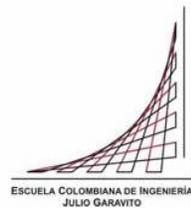


Maestría en Ingeniería Civil

Lineamientos para optimizar la infraestructura vial existente para el uso de peatones y ciclistas y brindar una condición de movilidad segura a estos usuarios en el Municipio de Cajicá, Cundinamarca. Caso de estudio: Carrera 6 entre Calle 9 y puente peatonal La Bajada.

Ing. Ana María Sánchez Llanos

Bogotá, D.C., 20 de octubre de 2023

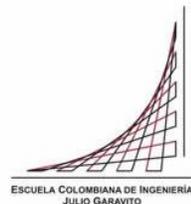


Lineamientos para optimizar la infraestructura vial existente para el uso de peatones y ciclistas y brindar una condición de movilidad segura a estos usuarios en el Municipio de Cajicá, Cundinamarca. Caso de estudio: Carrera 6 entre Calle 9 y puente peatonal La Bajada.

Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con énfasis en Tránsito y Transporte

Ing. Maritza Cecilia Villamizar Ropero
Directora

Bogotá, D.C., 20 de octubre de 2023



La tesis de maestría titulada “Lineamientos para optimizar la infraestructura vial existente para el uso de peatones y ciclistas y brindar una condición de movilidad segura a estos usuarios en el Municipio de Cajicá, Cundinamarca. Caso de estudio: Carrera 6 entre Calle 9 y puente peatonal La Bajada”, presentada por Ana María Sánchez Llanos, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Tránsito y Transporte.



Directora de la tesis

Ing. Maritza Cecilia Villamizar



Ing. M.Sc. Santiago Henao Pérez

Jurado



Ing. M.Sc. José Ignacio Nieto García

Jurado

Bogotá, D.C., 20 de octubre de 2023

Dedicatoria

A Dios primeramente por brindarme la sabiduría e inteligencia para culminar esta meta.

A mis padres por el apoyo constante y su gran amor.

A mi hermano por ser mi ejemplo a seguir.

A mi esposo por su comprensión, amor y apoyo incondicional.

Agradecimientos

A mi directora Ing. Maritza Cecilia Villamizar por brindarme su conocimiento y guía en la elaboración de este proyecto.

A la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito por su formación integral como profesional.

A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo en cualquier aspecto para la culminación de este proyecto.

RESUMEN

En Colombia a lo largo de los años el transporte se ha regido por el modo terrestre siendo este un medio de desarrollo del país en materia de economía e infraestructura, si bien es cierto, las vías son el medio de conexión entre las diferentes ciudades, pueblos y hasta otros países y gracias a ello se crea una economía de escala, también vemos como en Colombia actualmente se examinan los problemas de movilidad que fueron causados por el uso indiscriminado de vehículos motorizados, como son: la congestión, la contaminación, la accidentalidad, entre otros; problemas que se han originado debido a la falta de planeación inicial diseñando una infraestructura vial pensada para los vehículos y no para las personas.

Es así como durante los últimos años se han venido desarrollando guías, manuales y leyes que cambian la prioridad de este modo, dando la vuelta y haciendo punta de la pirámide los modos más vulnerables como son los peatones y ciclistas, por ello se ha buscado rediseñar las calles e implementar una movilidad sostenible.

En base a lo anterior, y teniendo en cuenta que muchas de las zonas pobladas cuentan con infraestructura vial existente pensada para los vehículos y por tanto con un gran desarrollo en torno a esta se elabora este proyecto, tomando como caso de estudio un tramo de la Carrera 6 del municipio de Cajicá, donde se establece como prioridad los peatones y ciclistas que hacen uso de este corredor y se evidencian las condiciones actuales de toda la infraestructura vial, además de presentar un diagnóstico del caso de estudio planteado en base a la revisión de los resultados y análisis y del marco teórico propuesto.

Con el desarrollo y resultado de esta investigación se establecen lineamientos específicos y generales para optimizar la infraestructura existente, mejorar las condiciones de movilidad y brindar una condición segura a los peatones y ciclistas, y finalmente plantear una serie de recomendaciones y conclusiones a nivel micro que puedan ser implementadas en otros municipios y a nivel macro en ciudades de Colombia.

Palabras Clave: Infraestructura vial, peatones, ciclistas.

ABSTRACT

Throughout the years, transportation in Colombia has been primarily focused on land, which has contributed to the country's economic and infrastructural development. The roads serve as a means connecting different cities, towns, and even other countries creating an economy of scale. However, we are currently facing mobility issues caused by the excessive use of motorized vehicles such as congestion, pollution, and accidents. These problems have arisen due to a lack of initial planning with infrastructure designed more for vehicles than for people.

Thus, over the past few years, guides, manuals, and laws have been developed to shift the priority of transportation modes, placing pedestrians and cyclists at the top of the pyramid. As a result, there has been a focus on redesigning streets and implementing sustainable mobility.

Based on the above and considering that many populated areas have existing road infrastructure designed for vehicles, this project was developed. It focuses on a section of Carrera 6th in the municipality of Cajicá, prioritizing pedestrians and cyclists who use this corridor. The project aims to assess the current conditions of the road infrastructure and develop a diagnosis based on the review of results, analysis, and proposed theoretical framework.

Based on the development and findings of this research, specific and general guidelines were established to optimize the existing infrastructure, improve mobility conditions, and ensure safety for pedestrians and cyclists. This study also presents a series of recommendations and conclusions at the micro level (municipality) that can be implemented in other municipalities and at the macro level in cities throughout Colombia.

Key Words: Road infrastructure, pedestrians, cyclists.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	14
OBJETIVOS	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos	16
1. MARCO TEÓRICO.....	17
1.1. Documentos técnicos, guías o manuales.....	17
1.1.1. Guía global de diseño de calles	17
1.1.2. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas	18
1.1.3. Cartilla de Andenes Bogotá D.C.	19
1.1.4. Manual de Señalización Vial.....	20
1.1.5. Ciclo–inclusión: Guía de principios técnicos para la implementación de infraestructura ciclo-inclusiva.....	21
1.1.6. Guía para la elaboración de un plan de seguridad vial del banco mundial a través del CTS EMBARQ México	22
1.2. Legislación colombiana para peatones y ciclistas.....	23
1.3. Artículos científicos	24
2. METODOLOGÍA	25
2.1. Revisión Bibliográfica.....	25
2.2. Trabajo de Campo - Recopilación de información	25
2.3. Análisis de la información.....	26
2.4. Elaboración de los lineamientos	26
3. SITUACIÓN ACTUAL	28
3.1. Caso de estudio.....	32
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	34
4.1. Infraestructura vial, de peatones y ciclistas.....	34
4.1.1. Malla vial	34
4.1.2. Señalización vial	63
4.1.3. Paraderos	75

4.1.4.	Infraestructura peatonal.....	80
4.1.5.	Parqueaderos vehiculares	85
4.1.6.	Conflictos de usuarios.....	87
5.	LINEAMIENTOS PARA OPTIMIZAR LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	92
5.1.	Lineamientos para infraestructura peatonal	93
5.2.	Lineamientos para infraestructura de bicisuarios.....	97
5.3.	Lineamientos específicos del caso de estudio.....	103
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cifras de fallecidos y lesionados en siniestros viales para Cundinamarca de los años 2018 a 2022.	30
Tabla 2. Cifras de fallecidos y lesionados del Municipio de Cajicá para los años 2020, 2021 y 2022.	31
Tabla 3. División del tramo del caso de estudio	35
Tabla 4. Tabla de atributos shape señalización horizontal	64
Tabla 5. Clasificación del ESTADO de la señalización horizontal	64
Tabla 6. Tabla de atributos shape señalización vertical	69
Tabla 7. Clasificación del ESTADO de la señalización vertical	70
Tabla 8. Composición de la señalización vertical de acuerdo con su estado	74
Tabla 9. Composición de la señalización vertical de acuerdo con su estado	74
Tabla 10. Composición de la señalización vertical de acuerdo con su clasificación	75
Tabla 11. Tabla de atributos shape paraderos	76
Tabla 12. Tabla de atributos shape infraestructura peatonal.....	80
Tabla 13. Tabla de atributos shape infraestructura peatonal.....	85
Tabla 14. Altura máxima de andén según NTC 4109.....	94
Tabla 15. Dimensiones y forma de las señales verticales	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Guía global de diseño de calles	17
Figura 2. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas	18
Figura 3. Cartilla de Andenes Bogotá D.C.	19
Figura 4. Manual de Señalización Vial 2015	20
Figura 5. Ciclo–inclusión	21
Figura 6. Guía para la elaboración de un plan urbano de seguridad vial.....	22
Figura 7. Diagrama metodológico	27
Figura 8. Localización municipio de Cajicá	28
Figura 9. Distribución de la población del Municipio de Cajicá por edad y sexo.	29
Figura 10. Variación porcentual de cifras de fallecidos y lesionados en el periodo 2017-2022 por categoría de usuario en Cundinamarca.	30
Figura 11. Perfil vial de la carrera 6 según PBOT, Cajicá	32
Figura 12. Carrera 6 con calle 4, Cajicá.	33
Figura 13. División del tramo del caso de estudio.	35
Figura 14. Tramo 1: desde calle 9 hasta calle 8	36
Figura 15. estado actual tramo 1	37
Figura 16. Sección transversal tramo 1.....	37
Figura 17. Tramo 2: desde calle 8 hasta calle 7	38
Figura 18. estado actual tramo 2	39
Figura 19. Sección transversal tramo 2.....	39
Figura 20. Tramo 3: desde calle 7 hasta calle 6a.....	40
Figura 21. estado actual tramo 3	41
Figura 22. Sección transversal tramo 3.....	41
Figura 23. Tramo 4: desde calle 6a hasta calle 6.....	42
Figura 24. estado actual tramo 4	43
Figura 25. Sección transversal tramo 4.....	43
Figura 26. Tramo 5: desde calle 6 hasta calle 5a.....	44
Figura 27. estado actual tramo 5	45
Figura 28. Sección transversal tramo 5.....	45
Figura 29. Tramo 6: desde calle 5a hasta calle 5.....	46
Figura 30. estado actual tramo 6	47
Figura 31. Sección transversal tramo 6.....	47
Figura 32. Tramo 7: desde calle 5 hasta calle 4a.....	48
Figura 33. estado actual tramo 7	49
Figura 34. Sección transversal tramo 7.....	49
Figura 35. Tramo 8: desde calle 4a hasta calle 4.....	50
Figura 36. estado actual tramo 8	51
Figura 37. Sección transversal tramo 8.....	51
Figura 38. Tramo 9: desde calle 4 hasta calle 3.....	52
Figura 39. estado actual tramo 9	53

Figura 40. Sección transversal tramo 9.....	53
Figura 41. Tramo 10: desde calle 3 hasta calle 2.....	54
Figura 42. estado actual tramo 10.....	55
Figura 43. Sección transversal tramo 10.....	55
Figura 44. Tramo 11: desde calle 2 hasta calle 1.....	56
Figura 45. estado actual tramo 11.....	57
Figura 46. Sección transversal tramo 11.....	57
Figura 47. Tramo 12: desde calle 1 hasta calle 1 sur.....	58
Figura 48. estado actual tramo 12.....	59
Figura 49. Sección transversal tramo 12.....	59
Figura 50. Tramo 13: desde calle 1 sur hasta calle 2 sur.....	60
Figura 51. estado actual tramo 13.....	61
Figura 52. Sección transversal tramo 13.....	61
Figura 53. Tramo 14: desde calle 2 sur hasta puente peatonal la bajada.....	62
Figura 54. estado actual tramo 13.....	63
Figura 55. Sección transversal tramo 14.....	63
Figura 56. Estado señalización horizontal – Tramo 1 y 2.....	65
Figura 57. Estado señalización horizontal – Tramo 3 y 4.....	65
Figura 58. Estado señalización horizontal – Tramo 5 y 6.....	66
Figura 59. Estado señalización horizontal – Tramo 7 y 8.....	66
Figura 60. Estado señalización horizontal – Tramo 9 y 10.....	67
Figura 61. Estado señalización horizontal – Tramo 11 y 12.....	67
Figura 62. Estado señalización horizontal – Tramo 13 y 14.....	68
Figura 63. Señalización horizontal vía y ciclorruta – Carrera 6.....	69
Figura 64. Estado señalización vertical – Tramos 1 al 5.....	71
Figura 65. Estado señalización vertical – Tramos 6 al 10.....	71
Figura 66. Estado señalización vertical – Tramos 11 al 14.....	72
Figura 67. Clasificación señalización vertical – Tramos 1 al 5.....	72
Figura 68. Clasificación señalización vertical – Tramos 6 al 10.....	73
Figura 69. Clasificación señalización vertical – Tramos 11 al 14.....	73
Figura 70. Señalización vertical vía y ciclorruta – Carrera 6.....	75
Figura 71. Mapa paraderos – presencia de mobiliario de espera.....	77
Figura 72. Mapa paraderos – presencia de señalización vertical.....	77
Figura 73. Mapa paraderos – presencia de señalización horizontal.....	78
Figura 74. Estado actual mobiliario de espera en paradero.....	79
Figura 75. Infraestructura peatonal – Presencia de rampa vehicular.....	81
Figura 76. Infraestructura peatonal – Presencia de rampa peatonal.....	81
Figura 77. Infraestructura peatonal – Presencia de rampa ciclorruta.....	82
Figura 78. Infraestructura peatonal – Presencia de loseta guía.....	82
Figura 79. Infraestructura peatonal – Presencia de obstáculos.....	83
Figura 80. Estado actual infraestructura peatonal – costado oriente.....	84
Figura 81. Estado actual infraestructura peatonal – costado occidente.....	85

Figura 82. Paraderos vehiculares	86
Figura 83. Imagen de referencia de conflicto	87
Figura 84. Imagen de referencia de conflicto	87
Figura 85. Imagen de referencia de conflicto	88
Figura 86. Imagen de referencia de conflicto	88
Figura 87. Imagen de referencia de conflicto	88
Figura 88. Imagen de referencia de conflicto	88
Figura 89. Imagen de referencia de conflicto	89
Figura 90. Imagen de referencia de conflicto	89
Figura 91. Imagen de referencia de conflicto	89
Figura 92. Imagen de referencia de conflicto	89
Figura 93. Imagen de referencia de conflicto	90
Figura 94. Imagen de referencia de conflicto	90
Figura 95. Imagen de referencia de conflicto	90
Figura 96. Imagen de referencia de conflicto	90
Figura 97. Imagen de referencia de conflicto	91
Figura 98. Imagen de referencia de conflicto	91
Figura 99. Prelación de modos de transporte	92
Figura 100. Requerimientos de espacio para peatones	93
Figura 101. Ubicación de superficies podotáctiles en andenes	94
Figura 102. Modelo vado peatonal.....	95
Figura 103. Ubicación de señales verticales en andén y/o ciclorruta	96
Figura 104. Demarcación horizontal en cruces peatonales	96
Figura 105. Señalización de paradero de transporte público.....	97
Figura 106. Mobiliario de espera en paraderos.....	97
Figura 107. Ciclobanda unidireccional sobre andén.....	98
Figura 108. Dimensiones básicas del ciclista y espacios de resguardo	98
Figura 109. Franja de ciclorruta a nivel de andén (FCA) y franja de paisajismo y mobiliario (FPM)	99
Figura 110. Ciclobanda en andén con paso para bicicletas sin desvío	100
Figura 111. Señales reglamentarias para ciclorrutas	101
Figura 112. Señales preventivas para ciclorrutas.....	101
Figura 113. Señales informativas para ciclorrutas.....	102
Figura 114. Líneas de demarcación horizontal de ciclorruta	103
Figura 115. Sección transversal propuesta para el tramo del caso de estudio	104
Figura 116. Diseño en planta propuesta para el tramo del caso de estudio	105

INTRODUCCIÓN

“La movilidad segura, es aquella que garantiza las interacciones generadas entre el tránsito, transporte y el desplazamiento de las personas en el espacio público previniendo la mortalidad por siniestros viales” (MinTransporte, 2019). Actualmente en Colombia se han venido desarrollando estudios e indicadores de los índices de accidentalidad y siniestros viales de los diferentes usuarios de la vía, así lo hace la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV), sin embargo, como se presenta más adelante las cifras de fallecidos y lesionados han aumentado en el municipio de Cajicá y en general en el país, lo que ha llevado a que se refuercen medidas como leyes y sanciones para mitigar esta situación.

La infraestructura vial en Colombia se ha enfocado por muchos años en realizar más vías para los vehículos automotores, creyendo que esto mejorará las condiciones que muchas veces se presentan en estas, como: la congestión y accidentalidad, es así, que se ha dejado en último lugar a los peatones y ciclistas restando importancia a la infraestructura que deben utilizar y que en muchas ocasiones no es adecuada siendo así un obstáculo más para los usuarios incluidas personas con movilidad reducida, además de que el uso excesivo de los vehículos han llevado a mayor contaminación y por tanto ha desmejorado la calidad de vida de la población.

Cajicá es un municipio donde se cuentan con muchos usuarios en bicicleta, siendo así, que se han implementado rutas con infraestructura exclusiva para ellos, además de que su zona urbana cuenta con un área pequeña, lo que permite que los recorridos se generen a pie o en bicicleta, además con el crecimiento de la población se ha evidenciado el mayor uso de vehículos particulares generando problemas de movilidad; por lo cual se debe desincentivar el uso de los vehículos automotores y optimizar la infraestructura existente, cambiando el diseño tradicional con prelación en los vehículos y dando prioridad a los usuarios más vulnerables como peatón y ciclista para que la mayoría de los viajes de la población se realicen en estos medios y de forma segura.

El tramo establecido como caso de estudio y como se expondrá en el capítulo 4 de resultados y análisis, es la vía principal de acceso al municipio de Cajicá conocida como la carrera 6, en la cual se presenta un alto flujo de vehículos en su mayoría de transporte público tanto interno del municipio (veredal) como de otros municipios (intermunicipal) y vehículos de carga de hasta 5 toneladas. Además de esto a lo largo de este tramo se

encuentran diferentes centros atractores como colegios, Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), restaurantes, y en su mayoría almacenes de comercio; lo cual ha convertido esta vía de difícil acceso en horario pico, aumentando la congestión y desmejorando el nivel de servicio de la infraestructura.

Además, paralelo a la vía y en ambos costados se cuenta con infraestructura peatonal, y solo al costado occidental infraestructura para ciclistas, sin embargo, según como se mencionaba anteriormente, esta vía principal no solo cuenta con una alta afluencia vehicular sino de peatones y ciclistas, debido al mayor aumento en la población del municipio y con el significativo tránsito de ciclistas de personas que se movilizan diariamente en este medio con conexión a trabajos, colegios y hogares, lo cual ha evidenciado que la infraestructura existente no es adecuada y suficiente para las condiciones actuales lo que ha generado inseguridad y accidentalidad de estos usuarios.

Por último, se detalla a continuación el contenido del presente documento: como primero se exponen los objetivos planteados para el desarrollo del trabajo, general y específicos; seguido se presenta un breve resumen de las fuentes bibliográficas y la revisión el estado del arte como guías, manuales, artículos y legislación actual colombiana que contiene el tema de la infraestructura peatonal y ciclistas y por tanto seguridad vial para estos; posteriormente se presenta la metodología aplicada y las etapas del desarrollo del trabajo; se continúa con una descripción de la situación actual del municipio de Cajicá y del tramo caso de estudio; continuando con todo el detalle de resultados y análisis obtenidos que permiten el desarrollo de lo seguido que son los lineamientos para optimizar la infraestructura existente; y con ello presentar conclusiones y recomendaciones, y, terminar con la bibliografía utilizada en todo el desarrollo de este trabajo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer lineamientos para optimizar la infraestructura vial existente para el uso de peatones y ciclistas y brindar una condición de movilidad segura a estos usuarios en el Municipio de Cajicá, Cundinamarca.

Objetivos específicos

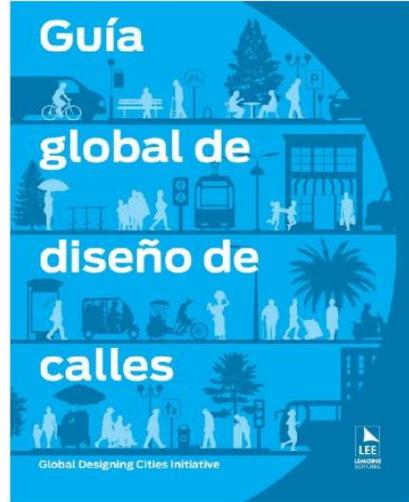
- Elaborar un diagnóstico de la infraestructura vial existente identificada a partir del tramo establecido como caso de estudio, enfocado a la infraestructura de peatones y ciclistas.
- Determinar los conflictos, limitaciones de la infraestructura vial existente y condiciones no seguras de circulación para peatones y ciclistas utilizando el tramo establecido como caso de estudio.
- Realizar el análisis de la información recopilada mediante el diagnóstico de la infraestructura vial y evidenciar las características presentes y ausentes de la infraestructura de peatones y ciclistas, establecidas a partir del tramo del caso de estudio.
- Generar lineamientos específicos para la infraestructura peatonal y de biciusuarios a partir de cambios en las características y diseño existente.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Documentos técnicos, guías o manuales

1.1.1. Guía global de diseño de calles

Figura 1. Guía global de diseño de calles



Fuente: Imagen recuperada de: <https://globaldesigningcities.org/publication/global-street-design-guide-es/>

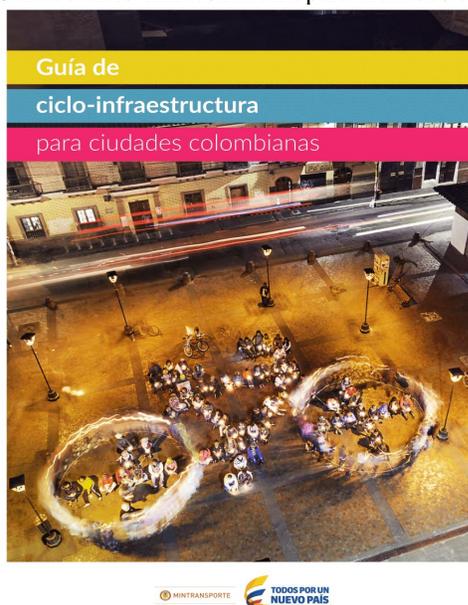
La guía global de diseño de calles, publicada en el año 2016 por la Asociación Nacional de Oficiales de Transporte (NACTO) establece lineamientos basados en diferentes contextos de distintos países para el diseño urbano de calles.

(...) establece una nueva referencia mundial para el diseño de calles urbanas. Al reconocer que las ciudades son lugares para las personas, la Guía cambia los parámetros de diseño de las calles urbanas desde el punto de vista típico de los desplazamientos y la seguridad de los automóviles, de manera que incluyan acceso, seguridad y movilidad para todos los usuarios, así como calidad ambiental, beneficio económico, mejoramiento del lugar, salud pública y calidad de vida en general. (...) Al tratar las calles como espacios públicos que integran diversas funciones y usos, la presente Guía ayudará a las ciudades a explotar el potencial de sus calles de manera que sean lugares seguros, accesibles y económicamente sostenibles. (NACTO, Global Designing Cities Initiative, 2016, pág. 18)

Por tanto, esta guía será de referencia para implementar técnicas y estrategias para el diseño de calles basado en las personas, en el caso principal de peatones y ciclistas donde se cuenta con una infraestructura existente, y adicionalmente transformando y/o rediseñando las calles existentes en sitios urbanos.

1.1.2. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas

Figura 2. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

La guía global de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, publicada en el año 2016 por el Ministerio de Transporte de Colombia dispone de lineamientos de diseño para la inclusión de bicicletas en las ciudades, proporciona soluciones de diseño y herramientas para la implementación de infraestructura para bicicletas; así como ejemplos implementados en algunas ciudades para mejorar la circulación de los ciclistas.

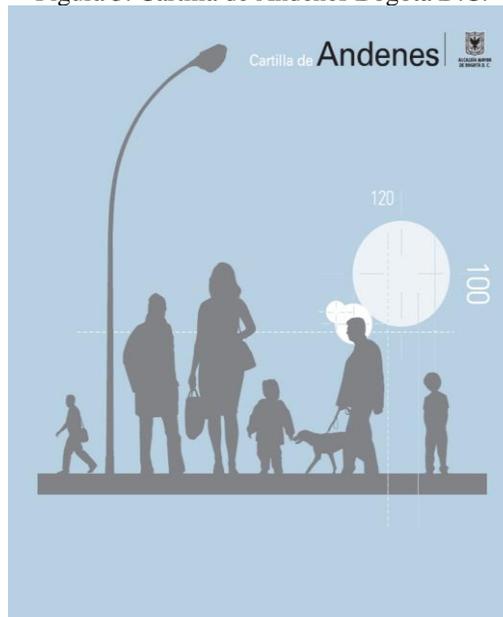
Esta guía presenta recomendaciones de diseño de infraestructura para incluir a las bicicletas de manera adecuada en las políticas urbanas y facilitar el desplazamiento equitativo, seguro y eficiente en ese modo de transporte. Al reconocer las diferentes condiciones urbanísticas, topográficas, climáticas o culturales de las ciudades

colombianas, la guía no busca dar soluciones definitivas, sino ofrecer recomendaciones y lineamientos para que cada lugar decida cuál es la mejor manera de desarrollar su ciclo-infraestructura. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016, pág. 22)

Por lo cual, esta guía será de referencia en cuanto a los lineamientos básicos del diseño de infraestructura para los ciclistas, en aspectos como: fundamentos, diseño, señalización, entre otros; que permitirán conocer la implementación de esta infraestructura en otras ciudades del territorio de Colombia.

1.1.3. Cartilla de Andenes Bogotá D.C.

Figura 3. Cartilla de Andenes Bogotá D.C.



Fuente: Imagen recuperada de: <https://es.scribd.com/document/376837123/Cartilla-de-Andenes-Bogota>

La cartilla de andenes de Bogotá D.C, actualizada mediante Decreto 308 de 2018 por la Alcaldía de Bogotá, enuncia varios lineamientos de diseño para la infraestructura peatonal, es así, que la misma nos da una referencia de los espacios para la circulación segura de peatones, al igual, que, para la modificación, recuperación o reparación de los andenes, sus procesos constructivos y adicionalmente la prevalencia del peatón en el espacio público.

En esta cartilla se retoman los conceptos y lineamientos incorporados en versiones anteriores correspondiente al diseño de andenes y espacios peatonales. Sobre tres aspectos que han tomado relevancia especial en la política pública durante los años recientes: (i) La accesibilidad universal a los espacios y edificaciones de uso público, (ii) las acciones de ecourbanismo y construcción sostenible en el contexto de la mitigación y adaptación de la ciudad a los efectos del cambio climático y (iii) la prevalencia del peatón en el tránsito y el uso del espacio público con respecto a otros modos de transporte y otros usos. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018, pág. 3)

1.1.4. Manual de Señalización Vial

Figura 4. Manual de Señalización Vial 2015



Fuente: Manual de Señalización Vial. Ministerio de Transporte de Colombia, 2015.

El manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, publicado en el año 2015 por el Ministerio de Transporte de Colombia recopila los diferentes tipos de dispositivos de regulación del tránsito en el país con el propósito de dar cumplimiento a las normas y unificar la señalización vial en todo el territorio nacional.

(...) contiene los aspectos administrativos y técnicos, un material de consulta para los distintos actores del tránsito al momento de utilizar las vías públicas o privadas que están abiertas al público, entre ellas las autopistas, vías expresas, calles,

carreteras, motorutas, ciclorrutas y vías peatonales del país. (...) en este Manual se establecen también los criterios y los lineamientos técnicos para el diseño, construcción, ubicación, instalación, uso, mantenimiento, conservación y aplicación de los distintos dispositivos para la regulación del tránsito en las autopistas, vías expresas, calles, carreteras, motorutas, ciclorrutas y vías peatonales. (Ministerio de Transporte, 2015, pág. 3)

Es así, que nos enfocaremos en el capítulo 6, correspondiente a la señalización de ciclorrutas, moto vías y vías peatonales, para revisar la normativa que se tiene al respecto de la infraestructura de peatones y ciclistas.

1.1.5. Ciclo–inclusión: Guía de principios técnicos para la implementación de infraestructura ciclo-inclusiva

Figura 5. Ciclo–inclusión



Fuente: Imagen recuperada de: <https://www.despacio.org/portfolio/guia-infraestructura-ciclo-inclusiva-panama/>

La Guía de principios técnicos para la implementación de infraestructura ciclo-inclusiva en Panamá, publicada en el año 2021 por Panamá en Bici expone el contexto actual de una ciudad teniendo en cuenta las diversas situaciones mundiales que se viven hoy en día, como la contaminación y la pandemia, el cual

promueve el uso de la bicicleta como el medio de transporte a través de infraestructura que garantice la seguridad y comodidad en los desplazamientos.

(...) con el fin avanzar en el camino correcto para la implementación de infraestructura ciclista de calidad, Panamá en Bici con el apoyo de Despacio.org, ha elaborado este “Documento de lineamientos técnicos para la implementación de infraestructura ciclo-inclusiva en Panamá”, el cual se convertirá en la semilla y herramienta clave para que los actores interesados, tanto técnicos como promotores de la bicicleta, conozcan los fundamentos y criterios clave para la planeación y diseño de vías amigables para moverse en bicicleta. (Panamá en Bici, 2021, pág. 11)

De acuerdo a esto, este documento nos entrega lineamientos generales de la ciclo-inclusión como un medio de transporte urbano, estableciendo principios de planeación y diseño de la ciclo-infraestructura y por tanto una guía para el trabajo propuesto.

1.1.6. Guía para la elaboración de un plan de seguridad vial del banco mundial a través del CTS EMBARQ México

Figura 6. Guía para la elaboración de un plan urbano de seguridad vial



Fuente: Imagen recuperada de:

https://ansv.gov.co/sites/default/files/Documentos/Observatorio/Biblioteca/Guia_elaboracion_Plan_Urbano_SV.pdf

La Guía para la elaboración de un plan urbano de seguridad vial (México), publicada por el Banco Mundial y CTS EMBARQ México, tiene como objetivo brindar acciones que estén orientadas a implementar la seguridad vial de todos los usuarios de la vía, especialmente los vulnerables como peatones y ciclistas.

Adicionalmente, se enfoca en los municipios y áreas urbanas, brindando así una serie de etapas a evaluar y revisar por las autoridades correspondientes para promover la movilidad segura.

Esta guía está diseñada para servir como un documento de referencia para la implementación de acciones coordinadas dentro de un plan de seguridad vial a nivel local.

En ella se describen los pasos a seguir para tomar decisiones eficaces y eficientes que mejoren la seguridad vial a nivel ciudad.

De igual forma, la guía puede servir como referencia para caracterizar la situación de seguridad vial en un área urbana y verificar si las políticas que se están implementando tienen el resultado esperado. (Banco Mundial, CTS EMBARQ México, pág. 12)

1.2. Legislación colombiana para peatones y ciclistas

Ley 769 de 2002, Código Nacional del Tránsito Terrestre: Rige el comportamiento de los diferentes actores en la vía.

Peatones: Título III – Normas de comportamiento. Capítulo II – Peatones, en el cual se establecen: Artículo 57. Circulación peatonal, Artículo 58. Prohibiciones a los peatones y Artículo 59. Limitaciones a peatones especiales.

Ciclistas: Título III – Normas de comportamiento. Capítulo V – Ciclistas y motociclistas, en el cual se establecen: Artículo 94. Normas generales para bicicletas, triciclos, motocicletas, motociclos y mototriciclos y Artículo 95. Normas específicas para bicicletas y triciclos. (Ley 769, 2002)

Ley 1503 de 2011, por la cual se promueve la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguros en la vía y se dictan otras disposiciones.

Ley 1811 de 2016, por la cual se otorgan incentivos para promover el uso de la bicicleta en el territorio nacional y se modifica el Código Nacional de Tránsito.

“En el Art 63° Ley 1811 se expresa que los conductores de vehículos deben respetar los derechos y la integridad de los peatones y ciclistas, dándoles preferencia en la vía. Igualmente, los biciusuarios deben dar prioridad a los peatones.”

1.3. Artículos científicos

Los sistemas peatonales como sistemas de transporte, artículo publicado en noviembre del año 2014 por la Revista Científica, en el cual expone:

(...) la concepción formal de los sistemas peatonales que permite concebirlos como un sistema de transporte que hace parte de los sistemas de movilidad de las ciudades, se identifican los componentes e interrelaciones que se deben tener en cuenta para su análisis y que pueden servir como base para su planeación e investigación. (Álvarez, Méndez, & Martins, 2014, pág. 54)

Las ciclovías, la movilización de las personas y su salud, artículo publicado en el año 2021 por Economía y negocios, revista de la escuela profesional de ingeniería comercial del Perú, en el cual se exhibe el problema del parque automotor en Perú, por lo cual, las ciclovías surgen como solución a la movilidad.

(...) las ciclovías surgen como una solución, debido a que contribuyen al desarrollo articulado de la infraestructura urbana, que debiera estar acorde con las necesidades sociales y avances tecnológicos. Se utilizó el método deductivo, ya que se observó la realidad y se trata de dar una solución alternativa al incremento desmedido del parque automotor. Entre los resultados inmediatos se verá el incremento del uso de las bicicletas y la mejora de la calidad de vida, reflejada en la salud de la población. (Linares , 2021, pág. 76)

2. METODOLOGÍA

2.1. Revisión Bibliográfica

En primer lugar, se realizó la revisión del estado del arte en cuanto a guías, artículos, manuales, lineamientos y artículos científicos relacionados con la infraestructura peatonal y de biciusuarios; además se verificó la normatividad de Colombia respecto al diseño de la infraestructura para peatones y ciclistas que se encuentra vigente a la fecha.

2.2. Trabajo de Campo - Recopilación de información

Seguido de la revisión bibliográfica y estado del arte, se realizó una visita previa al tramo del caso de estudio, de la cual se establecieron tramos cortos para un análisis detallado posterior, adicionalmente se efectuó la recopilación de información mediante trabajo de campo, toma de medidas, registros fotográficos y ubicación de coordenadas lo cual se ejecutó entre el 14 de enero al 27 de enero de 2023, se realizó una inspección profunda centrada en la infraestructura vial como para la infraestructura de peatones y ciclistas, es así, que se revisaron las condiciones presentes, limitadas o insuficientes, haciendo énfasis en los andenes y ciclorruta, realizando una caracterización de las zonas de paraderos, señalización vertical y horizontal, estacionamientos y estado de la infraestructura peatonal y ciclorruta; lo anterior para posterior análisis.

También se realizó una revisión en sitio de las condiciones externas, como usos de suelo y centros atractores de la zona directa objeto de estudio y las condiciones de conflicto o inseguras para la circulación de peatones y ciclistas, evaluando la interacción entre los diferentes actores de la vía y los diferentes medios de transporte, así como el espacio urbano donde se presenten complicaciones entre los usuarios, su área de influencia y características externas como zonas de parqueo, bici-parqueaderos, entre otras.

2.3. Análisis de la información

Una vez recopilada toda la información anterior, se organizó a través de un inventario (tablas de Excel), el cual presenta las características evidenciadas, atributos y coordenadas de la infraestructura vial, de peatones y ciclistas objeto del estudio y de las condiciones externas encontradas en la zona.

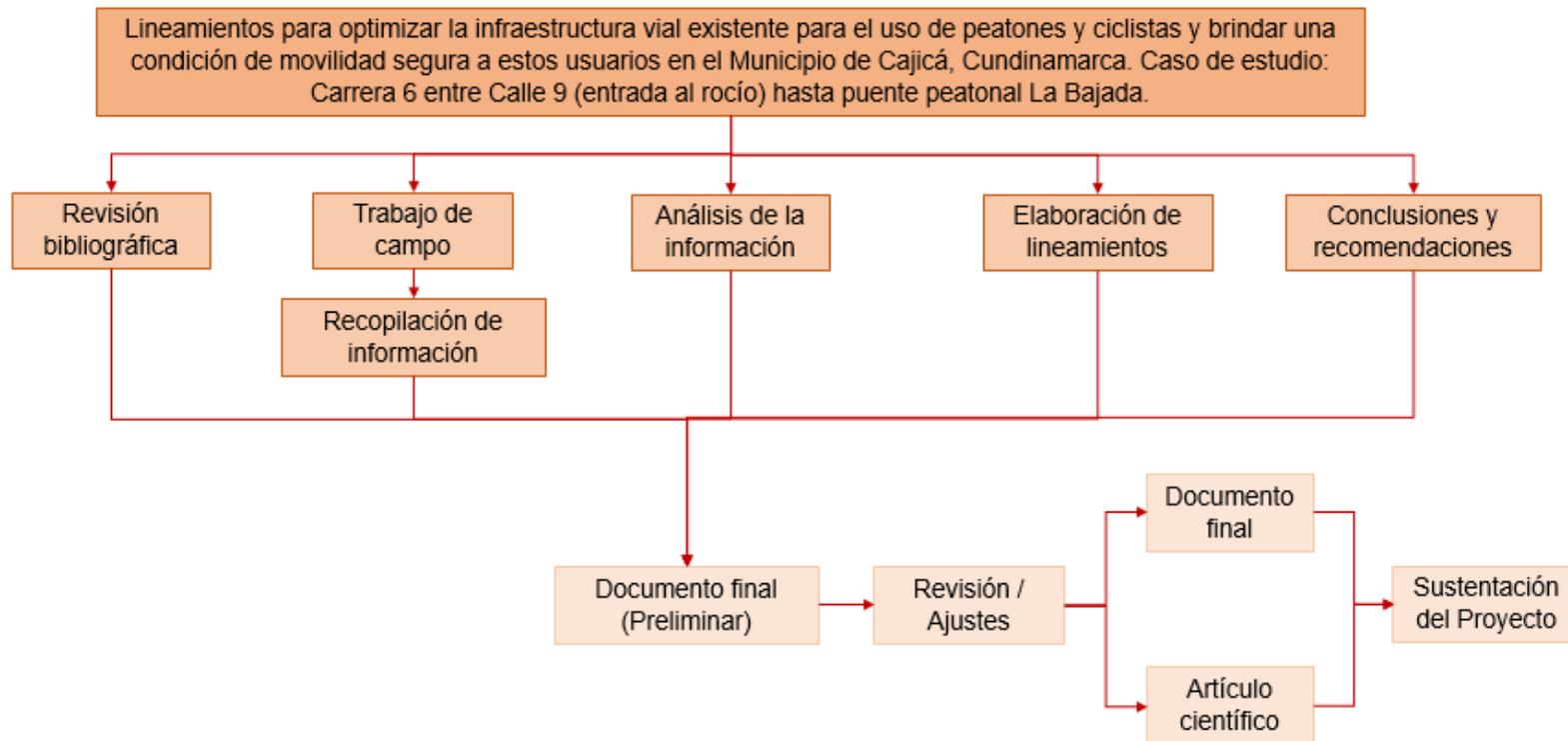
Posteriormente con la información estructurada en bases de datos, se crearon archivos Shape por medio del software de ArcGIS, se realizaron tablas de atributos y la elaboración de mapas de las condiciones encontradas, para georreferenciar y analizar el área de influencia del sector en el tramo de estudio.

2.4. Elaboración de los lineamientos

Con base en la información obtenida de las fases anteriores, se evaluaron las condiciones existentes de la infraestructura de peatones y biciusuarios, además de la infraestructura vial, revisando las características existentes y deficientes, como prelación de los peatones y biciusuarios además de los espacios habilitados para el tránsito de todos los actores viales, lo anterior con el fin de llevar a cabo un análisis eficaz y de esta manera determinar lineamientos específicos y generales que permitan la optimización de la infraestructura vial existente para el uso de estos usuarios y brindar una condición de movilidad segura a estos usuarios en el caso de estudio del Municipio de Cajicá a partir de cambios en las características y diseño que propendan por evitar conflictos entre todos los usuarios viales.

Es así, que, en base a lo anterior, se plantea un diagrama metodológico general con las diferentes etapas para la elaboración y culminación del proyecto de grado en la figura 7.

Figura 7. Diagrama metodológico

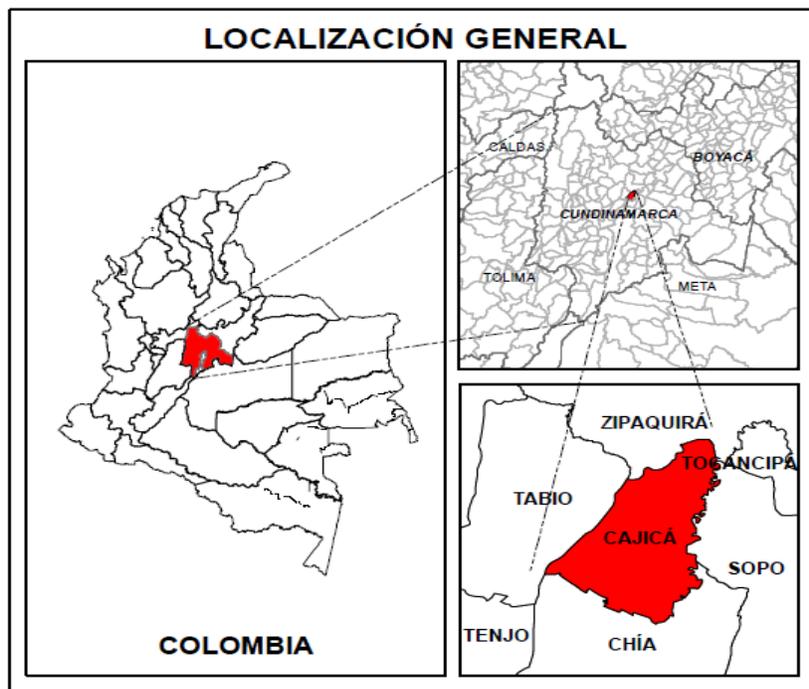


Fuente: Elaboración propia

3. SITUACIÓN ACTUAL

El Municipio de Cajicá, se encuentra ubicado en el Departamento de Cundinamarca, con una extensión de 53 Km², el municipio de Cajicá se localiza en La Sabana de Bogotá, al norte del Distrito Capital, en la provincia Sabana Centro, a una distancia de 39 km de Bogotá y a una altitud de 2.598 msnm. Limita por el norte con el municipio de Zipaquirá; por el sur con el municipio de Chía; por el occidente con el municipio de Tabio y por el oriente, con el municipio de Sopó. (Alcaldía Municipal de Cajicá, 2023)

Figura 8. Localización municipio de Cajicá

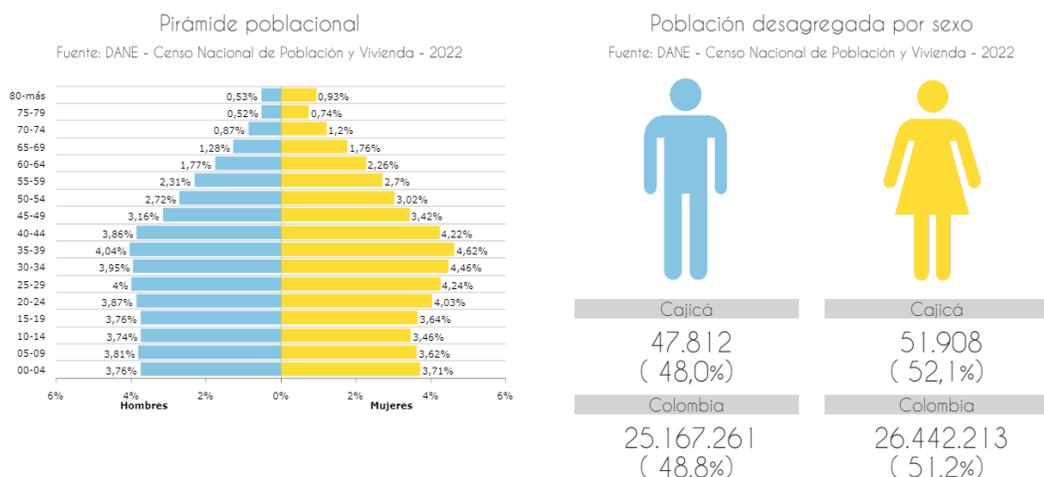


Fuente: PBOT del municipio de Cajicá, Mapa N° CG – 05-DIVISIÓN POLÍTICA RURAL
Recuperado de: <https://cajica.gov.co/plan-de-ordenamiento/>

Se ha evidenciado que durante los últimos años, la población de sabana centro ha tenido un crecimiento poblacional bastante importante debido a su cercanía con la ciudad de Bogotá teniendo en cuenta que muchas de ellas son denominadas “ciudades dormitorio”, es decir, la población que reside en dichos Municipios no labora allí mismo sino principalmente en la capital lo que genera un aumento en los viajes y tiempos de

desplazamientos de dichas personas; es así, como se evidencia que Cajicá tuvo un crecimiento poblacional del 78.67% del año 2005 al año 2018 (Cigüenza Riaño, 2019) y teniendo en cuenta las proyecciones de población del DANE para el año 2022 la población total actual es de 99.720 habitantes (DANE, 2022), lo que evidencia el constante aumento de la población.

Figura 9. Distribución de la población del Municipio de Cajicá por edad y sexo.



Fuente: DANE - Censo Nacional de Población y Vivienda – 2022. Recuperado de: <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/25126>

Actualmente, la densidad de dicha población ha llevado al desarrollo urbano acelerado, no solo en su cabecera municipal sino en su zona rural, por lo que así mismo, la infraestructura vial ha sido más demandada por todos los usuarios. Por lo general y como se ha concebido la infraestructura vial, se ha priorizado el espacio para el transporte motorizado, es así, como nos enfrentamos a la problemática actual, cuando nos encontramos con espacios inadecuados para el tránsito de peatones y ciclistas o sencillamente no existe el espacio para el transporte no motorizado.

Según información de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, la cual generó el reporte y estadísticas de fallecidos y lesionados en siniestros viales a través del Observatorio Nacional de Seguridad Vial (ONSV) a nivel nacional, departamental y municipal; en el último boletín estadístico de Cundinamarca presentado para el año 2022 se presenta una serie histórica con la cifra promedio anual de fallecidos y lesionados de acuerdo a la información procesada por el ONSV; como se muestra en la Tabla 1, para el Departamento de

Cundinamarca se observa un crecimiento progresivo durante los años 2018 a 2022 en las cifras de fallecidos y lesionados en siniestros viales, a excepción del año 2020 teniendo en cuenta que dicho año fue atípico debido a la contingencia vivida a nivel mundial por la pandemia generada por el COVID-19. Adicionalmente y como se reporta en la figura 10. Variación porcentual de cifras de fallecidos y lesionados en el periodo 2017-2022 por categoría de usuario en Cundinamarca, para las categorías de usuario bicicleta y peatón se evidencia un aumento en las cifras reportadas de personas fallecidas y lesionadas en siniestros viales para el departamento de Cundinamarca.

Tabla 1. Cifras de fallecidos y lesionados en siniestros viales para Cundinamarca de los años 2018 a 2022.

Cifras de fallecidos y lesionados en Cundinamarca					
Año	2018	2019	2020	2021	2022
Total fallecidos	439	476	333	492	519
Total lesionados	1.922	1.938	995	1.451	2.431

Fuente: Elaboración propia a partir del Boletín Estadístico de Cundinamarca 2022 - ANSV.

Figura 10. Variación porcentual de cifras de fallecidos y lesionados en el periodo 2017-2022 por categoría de usuario en Cundinamarca.



Fuente: ANSV – Boletín Estadístico de Cundinamarca. Recuperado de: https://ansv.gov.co/sites/default/files/2023-03/Boletin_Cundinamarca_diciembre_2022.pdf

La información anterior, es la más actualizada para el Departamento de Cundinamarca; esta base de datos se encuentra completa y es confiable de acuerdo a las cifras de

fallecidos y lesionados en siniestros viales publicado por la Agencia Nacional de Seguridad Vial, por lo anterior, y aunque se encuentran algunas cifras del año 2023 para el Departamento de Cundinamarca y el Municipio de Cajicá, la misma aún no ha sido procesada y presentada formalmente en un boletín estadístico para el Departamento, es así, que para este caso solo se presenta la información del último boletín para Cundinamarca que presenta cifras de los años 2017 a 2022.

Tabla 2. Cifras de fallecidos y lesionados del Municipio de Cajicá para los años 2020, 2021 y 2022.

	Municipio	Casos 2020	Casos 2021	Casos 2022	Cambio 2022-2021	Cambio % 2022-2021
Fallecidos	Cajicá	2	9	14	5	55.55 %
Lesionados	Cajicá	74	86	105	19	22.09 %

Fuente: Elaboración propia a partir del Boletín Estadístico de Cundinamarca - ANSV.

De este mismo modo, revisando las cifras del boletín para el Municipio de Cajicá (Tabla 2), donde se reportan cifras de fallecidos y lesionados en siniestros viales de los años 2020, 2021 y 2022, y su cambio porcentual calculado para los dos últimos años (2021 y 2022), donde se toman las cifras de casos del 2022 menos las cifras del 2021, el cual nos indica el cambio y se divide entre la cifra de casos del año 2021, obteniendo el resultado de 55.55% para las cifras de fallecidos y 22.09% para las cifras de lesionados, lo cual indica un crecimiento directo en dichos siniestros; por ende, en base a esta información se exhibe la inseguridad a la que día a día se enfrentan todos los actores viales, principalmente los usuarios de bicicleta y peatones siendo estos los más vulnerables, por tanto, y teniendo en cuenta el caso de estudio en el Municipio de Cajicá, se deben brindar los espacios adecuados y suficientes para la circulación segura de todos los actores viales, primordialmente peatones y ciclistas dado que la infraestructura vial en los municipios es diseñada cumpliendo demandas de los vehículos automotores, haciendo limitada o insuficiente la infraestructura que es utilizada para los usuarios del transporte no motorizado.

Teniendo en cuenta lo anterior en temas de seguridad vial y la gran demanda que tiene la infraestructura vial por los vehículos motorizados, se debe propender por hacer atractivos y seguros los viajes en medios no motorizados, dado que las zonas urbanas son densas en población, por lo que cuenta con diferentes usos de suelo contiguos, como es su parte residencial, comercial, de servicios, etc. Y, por eso, los desplazamientos que deben realizar los peatones a dichos sitios son de menor tiempo y desplazamiento, sin embargo,

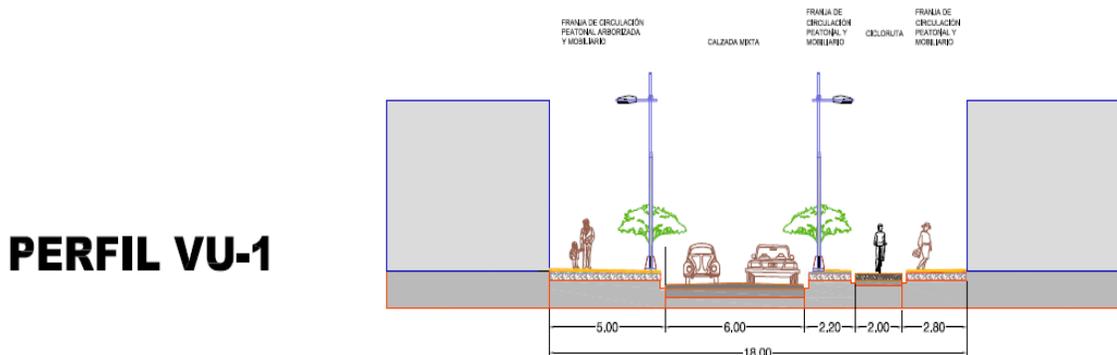
residentes y turistas optan por el transporte motorizado. Por lo cual, se encuentra conveniente cambiar las características de la infraestructura vial existente, brindando conectividad, accesibilidad y condiciones mínimas de circulación segura para peatones y ciclistas.

3.1. Caso de estudio

Se establece como caso de estudio la Carrera 6 entre Calle 9 hasta puente peatonal la Bajada del Municipio de Cajicá, en donde según el plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Cajicá, adoptado mediante acuerdo No. 16 de 2014, se establece que esta vía comprende una vía arterial, “la cual realiza conexión funcional a escala urbana e interconectan con sistemas viales rurales y regionales, clasificada como tipo de vía VU-1” (Municipio de Cajicá, 2014).

Es la vía principal de entrada al municipio y por la cual transitan las rutas de transporte público intermunicipal de los municipios vecinos, con una longitud de aproximadamente 1,2 Km, en su mayoría unidireccional sentido norte-sur, con una calzada de dos carriles, andenes y ciclorruta, adicionalmente es la composición de tráfico de uso de esta vía va desde los peatones, bicicletas, motocicletas, microbuses, colectivos, buses y vehículos pesados de hasta 2 ejes, es de mencionar que mediante Decreto No. 121 del 19 de septiembre de 2018 “Por el cual se establecen medidas de tránsito vehicular en vías urbanas y rurales, tendientes a garantizar la movilidad del municipio de Cajicá y se dictan otras disposiciones”, se restringe el tránsito de vehículos de carga superior a cinco (5) toneladas por las vías del municipio con sus excepciones.

Figura 11. Perfil vial de la carrera 6 según PBOT, Cajicá



Fuente: PBOT del municipio de Cajicá, Mapa N° CU – 09-PERFILES VIALES URBANOS Recuperado de: <https://cajica.gov.co/plan-de-ordenamiento/>

De acuerdo a lo anterior, se ha determinado que la vía más óptima para el desarrollo del trabajo es el caso de estudio presentado: Carrera 6 entre Calle 9 hasta puente peatonal La Bajada; basándose en las condiciones propuestas y actuales, figura 11 y 12 se evidencia una infraestructura vial completa, en la cual intervienen todos los usuarios (vehículos, peatones y ciclistas), adicionalmente es una vía principal para el Municipio, donde circula la mayor parte del transporte público municipal e intermunicipal, además su uso de suelo es principalmente el comercio; es por ello, que con este proyecto se pretende realizar una revisión y evaluación de la infraestructura vial actual y condiciones reales en el tramo del caso de estudio, y así, elaborar lineamientos generales que permitan optimizar la infraestructura vial existente para el uso de peatones y ciclistas y brindar una condición de movilidad segura a estos usuarios en el Municipio de Cajicá, Cundinamarca.

Figura 12. Carrera 6 con calle 4, Cajicá.



Fuente: Imagen tomada de Google Maps. (Fecha de imagen: abril 2019)

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Infraestructura vial, de peatones y ciclistas

De acuerdo con la caracterización realizada en el tramo del caso de estudio, se presenta a continuación las condiciones actuales y existentes que se presentan en la infraestructura vial, de peatones y bicicletas al momento de realizar la toma de datos.

4.1.1. Malla vial

Se realizó la inspección en sitio con toma de medidas, coordenadas y registro fotográfico realizado durante el periodo del 11 al 27 de enero de 2023; se recopiló la información necesaria y posteriormente se realizó el procesamiento de los datos para la elaboración de secciones transversales del tramo, el cual fue dividido en subtramos para un análisis más detallado.

El corredor del caso de estudio cuenta con una longitud aproximada de 1,2 Km con una calzada de dos carriles, en su mayoría unidireccional sentido norte-sur, cuenta con un acabado en pavimento flexible, al costado occidental se encuentra una ciclorruta en asfalto a nivel de andén y en este mismo costado un andén o zonas de servicio/circulación y al costado oriente un andén, adicionalmente se evidencian zonas carga y/o parqueo a lo largo del tramo en estudio y en ambos costados. Este corredor y sus zonas aledañas hacen parte de la zona urbana del municipio de Cajicá, donde las áreas de influencia están categorizadas en su mayoría como área comercial, en un menor porcentaje residencial y una pequeña parte dotacional según el PBOT del municipio establecido mediante Acuerdo No. 16 de 2014.

Como se mencionaba anteriormente, para realizar un análisis al detalle del tramo del caso de estudio “Carrera 6 entre Calle 9 hasta puente peatonal La Bajada”, se realizó una división de los tramos, como se muestra a continuación:

Tabla 3. División del tramo del caso de estudio

TRAMO	DESDE	HASTA
1	Calle 9	Calle 8
2	Calle 8	Calle 7
3	Calle 7	Calle 6a
4	Calle 6a	Calle 6
5	Calle 6	Calle 5a
6	Calle 5a	Calle 5
7	Calle 5	Calle 4a
8	Calle 4a	Calle 4
9	Calle 4	Calle 3
10	Calle 3	Calle 2
11	Calle 2	Calle 1
12	Calle 1	Calle 1 Sur
13	Calle 1 Sur	Calle 2 Sur
14	Calle 2 Sur	Puente Peatonal La Bajada

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. División del tramo del caso de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

4.1.1.1. Tramo 1: desde calle 9 hasta calle 8

Figura 14. Tramo 1: desde calle 9 hasta calle 8



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El primer tramo se encuentra ubicado entre la calle 9 y calle 8 como se observa en la figura 14; este tramo cuenta con dos carriles, sentido bidireccional sur-norte y norte-sur marcados en doble línea continua amarilla indicando que no se debe adelantar en ninguno de los dos sentidos, su tráfico es mixto en su mayoría se compone de buses intermunicipales o busetas que ingresan desde el norte al municipio de Cajicá provenientes de sectores ubicados hacia esa dirección como el barrio Capellanía y del municipio vecino de Zipaquirá que se dirigen hacia el centro del municipio o a la ciudad de Bogotá D.C.; desde este punto calle 9 inicia la infraestructura de biciusuarios, que se compone de una ciclorruta bidireccional al costado occidental a nivel de andén que dispone de señalización horizontal a lo largo de su longitud; adicionalmente este tramo cuenta con dos paraderos de transporte público, uno al costado occidente que dispone de banca en concreto como zona de espera y otro al costado oriente que no dispone de mobiliario sino de un espacio de bahía en el cual los vehículos se retiran de la vía para no interrumpir el tránsito, aunque usualmente este espacio es utilizado como parqueadero de vehículos particulares, lo que causa congestión vehicular en este punto en el ascenso y/o descenso de pasajeros de servicio público, sin embargo ambos paraderos se encuentran señalizados vertical y horizontalmente. El espacio peatonal existente al costado occidental se reduce por el área de la ciclorruta además de la franja de amoblamiento, lo cual solo deja un espacio variable de circulación entre el paramento de

las edificaciones y el borde de ciclorruta, al costado oriente se dispone de mayor espacio de circulación peatonal y un espacio como franja de amoblamiento y servicio.

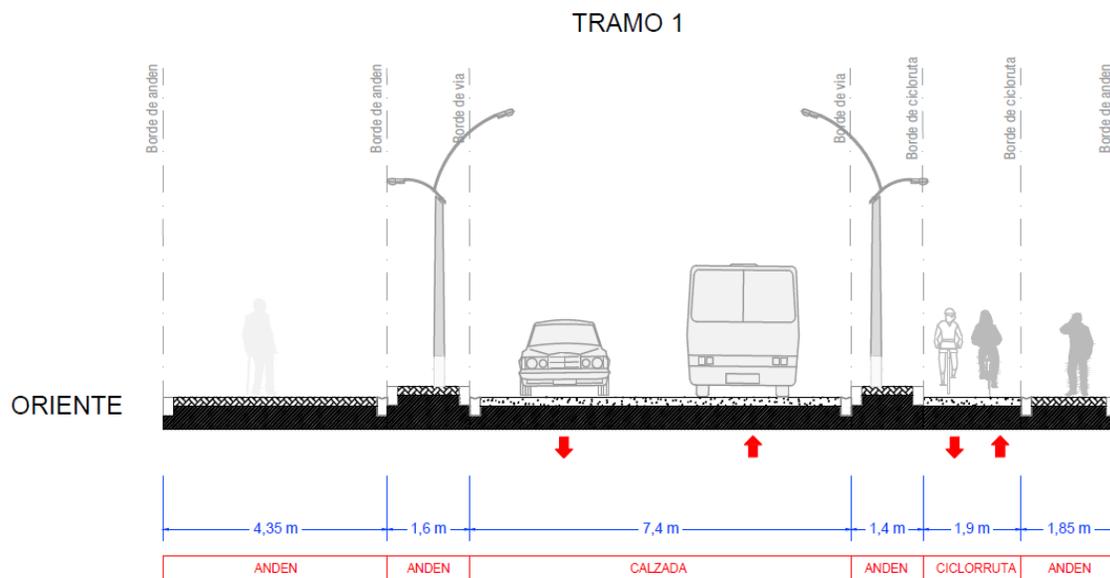
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 15), y en la figura 16 se presenta la sección transversal del tramo 1, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 15. Estado actual tramo 1



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 16. Sección transversal tramo 1



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Tramo 2: desde calle 8 hasta calle 7

Figura 17. Tramo 2: desde calle 8 hasta calle 7



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El segundo tramo se encuentra ubicado entre la calle 8 y calle 7 como se observa en la figura 17; este tramo es similar al tramo 1, dado que cuenta con dos carriles, sentido bidireccional sur-norte y norte-sur continuando con la demarcación en doble línea continua amarilla, además desde el cruce con la calle 7 hacia el norte su sentido es completamente bidireccional continuando con este sentido la vía se une con la ruta 45A, variante Cajicá-Zipacquirá vía departamental. Como en el tramo 1 el tráfico que transita allí se compone en su mayoría de buses intermunicipales o busetas que ingresan al municipio desde el oriente por la Calle 7 provenientes de sectores ubicados hacia esa dirección y del municipio Sopó que se dirigen hacia el centro del municipio, a municipios vecinos o a la ciudad de Bogotá D.C.; aquí continua la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta por el costado occidental al igual que en el tramo 1 está situada a nivel de andén, con señalización horizontal de sentido bidireccional, también el espacio peatonal existente en este costado se reduce primero por el área de la ciclorruta además de la franja de amoblamiento existente en este costado y segundo se encuentra una bahía de zona de descarga, según su señalización vertical; al costado oriente se dispone de mayor espacio de circulación peatonal y un espacio al borde de vía como franja de amoblamiento y servicio; y, hacia el

final del tramo cruce con la calle 7 tanto en la carrera 6 como en la calle 7 este tramo cuenta con semáforo vehicular y peatonal.

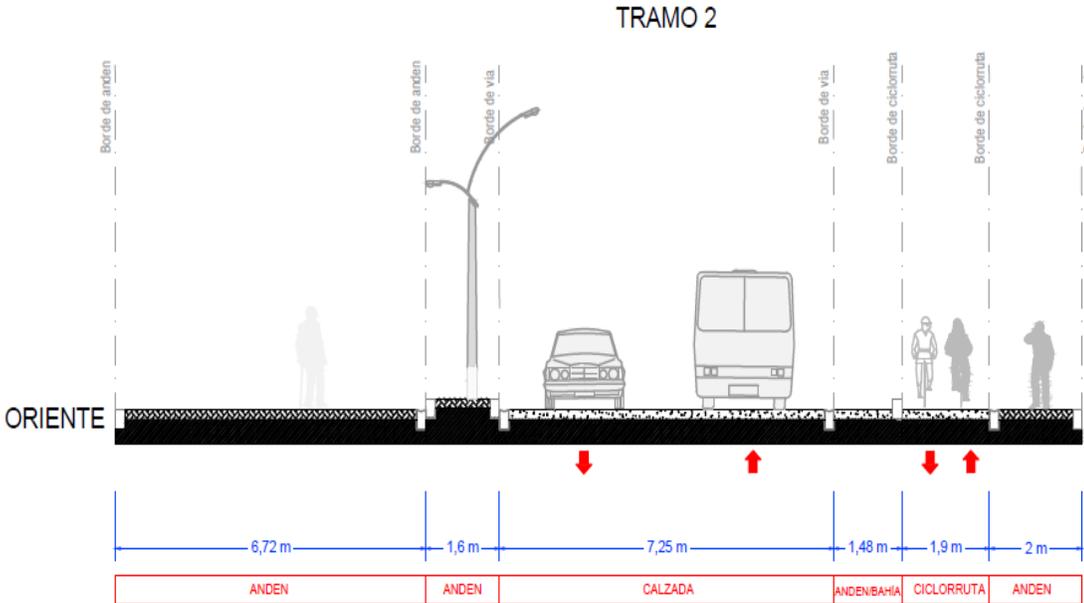
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 18), y en la figura 19 se presenta la sección transversal del tramo 2, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 18. Estado actual tramo 2



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 19. Sección transversal tramo 2



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Tramo 3: desde calle 7 hasta calle 6a

Figura 20. Tramo 3: desde calle 7 hasta calle 6a



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El tercer tramo se encuentra ubicado entre la calle 7 y calle 6a como se observa en la figura 20; este tramo cuenta con dos carriles, a partir de este tramo en el cruce con la calle 7 la circulación de vehículos se da en un solo sentido norte-sur con demarcación en línea continua blanca a lo largo de su longitud, al igual que los tramos anteriores su tráfico es mixto en su mayoría se compone de buses intermunicipales o busetas que ingresan al municipio desde el oriente por la Calle 7 provenientes de sectores ubicados hacia esa dirección y del municipio Sopó que se dirigen hacia el centro del municipio y los vehículos que vienen del norte y se dirigen a municipios vecinos como Chía o Tabio o continuando más al sur a la ciudad de Bogotá D.C.; adicionalmente al costado occidente este tramo cuenta con una zona demarcada vertical y horizontalmente como paradero, pero la misma no cuenta con ningún tipo de mobiliario o zona de espera adecuada; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta por el costado occidental, y el espacio peatonal existente en este costado se reduce por el área de la ciclorruta y la franja de amoblamiento existente en este costado; al costado oriente se dispone de mayor espacio de circulación peatonal y un espacio al borde de vía como franja de amoblamiento y servicio, sin embargo, es interrumpido por una bahía de parqueadero, según su señalización vertical.

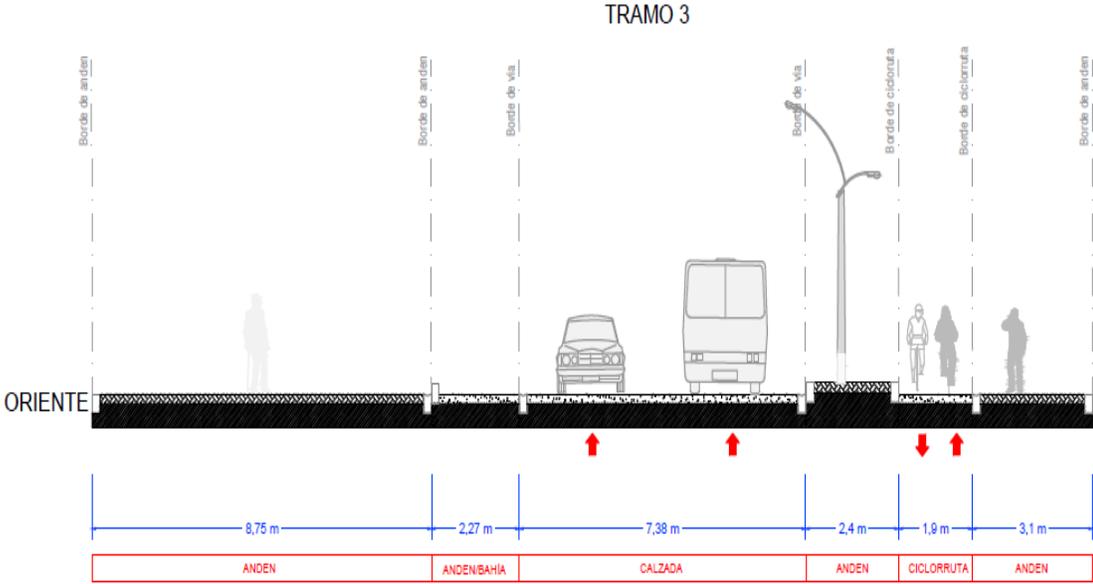
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 21), y en la figura 22 se presenta la sección transversal del tramo 3, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 21. Estado actual tramo 3



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 22. Sección transversal tramo 3



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Tramo 4: desde calle 6a hasta calle 6

Figura 23. Tramo 4: desde calle 6a hasta calle 6



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El cuarto tramo se encuentra ubicado entre la calle 6a y calle 6 como se observa en la figura 23; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico continúa mixto en su mayoría de vehículos públicos que se dirigen hacia el centro del municipio y lugares aledaños como los municipios de Chía o Tabio y la ciudad de Bogotá D.C.; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de bicisuarios con la ciclorruta por el costado occidental, y el espacio peatonal existente en este costado se reduce primero por el área de la ciclorruta además de la franja de amoblamiento existente en este costado y segundo se encuentra una bahía de zona de descarga, según su señalización vertical; al costado oriente continúa con un mayor espacio de circulación peatonal y un espacio al borde de vía como franja de amoblamiento y servicio.

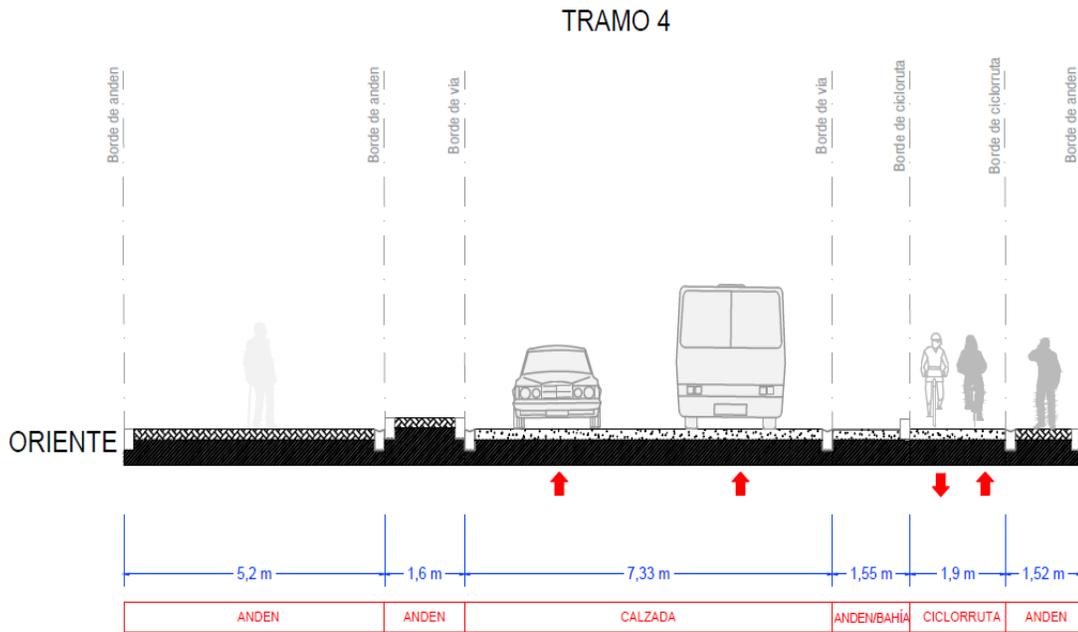
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 24), y en la figura 25 se presenta la sección transversal del tramo 4, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 24. Estado actual tramo 4



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

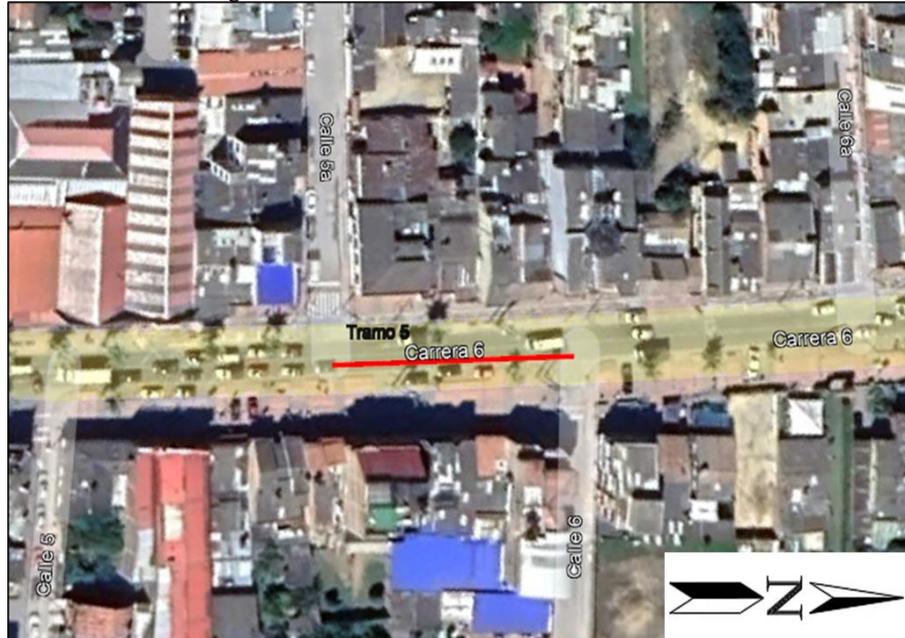
Figura 25. Sección transversal tramo 4



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5. Tramo 5: desde calle 6 hasta calle 5a

Figura 26. Tramo 5: desde calle 6 hasta calle 5a



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El quinto tramo se encuentra ubicado entre la calle 6 y calle 5a como se observa en la figura 26; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico continúa mixto en su mayoría de vehículos públicos que se dirigen hacia el centro del municipio y lugares aledaños como los municipios de Chía o Tabio y la ciudad de Bogotá D.C.; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta por el costado occidental; al igual que en el tercer tramo el espacio peatonal existente al costado occidente se reduce por el área de la ciclorruta y la franja de amoblamiento existente a ese costado; al costado oriente se dispone de mayor espacio de circulación peatonal y un espacio al borde de vía como franja de amoblamiento y servicio, sin embargo, es interrumpido por una bahía de parqueadero, según su señalización vertical.

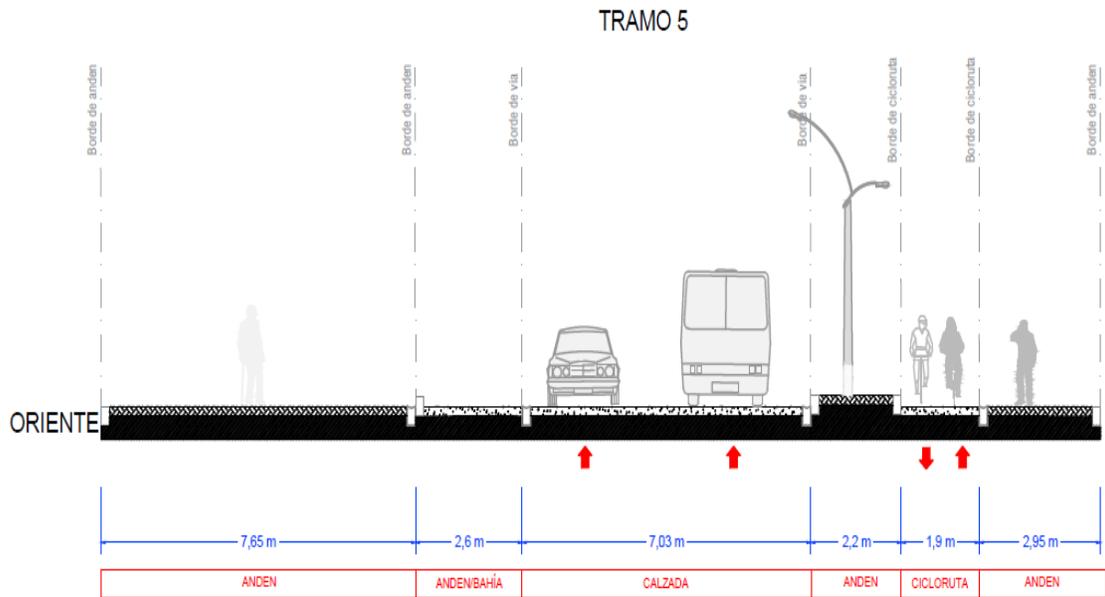
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 27), y en la figura 28 se presenta la sección transversal del tramo 5, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 27. Estado actual tramo 5



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

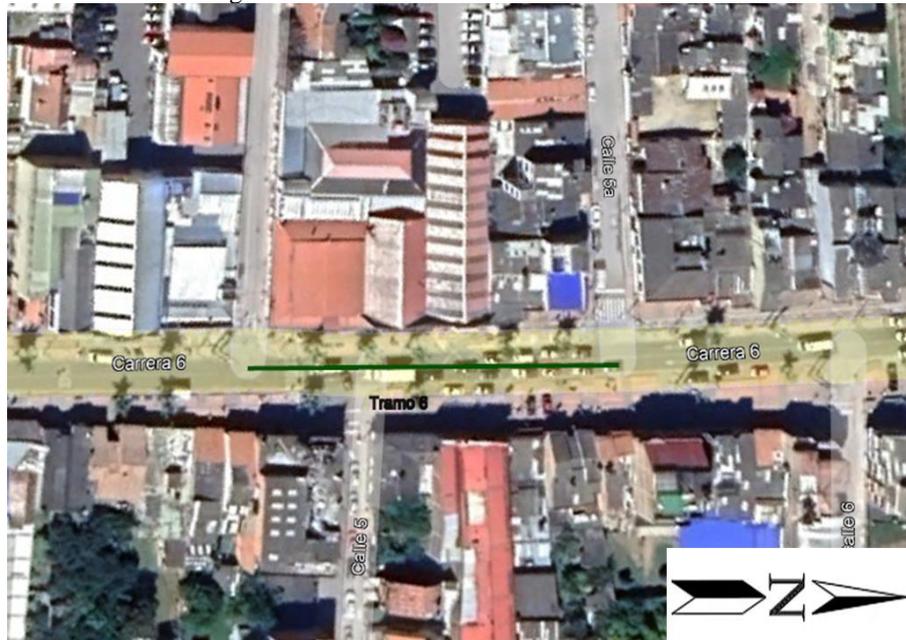
Figura 28. Sección transversal tramo 5



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.6. Tramo 6: desde calle 5a hasta calle 5

Figura 29. Tramo 6: desde calle 5a hasta calle 5



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El sexto tramo se encuentra ubicado entre la calle 5a y calle 5 como se observa en la figura 29; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico continúa mixto en su mayoría de vehículos públicos que se dirigen hacia el centro del municipio y lugares aledaños como los municipios de Chía o Tabio y la ciudad de Bogotá D.C.; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta por el costado occidental; al igual que en el quinto tramo el espacio peatonal existente al costado occidente se reduce por el área de la ciclorruta y la franja de amoblamiento existente a ese costado; al costado oriente se dispone de mayor espacio de circulación peatonal y un espacio al borde de vía como franja de amoblamiento y servicio, sin embargo, es interrumpido por una bahía de parqueadero exclusiva de taxis, según su señalización vertical; adicionalmente este tramo cuenta con una zona demarcada vertical y horizontalmente como paradero con una banca en concreto como mobiliario de espera; y, hacia el final del tramo cruce con la calle 5 tanto en la carrera 6 como en la calle 5 este tramo cuenta con semáforo vehicular y peatonal.

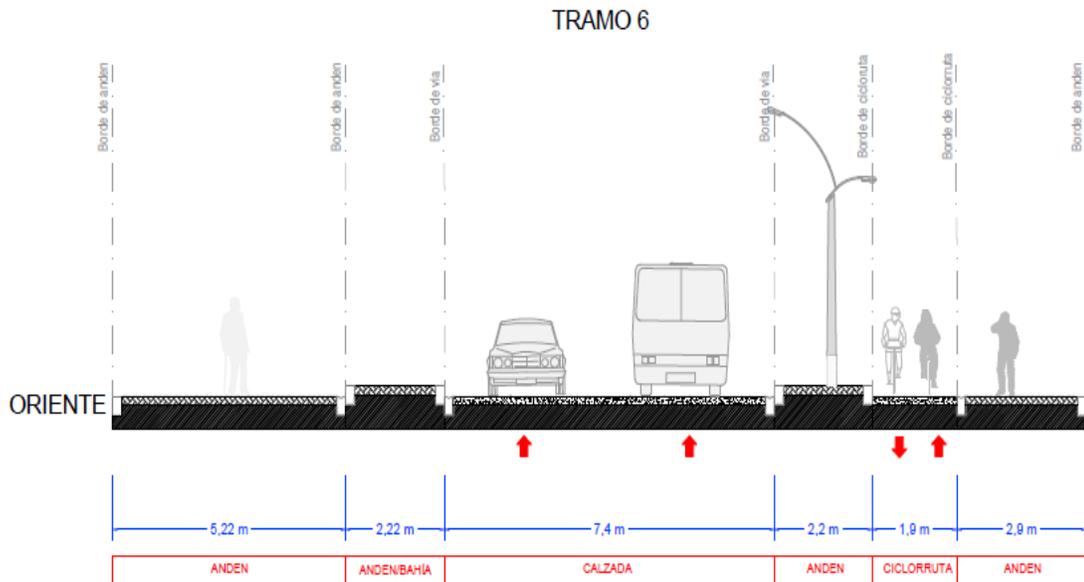
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 30), y en la figura 31 se presenta la sección transversal del tramo 6, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 30. Estado actual tramo 6



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 31. Sección transversal tramo 6



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.7. Tramo 7: desde calle 5 hasta calle 4a

Figura 32. Tramo 7: desde calle 5 hasta calle 4a



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El séptimo tramo se encuentra ubicado entre la calle 5 y calle 4a como se observa en la figura 32; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico continúa mixto en su mayoría de vehículos públicos que se dirigen hacia el centro del municipio y lugares aledaños como los municipios de Chía o Tabio y la ciudad de Bogotá D.C., a partir de este tramo la zona comercial es la actividad principal, dado que en los anteriores, aunque el uso principal del suelo es comercial se evidenciaban zonas residenciales por la carrera y en su mayoría en las calles, sin embargo, por la cercanía al centro del municipio a partir de este punto las calles también cuentan en su mayoría con zonas comerciales; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta por el costado occidental; El espacio peatonal existente al costado occidente se reduce primero por el área de la ciclorruta además de la franja de amoblamiento existente en este costado y segundo se encuentra una bahía de parqueadero exclusiva de taxis; al costado oriente se va reduciendo el espacio de circulación peatonal en comparación a los tramos anteriores, además continúa el espacio al borde de vía como franja de amoblamiento y servicio, también hacia este costado se tiene una zona de parqueo para vehículos, según su señalización vertical.

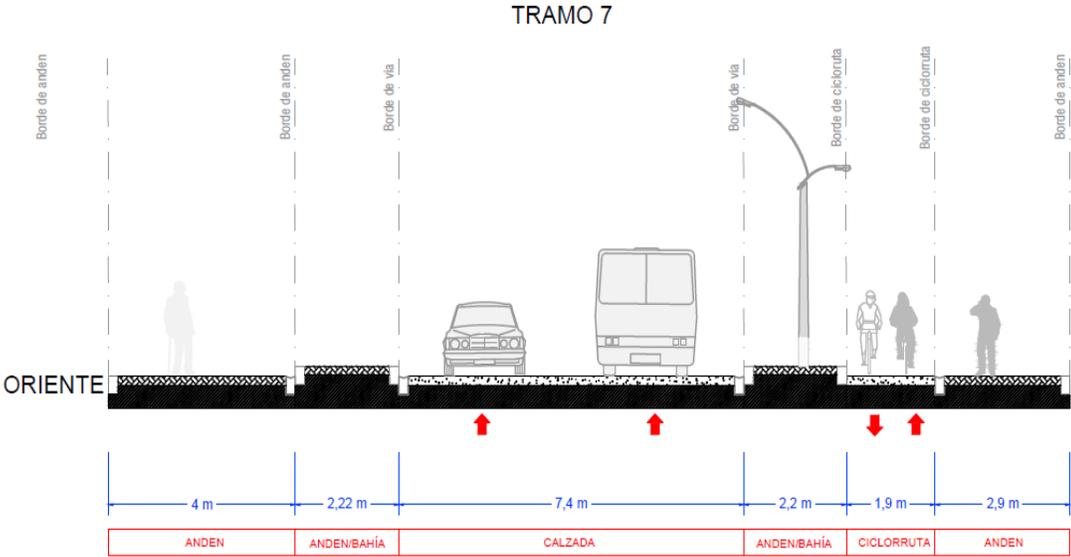
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 33), y en la figura 34 se presenta la sección transversal del tramo 7, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 33. Estado actual tramo 7



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 34. Sección transversal tramo 7



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.8. Tramo 8: desde calle 4a hasta calle 4

Figura 35. Tramo 8: desde calle 4a hasta calle 4



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El octavo tramo se encuentra ubicado entre la calle 4a y calle 4 como se observa en la figura 35; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico continúa mixto en su mayoría de vehículos públicos que se dirigen hacia otros sectores o barrios del municipio y lugares aledaños como los municipios de Chía o Tabio y la ciudad de Bogotá D.C.; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta por el costado occidental; su espacio peatonal existente al costado occidente se reduce primero por el área de la ciclorruta además de la franja de amoblamiento existente en este costado y segundo se encuentra una bahía de parqueo; al costado oriente el espacio de circulación peatonal debido a la zona es reducido y también es más utilizado, además continúa el espacio al borde de vía como franja de amoblamiento y servicio que también se ve reducido por una bahía de zona de carga, según su señalización vertical; adicionalmente este tramo cuenta con una zona demarcada vertical y horizontalmente como paradero con una banca en concreto como mobiliario de espera; y, hacia el final del tramo cruce con la calle 4 tanto en la carrera 6 como en la calle 4 este tramo cuenta con semáforo vehicular y peatonal.

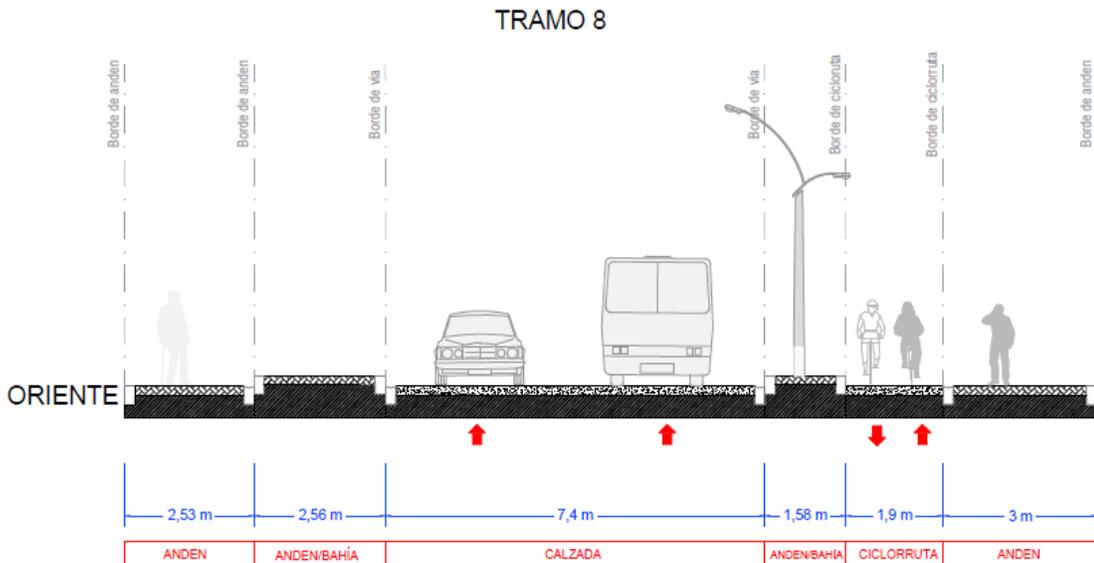
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 36), y en la figura 37 se presenta la sección transversal del tramo 8, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 36. Estado actual tramo 8



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 37. Sección transversal tramo 8



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.9. Tramo 9: desde calle 4 hasta calle 3

Figura 38. Tramo 9: desde calle 4 hasta calle 3



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El noveno tramo se encuentra ubicado entre la calle 4 y calle 3 como se observa en la figura 38; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico continúa mixto en su mayoría de vehículos públicos que se dirigen a otros sectores del municipio y lugares aledaños como los municipios de Chía o Tabio y la ciudad de Bogotá D.C.; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de bicisuarios con la ciclorruta por el costado occidental, en este tramo la zona de circulación de los peatones es bastante reducida en ambos costados, al costado oriental cuenta con dos bahías de zona de carga prácticamente en toda la longitud de este tramo que reduce el andén notablemente, además en el costado occidental la zona de circulación prácticamente es la zona de espacio de servidumbre entre paramento del comercio y la ciclorruta y reduce la franja de servicio prácticamente al espacio de las redes de alumbrado público; y, hacia el final del tramo cruce con la calle 3 tanto en la carrera 6 como en la calle 3 este tramo cuenta con semáforo vehicular y peatonal.

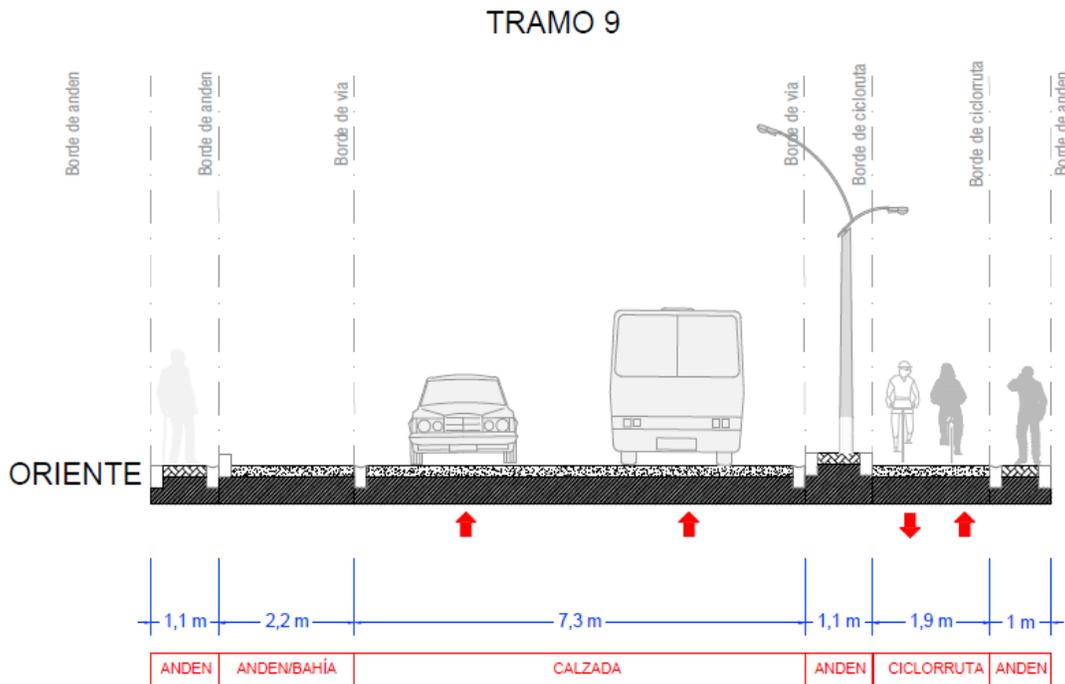
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 39), y en la figura 40 se presenta la sección transversal del tramo 9, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 39. Estado actual tramo 9



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 40. Sección transversal tramo 9



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.10. Tramo 10: desde calle 3 hasta calle 2

Figura 41. Tramo 10: desde calle 3 hasta calle 2



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El décimo tramo se encuentra ubicado entre la calle 3 y calle 2 como se observa en la figura 41; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico es mixto en su mayoría de vehículos públicos, así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de bicisuarios con la ciclorruta por el costado occidental y la zona de circulación de los peatones es bastante reducida en ambos costados, al costado oriental cuenta con dos bahías que no cuentan con señalización y son utilizadas como parqueadero de vehículos en general motocicletas y automóviles, lo cual reduce notablemente el espacio de circulación del andén en este costado; y, hacia el final del tramo cruce con la calle 2 tanto en la carrera 6 como en la calle 2 este tramo cuenta con semáforo vehicular y peatonal.

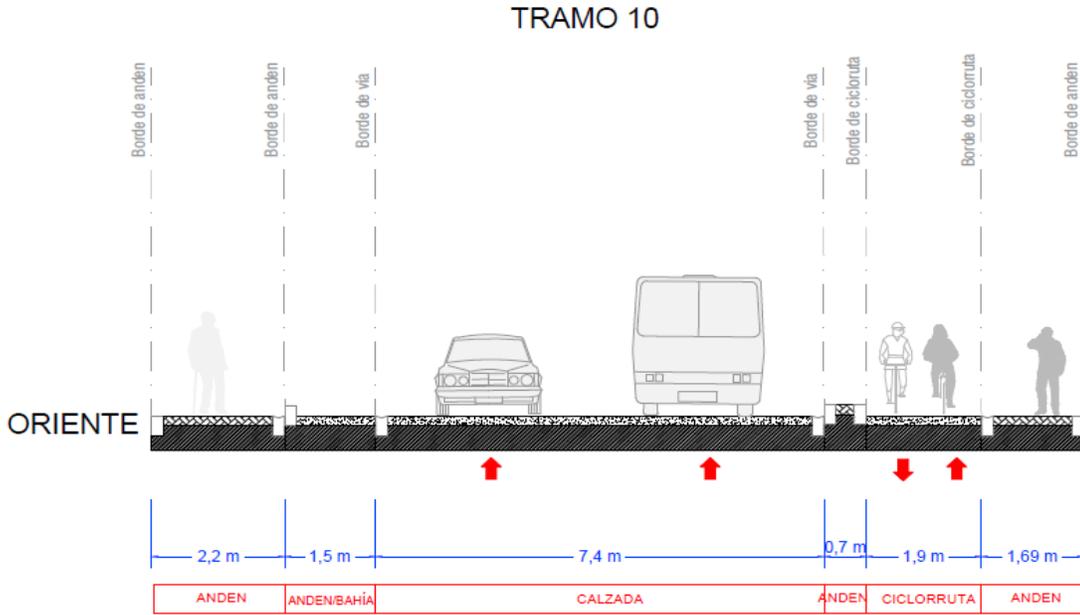
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 42), y en la figura 43 se presenta la sección transversal del tramo 10, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 42. Estado actual tramo 10



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 43. Sección transversal tramo 10



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.11. Tramo 11: desde calle 2 hasta calle 1

Figura 44. Tramo 11: desde calle 2 hasta calle 1



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El tramo once se encuentra ubicado entre la calle 2 y calle 1 como se observa en la figura 44; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico es mixto en su mayoría de vehículos públicos, así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta por el costado occidental; este tramo es bastante circulado por la comunidad, esta zona además del comercio, cuenta con varios restaurantes y entidades bancarias, además de estar aledaño a centro de Cajicá, parque e iglesia principal, Palacio municipal y edificios públicos. Cuenta con un paradero demarcado vertical y horizontalmente y con mobiliario de zona de espera, sin embargo, la zona de circulación peatonal se ve reducida al costado oriental por dos bahías de zona de carga que se encuentra en la longitud de dicho tramo y una zona de carga al costado occidental, según su señalización vertical.

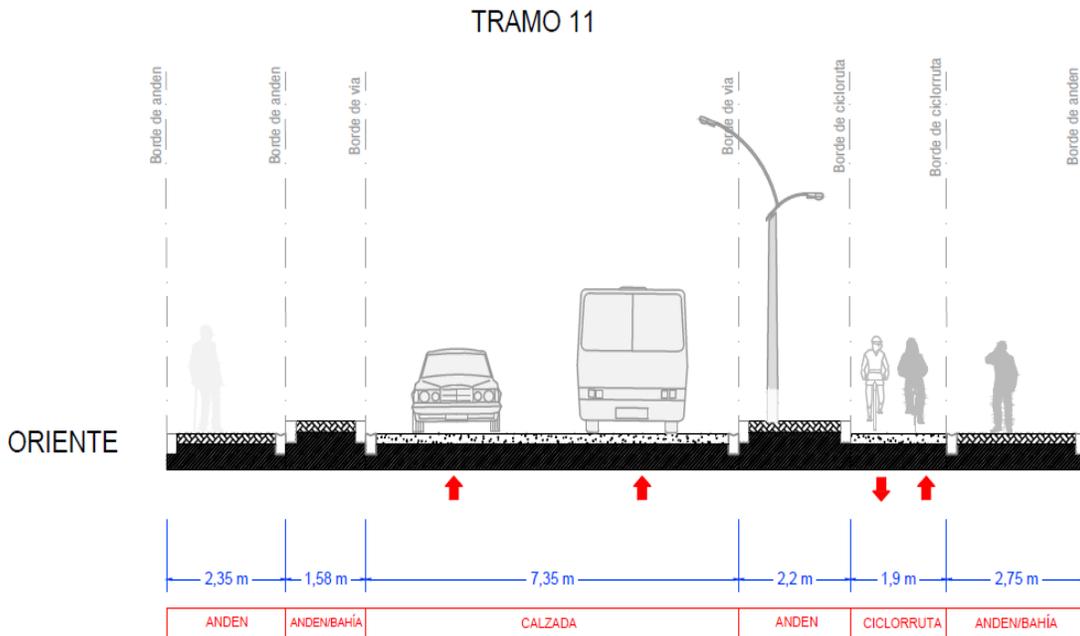
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 45), y en la figura 46 se presenta la sección transversal del tramo 11, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 45. Estado actual tramo 11



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 46. Sección transversal tramo 11



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.12. Tramo 12: desde calle 1 hasta calle 1 sur

Figura 47. Tramo 12: desde calle 1 hasta calle 1 sur



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El tramo doce se encuentra ubicado entre la calle 1 y calle 1 sur como se observa en la figura 47; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico es mixto en su mayoría de vehículos públicos; adicionalmente al costado occidente este tramo cuenta con una zona demarcada vertical y horizontalmente como paradero, pero la misma no cuenta con ningún tipo de mobiliario o zona de espera adecuada; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de bicisuarios con la ciclorruta por el costado occidental, y el espacio peatonal existente en este costado se reduce por el área de la ciclorruta y la franja de amoblamiento existente en este costado, además el mismo se ve interrumpido por una bahía de zona de carga al costado occidental, según su señalización vertical; al costado oriente dispone de mayor espacio de circulación peatonal y un espacio al borde de vía como franja de amoblamiento y servicio.

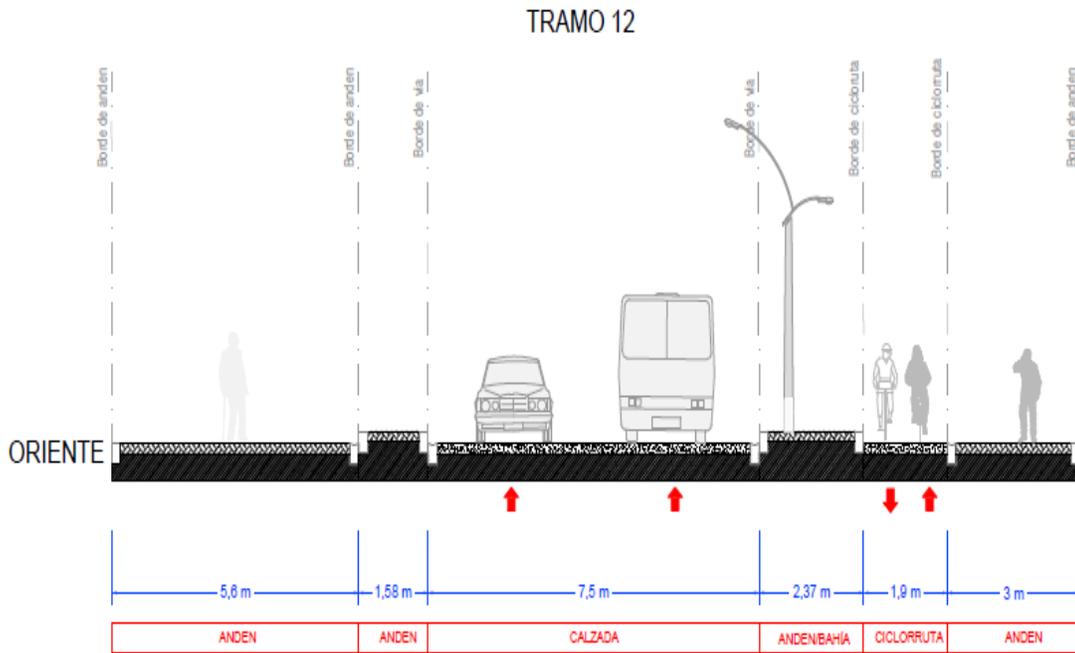
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 48), y en la figura 49 se presenta la sección transversal del tramo 12, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 48. Estado actual tramo 12



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

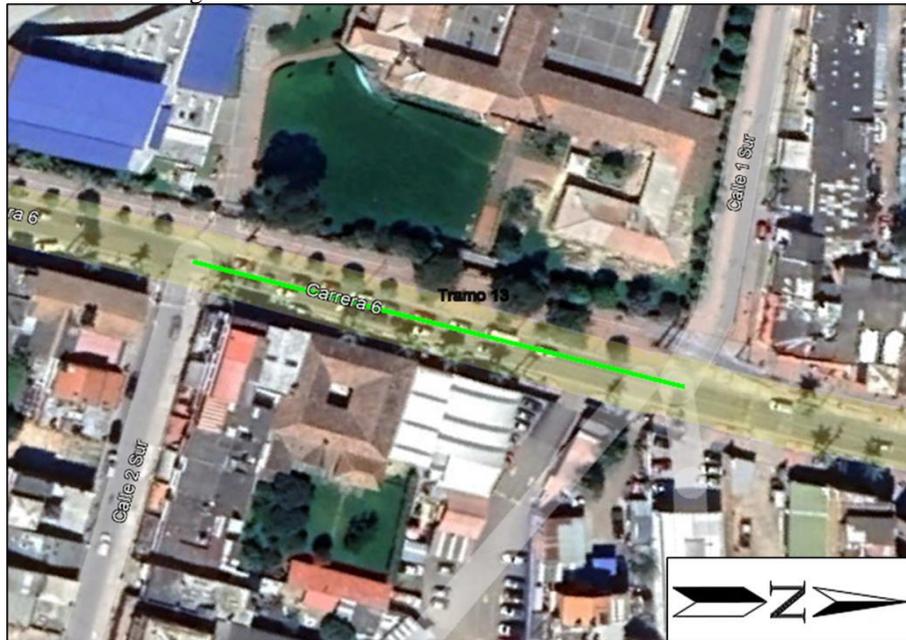
Figura 49. Sección transversal tramo 12



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.13. Tramo 13: desde calle 1 sur hasta calle 2 sur

Figura 50. Tramo 13: desde calle 1 sur hasta calle 2 sur



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El tramo trece se encuentra ubicado entre la calle 1 sur y calle 2 sur como se observa en la figura 50; este tramo continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, su tráfico es mixto en su mayoría de vehículos públicos; así como en el tramo anterior continúa la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta por el costado occidental con la diferencia que la ciclorruta de la carrera 6 interconecta con una ciclorruta que sube por la calle 1 sur siguiendo la infraestructura de está por lo cual se amplía el espacio de la ciclorruta y se genera un perfil diferente a los tramos anteriores (ver imagen 52), por lo anterior, el espacio de circulación peatonal hacia este costado aunque es amplio es compartido con la franja de amoblamiento y servicio; al costado oriental tiene el espacio de andén y franja de amoblamiento y servicio, además cuenta con una bahía de zona de parqueo a este mismo costado, según su señalización vertical; y, hacia el final del tramo cruce con la calle 2 sur tanto en la carrera 6 como en la calle 2 sur este tramo cuenta con semáforo vehicular y peatonal.

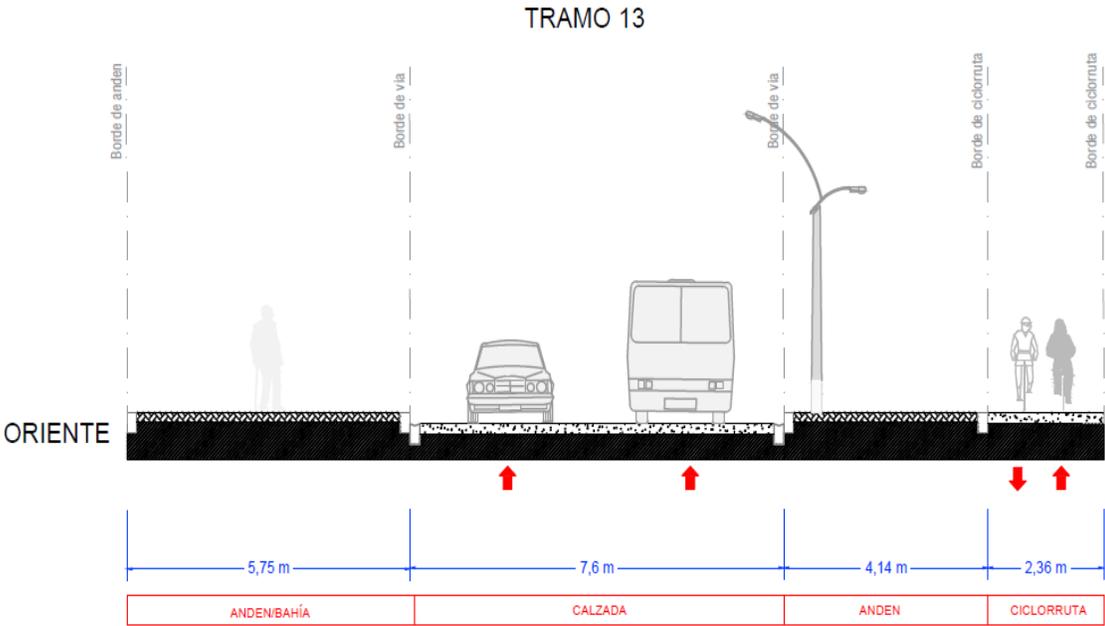
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 51), y en la figura 52 se presenta la sección transversal del tramo 13, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 51. Estado actual tramo 13



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 52. Sección transversal tramo 13



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.14. Tramo 14: desde calle 2 sur hasta puente peatonal la bajada

Figura 53. Tramo 14: desde calle 2 sur hasta puente peatonal la bajada



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. (Fecha de imagen: 23/12/2022)

El tramo catorce se encuentra ubicado entre la calle 2 sur y el puente peatonal La bajada como se observa en la figura 53; este último tramo del caso de estudio continúa con las condiciones del tramo anterior, con dos carriles, sentido unidireccional norte-sur con demarcación en línea continua blanca en su longitud, sin embargo, tiene un carril de desvío hacia el occidente que continúa con la vía Cajicá-Tabio, además continuando en sentido sur-occidente limita con la vía Chía hacia este mismo municipio; aunque la infraestructura de biciusuarios con la ciclorruta continúa por el costado occidental, al llegar al puente peatonal la bajada la misma toma el mismo sentido de la vía Cajicá-Tabio al occidente; en este tramo prima el uso de suelo dotacional, teniendo en cuenta que aledaño se encuentra la IED Pompilio Martínez y el Coliseo fortaleza de piedra, por tanto, es una zona importante respecto a la circulación de peatones y por tanto la seguridad de los mismos; en cuanto a los espacios peatonales son similares al tramo anterior, con una bahía al costado oriental, utilizada como zona de parqueo pero sin ningún tipo de señalización vertical.

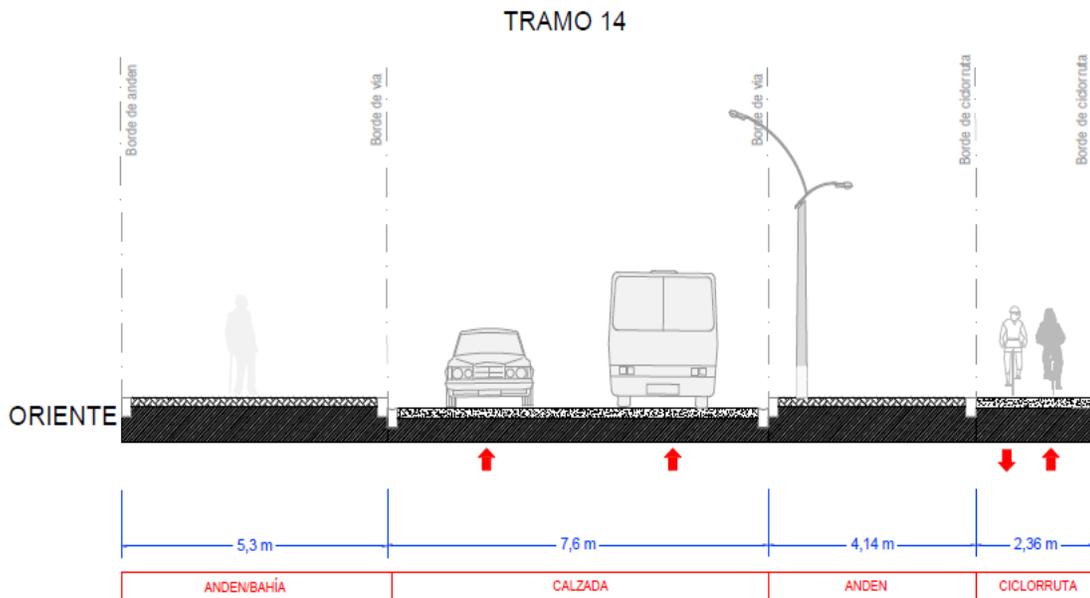
A continuación, se presenta una imagen, la cual registra el estado actual de este tramo (figura 54), y en la figura 55 se presenta la sección transversal del tramo 13, con las dimensiones que se registraron en la toma de datos.

Figura 54. Estado actual tramo 13



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 55. Sección transversal tramo 14



Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Señalización vial

Para realizar el inventario de la señalización tanto horizontal como vertical del tramo del caso de estudio, se realizó levantamiento en sitio con registro fotográfico y

coordenadas, información que fue recopilada durante el periodo del 11 al 27 de enero de 2023; se tomó la información necesaria y posteriormente se realizó el procesamiento de los datos para la elaboración un inventario de las condiciones existente de la zona en estudio.

4.1.2.1. Señalización horizontal

Se elaboró una base de datos en Excel con la información recopilada, una vez con ella se realizó un shape a través del software de ArcGIS, se estableció una tabla de atributos con los campos que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Tabla de atributos shape señalización horizontal

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID	Entero	id para identificar la señalización horizontal
TRAMO	Entero	Indica el tramo objeto de estudio en donde se ubica la señalización horizontal
UBICACIÓN	Texto	Indica si la señalización se ubica en la vía o ciclorruta
ESTADO	Texto	Indica el estado de la señalización horizontal existente (bueno, regular, malo, no posee)

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el atributo del ESTADO de la señalización horizontal se realizó una clasificación según las condiciones observadas durante la toma de datos, los cuales se describen en la tabla 5.

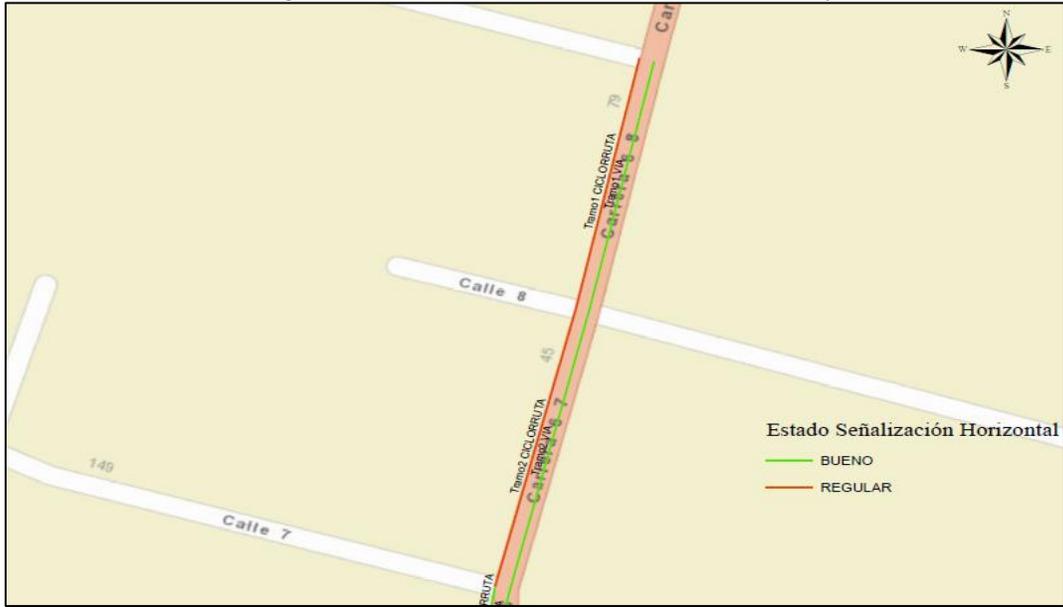
Tabla 5. Clasificación del ESTADO de la señalización horizontal

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Bueno	Óptimas condiciones de pintura y coherencia con la demarcación
Regular	Se identifica, sin embargo, la pintura esta desgastada o deteriorada
Malo	No se identifica, deterioro total de pintura

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el mapa de la base shape en el cual se evidencia el ESTADO de la señalización horizontal en todo el tramo del caso de estudio, teniendo en cuenta los tramos presentados anteriormente en la descripción de la malla vial.

Figura 56. Estado señalización horizontal – Tramo 1 y 2



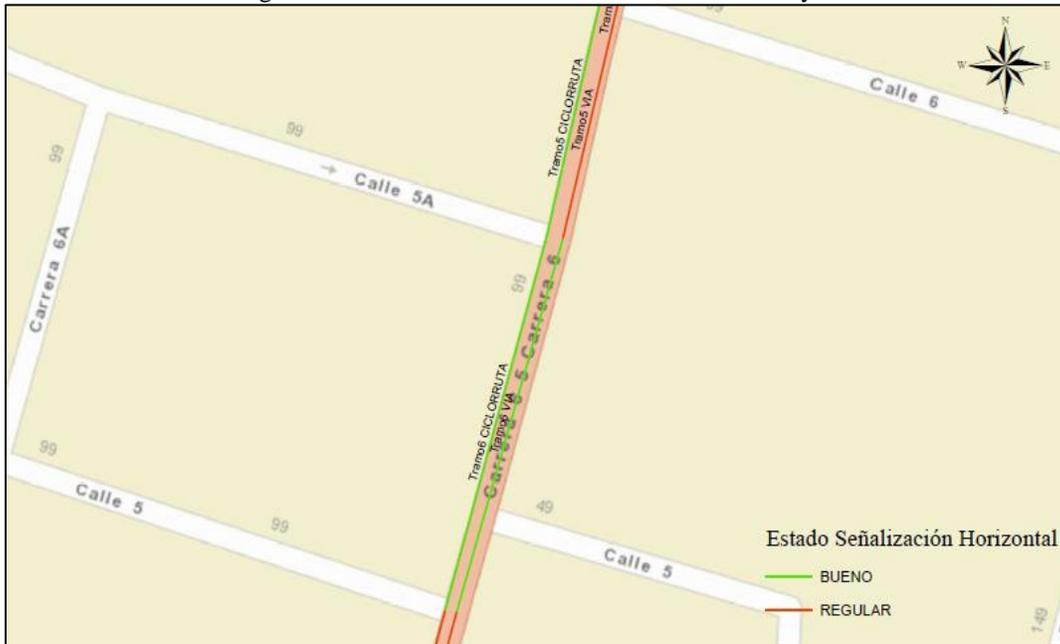
Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Estado señalización horizontal – Tramo 3 y 4



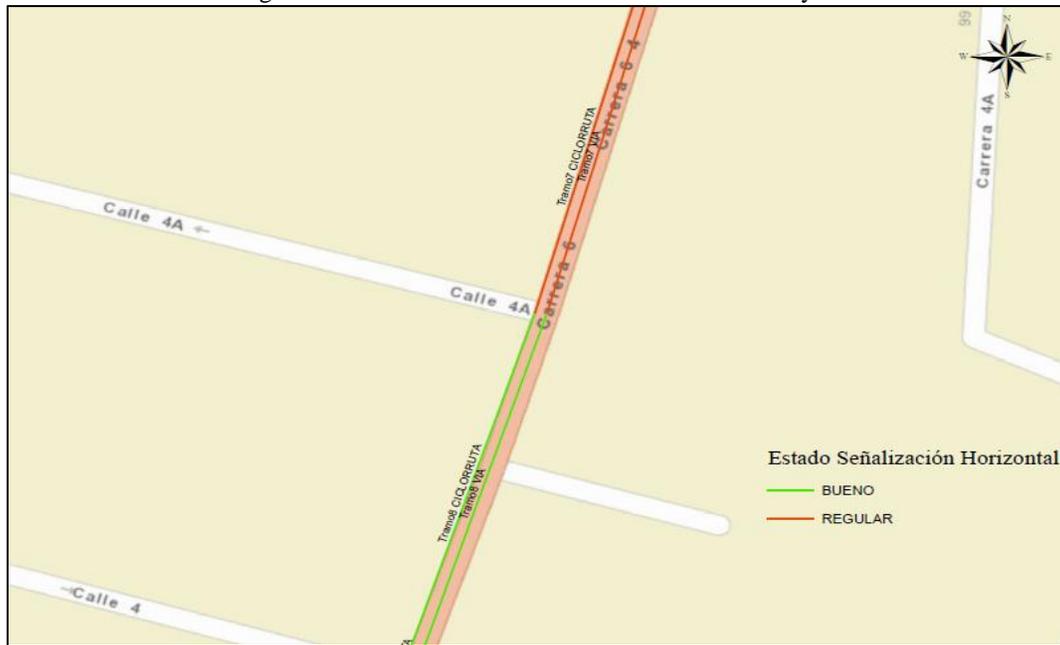
Fuente: Elaboración propia

Figura 58. Estado señalización horizontal – Tramo 5 y 6



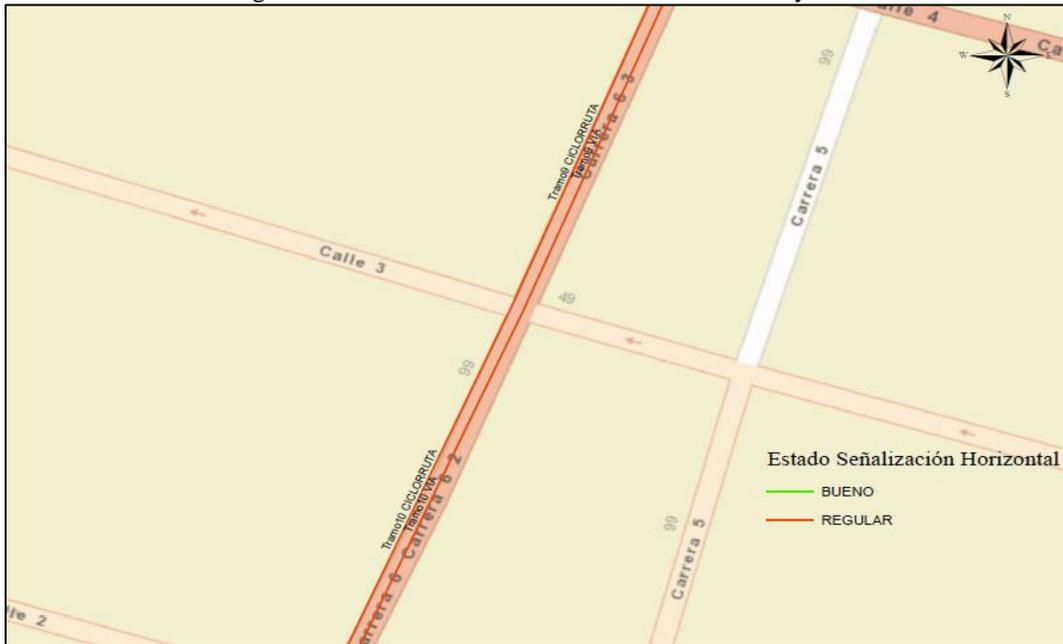
Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Estado señalización horizontal – Tramo 7 y 8



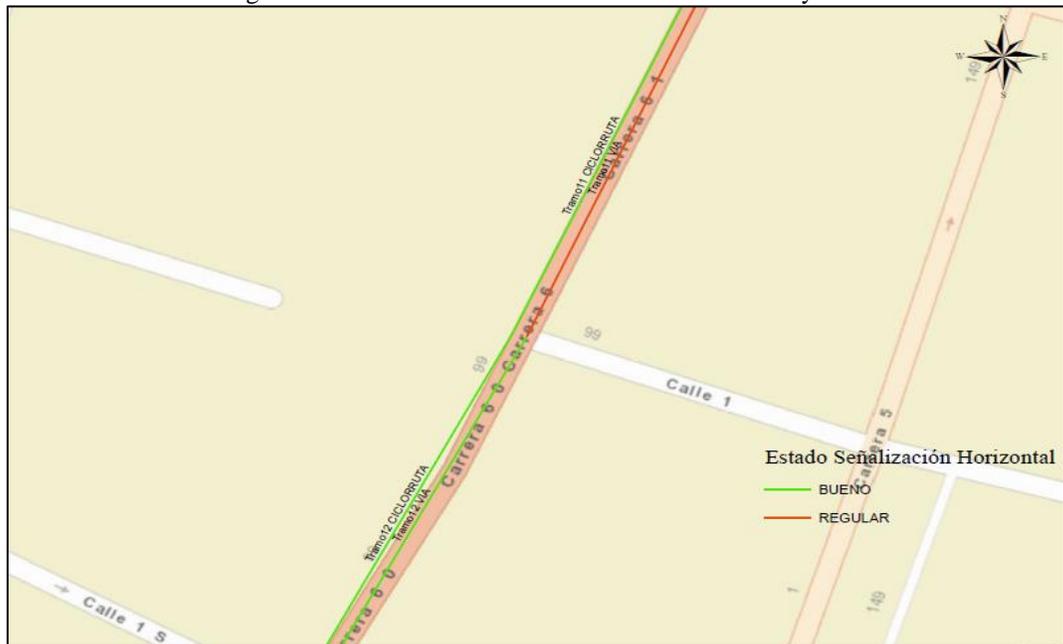
Fuente: Elaboración propia

Figura 60. Estado señalización horizontal – Tramo 9 y 10



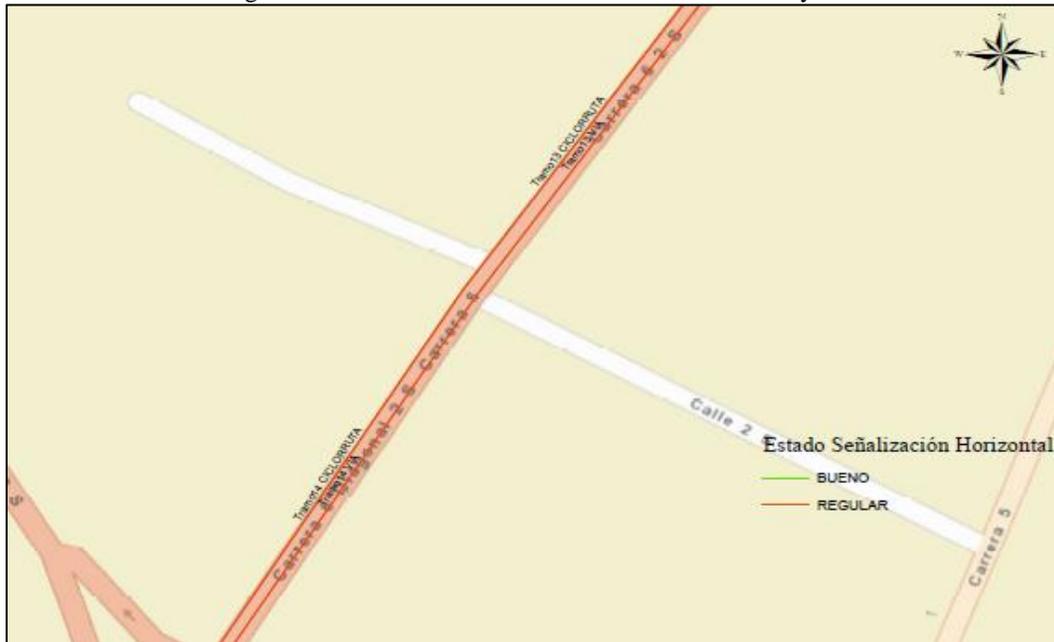
Fuente: Elaboración propia

Figura 61. Estado señalización horizontal – Tramo 11 y 12



Fuente: Elaboración propia

Figura 62. Estado señalización horizontal – Tramo 13 y 14



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta las anteriores figuras, donde se expone el estado de la señalización horizontal en los 14 subtramos del tramo del caso de estudio de la carrera 6, tanto para la vía como en la ciclorruta, observamos que más del 50% de estos tramos se encuentran en estado regular, sin embargo, cabe resaltar que ninguno cuenta con un estado malo, pero, si no se cuenta con un mantenimiento rutinario de dicha demarcación, la misma podría volverse deficiente, lo que podría ocasionar situaciones que afecten la seguridad y movilidad de los usuarios; en la figura 63 se observa el estado regular de algunos tramos de la vía y ciclorruta.

Figura 63. Señalización horizontal vía y ciclorruta – Carrera 6



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

4.1.2.2. Señalización vertical

A partir de la información recopilada de la señalización vertical del tramo de caso de estudio, se elaboró una base de datos en Excel con el inventario y clasificación de estas señales, una vez con este se realizó un shape a través del software de ArcGIS, se estableció una tabla de atributos con los campos que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Tabla de atributos shape señalización vertical

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID	Entero	Id para identificar las señales verticales
LATITUD	Numérico	Coordenada de latitud para ubicación geográfica
LONGITUD	Numérico	Coordenada de longitud para ubicación geográfica
TRAMO	Entero	Indica el tramo objeto de estudio en donde se ubica la señal vertical
COSTADO	Texto	Costado oriente u occidente en el cual se ubica la señal vertical
SENTIDO	Texto	Indica orientación de la señal, Norte-Sur o Sur-Norte

ESTADO	Texto	Indica el estado de la señal vertical (bueno, regular, malo)
CLASIFICACIÓN	Texto	Clasificación de la señal de acuerdo con el manual de señalización del año 2015.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el atributo del ESTADO de la señalización vertical se realizó una clasificación según las condiciones observadas durante la toma de datos, los cuales se describen en la tabla 7.

Tabla 7. Clasificación del ESTADO de la señalización vertical

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Bueno	Óptimas condiciones de visibilidad y estado de tablero
Regular	Se identifica, sin embargo, su estado es deteriorado y/o vandalizado
Malo	No se identifica, daño total del tablero y/o desgaste de pintura.

Fuente: Elaboración propia

La clasificación de las señales verticales está dada de acuerdo con el Manual de Señalización vial del año 2015, el cual expone lo siguiente:

- Reglamentarias: Notifican prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.
- Preventivas: Advierten sobre la existencia de riesgos, situaciones imprevistas, presentes en la vía o adyacentes a esta.
- Informativas: Guían y dan la información necesaria para que los usuarios puedan llegar de forma segura, simple y directa a sus destinos.
- Transitorias: Modifican transitoriamente el régimen de utilización de la vía.

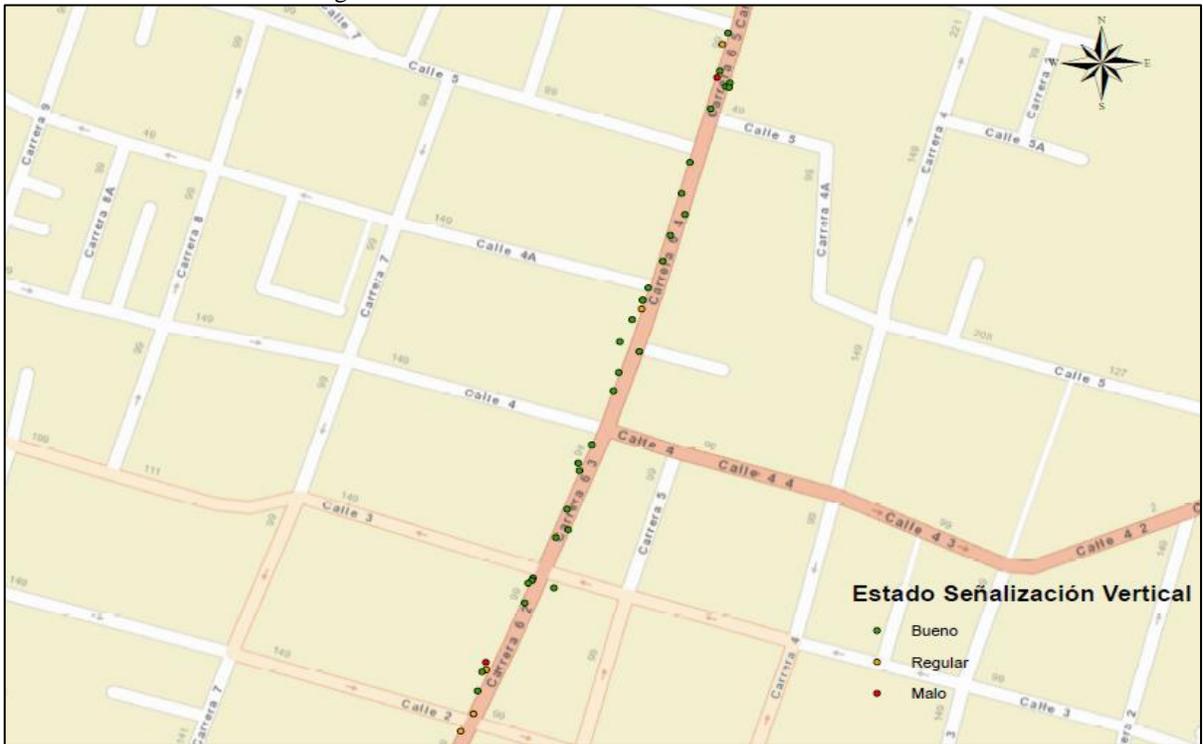
En base a los criterios de Estado y Clasificación se elaboraron mapas temáticos en base al archivo shape generado mediante el software de ArcGIS, los cuales se exponen a continuación.

Figura 64. Estado señalización vertical – Tramos 1 al 5



Fuente: Elaboración propia

Figura 65. Estado señalización vertical – Tramos 6 al 10



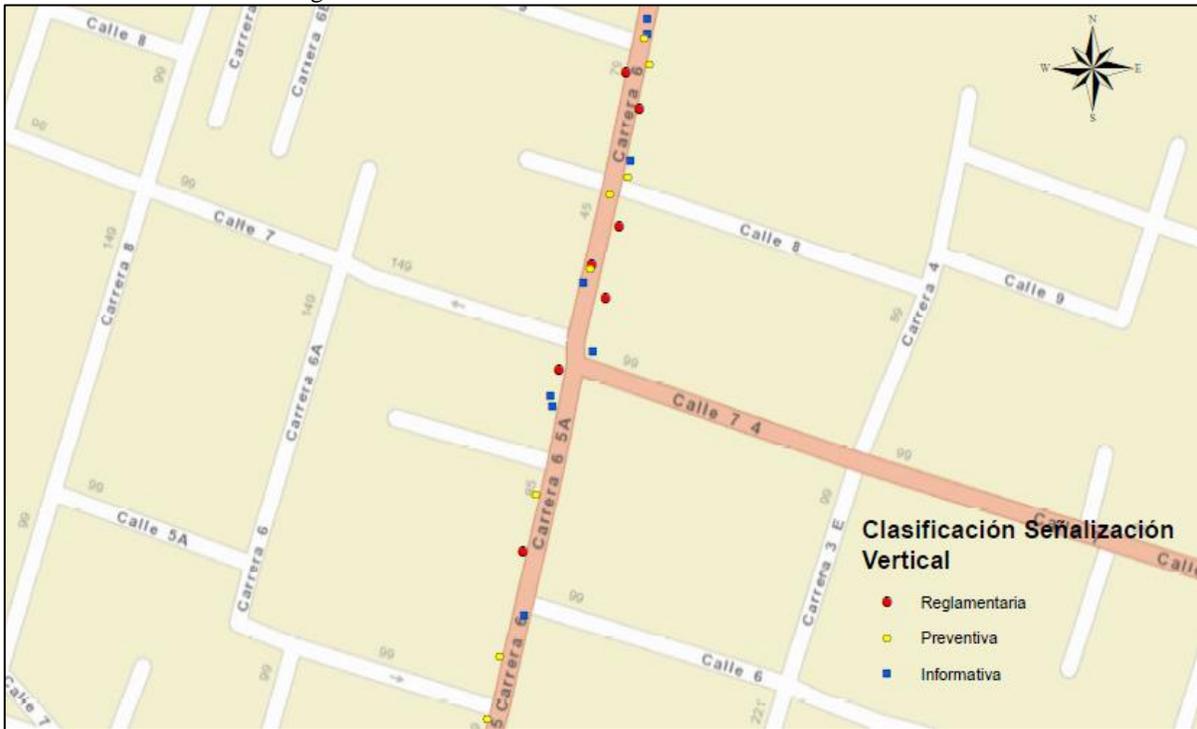
Fuente: Elaboración propia

Figura 66. Estado señalización vertical – Tramos 11 al 14



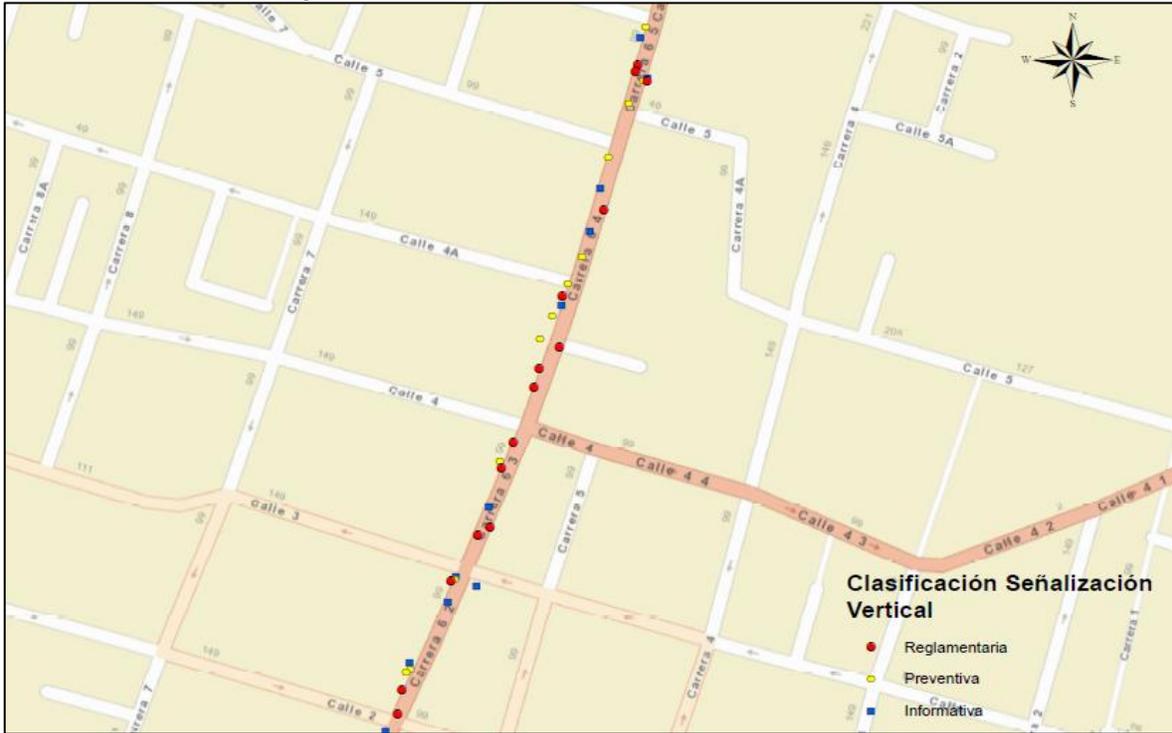
Fuente: Elaboración propia

Figura 67. Clasificación señalización vertical – Tramos 1 al 5



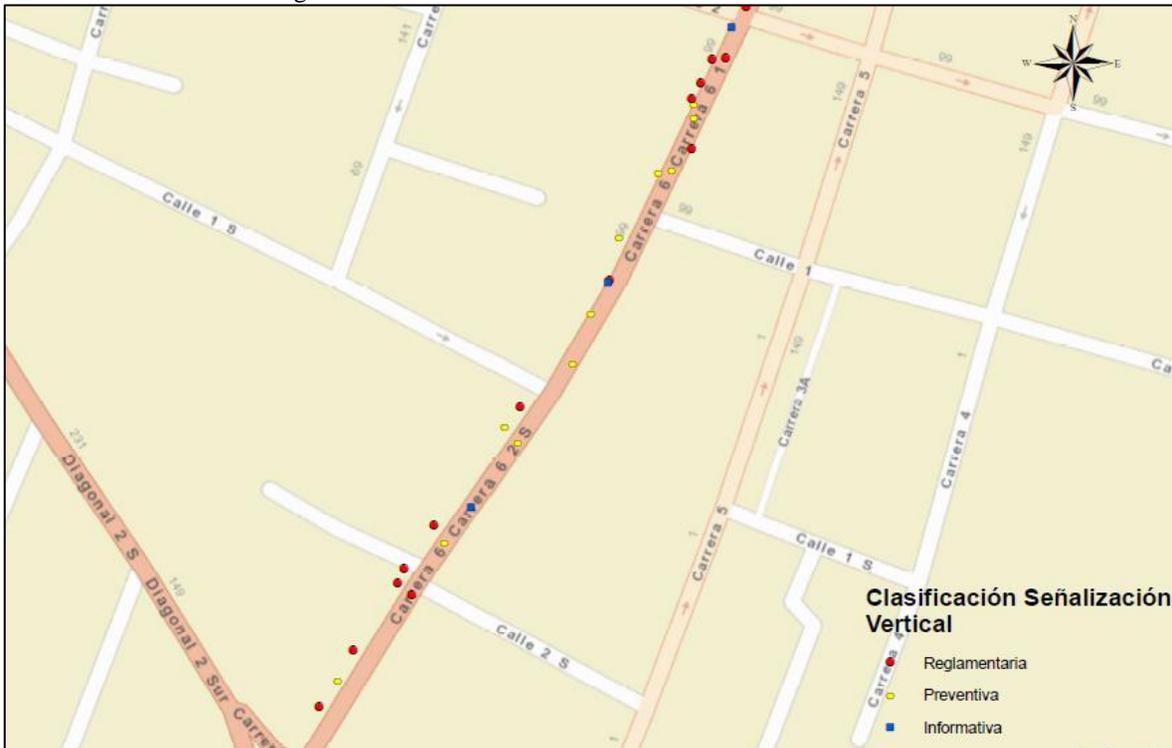
Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Clasificación señalización vertical – Tramos 6 al 10



Fuente: Elaboración propia

Figura 69. Clasificación señalización vertical – Tramos 11 al 14



Fuente: Elaboración propia

En base al análisis de la información recopilada tanto a través del inventario como de los mapas anteriores, se observa que el tramo del caso de estudio cuenta con un total de 91 señales verticales, distribuidas en su mayoría al costado occidente como se observa en la tabla 8, esto debido primero al sentido vial, de acuerdo al capítulo anterior de la malla vial, en el cual se expuso que en su mayoría el sentido del corredor es unidireccional norte-sur, adicionalmente al costado occidental se encuentra la ciclorruta, lo que conlleva a implementar mayor señalización a este costado.

Tabla 8. Composición de la señalización vertical de acuerdo con su estado

Ubicación de la señalización vertical			
	Occidente	Oriente	Total
Cantidad	69	22	91
Porcentaje	76%	24%	100%

Fuente: Elaboración propia

- En relación con el estado de la señalización vertical existente en el corredor de estudio, se puede evidenciar lo siguiente:

Tabla 9. Composición de la señalización vertical de acuerdo con su estado

Estado de señalización vertical				
	Bueno	Regular	Malo	Total
Cantidad	72	15	4	91
Porcentaje	79%	16%	4%	100%

Fuente: Elaboración propia

El estado de la señalización en su mayor porcentaje es bueno, dejando un menor porcentaje en estado regular y solo un 4% del total de la señalización existente en el tramo en mal estado; lo cual brinda percepción de seguridad a todos los usuarios de la infraestructura vial; en la figura 70 se observa la señalización vertical que se encuentra en mal estado, según la clasificación anterior.

Figura 70. Señalización vertical vía y ciclorruta – Carrera 6



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

- En la siguiente tabla se observa la composición de la señalización vertical de acuerdo con su clasificación, en general la mayoría de estas son reglamentarias y en una menor cantidad se clasifican en informativas.

Tabla 10. Composición de la señalización vertical de acuerdo con su clasificación

Clasificación de señalización vertical				
	Reglamentaria	Preventiva	Informativa	Total
Cantidad	37	33	21	91
Porcentaje	41%	36%	23%	100%

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Paraderos

Para la toma de información, se realizó levantamiento en sitio con registro fotográfico y coordenadas, información que fue recopilada durante el periodo del 11 al 27 de

enero de 2023; posteriormente se realizó el procesamiento de los datos para la elaboración de un archivo geográfico en formato shape a través del software de ArcGIS y se estableció una tabla de atributos con los campos que se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Tabla de atributos shape paraderos

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID	Entero	Id para identificar los paraderos
LATITUD	Numérico	Coordenada de latitud para ubicación geográfica
LONGITUD	Numérico	Coordenada de longitud para ubicación geográfica
TRAMO	Entero	Indica el tramo objeto de estudio en donde se ubica el paradero
COSTADO	Texto	Costado oriente u occidente en el cual se ubica el paradero
SVERTICAL	Texto	Indica si tiene señalización vertical
SHORIZONTAL	Texto	Indica si tiene señalización horizontal
MOBILIARIO	Texto	Indica si cuenta con mobiliario para espera de transporte público

Fuente: Elaboración propia

Con el archivo geográfico de los paraderos, se realizaron mapas temáticos que se muestran a continuación, donde se evidencia la presencia de paraderos en el corredor de estudio, si los mismos cuentan con la señalización horizontal, vertical y mobiliario adecuado de zonas de espera.

Figura 71. Mapa paraderos – presencia de mobiliario de espera



Fuente: Elaboración propia

Figura 72. Mapa paraderos – presencia de señalización vertical



Fuente: Elaboración propia

Figura 73. Mapa paraderos – presencia de señalización horizontal



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a lo expuesto en las figuras anteriores, acerca del estado actual de los paraderos, se analiza lo siguiente:

1. Se cuenta con un total de siete (7) paraderos a lo largo del corredor en estudio, de los cuales dos de ellos se ubican en el primer tramo, teniendo en cuenta que este tramo en su sentido es bidireccional, por lo cual, está dispuesto un paradero al costado oriente y otro al costado occidente; el restante del total de los paraderos (5) se ubican al costado occidente de la vía.
2. Solo un (1) paradero cuenta con mobiliario de espera, sin embargo, el estado de este no es el adecuado como se puede evidenciar en la figura 74, adicionalmente 4 del total de los paraderos cuentan con mobiliario clasificado como parcial, dado que dispone de bancas en concreto en los puntos demarcados como paraderos, cabe mencionar, que este mobiliario se ubica en varios puntos a lo largo del tramo y en ambos costados de las zonas de andén.
3. También se pudo identificar que el 100% de los paraderos cuentan con la señalización vertical respectiva, es de aclarar, que algunas de estas señales no

están en óptimas condiciones, dado que su estado es regular, como se mencionó anteriormente en el análisis de la señalización vertical.

4. En cuanto a la señalización horizontal, solo un punto establecido como paradero no cuenta con dicha señalización, el mismo se ubica en una bahía y por tanto es mal utilizada por otros vehículos como zona de parqueo.
5. Se observa que las distancias entre los paraderos son cercanas, de aproximadamente 200 metros el uno del otro, por lo cual, los usuarios de transporte público no generan grandes desplazamientos en los puntos de este tramo, sin tener en cuenta su destino final; pese a esto y aunque se evidencian puntos establecidos como paraderos, dado que esta vía en su mayoría es utilizada por los vehículos de transporte público se presentan algunas situaciones que generan conflicto entre usuarios, una de ellas es que los usuarios hacen caso omiso a los puntos y realizan paradas en cualquier lugar a lo largo del tramo, lo cual genera retención en el tráfico y obstrucción a la libre circulación de los vehículos. También se presenta exceso de velocidad en los vehículos y disputas entre los mismos con el ánimo de recoger más pasajeros, sin tener en cuenta que muchos de estos exceden no sólo la velocidad sino la capacidad, generando problemas de seguridad vial entre actores viales y falta de seguridad para los usuarios del transporte público.

Figura 74. Estado actual mobiliario de espera en paradero



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

4.1.4. Infraestructura peatonal

Para la toma de información, se realizó levantamiento en sitio con registro fotográfico y medidas de los andenes o zonas de circulación peatonal que componen el corredor en ambos costado, esta información fue recopilada durante el periodo del 11 al 27 de enero de 2023; identificando el estado actual y las características existentes de estos, posteriormente se realizó el procesamiento de los datos para la elaboración de un archivo geográfico en formato shape a través del software de ArcGIS y se estableció una tabla de atributos con los campos que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Tabla de atributos shape infraestructura peatonal

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID	Entero	Id para identificar los andenes
TRAMO	Entero	Indica el tramo objeto de estudio en donde se ubica el andén
COSTADO	Texto	Costado oriente u occidente en el cual se ubica el andén
MATERIAL	Texto	Material de construcción del andén (adoquín o concreto)
RAMPA VEHICULAR	Texto	Indica si cuenta con rampa para ingresos de vehículos a parqueaderos públicos/privados o garajes
RAMPA PEATONAL	Texto	Indica si cuenta con rampa peatonal en su infraestructura
RAMPA CICLORRUTA	Texto	Indica si cuenta con rampa en la ciclorruta
GUÍA	Texto	Indica si cuenta con loseta guía podo táctil
OBSTÁCULOS	Texto	Indica la presencia de obstáculos en zona de andén

Fuente: Elaboración propia

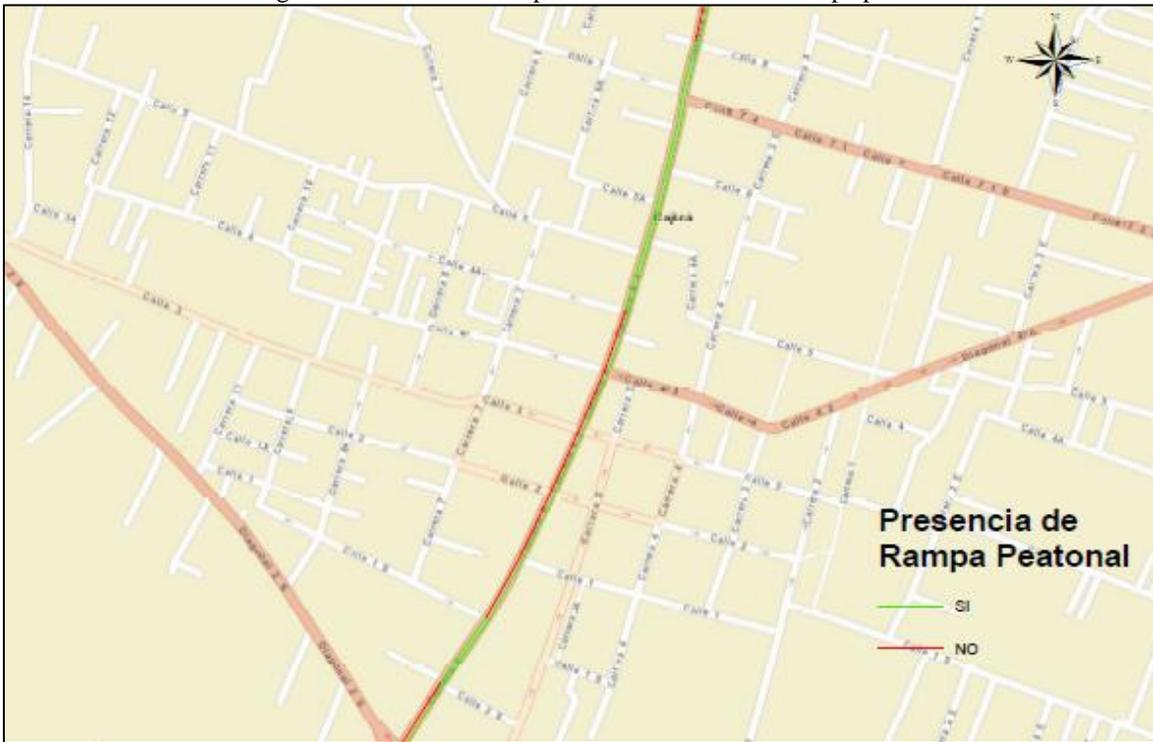
Con el archivo geográfico de los andenes, se realizaron mapas temáticos que se muestran a continuación, donde se evidencia la presencia de rampas vehiculares, peatonales y en la ciclorruta, al igual que la presencia de loseta guía y de obstáculos presentes a lo largo del corredor para los usuarios.

Figura 75. Infraestructura peatonal – Presencia de rampa vehicular



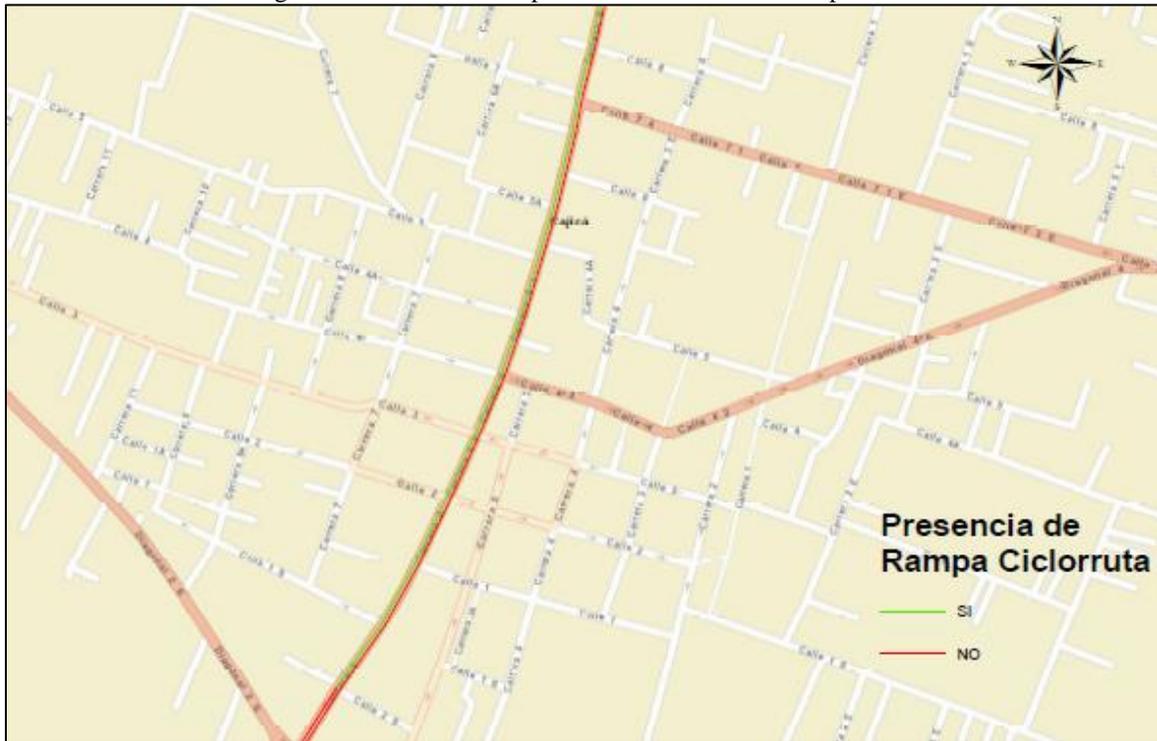
Fuente: Elaboración propia

Figura 76. Infraestructura peatonal – Presencia de rampa peatonal



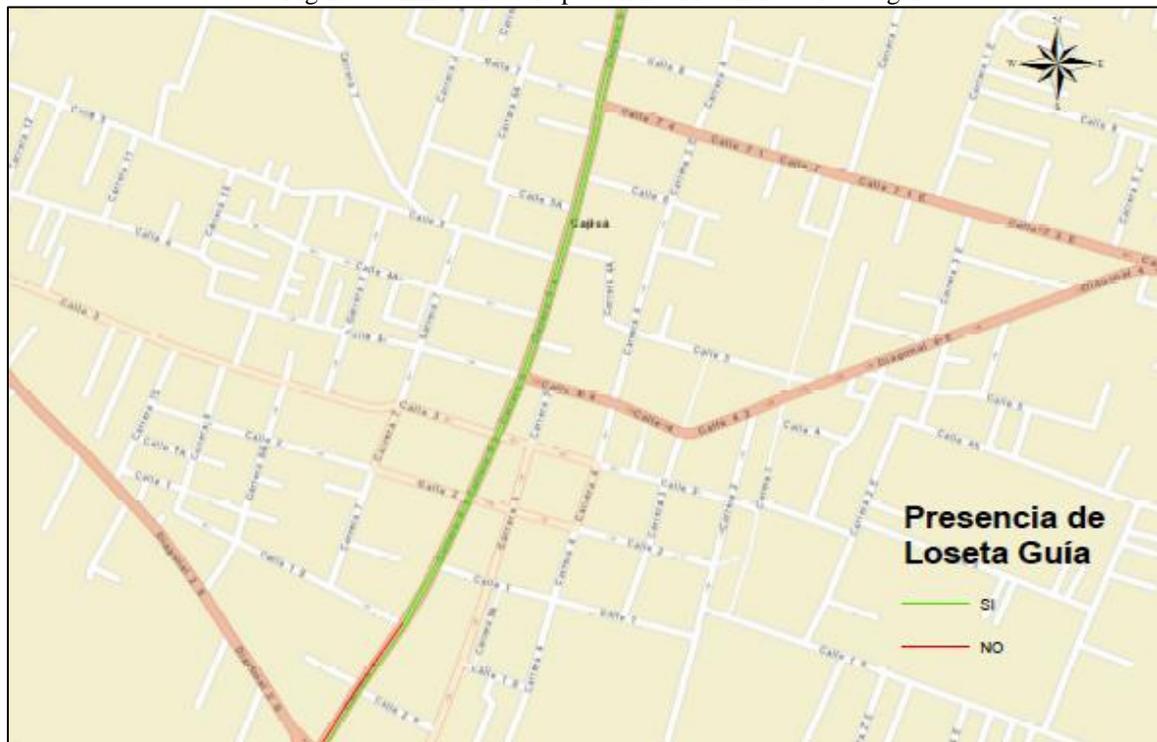
Fuente: Elaboración propia

Figura 77. Infraestructura peatonal – Presencia de rampa ciclorruta



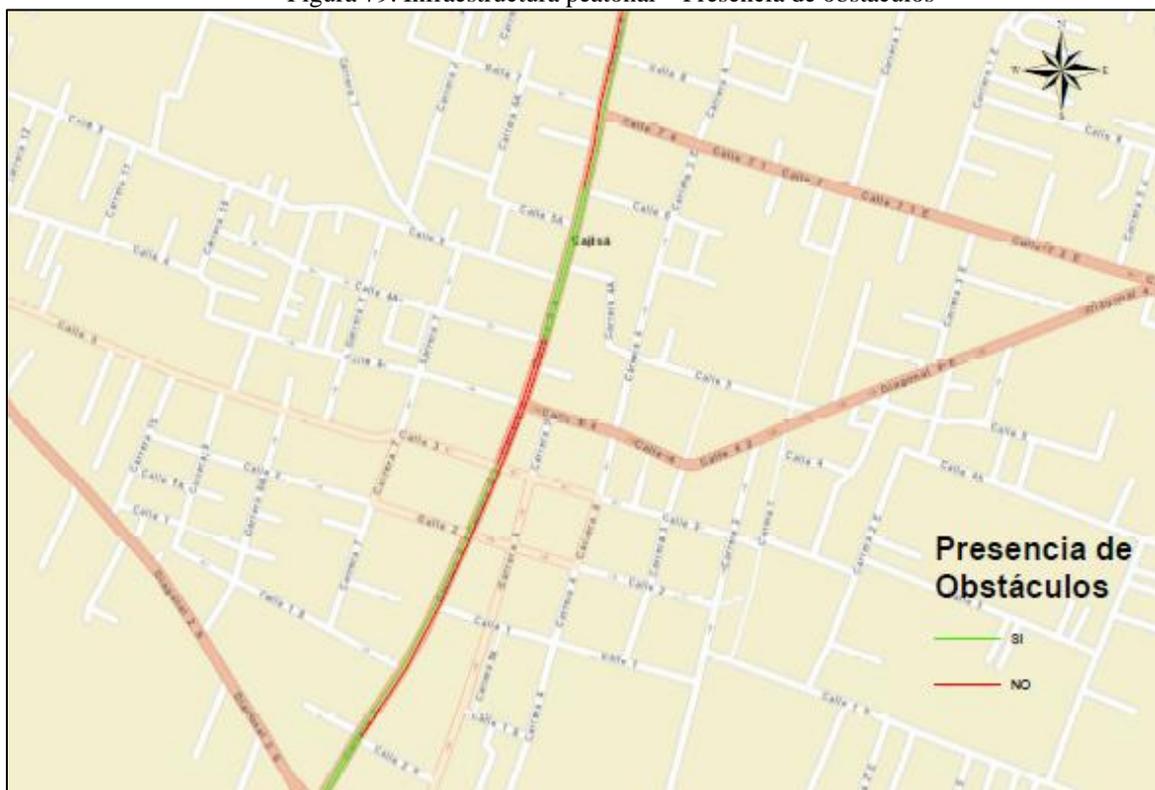
Fuente: Elaboración propia

Figura 78. Infraestructura peatonal – Presencia de loseta guía



Fuente: Elaboración propia

Figura 79. Infraestructura peatonal – Presencia de obstáculos



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el estado actual que se presenta de la infraestructura peatonal, se observa que todas las zonas de circulación en ambos costados se componen de material de adoquín y cuentan con franja longitudinal de loseta guía táctil en todo el costado oriente y solo pendiente en los dos últimos tramos al costado occidente.

El costado oriente no cuenta con ciclorruta y por ende con ninguna rampa de ciclorruta, aunque cuenta con espacios amplios de circulación peatonal, los mismos son variables en toda su longitud; adicionalmente a este mismo costado cuenta con varias rampas vehiculares de ingreso a parqueaderos o garajes, incluso se encuentran puntos donde se disponen de dichas rampas sin que haya algún ingreso vehicular, lo cual genera cambios de nivel para el tránsito de los peatones; también se observa que a este costado se cuentan con todas las rampas peatonales, tanto para la movilización en sentido norte-sur o viceversa como en los cruces peatonales de sentido oriente-occidente o viceversa; además y dado el análisis realizado varios tramos en este costado presentan obstáculos como son los bolardos metálicos, que, aunque su función es la segregación o impedir el paso de vehículos en áreas

peatonales, en estas zonas de circulación se convierten en un obstáculo para los usuarios.

El costado occidente es más limitado en la zona de circulación peatonal, debido a que en toda su longitud cuenta con ciclorruta a nivel de andén, es así, que se encuentran tramos donde la franja de amoblamiento y servicios es más ancha que la zona de circulación que da al paramento de las edificaciones; se evidencia que en los tramos donde no hay presencia de rampas vehiculares es porque las mismas no son necesarias dado que no hay parqueaderos o garajes, son zonas de establecimientos de comercio; se observa que a lo largo de la ciclorruta la misma tiene sus rampas exclusivas, excepto en el último tramo donde no se tiene rampa de ciclorruta ni peatonal; adicionalmente en la mitad de los tramos no se tienen rampas peatonales exclusivas en sentido norte-sur o viceversa lo cual genera un conflicto entre peatones y biciusuarios; por último, se encuentran en este costado obstáculos tanto en zona de andén como de ciclorruta, lo que conlleva a problemas de movilidad y genera conflicto entre los usuarios de esta infraestructura.

Figura 80. Estado actual infraestructura peatonal – costado oriente.



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Figura 81. Estado actual infraestructura peatonal – costado occidente



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

4.1.5. Parqueaderos vehiculares

Se realizó un levantamiento e inspección a lo largo del tramo de estudio y en las calles aledañas en menos de 200 metros de distancia, para identificar los parqueaderos que existen en la zona, se tomó registro fotográfico y coordenadas de los mismos, esta información fue recopilada durante el periodo del 11 al 27 de enero de 2023; identificando la cantidad y ubicación de los mismos, posteriormente se realizó el procesamiento de los datos para la elaboración de un archivo geográfico en formato shape a través del software de ArcGIS y se estableció una tabla de atributos con los campos que se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Tabla de atributos shape infraestructura peatonal

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN
ID	Entero	Id para identificar los parqueaderos
LATITUD	Numérico	Coordenada de latitud para ubicación geográfica
LONGITUD	Numérico	Coordenada de longitud para ubicación geográfica
TRAMO	Entero	Indica el tramo objeto de estudio en donde se ubica el parqueadero
UBICACIÓN	Texto	Indica si el parqueadero se ubica en la Carrera 6 o en las calles del tramo respectivo

COSTADO	Texto	Costado oriente u occidente en el cual se ubica el parqueadero
TIPO	Texto	Indica si el parqueadero es público o privado (para clientes)
AUTOS	Texto	Indica si estacionan autos
MOTOS	Texto	Indica si estacionan motos
BICICLETAS	Texto	Indica si estacionan bicicletas

Fuente: Elaboración propia

Con el archivo geográfico de los parqueaderos, se realizó un mapa temático que se muestra a continuación, donde se evidencia la cantidad y ubicación de los parqueaderos que se encuentran en el corredor y aledaños a este.

Figura 82. Paraderos vehiculares



Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se puede analizar que el corredor de estudio cuenta con un gran volumen de parqueaderos en la zona, sin que esto minimice el uso de las zonas de

carga como parqueadero de vehículos particulares, adicionalmente se observa que del total de los 18 parqueaderos, 5 de ellos son de uso privado, es decir, de establecimientos de comercio que cuentan con parqueadero exclusivo para clientes; solo 5 del total cuentan con parqueadero para bicicletas; la mayoría de estos son de automóviles, motos y hasta vehículos de carga, además solo un parqueadero ubicado en la carrera 6 es exclusivo de motos y bicicletas.

4.1.6. Conflictos de usuarios

Teniendo en cuenta la toma de datos, al igual que el estudio y análisis de la zona del caso de estudio, se evidencian una serie de conflictos de usuarios con la infraestructura existente y/o conflictos entre usuarios presentes a lo largo del tramo, por lo anterior, se exhibe a continuación un registro fotográfico con la descripción de lo presentado.

Figura 83. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

En el tramo uno al costado occidente se encuentra un paradero, teniendo presente que este tramo es de sentido bidireccional, allí no dispone de bahía, por lo que genera congestión en sentido norte-sur e interrumpe el tránsito de los vehículos motorizados.

Figura 84. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Invasión de espacio público en zona de circulación peatonal, lo cual genera que los peatones transiten por la ciclorruta.

Figura 85. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Ocupación de espacio de circulación peatonal con elementos como mobiliario de los comercios, vallas o parqueo de bicicletas que reduce dicho espacio.

Figura 86. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Bahías de zona de descarga que se encuentran a ambos costados de la vía, y son utilizadas como parqueadero de vehículos particulares.

Figura 87. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

En la mayoría de los tramos el espacio de zona de circulación peatonal es insuficiente; los paramentos de las edificaciones cubren parte del espacio disponible.

Figura 88. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Hacia el costado oriente donde se presenta únicamente zona de peatones, se encuentran obstáculos presentes como bolardos metálicos, que pueden ocasionar inconvenientes de circulación a personas con movilidad reducida.

Figura 89. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Parqueo de vehículos motorizados en zonas de circulación peatonal, lo cual reduce y obstruye el paso de peatones por la zona destinada al paso de estos. En la mayoría de los tramos el espacio de zona de circulación peatonal es insuficiente; los paramentos de las edificaciones cubren parte del espacio disponible.

Figura 90. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

En gran parte del costado occidental, las zonas de amoblamiento son mucho mayores en espacio, lo que reduce las zonas de circulación peatonal.

Figura 91. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Invasión de espacio público por vendedores ambulantes, lo cual reduce y obstruye el paso peatonal en dichas zonas.

Figura 92. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

El espacio de peatones y biciusuarios no es proporcional, se reducen espacios peatonales al costado occidental dificultando la libre circulación de peatones.

Figura 93. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Infraestructura no adecuada para personas con movilidad reducida, además de zona de circulación peatonal insuficiente lo cual provoca que se disponga de la ciclorruta como paso de peatones.

Figura 94. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Zona de circulación peatonal insuficiente lo cual provoca que se disponga de la ciclorruta como paso de peatones y genera conflicto directo entre los usuarios peatonales y ciclistas.

Figura 95. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Zonas de bahía de carga de vehículos invadidas por vendedores ambulantes, lo cual genera que los vehículos de carga se detengan en la vía y generan demoras en el tránsito normal.

Figura 96. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Infraestructura peatonal priorizada para los ciclistas, no se cuenta con rampas peatonales para acceso a la zona de andén, por lo cual genera conflicto directo de peatones al usar las rampas de la ciclorruta.

Figura 97. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

Reducción del espacio peatonal, priorizando zonas de bahías de vehículos de carga, las cuales son usadas como parqueadero de vehículos particulares.

Figura 98. Imagen de referencia de conflicto



Fuente: Propia (imagen tomada enero 2023)

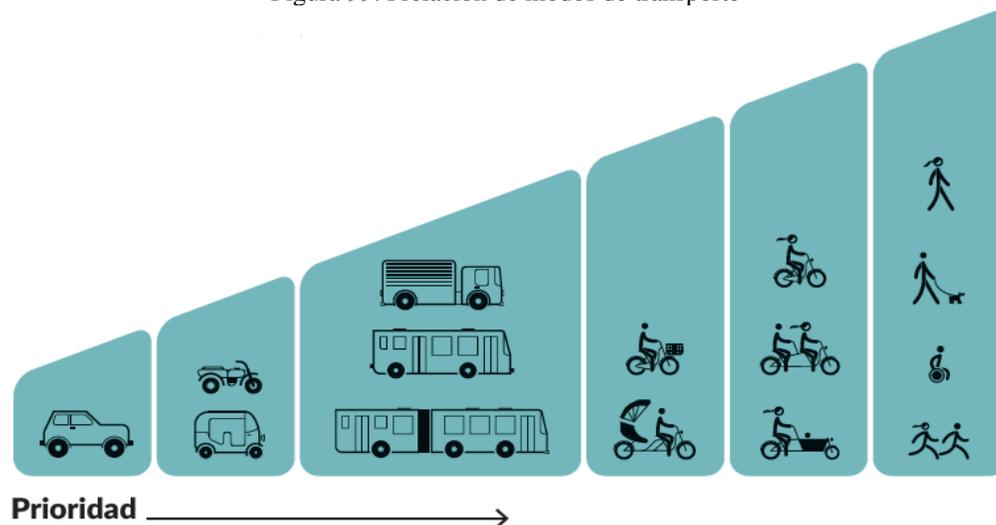
Ocupación del espacio peatonal por usuarios de bicicleta, lo cual puede generar accidentes entre los usuarios.

5. LINEAMIENTOS PARA OPTIMIZAR LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Partiendo del capítulo de resultados y análisis realizado para observar las condiciones existentes de la infraestructura vial, detallando de esta la infraestructura de peatones y biciusuarios, además de evidenciar situaciones de conflicto entre usuarios en la utilización normal de dicha infraestructura y una vez revisado el capítulo del marco teórico, con las fuentes bibliográficas de consulta como manuales, guías, artículos y demás; es necesario cambiar la figura con la cual se ha diseñado la mayoría de la infraestructura en Colombia, donde se centra en los vehículos motorizados y buscar e implementar medidas que permitan rediseñar y optimizar la infraestructura existente dando prioridad a peatones y biciusuarios.

Por ello es necesario invertir la prelación actual de los modos de transporte, y empezar a implementar una movilidad urbana sostenible con condiciones que mejoren el escenario para los peatones y ciclistas (ver figura 99).

Figura 99. Prelación de modos de transporte



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia, 2016

Por lo anterior y con las condiciones existentes que se presentan en el tramo de estudio es procedente elaborar una serie de lineamientos donde se establezcan condiciones y medidas que permitan la optimización de la infraestructura existente y mejore la movilidad de los peatones y ciclistas a través de propuestas de bajo y mediano impacto donde se rediseñe la infraestructura vial existente; es así, que se iniciara desde cada modo de

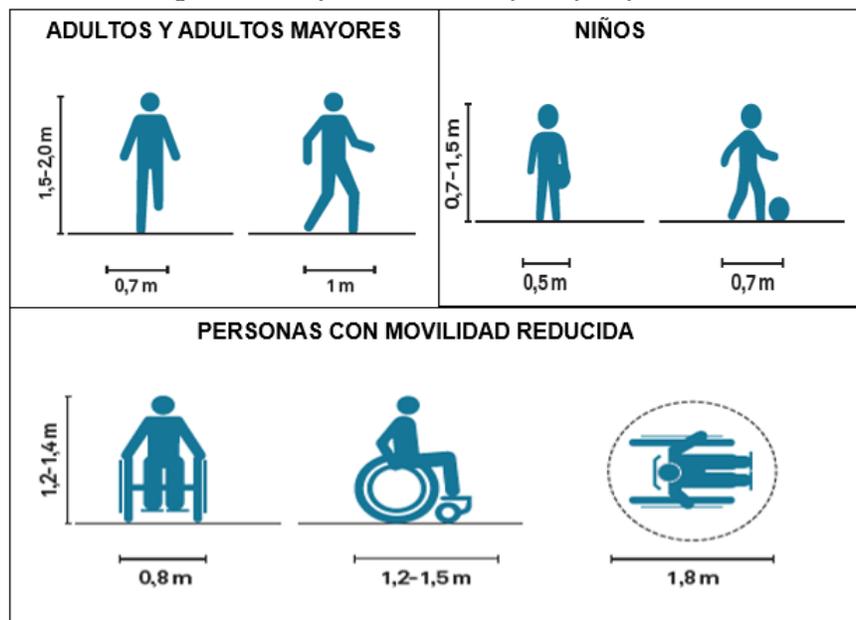
transporte de manera específica para después implementar un diseño global que involucre los modos de transporte motorizados y no motorizados dando prioridad a peatón y ciclista.

5.1. Lineamientos para infraestructura peatonal

Teniendo presente las condiciones existen en el caso de estudio, el cual cuenta con zonas de circulación en ambos costados, oriente exclusivo para peatones y occidente compartido con la ciclorruta se establecen los siguientes lineamientos:

- ✓ Se debe establecer una franja de circulación peatonal de mínimo 2.00 metros de ancho, el cual garantice la circulación libre de los peatones, incluyendo la accesibilidad para usuarios con movilidad reducida garantizando el flujo de al menos una persona en silla de ruedas (siendo este el usuario que mayor espacio necesita como se puede ver en la Figura 100); adicionalmente disponer de una franja de paisajismo y servicios/mobiliario (FPM) de mínimo 0.60m.

Figura 100. Requerimientos de espacio para peatones

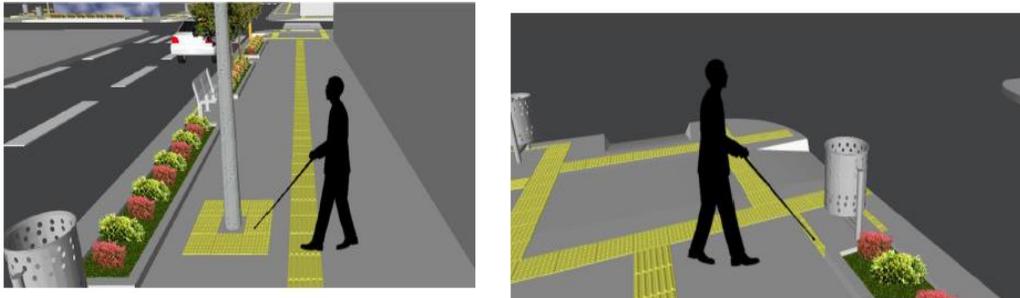


Fuente: Elaboración propia con base en la guía global de diseño de calles (NACTO), 2016.

- ✓ De acuerdo con los principios de la accesibilidad universal para peatones, los materiales que componen la franja de circulación deben ser continuos y antideslizantes, que permita una circulación segura en condiciones secas y/o húmedas, además se debe contar con superficies podotáctiles de guía y alerta,

donde la guía debe ser paralela a la circulación normal con una distancia mínima de 1.0 metro del paramento de las edificaciones siendo de guía como su nombre lo indica para personas invidentes y las superficies de alerta ubicarse de manera perpendicular o aledañas a las zonas de obstáculos y/o cambios de nivel para estos usuarios (ver figura 101).

Figura 101. Ubicación de superficies podotáctiles en andenes



Fuente: Cartilla de Andenes Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018)

- ✓ La altura máxima del andén estará definida por el tipo de vía y el tráfico vehicular de la misma, con base en la norma técnica NTC 4109 (ver tabla 14) en este caso y según la clasificación este tendrá una altura de máximo 0.2m, además la pendiente transversal del andén será de máximo el 2% hacia la calzada vehicular, garantizando el drenaje normal de la escorrentía hacia la vía o conducirse por medio de elementos prefabricados como cañuelas o cárcamos al sistema de alcantarillado.

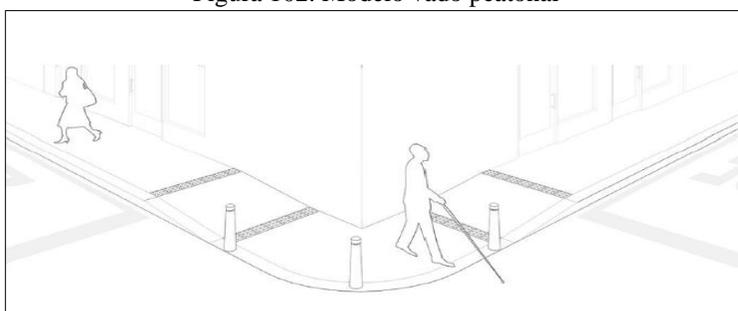
Tabla 14. Altura máxima de andén según NTC 4109

TIPO DE VÍA	ALTURA ANDEN (mm)
Vías de servicios, barrios residenciales, calles sin rutas de transporte público ni presencia de camiones. POCOS PEATONES	150
Vías arterias y Avenidas, centros de ciudad, calles con rutas de transporte público, circulación de velocidad alta. MUCHOS PEATONES	200
Terminales de Transporte y patios de carga en industrias y comercio, con poco volumen de tráfico	250
Terminales de Transporte y patios de carga en puertos, industrias y comercio, con gran volumen de tráfico	300

Fuente: Elaboración propia a partir de Cartilla de Andenes Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018)

- ✓ Se deben disponer de rampas o vados exclusivos para los peatones a lo largo de la zona de circulación y que no interfieran con los dispuestos para la ciclorruta, el ancho debe corresponder al mismo de la zona de circulación de peatones y en dado caso en la zona de ciclorruta debe corresponder al ancho de la franja de ciclorruta más el ancho de la franja de circulación; adicionalmente los mismos deben presentar una pendiente menor al 12%, y no contar con elementos como desagües o rejillas que impidan la circulación segura de los peatones, se permitirán bolardos en esta zona con un distanciamiento mínimo de 0.90m entre sí y máximo 2.0m.

Figura 102. Modelo vado peatonal



Fuente: Cartilla de Andenes Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018)

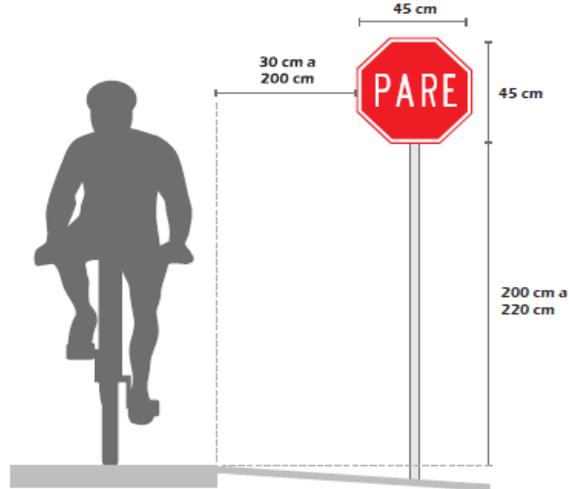
- ✓ Se debe instalar e implementar la señalización vertical y horizontal correspondiente al andén y de acuerdo con las dimensiones establecidas en el Manual de Señalización Vial del 2015 (ver tabla 15); la señalización debe ser visible durante todo el día sin importar las condiciones por lo cual debe ser de materiales apropiados y retrorreflectivos, las señales verticales estarán ubicadas dentro de la franja de amoblamiento para no interferir la circulación de peatones, garantizando como mínimo una distancia de 0.3m a partir del borde del andén; además la altura libre de estas debe ser como mínimo de 2.0m para garantizar la visibilidad y seguridad de los peatones y/o ciclistas (ver imagen 103).

Tabla 15. Dimensiones y forma de las señales verticales

TIPO DE SEÑAL	FORMA	TAMAÑO
Preventiva	Cuadrado	45 cm x 45 cm
Reglamentaria	Círculo	45 cm de diámetro
Reglamentaria SR-01 (PARE)	Octágono	45 cm de altura
Reglamentaria SR-02 (Ceda el Paso)	Triángulo	45 cm de lado
Informativa de servicio	Rectángulo	45 cm x 37,5 cm
Informativa de destino	Rectángulo	Depende el texto

Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de Señalización Vial (2015)

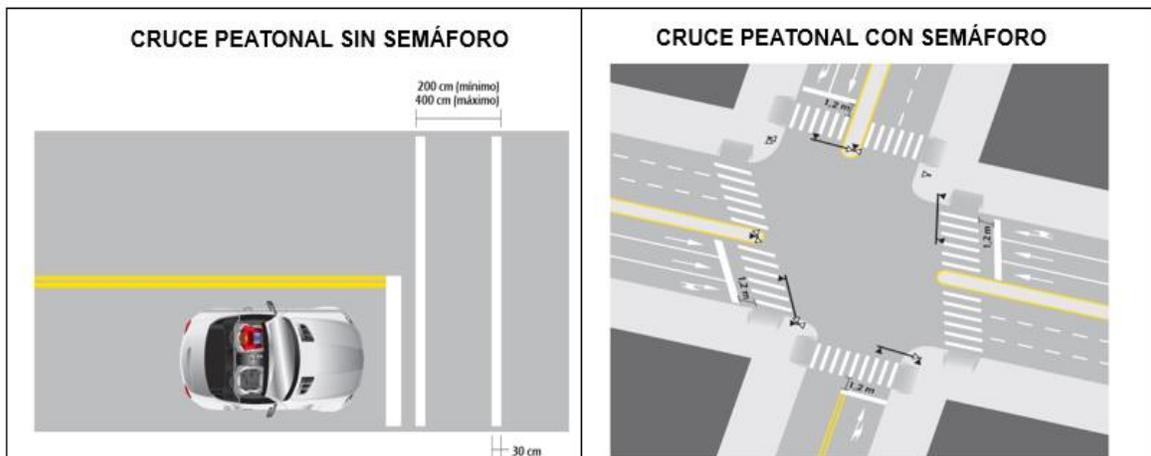
Figura 103. Ubicación de señales verticales en andén y/o ciclorruta



Fuente: Manual de Señalización Vial. Ministerio de Transporte de Colombia, 2015.

- ✓ Para la señalización horizontal, se deberán demarcar todos los pasos peatonales (con o sin semáforo), en el caso donde no se cuente con semáforo se marcará con dos líneas continuas paralelas transversales a la vía de mínimo 30 cm de ancho y una separación de 2.0 a 4.0 metros; en los cruces con semáforo deberá demarcarse con una línea de detención continua ubicada a una distancia mínima de 1.2m de cualquier paso peatonal y las líneas que delimitan la senda para el cruce peatonal (véase figura 104).

Figura 104. Demarcación horizontal en cruces peatonales

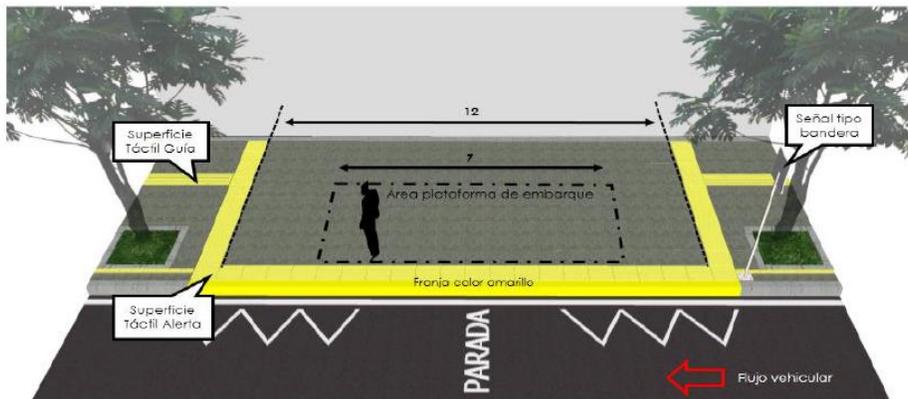


Fuente: Elaboración propia en base al Manual de Señalización Vial, 2015

- ✓ Para los paraderos, se debe disponer de la señalización adecuada que permita reconocer dichos puntos por todos los usuarios, la demarcación horizontal en la vía

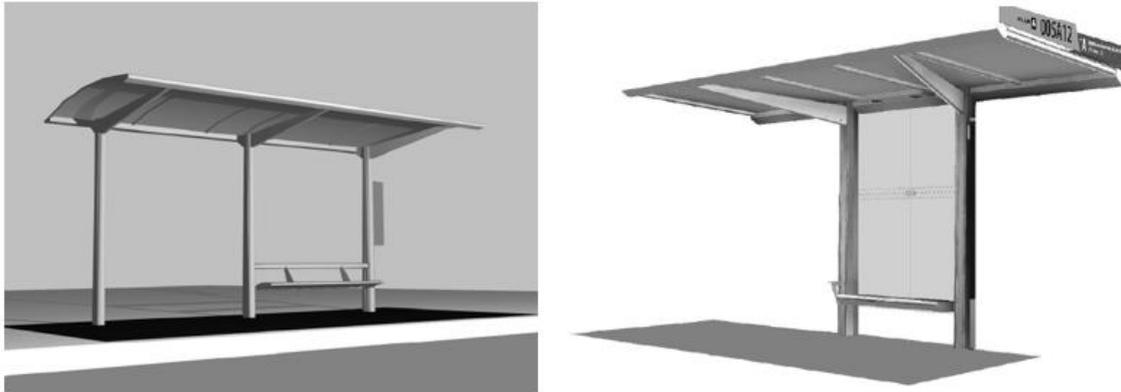
y señalización vertical tipo bandera, como se observa en la figura 105, además de las superficies podotáctiles de guía y alerta para su accesibilidad; también se podrá disponer de una infraestructura especial que permita la espera de los usuarios del sistema, la misma marca y señala los paraderos además de proteger a los usuarios de las condiciones climáticas; esta puede ser de módulo básico y de gran formato dependiendo del espacio disponible en cada zona.

Figura 105. Señalización de paradero de transporte público



Fuente: Cartilla de Andenes Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018)

Figura 106. Mobiliario de espera en paraderos



Fuente: Anexo cartilla de mobiliario urbano de Secretaría de Planeación Distrital Bogotá, 2021

5.2. Lineamientos para infraestructura de bicisuarios

Evaluando la infraestructura existente para los bicisuarios, y en base a la bibliografía se establecen a continuación los lineamientos para estos usuarios en el tramo de caso de estudio.

- ✓ Dado que se cuenta con infraestructura de bicisuarios únicamente al costado occidental y la cual es compartida por los andenes, en base a la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas del año 2016 clasificamos esta como una ciclobanda la cual contará con una segregación blanda o aspectos ligeros y visuales con respecto a los peatones como el cambio en el acabado entre la zona de circulación peatonal y la zona de ciclistas además de la demarcación horizontal.

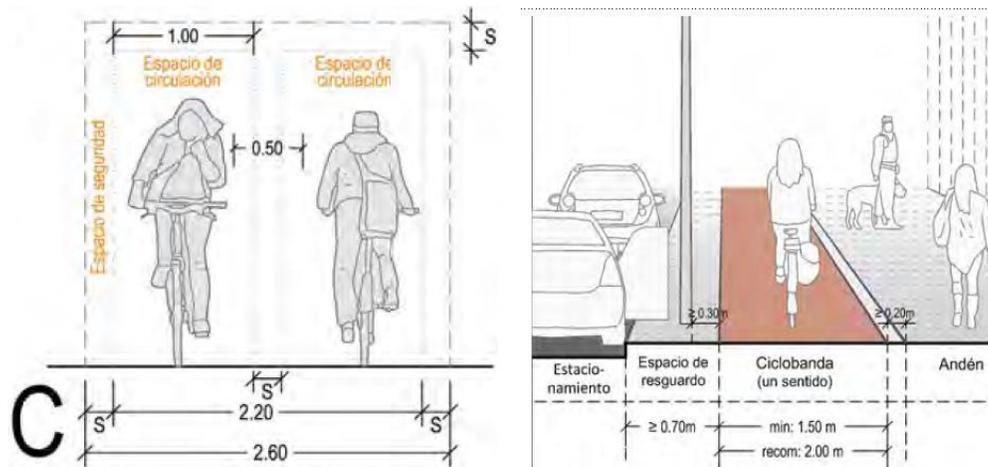
Figura 107. Ciclobanda unidireccional sobre andén



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia, 2016

- ✓ En cuanto a las dimensiones de esta, se debe tener en cuenta que su concepción es bidireccional, por tanto, se establece una franja de ciclorruta a nivel de andén (FCA) con un ancho mínimo de 2.40m, que garantiza los espacios de circulación y un espacio de seguridad entre usuarios y a los costados (véase figura 108).

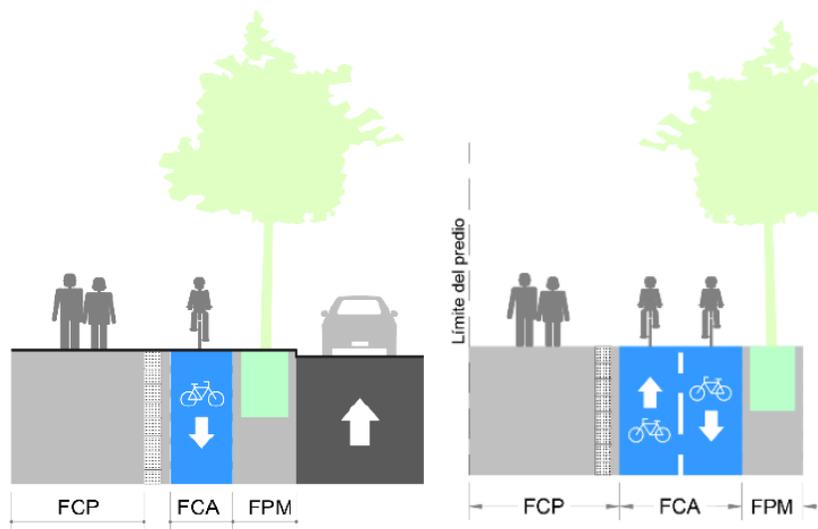
Figura 108. Dimensiones básicas del ciclista y espacios de resguardo



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia, 2016

- ✓ Se deben eliminar obstáculos a lo largo del espacio dispuesto como ciclorruta, como redes de servicios, señalización vertical, mobiliario, bolardos, entre otros, además de reducir al mínimo los cambios de nivel para que la misma brinde seguridad y confort a los usuarios.
- ✓ Alinear las rampas de ciclorruta que se tienen a lo largo del corredor y las cuales son utilizadas en las intersecciones (vados), estas no deben exceder pendientes de más de 8% y los vados para las ciclorrutas deben ser independientes a los vados para peatones y así evitar conflicto entre estos usuarios.
- ✓ Disponer de un acabado y superficie uniforme, en toda su sección (ancho y largo) con materiales bituminosos debido a su resistencia, regularidad de la superficie y buena adherencia, lo que otorga resistencia al deslizamiento en cualquier circunstancia y por tanto comodidad y seguridad a los ciclistas, además de ser un medio de segregación visual entre la infraestructura de biciusuarios y peatones.
- ✓ Establecer una franja de paisajismo y servicios/mobiliario (FPM) entre la calzada y la ciclorruta, en la cual se encuentren las redes de servicios de iluminación y telemáticos, cajas de inspección, instalación de señalización vertical a lo largo del tramo, la cual dispondrá de un ancho mínimo de 60 cm, además esta franja segrega físicamente el espacio de calzada y ciclorruta (ver figura 109); su pendiente transversal no debe superar el 2% para garantizar la correcta escorrentía del agua.

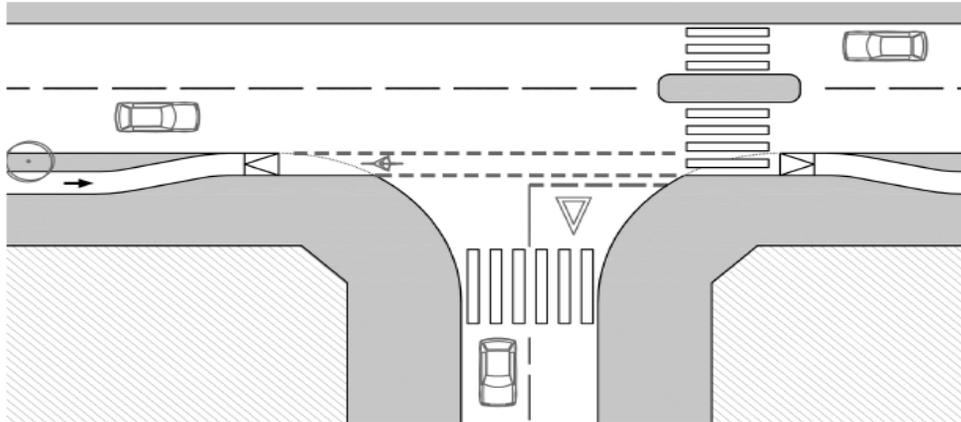
Figura 109. Franja de ciclorruta a nivel de andén (FCA) y franja de paisajismo y mobiliario (FPM)



Fuente: Cartilla de Andenes Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018)

- ✓ Para las intersecciones, se deberá dar prelación a los biciusuarios, y la maniobra de cruce se hará directa sin desvío, es decir, con continuidad directa de la ciclorruta, por lo que, la vía se convierte en una ciclorruta al nivel de la calzada sin segregación física en la intersección, únicamente con la demarcación horizontal correspondiente en intersección tanto para peatón como ciclistas (ver figura 110).

Figura 110. Ciclobanda en andén con paso para bicicletas sin desvío



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia, 2016

- ✓ La ciclo-infraestructura al igual que los andenes e infraestructura vial debe disponer de una señalización única y coherente que garantice una movilidad eficaz de los biciusuarios y mitigue los conflictos entre usuarios, se dispondrá de la señalización vertical y horizontal correspondiente a la ciclobanda y/o ciclorruta de acuerdo a las dimensiones establecidas en el Manual de Señalización Vial del 2015 y en base a la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas del 2016; la señalización vertical deberá disponer señales reglamentarias, señales preventivas y señales informativas como aplique a lo largo del tramo.

Figura 111. Señales reglamentarias para ciclorrutas



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia, 2016

Figura 112. Señales preventivas para ciclorrutas



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia, 2016

Figura 113. Señales informativas para ciclorrutas

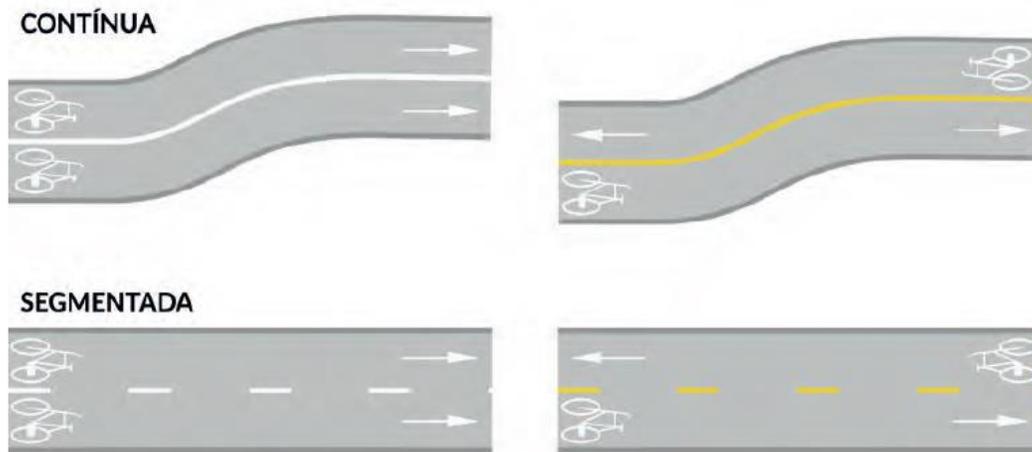


Fuente: Manual de Señalización Vial. Ministerio de Transporte de Colombia, 2015.

- ✓ Señalización vertical: se instalará al inicio de la ciclobanda la señal SIC-07, la cual indica el inicio de esta; a lo largo del corredor y teniendo en cuenta que el sentido de la ciclobanda es bidireccional habrán señales en sentido norte-sur y viceversa como: SR-01 en los cruces de las calles para notificar al ciclista detenerse, SR-02 en las intersecciones o cruce de peatones para que el ciclista ceda el paso, SRC-03 a lo largo del corredor para notificar al ciclista y peatón la circulación por el corredor correspondiente a cada usuario (no compartida) y por ultimo señales SPC-01 en todos los puntos de cruce con accesos vehiculares (ingreso o salida) para advertir a los biciusuarios el cruce de vehículos motorizados.
- ✓ Señalización horizontal: se proyectará una línea continua de eje central con ancho mínimo de 10 cm de color amarillo que indica el tránsito en los dos sentidos de la ciclorruta sin adelantamiento, además de las líneas continuas de color blanco en cada extremo del ancho de la ciclorruta como medio de canalización de esta y segregación de la circulación entre biciusuarios y peatones con un ancho de 12 cm. También se deben marcar las líneas transversales en los cruces y/o intersecciones peatonales además de las flechas demarcadas en el pavimento para indicar al

ciclista la dirección y sentido de la ciclorruta. Por último, se demarcará la ciclorruta con un pictograma de bicicleta de color blanco en el pavimento en cada sentido repetida a lo largo de la ciclorruta como mínimo cada 30 metros.

Figura 114. Líneas de demarcación horizontal de ciclorruta



Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Ministerio de Transporte de Colombia, 2016

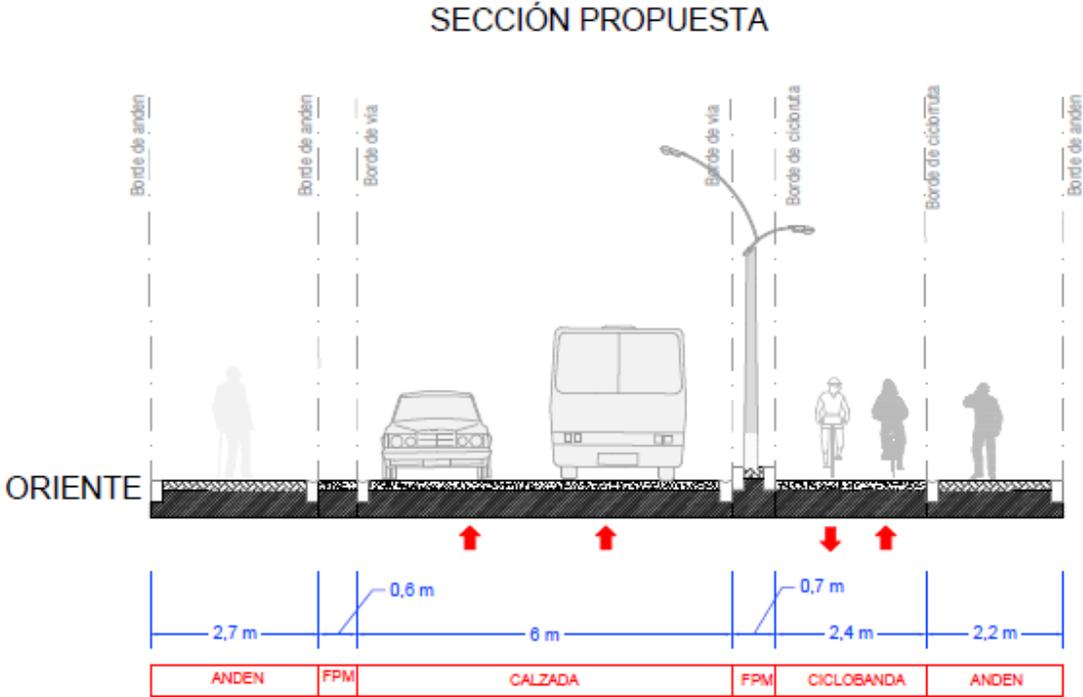
5.3. Lineamientos específicos del caso de estudio

De acuerdo con el caso de estudio, y una vez revisada la infraestructura vial actual, observamos que la misma no es uniforme en todo el tramo, por lo cual, partiendo de un punto crítico, es decir, donde las condiciones presentes son más desfavorables se plantean lineamientos generales que permitan dar continuidad a lo largo del tramo, se optimice la infraestructura existente y se prioricen los usuarios peatón y ciclista.

Como observamos en el capítulo 4. Resultados y análisis, a lo largo del tramo se encuentran bahías de estacionamiento y/o zonas de descarga tanto al costado oriental como occidental, lo que incentiva el uso de vehículos motorizados para la población del municipio con el mal uso que estas bahías tienen convirtiéndose en zonas de parqueadero gratuito y generando congestión vehicular; es así, que en consecuencia al análisis del tramo en el cual se evidencian que existen 18 parqueaderos en su mayoría públicos se propone eliminar por completo las bahías que se encuentran a lo largo del tramo y utilizar este espacio para mejorar las condiciones de la infraestructura para peatones y biciusuarios.

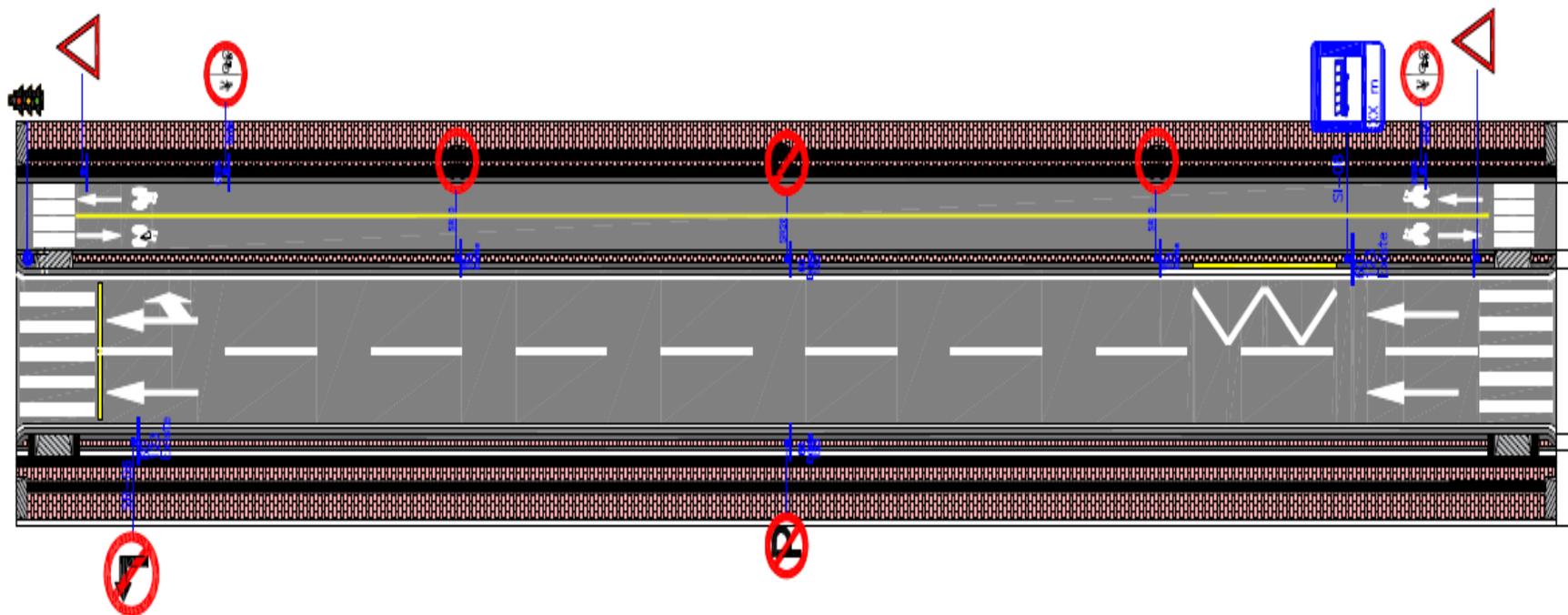
Adicionalmente revisando las características de la vía, como su categoría, tipo de terreno y la velocidad de operación en base al manual de diseño de carreteras del 2008 y partiendo de la clasificación de esta vía según el Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Cajicá, se plantea un ancho de calzada de 6.0 metros y así emplear el espacio restante en adecuar las condiciones de infraestructura para peatones y biciusuarios en el tramo del caso de estudio, y aplicar los lineamientos establecidos anteriormente. Es así, que a partir de lo planteado y los lineamientos, a continuación, se propone una sección transversal priorizando la movilidad de peatones y ciclistas para el tramo del caso de estudio.

Figura 115. Sección transversal propuesta para el tramo del caso de estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura 116. Diseño en planta propuesta para el tramo del caso de estudio



Fuente: Elaboración propia

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al realizar el levantamiento de datos iniciales para revisar las condiciones actuales de la infraestructura existente y una vez realizada la caracterización de la infraestructura vial, de peatones y ciclistas en el tramo del caso de estudio, se evidencia que aunque en dicha infraestructura interactúan todos los usuarios como vehículos motorizados y no motorizados, las condiciones presentes son deficientes, lo cual genera problemas como contaminación, accidentalidad, inseguridad y conflictos entre usuarios. Dichas condiciones actuales no atraen a los usuarios a la utilización de medios no motorizados y por tanto sigue primando el uso del vehículo particular.

Aunque el corredor del tramo de estudio, presenta en la actualidad infraestructura para todos los usuarios, se deben cambiar las condiciones iniciales y de diseño de la misma, dando prioridad a los peatones y ciclistas, evitando contrariedades en la utilización de la misma, por lo cual, se establecieron lineamientos específicos de estos usuarios que pudieran ser implementados en el corredor y así cambiar las características de la infraestructura vial y promover el uso de la bicicleta y/o peatonal.

Observando las condiciones presentes de la infraestructura de peatones y biciusuarios, se presentan situaciones de conflicto directo de estos usuarios, dado que las zonas de circulación para cada uno de ellos no son propicias para una circulación segura, se recomienda implementar los lineamientos establecidos en cuanto al espacio, diseño, y señalización que brinden una circulación segura para estos usuarios.

Es importante establecer una señalización vertical y horizontal adecuada y coherente en las zonas respectivas para cada usuario: vehículos automotores, biciusuarios y peatones; con el fin de garantizar una movilidad eficaz, además de condiciones de materiales y mobiliario destinado en cada zona, dejando libres de obstáculos los espacios destinados a la circulación de cada usuario y por tanto mejorando las condiciones de movilidad y accesibilidad de estos.

El diseño y construcción de la infraestructura vial se centra en los vehículos automotores, dejando de lado a los usuarios más vulnerables y solo disponiendo de algún espacio

restante para el tránsito de peatones, que en su mayoría es limitado y/o inadecuado; por lo cual, es importante recuperar el espacio, optimizar la infraestructura e implementar zonas peatonales accesibles e inclusivas para todos los usuarios incluyendo personas con movilidad reducida.

Se observa como en los municipios y ciudades pequeñas de Colombia, las vías son utilizadas por todos los vehículos motorizados y hasta medios no motorizados como la bicicleta, además que esta infraestructura es utilizada para los vehículos de transporte público tanto particular como masivo, sin que esta sea segregada físicamente y/o exclusiva para este modo de transporte; por lo cual, se recomienda implementar una señalización tanto vertical y horizontal adecuada según la normatividad vigente, además de como usuarios hacer uso del mobiliario destinado como paradero o de las sitios demarcados para recoger y/o dejar pasajeros y no en sitios no autorizados que conllevan a conflictos entre usuarios y pueden incurrir en problemas de inseguridad y accidentalidad.

El municipio de Cajicá mediante Decreto No. 121 del 19 de septiembre de 2018 “Por el cual se establecen medidas de tránsito vehicular en vías urbanas y rurales, tendientes a garantizar la movilidad del municipio de Cajicá y se dictan otras disposiciones”, restringe el tránsito de vehículos de carga superior a cinco (5) toneladas por las vías del municipio, misma que se pudo implementar debido a que se cuentan con vías alternas de ingreso y salida al municipio, además que ha sido precisa en este tramo para mitigar el impacto que genera este tipo de vehículos en la infraestructura vial, además de una adecuada circulación al transporte público como se evidencio en el capítulo de análisis y resultados.

Se debe concebir desde la planificación de la infraestructura vial de una movilidad ambiental, social y económicamente sostenible cuyo objetivo es conseguir el uso racional de los medios de transporte reduciendo la circulación de vehículos automotores particulares y por tanto el impacto negativo del medio ambiente, mejorando el bienestar y calidad de vida de las personas.

Se recomienda implementar acciones como campañas y/ capacitaciones con la población, que incentiven los recorridos a pie o en bicicleta cuando las distancias sean cortas a medianas o en distancias largas hacer uso del transporte público y así desincentivar el uso del vehículo particular, para ello también se planteó una estrategia como lo es eliminar las bahías de carga que se encontraban a lo largo de la vía en ambos costados y estaban

siendo utilizadas incorrectamente como zonas de parqueo de vehículos particulares y motocicletas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2018). Cartilla de Andenes. Bogotá D.C. : Secretaría Distrital de Planeación- Dirección del Taller del Espacio Público.
- Alcaldía Municipal de Cajicá. (6 de abril de 2023). Alcaldía Municipal de Cajicá. Obtenido de <https://cajica.gov.co/informacion-general/>
- Álvarez, L., Méndez, G., & Martins, N. (2014). Los sistemas peatonales como sistemas de transporte. *Revista Científica*, 53-64.
- Banco Mundial, CTS EMBARQ México. (s.f.). Guía para la elaboración de un Plan Urbano de Seguridad Vial. México. Obtenido de <https://ansv.gov.co/es/node/6538>
- Cigüenza Riaño, N. (17 de Julio de 2019). *La Republica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/el-nuevo-censo-poblacional-del-dane-consolida-a-las-ciudades-dormitorio-del-pais-2885537>
- DANE. (03 de Marzo de 2022). *TerriData*. Obtenido de <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/25126>
- Linares , M. L. (2021). Las ciclovías, la movilización de las personas y su salud. *Economía y Negocios*, 76-94.
- MinTransporte. (12 de Septiembre de 2019). Movilidad segura. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/SemanaMovilidadCO/publicaciones/7733/movilidad-segura/>
- Ministerio de Transporte. (2015). *Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Transporte.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. (C. Pardo, & A. Sanz, Edits.) Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia.
- Municipio de Cajicá. (27 de Diciembre de 2014). *Alcaldía municipal de Cajicá*. Obtenido de <https://cajica.gov.co/plan-de-ordenamiento/>
- NACTO, Global Designing Cities Initiative. (2016). *Guía global de diseño de calles*. Estados Unidos: Lemoine Editores.
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (Enero de 2020). *ANSV*. Obtenido de Boletín Estadístico Cundinamarca: https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-03/Boletin_Cundinamarca_diciembre_2020.pdf

Panamá en Bici. (2021). *Ciclo-inclusión: Guía de Principios técnicos para la implementación de infraestructura ciclo-inclusiva*. (T. Van Laake, M. F. Ramírez, & P. Calderón Peña, Edits.) Ciudad de Panamá, Panamá: Panamá en Bici