, 2007).

En el contexto colombiano, diversos estudios han evidenciado que ciudades como Bucaramanga presentan dificultades en la planificación y gestión del tránsito, debido al aumento de vehículos particulares, la limitada infraestructura vial y la interacción conflictiva entre peatones, transporte público y motocicletas (Ministerio de Transporte, 2022; Departamento Nacional de Planeación, 2019). Adicionalmente, investigaciones sobre movilidad en ciudades latinoamericanas señalan que la falta de integración entre los diferentes modos de transporte y el crecimiento urbano desordenado intensifican los problemas de congestión y reducen la eficiencia del sistema vial (CAF, 2018).

Particularmente, la Carrera 22 entre las calles 50 y 56 se configura como un punto crítico de movilidad, debido a su carácter comercial y su alta afluencia de usuarios. A pesar de que existen estudios generales sobre movilidad urbana en Bucaramanga, se identifica una falta de análisis específicos a escala de tramo vial

que permitan comprender de manera detallada las dinámicas locales y sus causas. En este sentido, el presente trabajo representa un aporte relevante, ya que busca generar un diagnóstico puntual que contribuya a la formulación de soluciones adaptadas a las condiciones reales del sector, aportando información útil para la toma de decisiones en materia de planificación urbana.

Para el desarrollo de la investigación, se emplea un enfoque de tipo descriptivo con apoyo de herramientas de análisis de campo, el cual permite observar, registrar y analizar las condiciones actuales de movilidad en el área de estudio. Este método incluye la recolección de información mediante observación directa, análisis del flujo vehicular y peatonal, e identificación de factores que inciden en la congestión y el desorden vial.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La movilidad urbana es un elemento clave para el funcionamiento adecuado de las ciudades, ya que garantiza el desplazamiento eficiente de las personas y el desarrollo de las actividades económicas y sociales. Sin embargo, el crecimiento del parque automotor, la alta demanda de transporte y la limitada capacidad de la infraestructura vial han generado problemáticas como congestión, demoras y riesgos en la seguridad vial. Estas situaciones no solo afectan la fluidez del tránsito, sino también la calidad de vida de los ciudadanos y el uso adecuado del espacio público.

En la ciudad de Bucaramanga, estas dificultades se hacen especialmente evidentes en corredores viales estratégicos donde convergen múltiples dinámicas urbanas. Tal es el caso de la Carrera 22 entre las calles 50 y 56, un tramo caracterizado por su alta actividad comercial, la presencia constante de transporte público y un flujo significativo de peatones. Durante las horas pico, este sector presenta congestión vehicular, desorganización en la circulación, estacionamiento indebido y conflictos entre los diferentes actores viales, lo que evidencia la necesidad de intervenir de manera planificada.

En este contexto, el presente proyecto se enfoca en el análisis de posibles alternativas y soluciones de movilidad para este sector específico, considerando aspectos como la reorganización del tránsito, la optimización del transporte público, la implementación de medidas de control y regulación, y el fortalecimiento de la infraestructura para peatones y otros medios de transporte sostenible. Asimismo, se busca evaluar estrategias que permitan mejorar la seguridad vial, reducir los tiempos de desplazamiento y promover un uso más eficiente del espacio urbano.

De esta manera, la investigación pretende no solo identificar las principales problemáticas existentes, sino también proponer soluciones viables y adaptadas a las condiciones del sector, que contribuyan a una movilidad más ordenada, segura y sostenible en este importante corredor de la ciudad.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La movilidad urbana se entiende como el conjunto de desplazamientos que realizan las personas y bienes dentro de una ciudad, así como las condiciones que permiten que estos se desarrollen de manera eficiente, segura y sostenible. Este concepto no solo involucra la infraestructura vial, sino también la planificación del territorio, los sistemas de transporte y el comportamiento de los actores viales. Su importancia radica en que una movilidad adecuada garantiza el acceso a oportunidades laborales, educativas y sociales, contribuyendo directamente al bienestar y la calidad de vida de los habitantes. Asimismo, las vías principales y arterias urbanas cumplen un papel fundamental al articular el funcionamiento de la ciudad, permitiendo la conexión entre diferentes sectores y facilitando el desarrollo económico y social.

En ciudades intermedias como Bucaramanga, la movilidad adquiere una relevancia aún mayor debido a su crecimiento urbano y a la presión ejercida sobre su red vial. En este contexto, corredores como la Carrera 22 entre las calles 50 y 56 representan ejes estratégicos dentro de la estructura urbana, ya que concentran actividades comerciales, transporte público y un alto flujo vehicular y peatonal. Sin embargo, las problemáticas actuales como el deterioro vial, la congestión, el desorden vehicular y la falta de planeación evidencian deficiencias en la gestión del tránsito y en la articulación entre el uso del suelo y la infraestructura de movilidad.

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el ordenamiento territorial, como el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), la movilidad debe integrarse de manera coherente con el uso del suelo, promoviendo una distribución equilibrada de actividades y evitando la sobrecarga de ciertos corredores viales. Además, las normas vigentes en Colombia, como la Ley 1083 de 2006 sobre planes de movilidad sostenible y los lineamientos del Ministerio de Transporte, resaltan la necesidad de priorizar modos de transporte sostenibles, mejorar la seguridad vial y optimizar el

uso del espacio público. En este sentido, la correcta planificación de las vías no solo responde a la necesidad de circulación, sino que también influye en la seguridad, accesibilidad y calidad del entorno urbano.

El presente proyecto se orienta al análisis de posibles alternativas y soluciones de movilidad para este sector específico, a partir de la identificación de problemáticas y la evaluación de estrategias aplicables. Se busca proponer medidas técnicas y sostenibles como la reorganización de sentidos viales, la implementación de carriles preferenciales para el transporte público, el mejoramiento de la señalización, la recuperación del espacio público y el fortalecimiento de la infraestructura peatonal y ciclista. Estas propuestas se apoyan en experiencias exitosas de ciudades como Bogotá, Medellín y Curitiba, donde la planificación integral de la movilidad ha permitido mejorar la circulación y reducir la congestión, contribuyendo a una movilidad más eficiente, segura y sostenible.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la situación de movilidad en el sector de la carrera 22 entre calle 50 y 56 en la ciudad de Bucaramanga mediante herramientas tecnológicas y estudios de campo, con el fin de proponer alternativas sostenibles y funcionales que optimicen la circulación vehicular y peatonal en la zona.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las principales causas que influyen en el problema de movilidad que se presenta en el sector de estudio mediante información existente tomada en campo en horas pico.
- Aplicar Tecnologías de información gráfica y modelado vial para caracterizar las condiciones existentes, con software libre.
- Simular escenarios de tránsito y evaluar trazados alternativos que mejoren la conectividad del sector.

1.4. ESTADO DEL ARTE

En Dinamarca, Jan Gehl (2010) desarrolla un enfoque de movilidad urbana centrado en las personas, en el cual se prioriza el diseño de ciudades pensadas para el peatón y el ciclista en lugar del automóvil. A partir de su análisis en ciudades como Copenhague, demuestra que la transformación del espacio público mediante la ampliación de andenes, la implementación de ciclorutas y la reducción del tráfico vehicular genera impactos positivos en la calidad de vida, la seguridad vial y la interacción social. Además, su estudio resalta que este modelo no solo mejora la movilidad, sino que también fortalece la sostenibilidad urbana al disminuir la contaminación y promover hábitos de transporte más saludables. Estas estrategias han servido como referencia para múltiples ciudades en el mundo que buscan transitar hacia modelos de movilidad más equilibrados y sostenibles (Gehl, 2010).

Por otro lado, en el Reino Unido, David Banister (2008) plantea el concepto de movilidad sostenible como un cambio de paradigma en la planificación del transporte. Su investigación propone dejar atrás el enfoque tradicional centrado en la expansión de infraestructura vial para automóviles y, en su lugar, promover políticas que reduzcan la necesidad de desplazamiento y fomenten modos de transporte más eficientes. Banister destaca la importancia de integrar el transporte con el ordenamiento territorial, incentivando ciudades compactas donde los servicios estén más cerca de los ciudadanos. Asimismo, enfatiza el uso de tecnologías limpias y la gestión de la demanda del transporte como herramientas clave para reducir la congestión y las emisiones contaminantes. Su enfoque ha influido significativamente en políticas públicas orientadas a la sostenibilidad en Europa y otras regiones (Banister, 2008).

En Chile, diversos estudios han analizado la movilidad urbana en la ciudad de Santiago de Chile, destacando los avances y desafíos del sistema de transporte integrado. Según Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2019), la implementación de sistemas como el transporte público integrado ha permitido mejorar la cobertura y la conectividad urbana; sin embargo, persisten problemas relacionados con la congestión, los tiempos de viaje y la desigualdad en el acceso al transporte entre diferentes sectores de la ciudad.

El estudio resalta que, aunque se han desarrollado importantes inversiones en infraestructura y modernización del sistema, la expansión urbana desordenada ha generado mayores distancias de desplazamiento, afectando principalmente a las poblaciones de menores ingresos. Asimismo, se evidencia que la integración entre los distintos modos de transporte (metro, buses y modos no motorizados) aún presenta limitaciones, lo que reduce la eficiencia del sistema en su conjunto.

En este contexto, se proponen estrategias orientadas a fortalecer la planificación territorial vinculada al transporte, promoviendo el desarrollo urbano compacto y el mejoramiento de la accesibilidad. Además, se destaca la necesidad de incentivar el uso de medios de transporte sostenibles, como la bicicleta y la caminata, junto con la implementación de políticas públicas que prioricen el transporte público sobre el privado. Estas medidas buscan no solo optimizar la movilidad urbana, sino también contribuir a la reducción de impactos ambientales y al mejoramiento de la calidad de vida en las ciudades latinoamericanas (CEPAL, 2019).

Asimismo, en Brasil, Robert Cervero (2013) analiza el impacto de los sistemas BRT implementados en ciudades como Curitiba, reconocida internacionalmente como pionera en este modelo de transporte. Su investigación demuestra que el BRT ha contribuido significativamente a mejorar la eficiencia del transporte público, reducir la congestión vehicular y disminuir las emisiones contaminantes. No obstante, también señala que el éxito de estos sistemas depende en gran medida de su

articulación con el uso del suelo y el desarrollo urbano. En este sentido, introduce el concepto de Desarrollo Orientado al Transporte (TOD), el cual promueve la densificación urbana alrededor de los corredores de transporte para maximizar su uso y mejorar la accesibilidad. Este enfoque ha sido replicado en varias ciudades latinoamericanas como una estrategia integral para el mejoramiento de la movilidad urbana (Cervero, 2013).

En Colombia, la ciudad de Bogotá ha sido ampliamente estudiada en materia de movilidad urbana, especialmente por la implementación del sistema BRT Trans-Milenio. Según el Diario Hidalgo y Luis Gutiérrez (2013), este sistema ha permitido mejorar significativamente la cobertura del transporte público y reducir los tiempos de desplazamiento en los principales corredores viales. Sin embargo, el crecimiento acelerado de la demanda ha generado problemáticas como la sobreocupación en horas pico, congestión en estaciones y limitaciones en la capacidad operativa.

El estudio también destaca que, aunque Trans-Milenio representa un avance importante en términos de eficiencia, aún existen desafíos relacionados con la integración del sistema con otros modos de transporte, como el transporte informal, la bicicleta y los desplazamientos peatonales. Además, se evidencia una desigualdad en el acceso al transporte, especialmente en las zonas periféricas de la ciudad, donde los tiempos de viaje son más largos y las condiciones de movilidad son menos favorables. Por ello, los autores proponen la necesidad de fortalecer la planificación urbana, mejorar la infraestructura complementaria y avanzar hacia un sistema de transporte multimodal que garantice mayor equidad y sostenibilidad (Hidalgo & Gutiérrez, 2013).

En este mismo contexto, la ciudad de Medellín se ha consolidado como un referente en innovación en movilidad urbana gracias a la integración de diferentes sistemas de transporte. De acuerdo con estudios realizados por Área Metropolitana del Valle

de Aburrá (2020), el modelo de movilidad de la ciudad incluye metro, metrocable, tranvía, buses integrados y sistemas de bicicletas públicas, lo que ha permitido mejorar la conectividad entre zonas urbanas y sectores de difícil acceso geográfico. La investigación resalta que uno de los principales logros de Medellín ha sido la articulación entre el transporte y el desarrollo urbano, especialmente en zonas vulnerables, donde el acceso a sistemas como el metrocable ha contribuido a reducir los tiempos de desplazamiento, mejorar la inclusión social y dinamizar la economía local. No obstante, el estudio también identifica retos como el aumento del parque automotor, la congestión en ciertos corredores viales y la necesidad de seguir fortaleciendo el transporte público frente al uso del vehículo particular. Asimismo, se destaca la importancia de la cultura ciudadana y la gobernanza en el éxito del sistema, ya que la participación de la comunidad y la continuidad de las políticas públicas han sido factores clave para consolidar un modelo de movilidad sostenible. En este sentido, Medellín se presenta como un ejemplo replicable en otras ciudades del país, siempre que se adapten las estrategias a las condiciones territoriales y sociales de cada contexto (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2020).

En diferentes estudios sobre movilidad urbana se han analizado las teorías relacionadas con el transporte y su relación con los instrumentos de ordenamiento territorial en las ciudades. A partir de estas comparaciones se han identificado algunas debilidades en las herramientas de planificación, como la falta de articulación entre los planes urbanos y los esquemas de movilidad. Además, se evidencia que muchas veces la infraestructura de transporte en los barrios está diseñada principalmente para el uso del automóvil, lo que beneficia solo a una parte pequeña de la población que se moviliza en este medio de transporte (Miranda, 2019).

Por otro lado, algunos proyectos han abordado la movilidad desde una visión más integral, teniendo en cuenta aspectos como la estructura urbana, la relación con el entorno y la gobernanza como elementos fundamentales para construir ciudades más sostenibles. Un ejemplo de esto es el estudio realizado en el centro histórico de Palmira, donde se analizaron diferentes factores mediante herramientas estadísticas, análisis geográfico, fotografías y entrevistas. Con esta información se formularon propuestas orientadas a mejorar la movilidad del sector, integrando los enfoques teóricos, la percepción de la comunidad, la participación del gobierno y el desarrollo territorial (Bonilla Ceballos, 2020).

También existen investigaciones enfocadas en el uso de tecnologías para mejorar la movilidad urbana. En uno de estos estudios se plantean varios pasos para desarrollar servicios basados en Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), apoyándose en la arquitectura nacional colombiana y en modelos internacionales. Dentro de las propuestas se destacan servicios como la entrega de información al viajero y la gestión de estacionamientos, con el objetivo de contribuir al mejoramiento de la movilidad en la ciudad (Liscano & Montoya, 2014).

De igual manera, algunos proyectos se han enfocado en analizar problemas de movilidad a partir de observaciones directas en campo. En estos casos, se proponen soluciones funcionales y geométricas para mejorar la circulación en puntos críticos de las vías. Un estudio de este tipo analizó cuatro puntos problemáticos en los municipios de Envigado y Medellín, planteando alternativas que, aunque no son definitivas, sí contribuyen a mejorar el flujo vehicular y la seguridad de los usuarios (Luis Carlos Meneses Sola & Ricardo Jaramillo López, 2011).

Asimismo, se han estudiado experiencias exitosas de movilidad que podrían aplicarse para mejorar la calidad del aire y otros indicadores ambientales en la

ciudad de Bucaramanga. En este caso se analizaron cinco modelos alternativos de movilidad urbana, revisando sus procesos de implementación, seguimiento y evolución. A partir de este análisis comparativo se planteó una ruta de adaptación de estas estrategias a las condiciones propias de la ciudad, con el fin de mejorar tanto la movilidad como los indicadores ambientales (Jerez Parra & Montero Amaya, 2022).

Finalmente, otros estudios han propuesto alternativas de movilidad urbana enfocadas en mejorar el acceso al transporte público. Estas propuestas buscan reducir los tiempos de traslado, mejorar los espacios para el ascenso y descenso de pasajeros y diseñar rutas alternas para los sistemas de transporte. Un ejemplo es el análisis realizado en la colonia Cabañas de Santa María, donde se evaluó el sector para proponer rutas que permitan una mejor integración de los usuarios con el sistema de transporte y mejorar las condiciones de accesibilidad y movilidad (Cruz, 2018).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEORICO

La movilidad urbana se refiere a los desplazamientos que realizan las personas y el transporte de mercancías dentro de una ciudad con el fin de ir de un lugar a otro. Estos desplazamientos pueden realizarse utilizando diferentes medios de transporte y generalmente se clasifican en transporte público y transporte privado (Grupo Tecma Red, 2018).

La movilidad sostenible es importante porque busca que el desarrollo de una ciudad no afecte el equilibrio del territorio ni el bienestar de sus habitantes. Para ello se tienen en cuenta aspectos como la calidad del aire, los niveles de ruido, la comodidad en los desplazamientos y los costos del transporte para los ciudadanos, evitando que el aumento de tarifas desincentive el uso del transporte público (Díez, 2019).

En este sentido, la movilidad urbana sostenible propone mantener un equilibrio entre la movilidad de las personas y la protección del medio ambiente. Esto implica implementar estrategias que permitan reducir la contaminación del aire y cuidar el entorno en el que viven las personas (Ingenieros Asesores, 2020).

De acuerdo con el Banco Mundial, la movilidad urbana hace referencia al desplazamiento de personas y bienes dentro de las ciudades, sin importar el medio de transporte utilizado. Estos desplazamientos pueden realizarse caminando, en bicicleta, en transporte público o en vehículos particulares (EADIC, 2022).

Cuando una ciudad cuenta con una buena planificación estratégica de su movilidad

y un sistema de transporte eficiente, se generan beneficios importantes para la población. Entre ellos se encuentran mejoras en la salud de los ciudadanos, una mejor calidad del aire, la promoción de la actividad física y una disminución del estrés gracias a la reducción de los tiempos de desplazamiento (Villegas, 2021).

La movilidad urbana sostenible también se entiende como un sistema de transporte eficiente que prioriza la accesibilidad y busca mejorar la calidad de vida de las personas a largo plazo. Para ello se aprovecha la infraestructura existente en las ciudades, como autobuses, trenes, metro y otros medios de transporte que permiten la movilidad en diferentes zonas urbanas (Stein, 2021).

Por otra parte, la infraestructura de movilidad urbana incluye todos los elementos físicos que permiten el desplazamiento dentro de la ciudad. Entre ellos se encuentran las vías, puentes vehiculares, semáforos, puentes peatonales, ciclovías, carriles exclusivos para transporte público, paradas de autobús, centros de transferencia, caminos peatonales, señalización e iluminación, entre otros (Contreras, 2022).

La movilidad también se considera una herramienta importante para reducir los altos niveles de contaminación en las ciudades. Por esta razón, muchas ciudades están implementando estrategias que promueven medios de transporte más saludables, como la construcción de ciclovías o el fortalecimiento del transporte público (Murcia, 2020).

Aunque actualmente la movilidad urbana es un tema muy relevante, este problema no es reciente. Desde la década de 1960 comenzó a discutirse entre expertos como parte del concepto de sostenibilidad, aunque en ese momento no se le daba la misma importancia que tiene hoy en día (Mercado y Empresa, 2020).

Además, la movilidad es un elemento clave dentro del proceso de urbanización, ya que la infraestructura de transporte influye directamente en la forma en que se organizan las ciudades, sus calles, espacios y edificios. Se estima que en 2005 se realizaban alrededor de 7.500 millones de viajes diarios en las ciudades del mundo, y se proyecta que para el año 2050 esta cifra podría multiplicarse varias veces (ONU-Hábitat, 2019).

Finalmente, la movilidad urbana se ha convertido en un tema fundamental para el desarrollo de las ciudades y forma parte de los retos del desarrollo sostenible planteados en la Agenda 2030. Para los ciudadanos es necesario poder desplazarse dentro de la ciudad para acceder a servicios, espacios de trabajo y diferentes actividades, por lo que la movilidad se considera una necesidad básica para la vida urbana (Cepeda, 2020).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

MOVILIDAD: es una actividad que involucra el desplazamiento de personas de un sitio a otro, ya sea a través de sus propios medios de locomoción o utilizando algún tipo de transporte. (gob.mx, 2019)

POT: El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) es un instrumento técnico y normativo para ordenar el territorio municipal o distrital. La Ley 388 de 1997 lo define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. (ccb, 2019)

VÍAS: Es un camino por el cual se transita, ya sea a pie o en vehículos. Se trata de un espacio urbano lineal que permite la circulación de personas y de automóviles, permitiendo además el acceso a edificios que aparecen dispuestos a ambos lados de la mencionada vía. Normalmente, por debajo de las vías se encuentra tendida la infraestructura de servicios urbanos, tal es el caso de la red de telefónica, red eléctrica y el agua potable. (definicionabc, 2011)

INFRAESTRUCTURA: Es la parte de una construcción que está bajo el nivel del suelo. Por ejemplo, en una obra lineal de carreteras comprendería todas las obras necesarias para conseguir la explanada. Aplicado a la construcción es, por ejemplo, la infraestructura del transporte. (diccionariodelaconstruccion, 2020)

TRAZADOS VIALES: Es el diseño de cualquier vial teniendo en cuenta la forma geométrica que tendrá con relación al servicio que prestará, sus dimensiones físicas y su relación con el terreno. (diccionariodelaconstruccion, 2020)

POBLACIÓN: Conjunto de seres vivos de la misma especie que habitan en un lugar determinado. (diccionariodelaconstruccion, 2020)

SOFTWARE: Es un término informático que hace referencia al conjunto de instrucciones preparadas para ser interpretadas por una computadora que realiza procesamiento electrónico de datos. (2011)

ITS: Los sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) son una amplia gama de sistemas de información y tecnologías electrónicas y de comunicación (inalámbrica o cableada) que mejoran la seguridad vial, la movilidad, la calidad de vida de los ciudadanos, y aumentan la productividad y competitividad del país. (MinTransporte, 2018)

SOSTENIBILIDAD: Trata de proteger el planeta, frenar el cambio climático e impulsar el desarrollo social sin que pongamos en riesgo la vida sobre la Tierra y sin dejar a nadie atrás. Este concepto busca cubrir nuestras necesidades presentes sin comprometer los recursos de las generaciones futuras. (Acciona, 2020)

2.3. MARCO LEGAL

- **Ley 1964 del 11 de julio de 2019**

Tiene como objetivo principal promover el uso de vehículos eléctricos en Colombia como una estrategia para reducir las emisiones contaminantes, mejorar la calidad del aire y avanzar hacia un sistema de transporte más sostenible. Esta ley establece un marco normativo que incentiva la transición energética en el sector transporte, reconociendo el impacto ambiental generado por los vehículos de combustión interna y la necesidad de adoptar tecnologías más limpias.

En este sentido, la ley contempla una serie de incentivos económicos y tributarios, como la reducción en el valor del impuesto vehicular, descuentos en el SOAT y beneficios en la revisión técnico-mecánica, lo cual busca facilitar el acceso de los ciudadanos a este tipo de tecnologías. Adicionalmente, promueve la implementación de tarifas preferenciales para el uso de parqueaderos y peajes, con el fin de hacer más atractivo el uso de vehículos eléctricos frente a los tradicionales.

Por otra parte, la normativa también impulsa el desarrollo de infraestructura de carga eléctrica, estableciendo lineamientos para que entidades públicas y privadas fomenten la instalación de estaciones de recarga en diferentes zonas del país. Esto resulta fundamental para garantizar la operatividad y expansión del parque automotor eléctrico, reduciendo la incertidumbre de los usuarios frente a la autonomía de los vehículos.

Asimismo, la ley incluye disposiciones orientadas al sector público, incentivando la incorporación de vehículos eléctricos en las flotas oficiales y en los sistemas de transporte público, lo que contribuye a dar ejemplo en la adopción de tecnologías sostenibles. En consecuencia, esta normativa no solo busca transformar el mercado automotor, sino también generar un impacto positivo en la salud pública y en el cumplimiento de compromisos ambientales internacionales.

Finalmente, la Ley 1964 de 2019 se consolida como un instrumento clave dentro de las políticas de movilidad sostenible del país, ya que articula aspectos ambientales, económicos y sociales, promoviendo un cambio progresivo hacia modelos de transporte más eficientes, limpios e innovadores.

- **Ley 1083 Movilidad sostenible en Distritos y Municipios con POT**

La Ley 1083 de 2006 en Colombia establece lineamientos para promover la movilidad sostenible en los distritos y municipios, articulándola directamente con los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). Su propósito principal es garantizar que la planificación urbana incluya estrategias que mejoren la movilidad, priorizando medios de transporte eficientes, seguros y ambientalmente sostenibles.

En este sentido, la ley dispone que los municipios deben formular Planes de Movilidad como parte integral de sus POT, en los cuales se contemplen acciones

como la organización del tráfico, la reducción de la congestión y la mejora en la accesibilidad. Además, promueve la priorización del transporte público, los desplazamientos peatonales y el uso de la bicicleta, con el fin de disminuir la dependencia del vehículo particular.

Asimismo, la normativa establece la necesidad de diseñar e implementar infraestructura adecuada, como andenes, ciclorrutas y sistemas de transporte integrados, que faciliten una movilidad más equitativa para todos los ciudadanos. De igual manera, busca que las autoridades locales adopten medidas para optimizar el uso del espacio público y mejorar la seguridad vial.

En síntesis, la Ley 1083 de 2006 se convierte en un instrumento clave para integrar la movilidad con el ordenamiento territorial, promoviendo ciudades más organizadas, accesibles y sostenibles, donde el transporte no solo responda a la demanda actual, sino que también contribuya al desarrollo urbano a largo plazo.

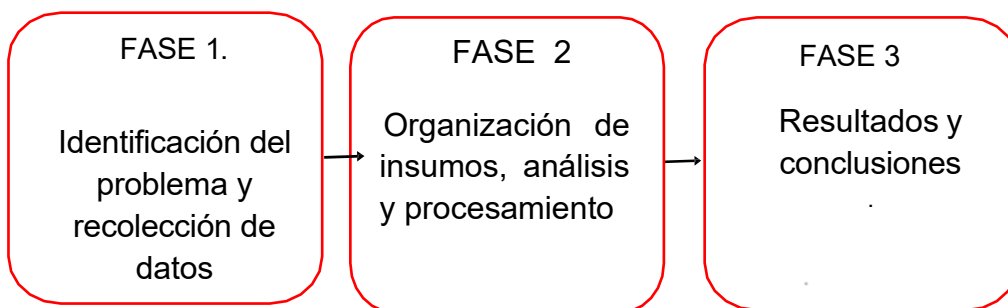
- **LEY 388 DE 1997 (POT)**

La Ley 388 de 1997 en Colombia establece que los municipios y distritos deben planificar su desarrollo físico y territorial mediante los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), con el fin de garantizar un uso adecuado del suelo y promover un crecimiento urbano organizado, equitativo y sostenible. Esta ley integra aspectos sociales, económicos y ambientales, orientando la localización de viviendas, infraestructuras, servicios públicos y sistemas de movilidad. Asimismo, busca mejorar la calidad de vida de los habitantes, optimizar el uso del espacio público y prevenir problemáticas como la expansión descontrolada de las ciudades, consolidándose como el principal instrumento para la gestión y planificación del territorio a largo plazo.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En este proyecto de grado se puede tener un enfoque de tipo cuantitativo y cualitativo porque quiere ilustrar los problemas de movilidad que se originan en Bucaramanga en la carrera 22 entre calles 50 y 56 mediante estudios estadísticos y representaciones graficas como lo son los trazos viales de posibles soluciones a la congestión en la ciudad.

El presente proyecto se ha desarrolla en 3 fases:



Fase 1: Identificación del problema

En esta fase se reconoce y delimita la problemática de movilidad presente en el sector de la Carrera 22 entre calles 50 y 56. Se realiza una observación inicial del entorno para identificar situaciones como congestión vehicular, desorden en la circulación, conflictos entre peatones y conductores, y posibles fallas en la infraestructura vial. Además, se define el alcance del estudio, los objetivos y la importancia de analizar este punto específico, justificando la necesidad de proponer soluciones que mejoren las condiciones de movilidad.

Fase 2: Organización de insumos, análisis y procesamiento

Una vez recolectada la información, se procede a organizar y clasificar los datos obtenidos para su análisis. En esta fase se identifican patrones de comportamiento del tráfico, principales causas de congestión, zonas de conflicto y deficiencias en la vía. Se interpretan los resultados mediante comparaciones, gráficos o esquemas que faciliten la comprensión del problema. A partir de este análisis, se plantean posibles alternativas de solución, evaluando su viabilidad técnica, impacto y beneficios para la movilidad del sector.

Fase 3: Resultados y conclusiones

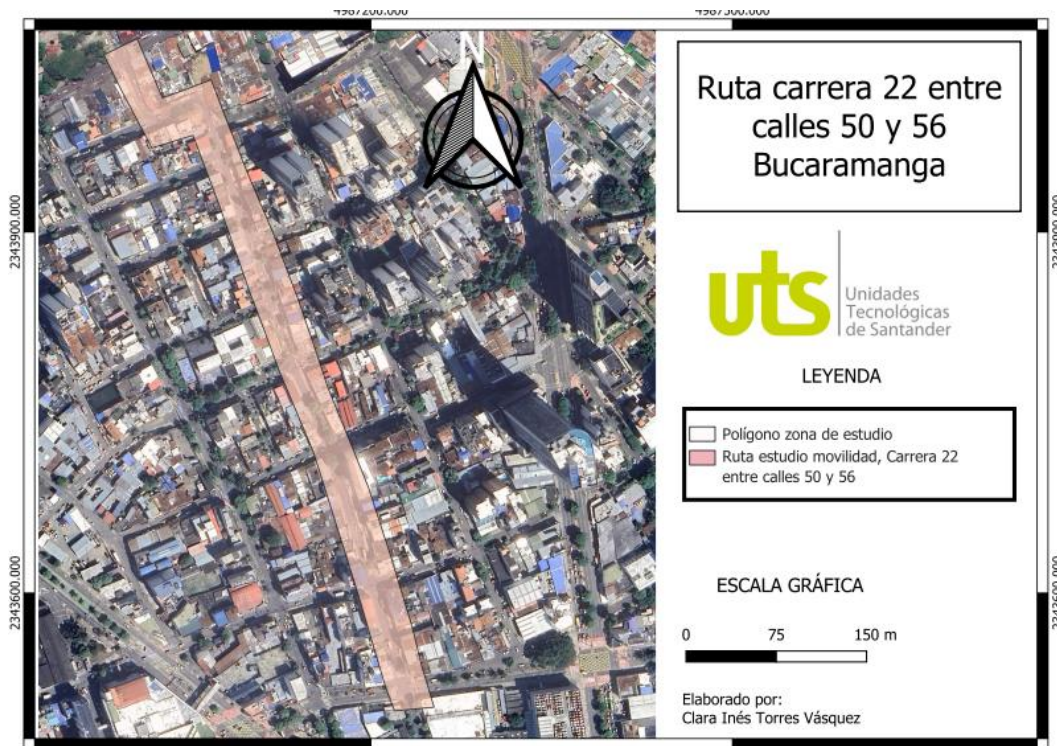
En la fase final se presentan los hallazgos más importantes del estudio, destacando las causas principales del problema de movilidad y las condiciones actuales del sector. Se exponen las propuestas de mejora planteadas y se analizan sus posibles efectos en la circulación vehicular y peatonal. Finalmente, se establecen conclusiones generales del proyecto y, si es necesario, recomendaciones que sirvan como base para futuras intervenciones o estudios relacionados con la movilidad urbana en la zona.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

Fase 1: Identificación del problema y recolección de datos estadísticos

Durante esta primera fase del proyecto se realizó una visita de campo en la zona de estudio, con el propósito de identificar las principales problemáticas relacionadas con la movilidad y el estado de la infraestructura vial. En esta etapa se efectuó una inspección visual del sector, donde se tomaron registros fotográficos del estado actual de las vidas, andenes, zonas verdes y demás elementos que interviene en la movilidad del sector, permitiéndonos analizar las condiciones actuales para ´peatones, conductores y demás actores viales.

Figura 1. Zona de estudio carrera 22 entre calles 50 y 56.



Nota: Autores

- **Identificación del problema y recolección de Información**
- **Andenes en mal estado**

Con el propósito de evaluar las condiciones de movilidad peatonal en el área de estudio, se realizó un registro fotográfico de los andenes existentes. Las imágenes presentadas a continuación permiten evidenciar el estado actual de esta infraestructura, identificando deterioros físicos, irregularidades en la superficie y otros elementos que afectan la funcionalidad y seguridad de los espacios destinados al tránsito de peatones.

Figura 2. Estado actual de los andenes en la zona de estudio.



Nota: Autores

A partir de las evidencias recopiladas, se observa que varios tramos de andén presentan condiciones inadecuadas para la circulación peatonal, debido al deterioro de su superficie, la presencia de obstáculos y la falta de mantenimiento. Estas deficiencias reducen la accesibilidad y comodidad de los usuarios, incrementando el riesgo de caídas y accidentes. Asimismo, esta situación puede incentivar a los peatones a desplazarse por la calzada vehicular, generando conflictos con el tránsito motorizado y afectando las condiciones generales de seguridad vial en el sector.

- **Identificación del problema y recolección de Información**
- **Vehículos mal parqueados (obstaculización de zonas peatonales)
Durante**

Las imágenes presentadas a continuación permiten identificar situaciones que limitan el uso adecuado de la infraestructura peatonal, afectando la circulación segura y continua de los usuarios del espacio público.

Figura 3. Obstaculización de zonas peatonales por mal parqueo de vehículos.



Nota: Autores

De acuerdo a las observaciones efectuadas en campo, se observa que varios vehículos se encuentran estacionados parcial o totalmente sobre los andenes, generando obstrucciones que reducen el espacio destinado al tránsito peatonal. Esta situación afecta la accesibilidad y segura de los usuarios, obligándolos en algunos casos a desplazarse por la calzada vehicular, incrementando el riesgo de accidentes y conflictos en el tráfico. Así mismo se evidencia la necesidad de implementar medidas de control y regulación que garanticen el uso adecuado de las zonas peatonales y contribuyan a mejorar las condiciones de movilidad en el sector.

- **Identificación del problema y recolección de Información**
- **Registro Fotográfico**
- **Falta de Infraestructura peatonal incluyente**

la accesibilidad peatonal universal constituye un componente fundamental de la movilidad urbana, ya que permite que todas las personas puedan desplazarse de manera segura, autónoma y continua por el espacio público, independiente de sus condiciones físicas o capacidades de movilidad. Durante la inspección realizada en el área de estudio se identificaron sectores que carecen de infraestructura adecuada para garantizar estas condiciones, particularmente en lo relacionado con la ausencia de rampas peatonales en zonas de transición entre andenes y calzadas.

Figura 4. Falta de infraestructura peatonal incluyente.



Nota: Autores

Las imágenes registradas permiten evidenciar la inexistencia de rampas de acceso en algunos puntos del área de estudio, situación que limita las condiciones de accesibilidad peatonal universal y dificulta el desplazamiento de personas con movilidad reducida. Esta deficiencia representa una barrera física para usuarios en sillas de ruedas, adultos mayores, personas con discapacidad temporal o permanente y otro grupo poblacionales que requieren de condiciones especiales de movilidad. En consecuencia, se restringe el uso seguro y autónomo del espacio público, evidenciando la necesidad de implementar adecuaciones que garanticen una infraestructura peatonal inclusiva y acorde con los principios de accesibilidad universal.

- **Identificación del problema y recolección de Información**
- **Registro Fotográfico**
- **Falta de Infraestructura peatonal incluyente**

La infraestructura asociada al transporte publico desempeña un papel fundamental en la movilidad urbana, ya que contribuye a garantizar condiciones adecuadas de seguridad, comida y accesibilidad para los usuarios. Durante el reconocimiento de campo realizado en el área de estudio, se identificaron sectores donde se evidencia la ausencia de paradas de bus formalmente establecidas, situación que obliga a los usuarios a esperar al servicio de transporte en espacios no acondicionados para tal fin.

Figura 5. Falta de infraestructura peatonal (parada de Bus).

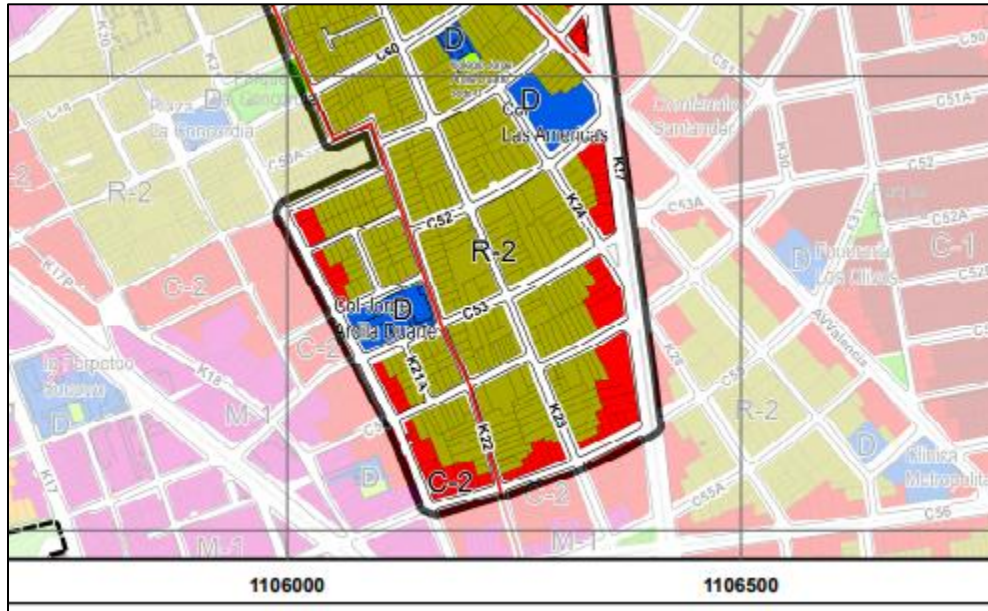


Nota: Autores

El recorrido de reconocimiento realizado permitió evidenciar la concentración de usuarios del transporte público en puntos de ascenso y descenso que carecen de infraestructura adecuada, tales como paraderos señalizados, zonas de espera o elementos de protección frente a las condiciones climáticas. Esta situación genera incomodidad para los usuarios y puede incrementar los riesgos asociados a la interacción entre peatones y vehículos, debido a que las operaciones de abordaje y descenso se realizan en condiciones poco seguras. Asimismo, la ausencia de paradas de bus debidamente definidas afecta la organización del tránsito y pone de manifiesto la necesidad de implementar infraestructura que contribuya a mejorar la eficiencia, seguridad y accesibilidad del sistema de transporte público en el sector.

➤ **USO DEL SUELO:**

Figura 7. Actividad R-2 Residencial con comercio y servicio localizado.



Nota: POT Bucaramanga 2014-2017.

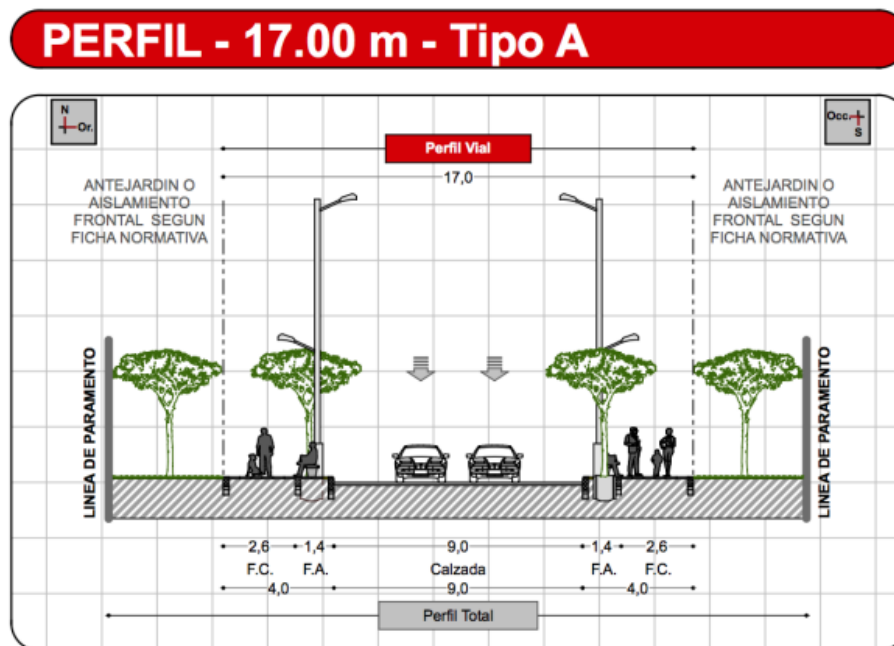
De acuerdo con la ficha normativa vigente del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), el área de estudio se encuentra clasificada bajo el uso del suelo **R2 – Residencial con Comercio y Servicio Localizado**, categoría que permite el desarrollo predominante de actividades residenciales, complementadas con establecimientos comerciales y de servicios de bajo impacto orientados a satisfacer las necesidades cotidianas de la población residente. Esta clasificación busca promover la integración de vivienda con actividades económicas compatibles, garantizando la convivencia adecuada entre los diferentes usos y contribuyendo a la consolidación de sectores urbanos funcionales y dinámicos, sin generar afectaciones significativas al entorno residencial.

➤ Perfiles Viales

Una vez finalizada la fase de reconocimiento e inspección en campo, se llevó a cabo la recopilación y análisis de información secundaria relacionada con los perfiles viales del área de estudio. El objetivo de esta actividad fue identificar las características físicas y geométricas de las vías existentes, con el propósito de contrastar las condiciones observadas en terreno con la infraestructura vial proyectada y determinar posibles deficiencias que inciden en la movilidad y accesibilidad del sector.

➤ Perfil Vial Carrera 22

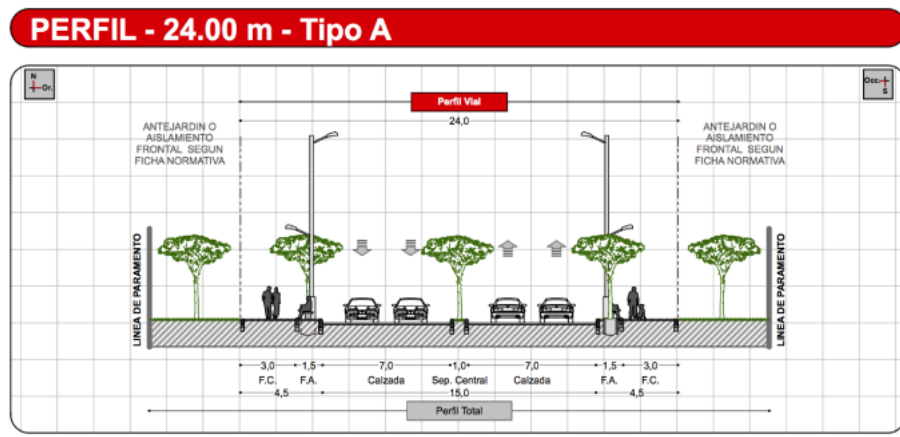
Figura 8. Perfil Vial carrera 22.



Nota: POT Bucaramanga 2014-2017.

- **Perfiles viales**
- **Perfil vial carrera calle 56**

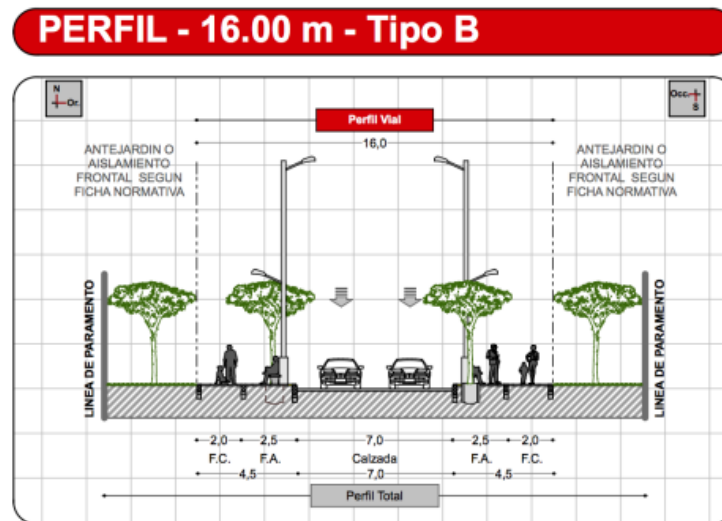
Figura 9. Perfil vial calle 56



Nota: POT Bucaramanga 2014-2017.

- **Perfil Vial Calle 55**

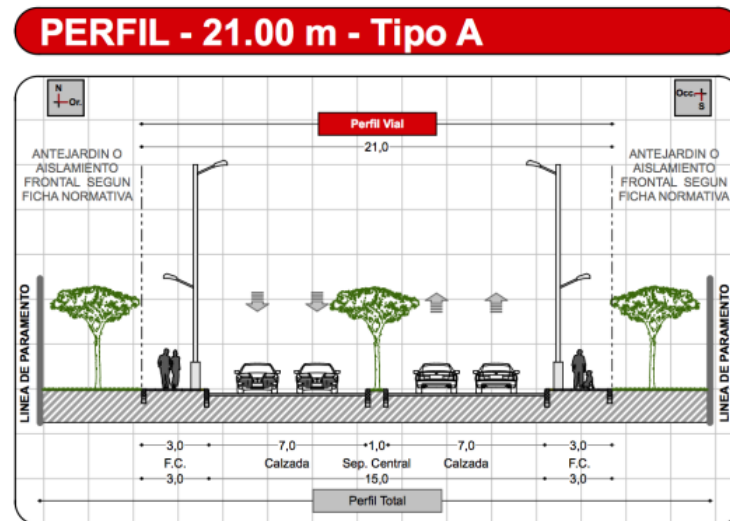
Figura 10. Perfil vial calle 55



Nota: POT Bucaramanga 2014-2017.

- **Perfil vial carrera calle 54**
- **Vía proyectada**

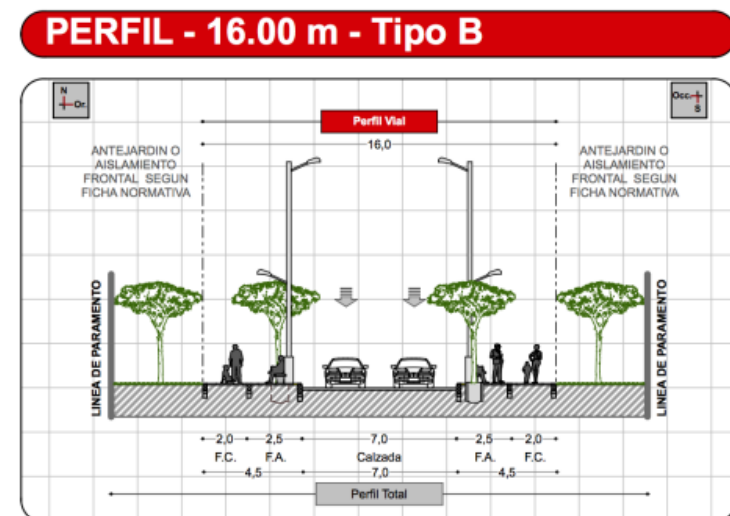
Figura 11. Perfil vial proyectado sobre la calle 54.



Nota: POT Bucaramanga 2014-2017.

- **Perfil Vial Calle 53**

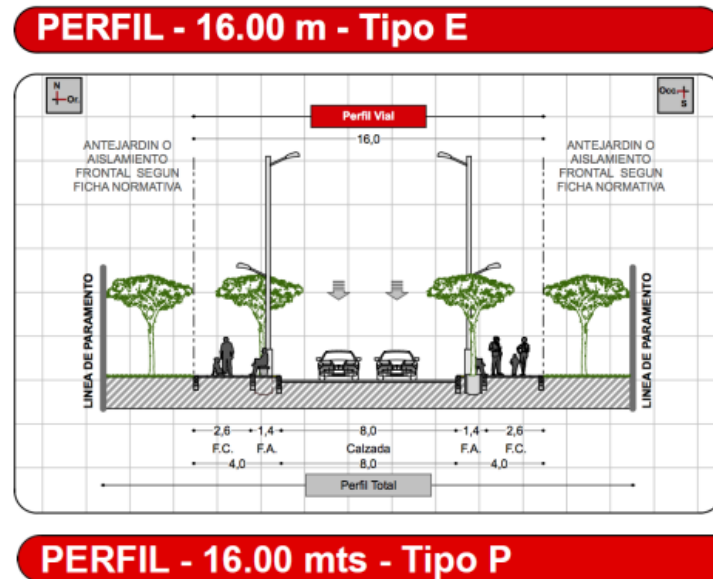
Figura 12. Perfil vial de la calle 53



Nota: POT Bucaramanga 2014-2017.

➤ **Perfil Vial Calle 50**

Figura 13. Perfil vial de la calle 50



Nota: POT Bucaramanga 2014-2017.

➤ **Estudio De Transito**

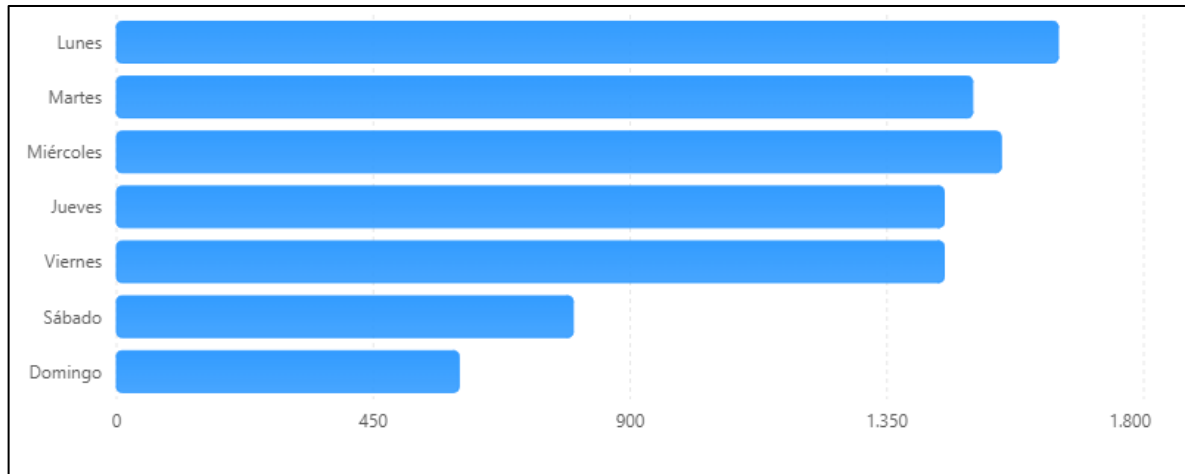
Adicionalmente se desarrolló un estudio de tráfico con el fin de conocer el comportamiento vehicular en horarios de alta congestión, para ello, se realizó un conteo manual durante una hora diaria, en la franja comprendida entre las 5:00 p.m. y las 6:00 p.m. de lunes a sábado.

Tabla 1. Datos obtenidos del aforo vehicular

TABLA DE ESTUDIO DE TRANSITO		
Día	Total, Vehículos	Hora
Lunes	1650	5:00 A 6:00
Martes	1500	5:00 A 6:00
Miércoles	1550	5:00 A 6:00
Jueves	1450	5:00 A 6:00
Viernes	1450	5:00 A 6:00
Sábado	800	5:00 A 6:00
Domingo	600	5:00 A 6:00
PROMEDIO	1285	

Nota: Autores

Figura 14. Grafica daros de campo aforo vehicular



Nota: Autores

La Figura 14 presenta el comportamiento del aforo vehicular registrado durante una semana de observación en el área de estudio. Los resultados evidencian que los mayores volúmenes de tránsito se presentan durante los días hábiles, destacándose el lunes como el día con la mayor cantidad de vehículos registrados. Por su parte, entre martes y viernes se observa un comportamiento relativamente constante, con variaciones poco significativas en el flujo vehicular.

En contraste, durante el fin de semana se registra una disminución considerable del tránsito, siendo el domingo el día con el menor volumen vehicular.

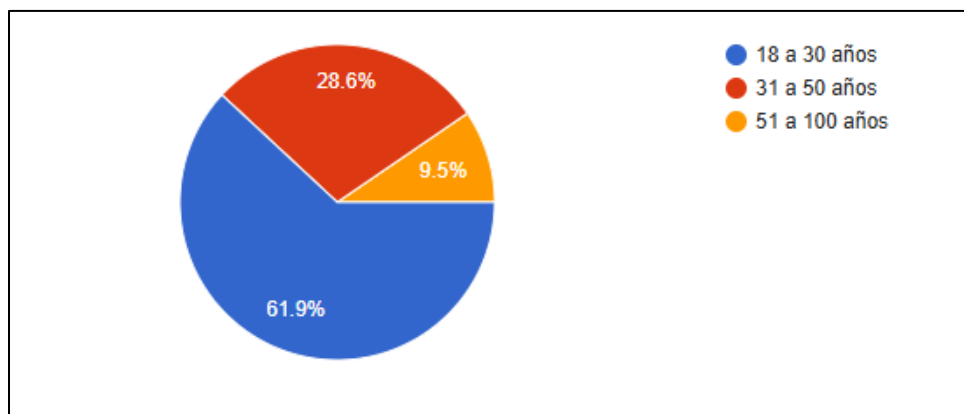
Este comportamiento sugiere que la dinámica de movilidad del sector está asociada principalmente a actividades laborales, comerciales y de servicios que se desarrollan durante los días hábiles, generando una mayor demanda de desplazamientos en comparación con los días de descanso.

➤ ENCUESTAS PARA PEATONES

Adicionalmente se desarrolló un estudio de tráfico con el fin de conocer el comportamiento vehicular en horarios de alta congestión, para ello, se realizó un conteo manual durante una hora diaria, en la franja comprendida entre las 5:00 p.m. y las 6:00 p.m. de lunes a sábado.

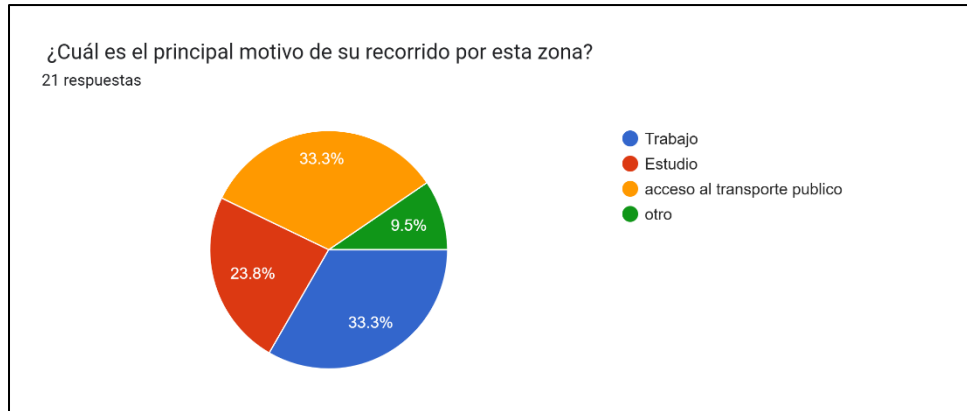
Rango de edad

 Copiar gráfico

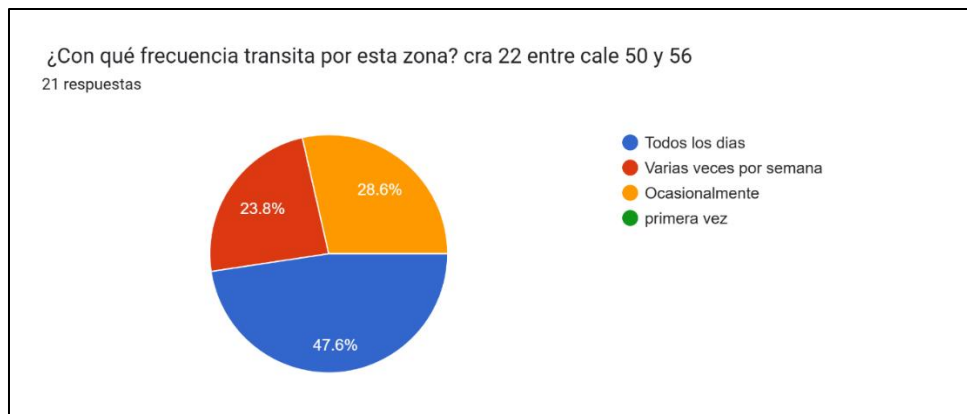


Los resultados de la encuesta evidencian que la mayor proporción de peatones encuestados corresponde al rango de edad entre 18 y 30 años, representando el 61,9 % del total. En segundo lugar, se encuentra la población entre 31 y 50 años con un 28,6 %, mientras que el grupo de 51 a 100 años registra la menor participación con un 9,5 %.

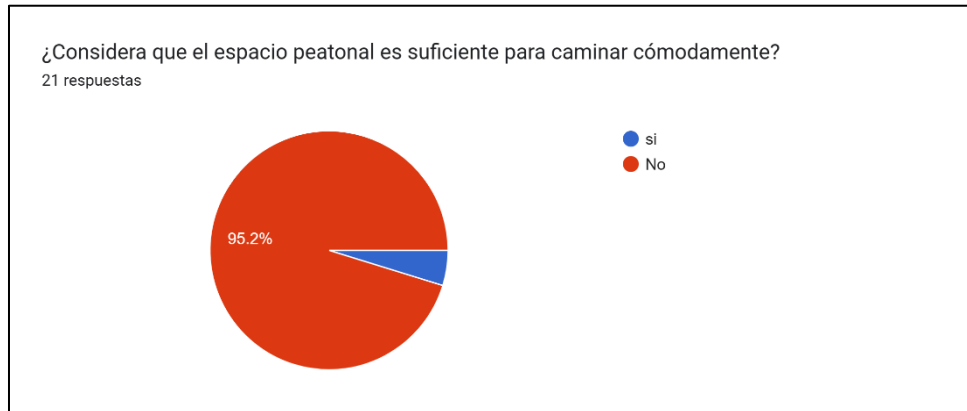
Estos resultados permiten concluir que la población joven y adulta joven constituye el principal grupo usuario del sector analizado, lo que indica una mayor demanda de movilidad peatonal por parte de personas en edad laboral y estudiantil



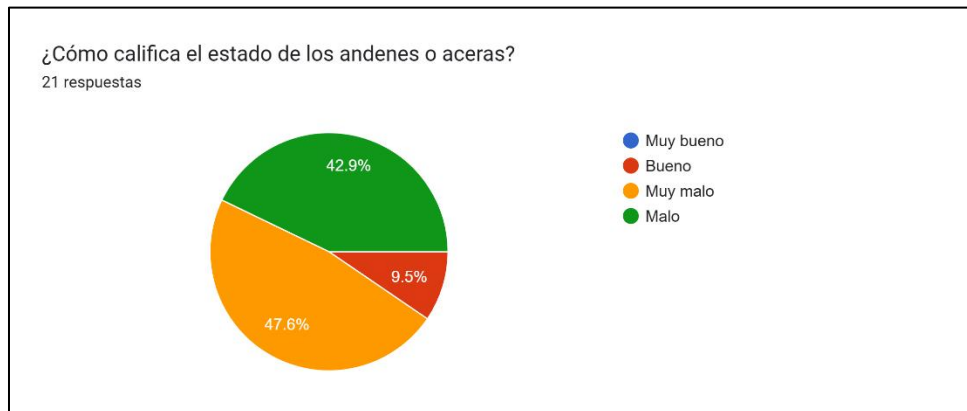
Los resultados muestran que los principales motivos de recorrido por la zona son el trabajo y el acceso al transporte público (33,3 % cada uno), seguidos por el estudio (23,8 %). Esto evidencia que la vía es utilizada principalmente por trabajadores y estudiantes, constituyendo un importante corredor de movilidad y conexión con el sistema de transporte.



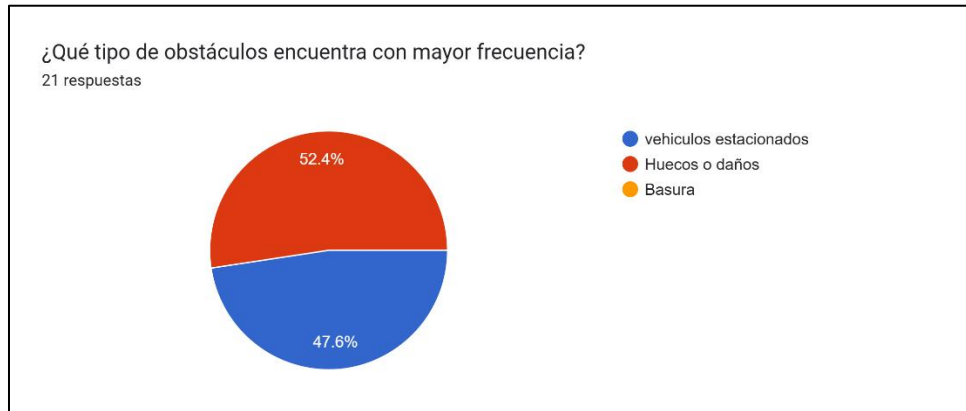
Los resultados muestran que el 47,6 % de los encuestados transita por la zona todos los días, mientras que el 23,8 % lo hace varias veces por semana y el 28,6 % ocasionalmente. Esto evidencia que la vía presenta una alta frecuencia de uso por parte de los peatones, consolidándose como un corredor importante para la movilidad cotidiana de los usuarios del sector.



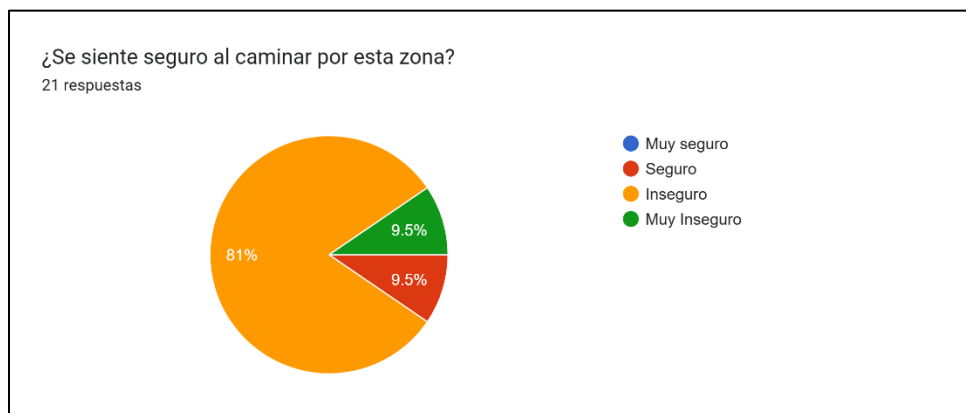
Los resultados de la encuesta muestran que el 95,2 % de los participantes considera que el espacio peatonal no es suficiente para caminar cómodamente, mientras que solo el 4,8 % opina lo contrario. Esto evidencia una percepción mayoritariamente negativa sobre las condiciones actuales del área peatonal y la necesidad de implementar mejoras que garanticen mayor comodidad y seguridad para los usuarios.



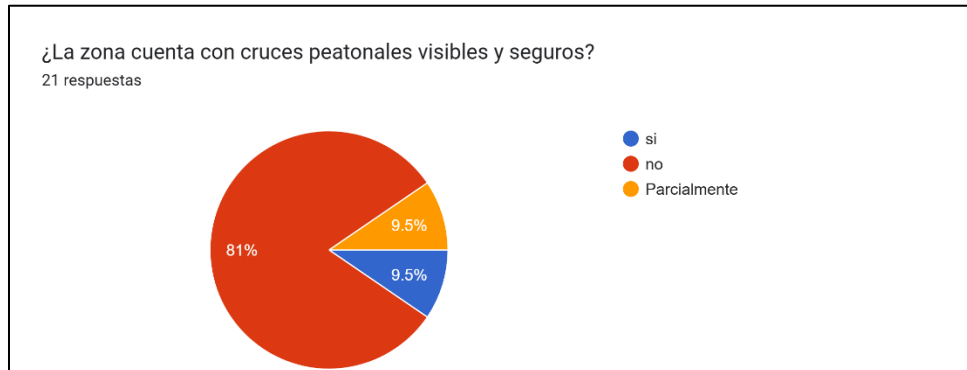
Los resultados evidencian que la percepción sobre el estado de los andenes o aceras es mayoritariamente desfavorable. El 47,6 % de los participantes lo calificó como muy malo y el 42,9 % como malo, mientras que solo el 9,5 % lo consideró bueno. Esto sugiere la necesidad de intervenir y mejorar las condiciones de la infraestructura peatonal.



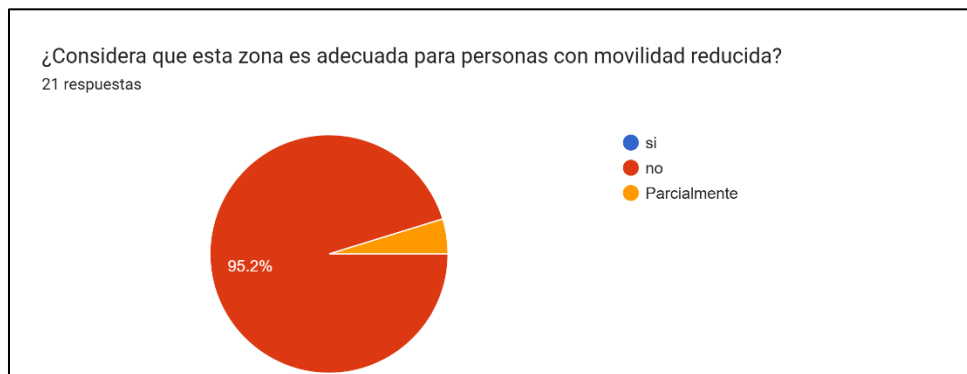
Los resultados de la encuesta muestran que los principales obstáculos percibidos por los peatones en la zona son los huecos o daños en la vía, con un 52,4 %, y los vehículos mal estacionados, con un 47,6 %. Esto evidencia que las condiciones físicas de la infraestructura y la ocupación inadecuada del espacio público afectan la movilidad peatonal, generando dificultades para el desplazamiento seguro y cómodo de los usuarios que transitan por el sector.



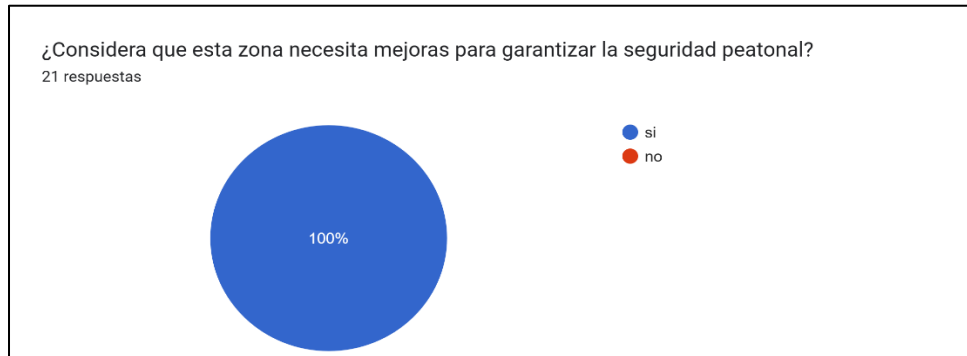
Los resultados obtenidos evidencian que la comunidad percibe el sector como un espacio con condiciones que afectan la sensación de seguridad durante los desplazamientos peatonales. Esta situación resalta la importancia de implementar acciones de mejoramiento urbano que contribuyan a generar entornos más seguros, funcionales y confortables para los usuarios del espacio público.



Los resultados de la encuesta indican que la zona presenta deficiencias en la identificación y seguridad de los cruces peatonales, lo que puede dificultar la movilidad de los peatones y aumentar la percepción de riesgo al momento de cruzar la vía.

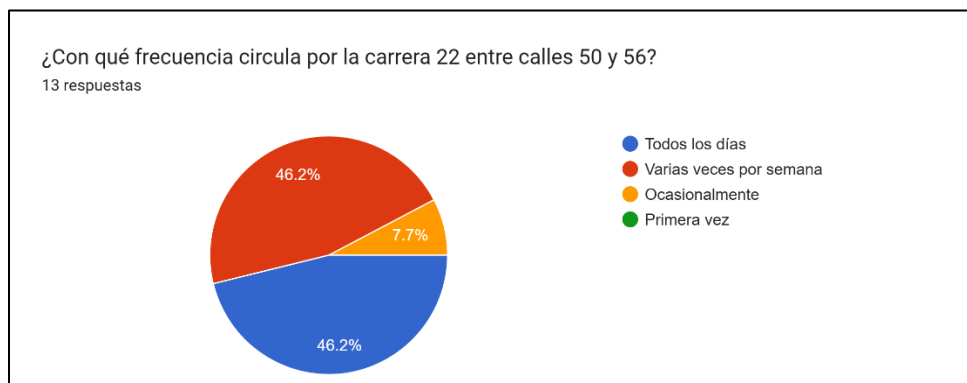


Los resultados evidencian que la zona no cuenta con condiciones adecuadas de accesibilidad para personas con movilidad reducida. Esta percepción sugiere la existencia de barreras físicas o deficiencias en la infraestructura peatonal que limitan el desplazamiento seguro y autónomo de todos los usuarios.

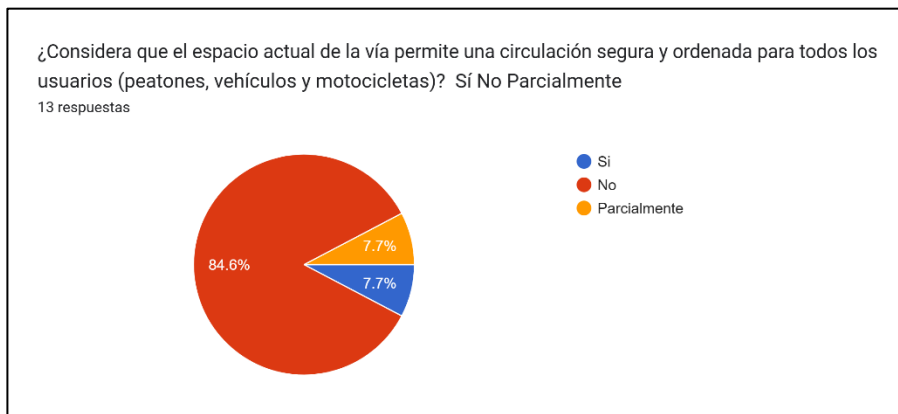


La totalidad de los encuestados considera que la zona requiere intervenciones para mejorar la seguridad peatonal, lo que evidencia un consenso general sobre la necesidad de adecuar las condiciones actuales del espacio público. Este resultado respalda la implementación de acciones orientadas a fortalecer la movilidad segura, la accesibilidad y la protección de los peatones en el sector.

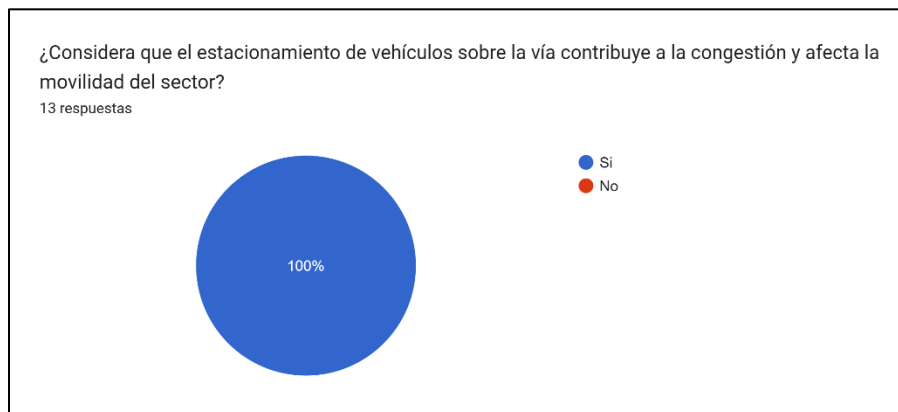
➤ ENCUESTAS PARA CONDUCTORES



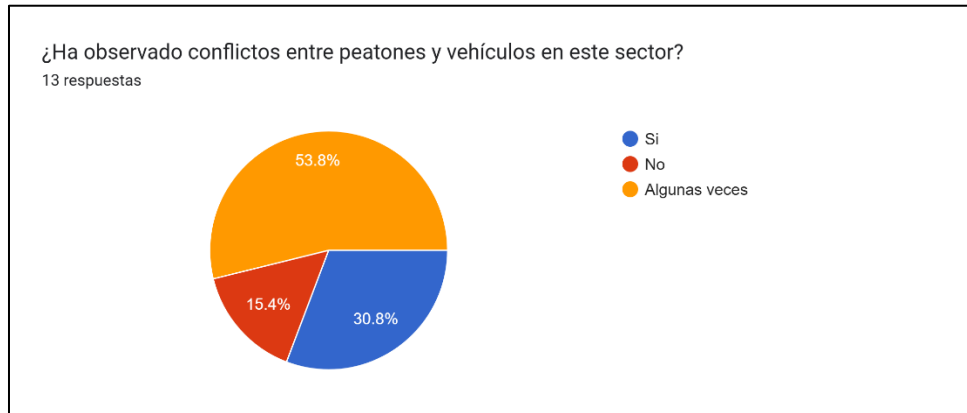
La pregunta relacionada con la frecuencia de circulación por la carrera 22 entre calles 50 y 56 tuvo como finalidad identificar el nivel de conocimiento y familiaridad de los conductores con el corredor vial objeto de estudio. Dado que las encuestas se realizaron a conductores detenidos en los semáforos del sector, se asumió que todos hacen uso de esta vía; sin embargo, la frecuencia de tránsito permite determinar si sus percepciones y opiniones se basan en experiencias ocasionales o en un uso recurrente de la misma.



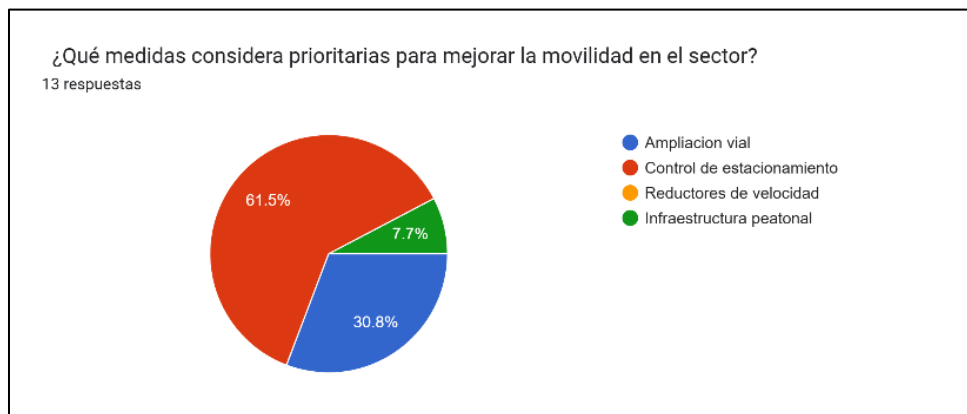
los conductores perciben que las condiciones actuales de la vía no garantizan una circulación completamente segura y ordenada para todos los usuarios. Esta percepción sugiere la existencia de conflictos en la movilidad entre peatones, vehículos y motocicletas



La totalidad de los conductores encuestados considera que el estacionamiento de vehículos sobre la vía afecta negativamente la movilidad del sector, al generar obstáculos para la circulación y contribuir a la congestión vehicular. Este resultado evidencia la necesidad de implementar medidas de control y ordenamiento del espacio vial que permitan mejorar la fluidez del tránsito y las condiciones de movilidad en el corredor estudiado.



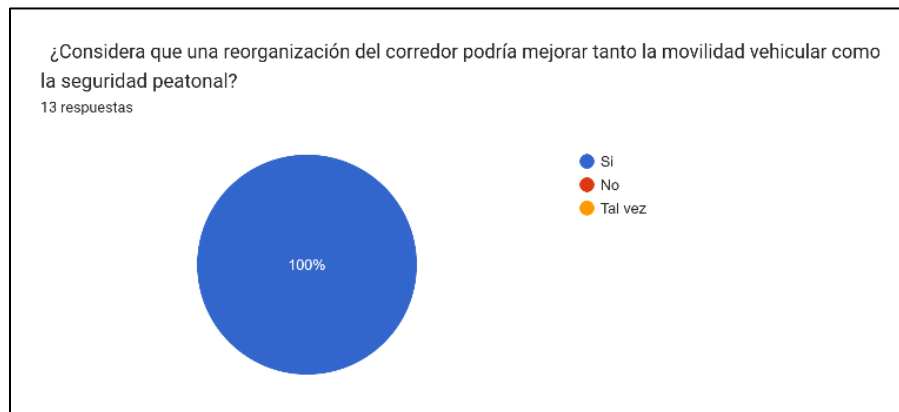
Los resultados muestran que los conductores han observado conflictos entre peatones y vehículos en el sector, ya sea de manera frecuente u ocasional. Esta situación evidencia la existencia de condiciones que pueden generar riesgos para los diferentes usuarios de la vía.



La encuesta muestra que la principal medida para mejorar la movilidad en el sector es el control del estacionamiento, al ser la opción más seleccionada. Asimismo, la ampliación vial se considera una alternativa importante para optimizar el tránsito. En menor medida, se destaca la necesidad de fortalecer la infraestructura peatonal.

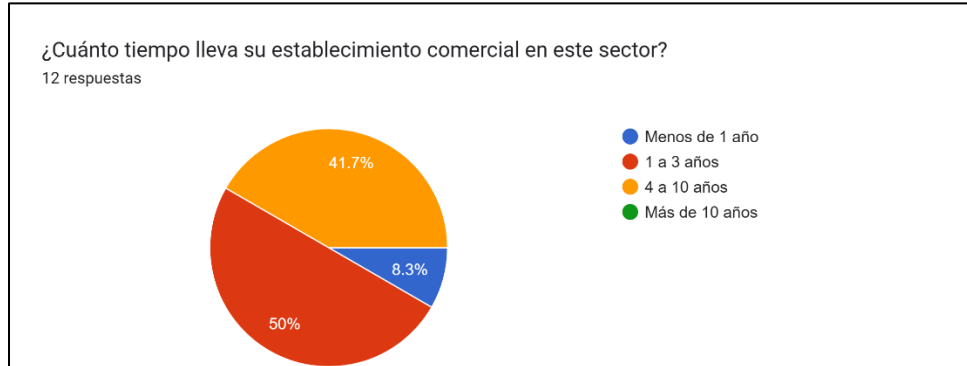


La mayoría de los encuestados considera que sí es necesaria una intervención urbana o vial para mejorar la movilidad en este corredor. Un porcentaje menor manifestó que no lo considera necesario, mientras que una pequeña parte respondió “tal vez”. Estos resultados evidencian un amplio consenso sobre la importancia de implementar acciones que optimicen las condiciones de movilidad en el sector

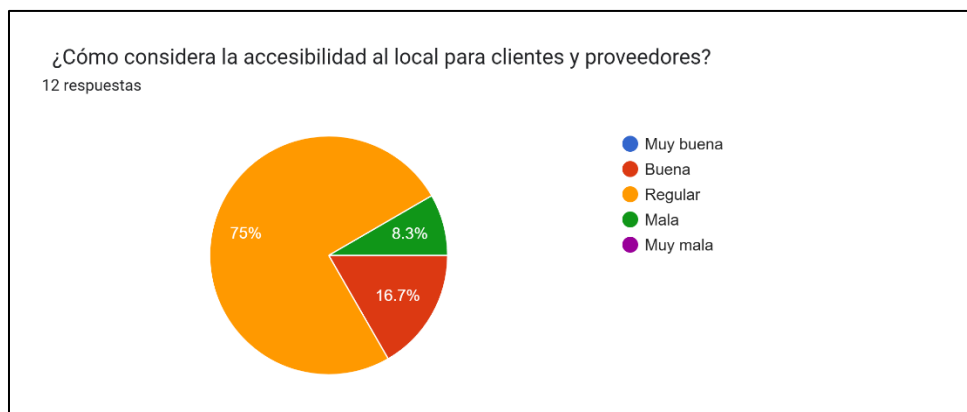


La totalidad de los encuestados considera que una reorganización del corredor contribuiría a mejorar tanto la movilidad vehicular como la seguridad peatonal. Este resultado evidencia un consenso absoluto sobre la necesidad de implementar medidas de ordenamiento que optimicen la circulación y brinden mayores condiciones de seguridad para todos los usuarios de la vía.

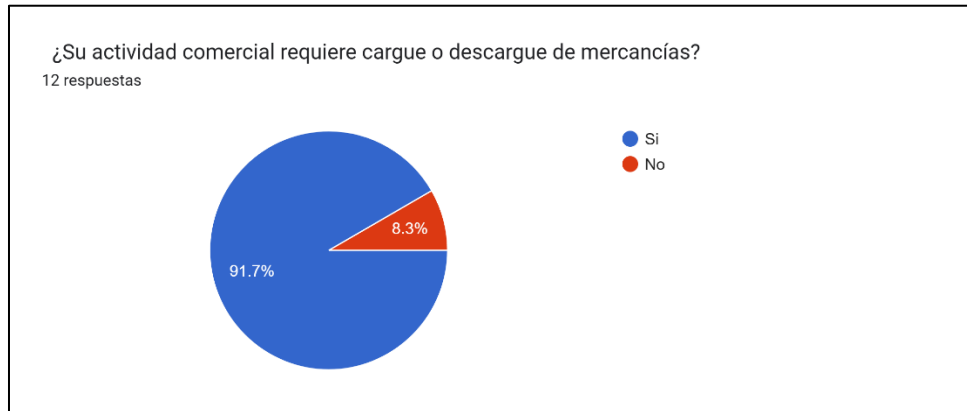
➤ **ENCUESTAS PARA COMERCIANTES**



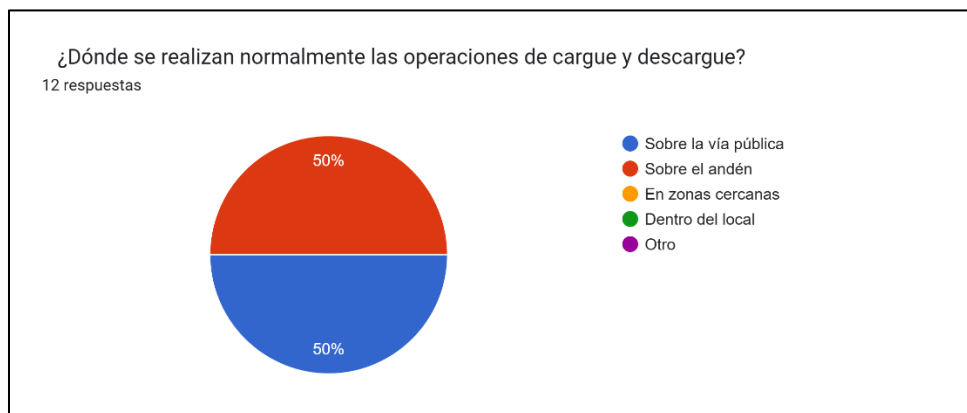
"Esta pregunta fue aplicada únicamente a algunos comerciantes presentes en el sector, con el propósito de conocer el tiempo de permanencia de sus establecimientos y obtener una perspectiva basada en su experiencia y conocimiento de la dinámica comercial y de movilidad de la zona."



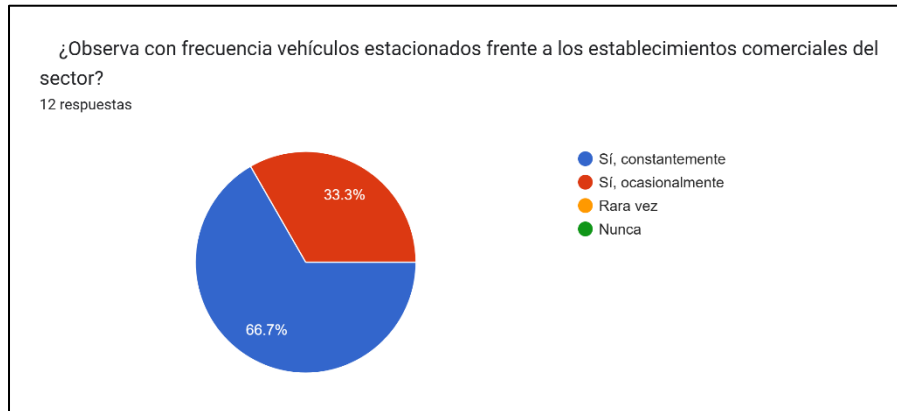
La mayoría de los comerciantes encuestados considera que la accesibilidad a sus establecimientos es regular, lo que evidencia la existencia de algunas dificultades para el ingreso de clientes y proveedores. Un menor porcentaje la califica como buena, mientras que pocos la perciben **como mala**. Estos resultados sugieren la necesidad de implementar mejoras que faciliten el acceso y favorezcan la actividad comercial del sector.



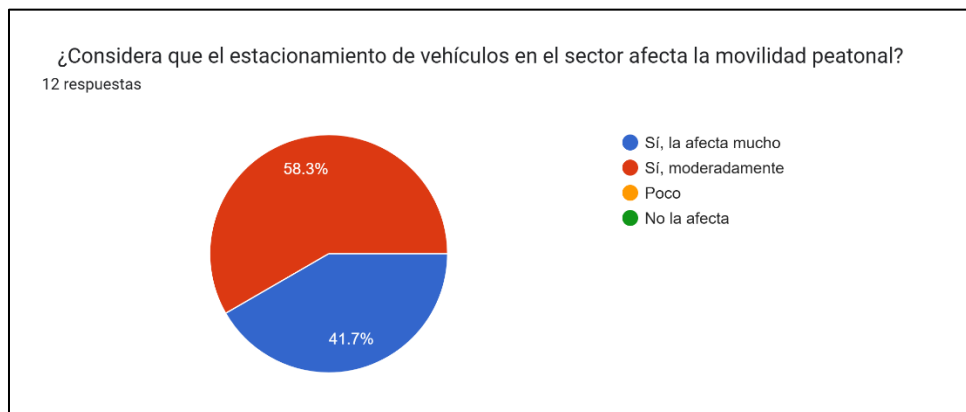
La gran mayoría de los comerciantes encuestados indicó que su actividad comercial sí requiere procesos de cargue o descargue de mercancías, lo que evidencia la importancia de contar con espacios adecuados para estas operaciones. Solo una pequeña proporción señaló que no necesita este tipo de actividades. Este resultado resalta la necesidad de considerar zonas destinadas al cargue y descargue dentro de las propuestas de mejoramiento del corredor, con el fin de evitar afectaciones a la movilidad y al funcionamiento de los establecimientos.



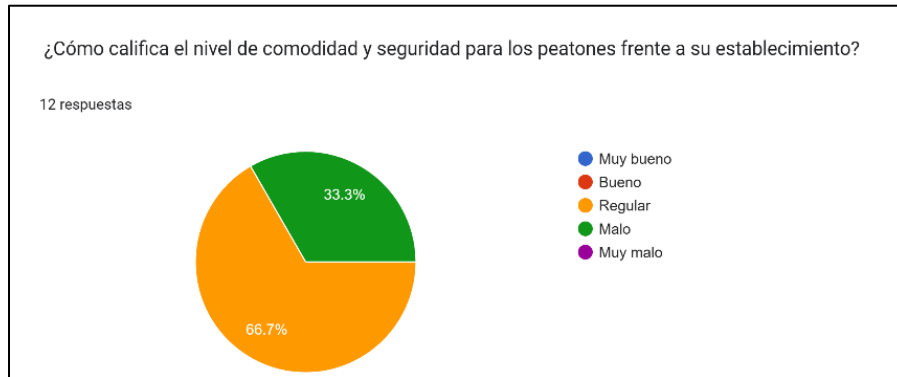
las operaciones de cargue y descargue se realizan principalmente sobre la vía pública y sobre el andén, con igual proporción entre ambas opciones. Esta situación puede generar interferencias en la circulación vehicular y peatonal, afectando la movilidad y la seguridad del corredor.



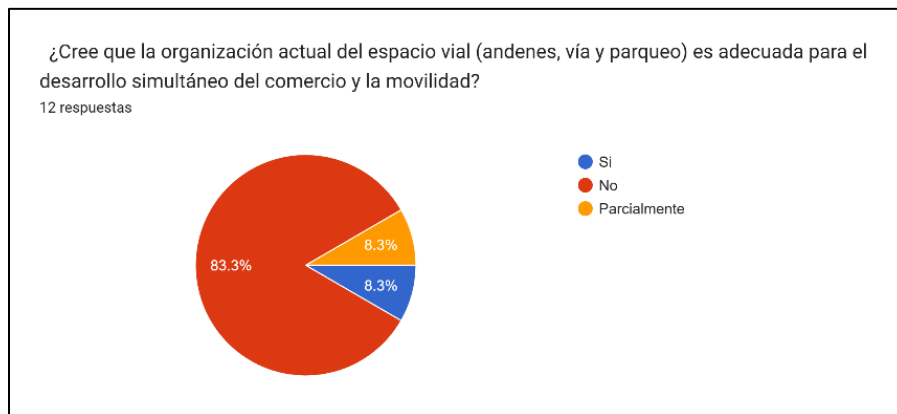
La mayoría de los comerciantes encuestados manifestó que observa constantemente vehículos estacionados frente a los establecimientos comerciales del sector, mientras que el resto indicó que esta situación ocurre de manera ocasional. Estos resultados evidencian que el estacionamiento sobre la vía es una práctica frecuente, la cual puede generar afectaciones en la movilidad y en el acceso a los locales comerciales.



Los encuestados consideran que el estacionamiento de vehículos afecta la movilidad peatonal en el sector. Las respuestas se dividieron entre quienes señalaron que la afecta **mucho** y quienes consideran que el impacto es **moderado**. Este resultado evidencia que el estacionamiento constituye un factor que dificulta el desplazamiento seguro y cómodo de los peatones, por lo que se hace necesario implementar medidas de ordenamiento y control.



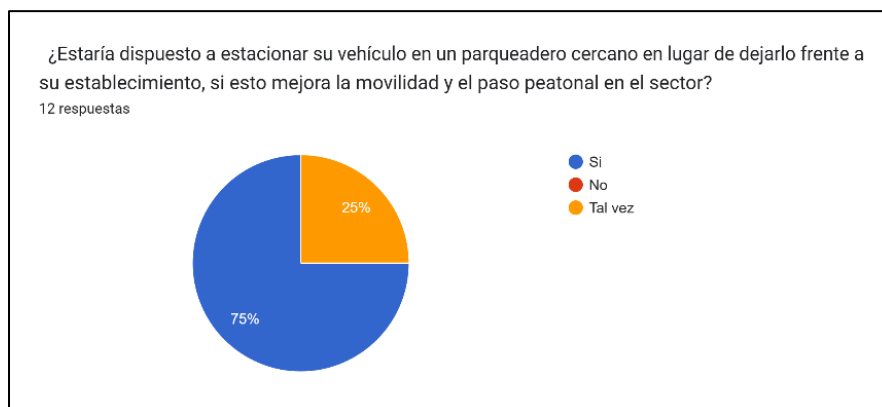
encuestados calificó como regular el nivel de comodidad y seguridad para los peatones frente a sus establecimientos, mientras que una proporción importante lo consideró malo. Estos resultados reflejan que las condiciones actuales no son completamente adecuadas para el tránsito peatonal, por lo que es necesario implementar acciones que mejoren la seguridad, accesibilidad y comodidad de quienes se desplazan por el sector.



los comerciantes encuestados consideran que la organización actual del espacio vial no es adecuada para el desarrollo simultáneo del comercio y la movilidad. Solo una pequeña proporción manifestó que sí es adecuada o que lo es parcialmente. Estos resultados evidencian la necesidad de replantear la distribución y el uso de la vía, los andenes y las zonas de parqueo, con el fin de lograr un mejor equilibrio entre la actividad comercial y la movilidad del sector.



los comerciantes encuestados manifestaron estar **de acuerdo con una reestructuración del corredor vial** que permita ordenar el estacionamiento, mejorar la movilidad peatonal y vehicular, y optimizar el uso del espacio público.



La mayoría de los comerciantes encuestados manifestó que sí estaría dispuesta a estacionar su vehículo en un parqueadero cercano si esta medida contribuye a mejorar la movilidad y el tránsito peatonal en el sector. No obstante, un porcentaje menor respondió "tal vez", lo que sugiere que su decisión podría depender de factores como la cercanía, disponibilidad, seguridad y costo del parqueadero. Estos resultados evidencian una buena aceptación hacia estrategias de ordenamiento del estacionamiento orientadas a optimizar el uso del espacio público

5. RESULTADOS

INFRAWORKS-SIMULACION DE TRÁFICO

Las estadísticas de movilidad del Área Metropolitana de Bucaramanga evidencian un crecimiento constante del parque automotor durante los últimos años. Actualmente se registran cerca de 800.000 automotores matriculados, de los cuales más de la mitad corresponde a motocicletas, seguidas por automóviles y camionetas. Este incremento ha generado una mayor presión sobre infraestructura vial existente y ha contribuido al aumento de los niveles de congestión en los principales corredores urbanos.

De acuerdo con proyecciones realizadas para el 2026, el parque automotor del Área Metropolitana superaría el millón de vehículos, manteniendo una tendencia creciente en la demanda de movilidad. Como consecuencia, problemáticas asociadas a la congestión vehicular, los tiempos de viaje, la accidentalidad y los impactos ambientales tienden a incrementarse, especialmente en sectores con alta actividad comercial y de servicios. (<https://www.emisoracultural.gov.co/>)

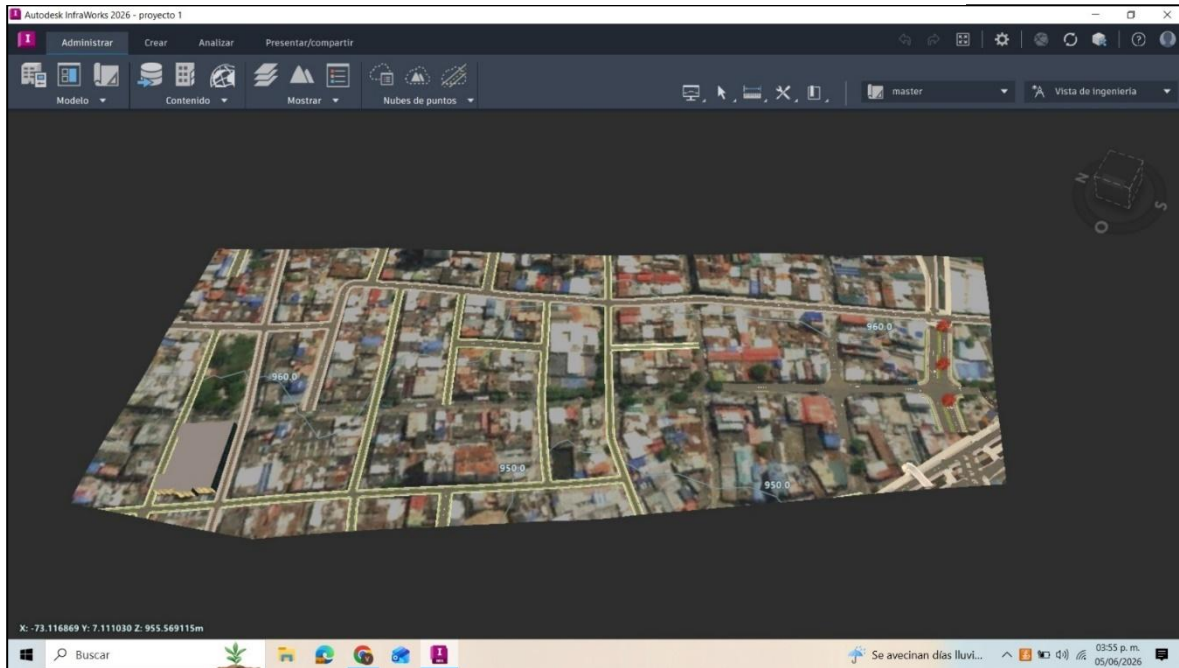
la carrera 22 es un corredor secundario vital para el tráfico urbano y la descongestión de Bucaramanga, alivia la carga de los ejes viales principales con la carrera 27 y la carrera 15 que conectan con la Autopista B/GA-FLORIDABLANCA (norte-sur), lo cual genera una constante interacción entre vehículos particulares, motocicletas, transporte público y peatones.

Con el propósito de caracterizar las condiciones actuales de movilidad en el sector. Se realizaron aforos vehiculares y peatonales durante la semana comprendida entre el 13 al 19 de abril del 2026 en la hora pico 5.00 p.m. y 6.00 p.m.

Para dicha problemática decidimos acudir al programa infraworks, para de esta manera hacer más ilustrativa la problemática a través de un simulador vehicular, el cual será alimentado los datos que se obtuvieron en el estudio previo.

En el programa (infraworks) se generó un modelo georreferenciado del área de estudio

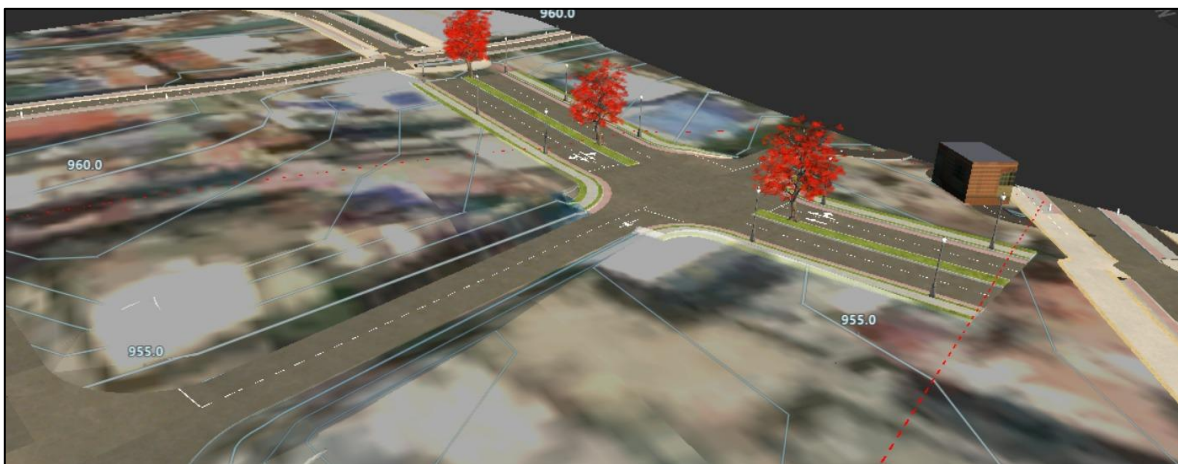
Figura 15. Creación del Model Builder georreferenciado.



Nota: Autores

Posteriormente, se delimita y elaboraron los perfiles viales correspondientes a la zona de estudio

Figura 16. Delimitación de la zona de estudio y elaboración de perfiles viales.



Nota: Autores

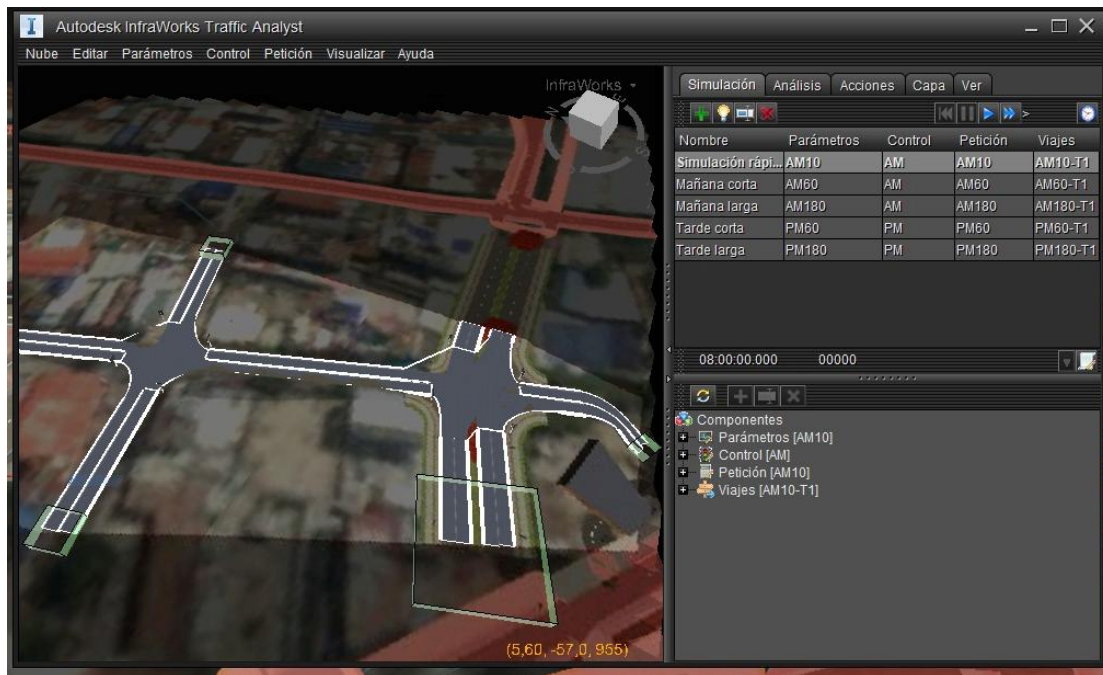
ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Se encuentra el panel de análisis de tráfico para alimentar el programa con los parámetros para la simulación

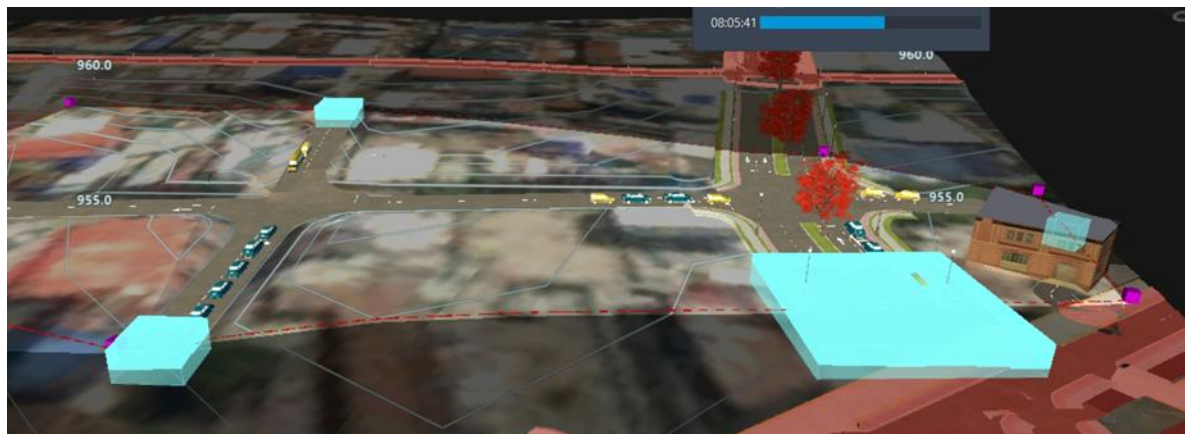
Figura 17. Carga de parámetros y/o datos obtenidos en campo.



Nota: Autores

Por medio de la simulación y los datos obtenidos se logró caracterizar el estado actual del comportamiento vehicular en la zona durante la hora pico.

Figura 18. Simulación de tránsito y análisis del comportamiento vehicular.



Nota: Autores

➤ **Alternativas de Solución.**

A partir de los resultados obtenidos mediante los aforos vehiculares, encuestas, registro fotográfico y observación directa en campo, se determinó que el corredor de estudio presenta un comportamiento operacional adecuado en términos de flujo vehicular. Sin embargo, se identificaron diversas situaciones que afectan la movilidad peatonal. La accesibilidad universal, la operación del transporte público y la seguridad vial. Con base en ello, se proponen las siguientes alternativas de solución.

➤ **Protección de las Franjas Peatonales.**

Se propone implementar medidas de control y regulación del estacionamiento sobre la vía y andenes, especialmente en los sectores donde los vehículos ocupan parcial o totalmente la infraestructura peatonal. Adicionalmente, se recomienda la instalación de elementos físicos de protección, tales como bolardos o delimitadores, que impidan la invasión de los espacios destinados al tránsito de peatones. Esta medida permitirá garantizar la continuidad y seguridad de los recorridos peatonales.

➤ **Mejoramiento y Rehabilitación de la Infraestructura Peatonal:**

se plantea la recuperación de la infraestructura peatonal que presenta deterioro físico mediante labores de mantenimiento, reconstrucción y adecuación de superficies. El mejoramiento de esta infraestructura contribuirá a ofrecer condiciones ms seguras y confortables para el desplazamiento de los usuarios, reduciendo riesgos asociados a caídas y accidentes.

➤ **Implementación de Infraestructura para accesibilidad universal:**

Con el fin de garantizar una movilidad incluyente, se propone la construcción de rampas de acceso en las esquinas e intersecciones del corredor, así como la adecuación de elementos que faciliten el desplazamiento de personas con movilidad reducida, adultos mayores y usuarios en condición de discapacidad. Esta

intervención permitirá cumplir con los principios de accesibilidad universal y equidad en el espacio público.

➤ **Implementación de los perfiles viales establecidos en el POT:**

A partir del análisis realizado se identificó que algunos de los perfiles viales existentes dentro del corredor de estudio no corresponden a los perfiles viales definidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (**POT**) del municipio de Bucaramanga. Esta situación genera limitaciones en la distribución adecuada del espacio vial y dificulta la incorporación de elementos necesarios para una movilidad segura y eficiente.

como alternativa de solución, se propone la adecuación progresiva de la infraestructura vial existente de acuerdo con las dimensiones y características establecidas en los perfiles viales del **POT**. esta intervención contempla la reorganización de los espacios destinados a la circulación vehicular, peatonal y al transporte público, garantizando una distribución más equilibrada y funcional del espacio urbano.

➤ **Adecuación de los paraderos para el transporte público:**

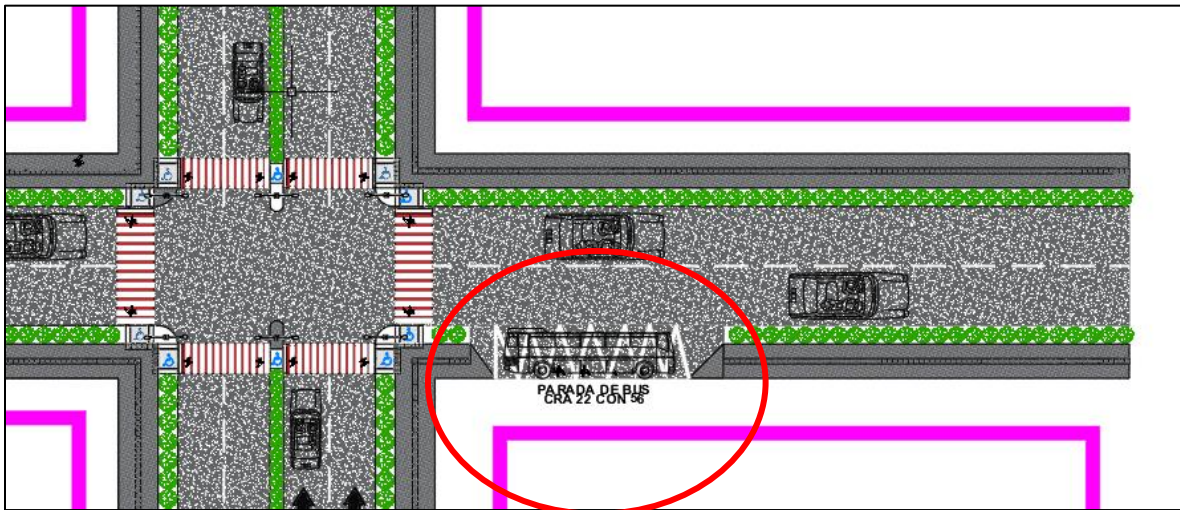
se propone la construcción y señalización de zonas destinadas exclusivamente al ascenso y descenso de pasajeros del transporte público. La implementación de estos espacios permitirá reducir las detenciones informales de los buses sobre la calzada, disminuyendo las interferencias en la circulación vehicular y mejorando la seguridad de los usuarios del transporte público.

➤ **Modernización de la Red Semafórica:**

se recomienda la sustitución gradual de los dispositivos semafóricos existentes por sistemas modernos que incorporen contadores regresivos y tecnologías de gestión inteligente de tránsito. Esta alternativa permitirá mejorar la información suministrada a conductores y peatones, incrementar la seguridad vial y optimizar la operación de las intersecciones.

- **Propuesta de ubicación de paradas de transporte público en la carrera 22 con calle 56.**

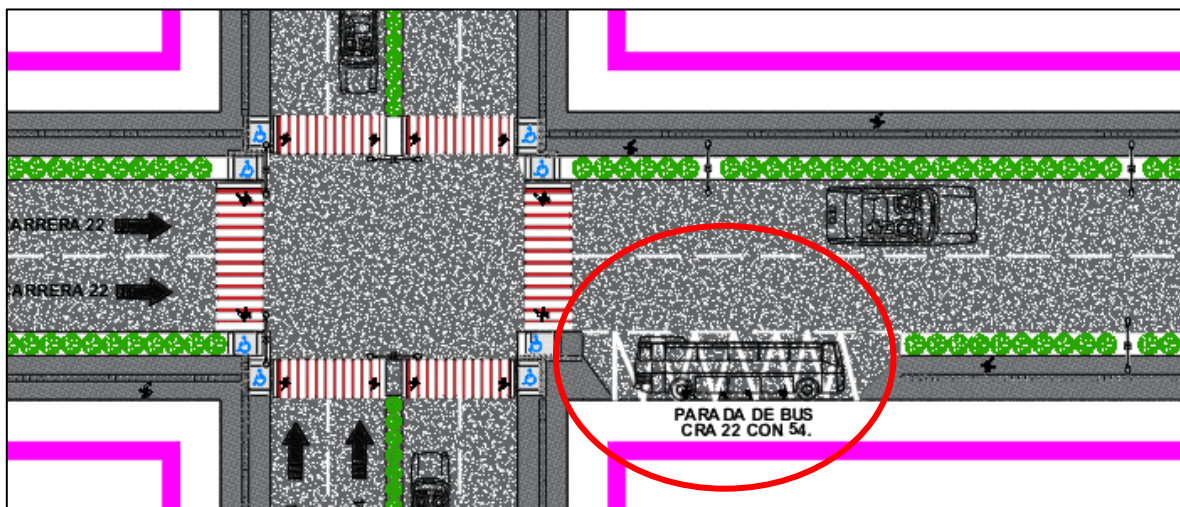
Figura 19. Parada de transporte público carrera 22 con calle 56.



Nota: Autores

- **Propuesta de ubicación de paradas de transporte público en la carrera 22 con calle 54.**

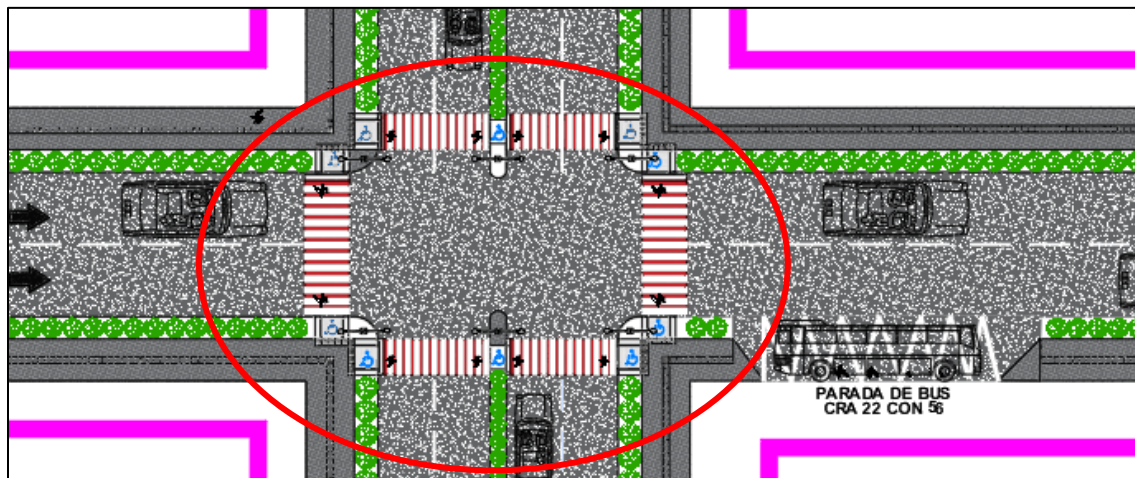
Figura 20. Parada de transporte público carrea 22 con calle 54.



Nota: Autores

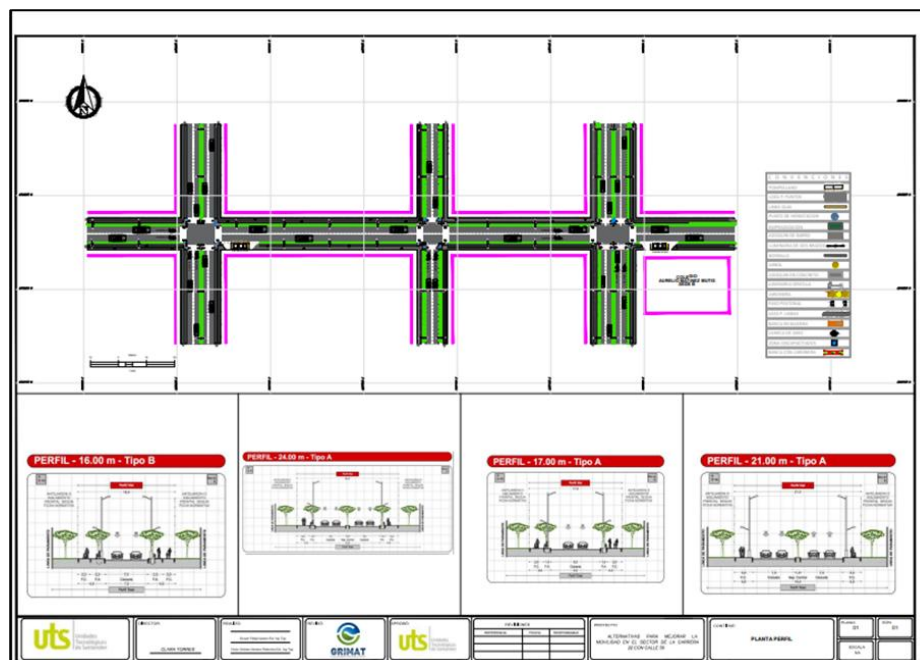
- **Propuesta de adecuación de pasos peatonales y rampas de acceso de movilidad reducida en la carrera 22 con calle 56.**

Figura 21. Adecuación de pasos peatonales y rampas de acceso de movilidad reducida.



Nota: Autores

Figura 22. Planta y perfiles viales sobre la carrera 22 entre calle 50 y 56.



Nota: Autores

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Con el fin de plantear una alternativa de mejoramiento para la movilidad en el sector de estudio, se desarrolló un trazado conceptual tomando como referencia los perfiles viales establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio. La propuesta permitió representar una posible configuración futura del corredor vial, incorporando elementos orientados a fortalecer la movilidad peatonal, la accesibilidad universal y la calidad del espacio público.

Entre las intervenciones planteadas se incluyen la adecuación de andenes, la implementación de rampas para personas con movilidad reducida y la incorporación de zonas verdes que contribuyen a generar entornos urbanos más seguros, funcionales e inclusivos.

Asimismo, la propuesta contempla la implementación de dos paradas de bus ubicadas en la carrera 22 con calle 54 y en la carrera 22 con calle 56, con el propósito de brindar espacios adecuados para la espera, ascenso y descenso de pasajeros del transporte público. La incorporación de estos elementos busca mejorar las condiciones de comodidad y seguridad de los usuarios, así como organizar de manera más eficiente la operación del transporte público dentro del corredor vial.

Adicionalmente, la adecuación de estos paraderos contribuye a reducir las afectaciones sobre el flujo vehicular, considerando que actualmente los buses realizan detenciones sobre los carriles de circulación para recoger y dejar pasajeros. Mediante la definición de zonas destinadas específicamente para esta actividad, se busca minimizar las interferencias en el tránsito, mejorar la conectividad del sector y promover una movilidad más ordenada tanto para peatones como para vehículos.

6. CONCLUSIONES

A partir de la información recopilada en campo durante las horas de mayor demanda vehicular, fue posible identificar las principales causas que inciden en los problemas de movilidad presentes en el sector de estudio, destacándose la ocupación indebida del espacio público por vehículos estacionados, las deficiencias en la infraestructura peatonal, la ausencia de paraderos formalmente establecidos para el transporte público y las condiciones geométricas y operativas de la vía. La identificación de estos factores permitió comprender el comportamiento de la movilidad en el corredor analizado y establecer una base técnica para la formulación de alternativas orientadas a mejorar las condiciones de circulación, seguridad y accesibilidad para los diferentes usuarios de la vía.

La aplicación de tecnologías de información gráfica y modelado vial mediante software libre permitió caracterizar de manera eficiente las condiciones existentes en el sector de estudio, facilitando la representación y análisis de la infraestructura vial, la movilidad vehicular y peatonal, así como la identificación de las principales problemáticas presentes en el corredor. Estas herramientas proporcionaron información técnica y gráfica confiable que sirvió de base para el diagnóstico de la movilidad y el desarrollo de propuestas orientadas al mejoramiento de las condiciones de circulación en la zona analizada.

La simulación de escenarios de tránsito y la evaluación de trazados alternativos permitieron analizar el comportamiento operacional de las propuestas planteadas y determinar su incidencia sobre la conectividad y movilidad del sector. Los resultados obtenidos evidenciaron que las alternativas evaluadas contribuyen a optimizar la circulación vehicular y peatonal, proporcionando criterios técnicos para la selección de soluciones que favorezcan una movilidad más eficiente, segura y funcional en el área de estudio.

7. RECOMENDACIONES

- Al tratarse de un estudio de prefactibilidad de la propuesta vial, se recomienda a la administración municipal y a las entidades competentes en materia de infraestructura y planificación vial realizar estudios complementarios que permitan contar con una evaluación integral de la vía y soportar técnicamente futuras etapas de diseño y ejecución del proyecto
- Como cualquier proyecto con un impacto significativo en la sociedad, se recomienda socializar con las comunidades correctamente el proyecto, indicando que se trata de un estudio de prefactibilidad, para evitar confusiones y problemas posteriores
- Se recomienda realizar actualizaciones periódicas de los estudios de movilidad en el corredor analizado, con el propósito de monitorear las variaciones en los flujos vehiculares y peatonales, así como identificar oportunamente nuevas necesidades derivadas del crecimiento urbano y de las dinámicas propias del sector

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Política nacional de movilidad urbana y regional*. <https://www.dnp.gov.co>
- Litman, T. (2021). *Evaluating transportation equity: Guidance for incorporating distributional impacts in transportation planning*. Victoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/equity.pdf>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2022). *Política nacional de movilidad urbana y regional*. <https://www.mintransporte.gov.co>
- ONU-Hábitat. (2020). *World Cities Report 2020: The value of sustainable urbanization*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2012). *City cycling*. MIT Press.
- Vuchic, V. R. (2007). *Urban transit systems and technology*. John Wiley & Sons.
- Banister, D. (2008). *The sustainable mobility paradigm*. Transport Policy, 15(2), 73–80.
- , R. (2013). *Transport infrastructure and the environment in developing countries*. Annual Review of Environment and Resources, 38, 203–228.
- Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Washington, DC: Island Press.
- Hidalgo, D., & Gutiérrez, L. (2013). *BRT and BHLS around the world: Explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding*. Research in Transportation Economics, 39(1), 8–13.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). *Movilidad urbana sostenible en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2020). *Plan Integral de Movilidad del Valle de Aburrá*. Medellín, Colombia.