

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA RED DE  
CICLOVIAS EN LA LOCALIDAD DE SUBA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**ELABORADO POR:**

**ESPITIA BOLAÑOS VALENTINA**  
**[valentina.espitia@mail.escuelaing.edu.co](mailto:valentina.espitia@mail.escuelaing.edu.co)**

**SALCEDO VARGAS DERLY HAISULY**  
**[derly.salcedo@mail.escuelaing.edu.co](mailto:derly.salcedo@mail.escuelaing.edu.co)**



**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO**  
**BOGOTÁ D.C, COLOMBIA 2024**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA RED DE CICLOVIAS EN LA LOCALIDAD DE SUBA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**ELABORADO POR:**

**ESPITIA BOLAÑOS VALENTINA**  
**[valentina.espitia@mail.escuelaing.edu.co](mailto:valentina.espitia@mail.escuelaing.edu.co)**

**SALCEDO VARGAS DERLY HAISULY**  
**[derly.salcedo@mail.escuelaing.edu.co](mailto:derly.salcedo@mail.escuelaing.edu.co)**

**Trabajo dirigido (Énfasis en vías y transporte)**

**Directora**  
**PhD. Ing. MÓNICA MARCELA SUÁREZ PRADILLA**



**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO**  
**BOGOTÁ D.C, COLOMBIA 2024**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciudades latinoamericanas con mayor infraestructura de ciclovías. Fuente: [4] .....	13
Figura 2. Mapa de ciclorrutas de Bogotá Fuente: [16].....	19
Figura 3. Mapa de ciclo rutas urbano de Bogotá. Fuente: [16] .....	21
Figura 4. Red de ciclo rutas urbano de la localidad de Suba. Fuente: [16] .....	22
Figura 5. Radio de influencia de la ruta seleccionada. Fuente: [16] .....	22
Figura 6. Convención de millas inicial, intermedia y final. Fuente: [16].....	23
Figura 7. Punto de partida (intersección del portal de Suba). Fuente: Google Maps .....	24
Figura 8. Inicio de la ciclo ruta (sentido norte sur). Fuente: Google Maps.....	24
Figura 9. Milla intermedia. Fuente: Google Maps .....	25
Figura 10. Panorama de conectividad de la milla intermedia. Fuente: Google Maps .....	25
Figura 11. Ultima milla, final del tramo de estudio. Fuente: Google Maps .....	26
Figura 12. Diagrama circular de la metodología. Fuente: Propia .....	32
Figura 13. Observación en campo de la presencia de autoridades. Fuente: (Propia).....	34
Figura 14. Observación de material informativo en la primera milla. Fuente: (Propia) .....	35
Figura 15. Ciclo parqueadero del Portal de Suba. Fuente: (Propia) .....	35
Figura 16. Ciclo parqueadero del super CADE de la localidad de Suba. Fuente: (Propia) .....	35
Figura 17. Estado del paso peatonal. Fuente: (Propia) .....	36
Figura 18. Estado de la ciclorruta al nivel del portal de Suba. Fuente: (Propia) .....	36
Figura 19. Estado de las rampas de conexión de la ciclorruta. Fuente: (Propia) .....	36
Figura 20. Estado a lo largo de la ciclorruta. Fuente: (Propia).....	36
Figura 21. Intersección vial que conecta la ciclorruta. Fuente: (Propia) .....	37
Figura 22. Ingreso de otros actores viales al portal de Transmilenio. Fuente: (Propia).....	37
Figura 23. Pasos peatonales del sector. Fuente: (Propia) .....	37
Figura 24. Calidad de los drenajes observados. Fuente: (Propia) .....	38
Figura 25. Porcentaje de población censada por género. Fuente: (Propia) .....	39
Figura 26. Población censada por sexo y edad. Fuente: (Propia).....	40
Figura 27. Frecuencia de uso de la bicicleta. Fuente: (Propia).....	40
Figura 28. Frecuencia de uso diario de la bicicleta por edades. Fuente: (Propia).....	41
Figura 29. Preferencia de uso de las bicicletas. Fuente: (Propia).....	42
Figura 30. Satisfacción de los usuarios en la ciclovía. Fuente: (Propia) .....	43
Figura 30. Comparación de accidentalidad en la ciclovía. Fuente: (Propia) .....	43
Figura 31. Tipo de accidente en la ciclovía. Fuente: (Propia) .....	43
Figura 33. Accesibilidad que tienen las ciclovías. Fuente: (Propia) .....	44
Figura 34. Existen suficientes parqueaderos de bicicletas en la localidad de Suba. Fuente: (Propia) .....	45
Figura 35. Problemáticas ambientales en la ciclovía. Fuente: (Propia) .....	45
Figura 36. Percepción de sostenibilidad ambiental de acuerdo con la implementación de las ciclovías. Fuente: (Propia) .....	46
Figura 37. Mapa geo procesado de las localidades de Bogotá.....	47
Figura 38. Análisis estadístico obtenido en ArcGIS .....	48
Figura 39. Localidades que cuentan con ciclorrutas en la ciudad de Bogotá.....	48
Figura 40. Cantidad de luminarias en las zonas de ciclorrutas urbanas Fuente: [19].....	49
Figura 41. Accidentes presentados en las ciclorrutas urbanas Fuente: [19].....	50

<i>Figura 42. Ciclorrutas en la localidad de suba Fuente: [19]</i> .....	51
<i>Figura 43. Análisis estadístico del área de las ciclorrutas en la localidad de Suba Fuente: [19]</i> .....	51
<i>Figura 44. Mapa de clasificación y riesgo de género femenino Fuente: [19]</i> .....	52
<i>Figura 45. Mapa de clasificación y riesgo género masculino Fuente: [19]</i> .....	52
<i>Figura 46. Mapa de clasificación y riesgo jóvenes Fuente: [19]</i> .....	53
<i>Figura 47. Mapa de clasificación y riesgo jóvenes Fuente: [19]</i> .....	53
<i>Figura 48. Mapa de clasificación y riesgo adultos Fuente: [19]</i> .....	53
<i>Figura 49. Mapa de clasificación y riesgo adultos mayores Fuente: [19]</i> .....	53
<i>Figura 50. Mapa de clasificación de riesgo viaje por trabajo</i> .....	54
<i>Figura 51. Mapa de clasificación de riesgo viaje por estudio</i> .....	54
<i>Figura 52. Mapa de clasificación de riesgo otro tipo de viaje</i> .....	55
<i>Figura 53. Mapa de clasificación y riesgo de accidentalidad por género</i> .....	55
<i>Figura 54. Mapa de clasificación y riesgo de accidentalidad por género</i> .....	55
<i>Figura 55. Mapa de clasificación y riesgo de material particulado menor a 2.5 Micrómetros en la localidad de suba</i> .....	56
<i>Figura 56. Mapa de clasificación y riesgo de material particulado menor a 10 Micrómetros en la localidad de suba</i> .....	56

## Tabla de contenido

<b>CAPITULO 1</b> .....	<b>10</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
1.2. OBJETIVOS .....	11
1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	11
<b>CAPITULO 2</b> .....	<b>12</b>
<b>2. ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>12</b>
2.1. MARCO TEÓRICO .....	17
<b>CAPITULO 3</b> .....	<b>20</b>
<b>3. CASO DE ESTUDIO</b> .....	<b>20</b>
3.1. DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA.....	20
3.2. SELECCIÓN DE LA RUTA .....	20
3.3. FACTORES EVALUADOS .....	26
<b>CAPITULO 4</b> .....	<b>31</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>31</b>
<b>CAPITULO 5</b> .....	<b>33</b>
<b>5. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
5.1. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA .....	33
5.2. PERCEPCIÓN DEL USUARIO.....	39
5.3. MAPAS DE RIESGO A PARTIR DE DATOS GEOREFERENCIADOS .....	46
<b>CAPITULO 6</b> .....	<b>58</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>58</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>60</b>

## RESUMEN

En la ciudad de Bogotá actualmente se realizan aproximadamente 16.723.044 millones de viajes a diario, incluyendo los trayectos de menos de 15 minutos, de los cuales el 71,52% se realizan en modos sostenibles (transporte público, bicicleta y modos peatonales) de acuerdo con la Encuesta de Movilidad del 2023 de la Secretaría Distrital de Movilidad. Particularmente, en bicicleta se realizan 886.625 viajes, la mayoría de estos viajes se producen en los estratos menos favorecidos (1,2,3) y se hacen desde las zonas donde se ubican las periferias más grandes de la ciudad y un gran porcentaje de estos viajes tienen como motivo trabajar y estudiar. Por ello, este estudio busca evaluar algunos parámetros de sostenibilidad ambiental relacionados con la infraestructura para bicicletas de la localidad de Suba en Bogotá en la que se presenta una alta tasa de congestión por el desequilibrio entre la urbanización y la oferta de transporte. Particularmente, se eligieron parámetros asociados a la calidad del aire, los usos del suelo, la conservación de los medios bióticos, el manejo de residuos sólidos y del agua; además, se integraron factores de tránsito que se correlacionan para solucionar diferentes problemáticas para la población de la localidad. La metodología aplicada utiliza diferentes fuentes de datos como estudios previamente realizados, información estadística y georreferenciada, se aplicó un sondeo en el que se tuvo en cuenta características como la edad, el uso del medio de transporte, la frecuencia, el género, etc. Los resultados señalan que la infraestructura evaluada, aunque presenta algunos problemas es muy necesaria para la población del sector y que su principal aporte tiene que ver con la intermodalidad que brinda con el sistema de transporte público masivo Transmilenio.

## ABSTRACT

In the city of Bogotá, approximately 16,723,044 million trips are currently made daily, including journeys of less than 15 minutes, of which 71.52% are made by sustainable modes (public transport, bicycle, and pedestrian modes) according to the Mobility Survey 2023 of the District Mobility Secretariat. Particularly, 886,625 trips are made by bicycle, most of these trips occur in the less favored strata (1,2,3) and are made from the areas where the largest peripheries of the city are located, and a large percentage of these trips are for work and study purposes. Therefore, this study seeks to evaluate some environmental sustainability parameters related to bicycle infrastructure in the locality of Suba in Bogotá, which has a high rate of congestion due to the imbalance between urbanization and transport supply. Particularly, parameters associated with air quality, land use, conservation of biotic environments, solid waste and water management were chosen; in addition, traffic factors that correlate to solve different problems for the population of the locality were integrated. The methodology applied uses different data sources such as previously conducted studies, statistical and geo-referenced information, and a survey was applied in which characteristics such as age, use of the means of transport, frequency, gender, etc. were considered. The results indicate that the infrastructure evaluated, although it presents some problems, is very necessary for the population of the sector and that its main contribution has to do with the intermodality it provides with the TransMilenio mass public transport system.

## PALABRAS CLAVE

Movilidad urbana, biodiversidad, percepción del usuario transporte multimodal, impacto ambiental, infraestructura verde, transporte sostenible, reducción de emisiones de carbono, planificación urbana.

## KEY WORDS

Urban mobility, biodiversity, User perception, Multimodal transportation, Environmental impact, green infrastructure, Sustainable transportation, Carbon emissions reduction, Urban planning



## DEDICATORIA

*Derly:*

*A mi familia, que es el eje y motor de mi vida, principalmente a mis papás que se han esforzado cada día de su vida para darme las herramientas necesarias para crecer profesional y personalmente, me han brindado su amor y apoyo incondicional permitiéndome hoy día alcanzar esta meta; a mis hermanos que me han acompañado en cada momento de mi vida, llenándome de fuerza, seguridad, felicidad y un gran anhelo de salir adelante juntos; para recompensar a nuestros padres por su maravilloso rol y entrega.*

*A la Ingeniera Mónica Marcela Suarez Padilla, quien a lo largo de mi vida universitaria cultivó un sinfín de herramientas, conocimientos y gustos por el área estudiada y que a su vez nos permitió llevar a cabo este gran proyecto de su mano, brindándonos todo el apoyo, dedicación y tiempo; para lograr la generación de nuevos saberes que serán muy fructíferos para nuestra vida profesional.*

*A Valentina, quien se convirtió en una persona indispensable en mi vida al brindarme toda su confianza y apoyo en cada una de las etapas y procesos universitarios. En especial en este trabajo que nos permite fortalecer nuestros conocimientos y ámbitos profesionales. Además, por darme su incondicional y sincera amistad, la cual hoy nos permite alcanzar esta maravillosa meta juntas puesto que se convirtió en un gran enlace estratégico.*

*A nuestros amigos Brayan y Andrés, quienes nos ayudaron a superar los obstáculos que se nos presentaron en el desarrollo de esta investigación, nos brindaron su cariño, apoyo y tiempo para hacer posible este logro.*

*Valentina:*

*A mi mamá y mi hermana, a quién dedico este logro con amor y gratitud por su apoyo incondicional. Ustedes han sido el pilar en este proceso, y quienes me han motivado para culminar con éxito, marcando el esfuerzo, sacrificio y entrega constante.*

*A nuestra directora Mónica Marcela Suarez Padilla quien fue nuestra guía y mentora en este proyecto. Su dedicación y experiencia fueron elementos clave para el éxito de nuestro trabajo. Agradecemos especialmente su confianza en nosotras y su tiempo dedicado a compartir su conocimiento, liderazgo y compromiso.*

*A mi amiga y compañera de proyecto, quien ha sido mi apoyo constante desde el inicio hasta la culminación de este proceso. Gracias al trabajo que hicimos, su dedicación y entrega constante; hemos logrado con éxito este proyecto, pero principalmente agradezco su amistad incondicional, cada paso de este camino se ha forjado con su compañía. Espero la vida nos lleve juntas por muchos años más.*

*A mis amigos Brayan y Andrés, y a mi pareja, quienes fueron testigos de este viaje, y nos brindaron su ayuda y apoyo. Gracias por ser parte fundamental en este trabajo.*

## CAPITULO 1

### 1. INTRODUCCIÓN

El amplio crecimiento de la población y la urbanización en las ciudades del mundo, exigen que se implementen modos de movilidad activa que tengan intermodalidad con los sistemas de transporte público de alta capacidad. Particularmente, los viajes en bicicleta se han incrementado ampliamente en los últimos años en la ciudad de Bogotá que es conocida a nivel mundial por el uso de este modo de transporte.

La red de ciclovías en Bogotá ha tenido una expansión significativa con el fin de fomentar el uso de la bicicleta como transporte sostenible. Sin embargo, la red no está totalmente conectada y en muchos sectores la infraestructura se comparte con el peatón y las patinetas. En Bogotá se realizan diariamente 880.367 viajes en bicicleta, posicionándola como una de las pocas ciudades de Latinoamérica con cifras de uso envidiables. [1] El número de viajes en bicicleta al día supera ciudades como Ámsterdam que tiene un promedio de 665.000; Copenhague, 250.000 y Santiago de Chile, 676.000; el uso de la bicicleta se ve impulsado por su relieve plano, en gran parte de su extensión, junto con las condiciones climáticas, la ha convertido en una ciudad propicia para el uso masivo de este medio de transporte. [2] De acuerdo con la Encuesta de Movilidad 2019, el 44 % de los viajes que se realiza por este medio son para desplazarse al lugar de trabajo mayoritariamente desde el suroccidente (localidades de Bosa y Kennedy) hacia el centro de la ciudad; y un 16,5 % para ir a estudiar, en su mayoría desde el suroccidente y Suba para llegar a las universidades concentradas en el centro y norte de la ciudad. [2] Por ello, en este trabajo se propone analizar cómo influye este transporte en la calidad del aire y cuantificar en cuanto se disminuye la contaminación por emisiones de CO<sub>2</sub>.

Como zona de estudio se selecciona la localidad de Suba, para la que se define una zona de influencia dentro de la cual exista una ciclorruta, haya un nivel significativo de bici usuarios, mobiliario urbano y otros actores viales. Adicionalmente, el sector de estudio debe tener una característica cultural específica en la que se encuentren diversos actores viales. Además, para el análisis se va a tener en cuenta factores como la seguridad vial, las condiciones de las ciclorrutas y la percepción de los ciudadanos. A través de la revisión de la literatura se van a identificar diferentes indicadores para cuantificar los efectos ambientales.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar parámetros de sostenibilidad ambiental de la red de ciclovías en la localidad de suba en la ciudad de Bogotá.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las políticas, estrategias y necesidades de movilidad, tránsito, transporte y medio ambiente que han generado impacto en la población estudiada; para determinar los indicadores que se evaluarán en la investigación.
- Analizar la infraestructura y cobertura de la red de ciclorrutas considerando la extensión, conectividad, calidad y seguridad, así como, las características que pueden influir en la adopción de la bicicleta como medio de transporte.
- Evaluar el comportamiento y la percepción del usuario a partir de una encuesta y unas entrevistas focalizadas respecto al uso de la bicicleta y su influencia en el momento de decidir qué modo de transporte utilizar.
- Generar recomendaciones y directrices para los usuarios y entidades a partir de los resultados obtenidos.

## **1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO**

Este documento está compuesto por un total de 6 capítulos los cuales están distribuidos de manera sucesiva con la información correspondiente, en el capítulo 2 se muestra el estado del arte y el marco teórico partiendo de los conceptos y variables específicas de la investigación definidas en el primer capítulo; posteriormente el capítulo 3 expone de manera específica el caso de estudio y los indicadores clave de este estudio, justificando la elección a partir de necesidad que se genera. Por otro lado, en el capítulo 4 se explica el paso a paso seguido en la metodología y se muestra un diagrama correspondiente a esto, el documento continúa con el capítulo 5 en el cual se hace el respectivo análisis de datos obtenidos en la encuesta aplicada y del geoprocusamiento de otros y se finaliza con las respectivas conclusiones, recomendaciones y referencias en el capítulo 6.

## CAPITULO 2

### 2. ESTADO DEL ARTE

La implementación de ciclovías en Bogotá ha sido objeto de creciente interés, con el fin de abordar y mejorar los problemas asociados con la movilidad urbana, disminuyendo los impactos ambientales que traen consigo los proyectos de infraestructura. Se han hecho diversos estudios y análisis evaluando aspectos ambientales; como fomento de desarrollo de infraestructura sostenible, con el fin de conocer la dinámica que tienen los ciudadanos y sus necesidades y así brindar herramientas que permitan implementar más otros modos de transporte amigables con el medio ambiente. [3]

Bogotá ha sido reconocida internacionalmente por su arduo compromiso en modalidad sostenible; en la cual se han enfocado en la operación del sistema priorizando el impacto ambiental y social. [4] Por ejemplo, un estudio de la Universidad de los Andes en Colombia evaluó y fomentó el uso de la bicicleta para mejorar la calidad de vida del cuál se muestra que:

- En Bogotá, el 14% de los adultos sufre de obesidad, pero la cifra decrece al 3% si nos referimos solo a quienes usan las ciclorrutas. [5]
- Los ciclistas recortan alrededor de 86.43 toneladas de dióxido de carbono y 8 de material particulado que, de lo contrario, contribuirían a intensificar el cambio climático. [5]

Comparando los países de América Latina con respecto a países en desarrollo, se evidencia que estamos atrasados; y todo se remonta al origen de las ciudades, aproximadamente entre el siglo XIX y el siglo XX, pues, se priorizó el uso de vehículos automotores y se dejó a un lado otros medios de transporte como lo son las bicicletas [5]. Las ciudades crecieron hasta el punto en que la congestión vehicular se convirtió en uno de los principales problemas pues su capacidad vial no es suficiente para el crecimiento poblacional que han tenido.

“Según el libro «Ciclismo para ciudades sostenibles», publicado en 2021 por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Estados Unidos, América Latina cuenta con al menos 3067 kilómetros de ciclorrutas en 36 ciudades.” [6]

Este estudio, que recopila datos de 2018, sitúa a Bogotá como la metrópolis que ofrece más ciclovías, con 500 kilómetros disponibles. Le siguen Santiago, en Chile, con 340, y Río de Janeiro, en Brasil, con 307.”

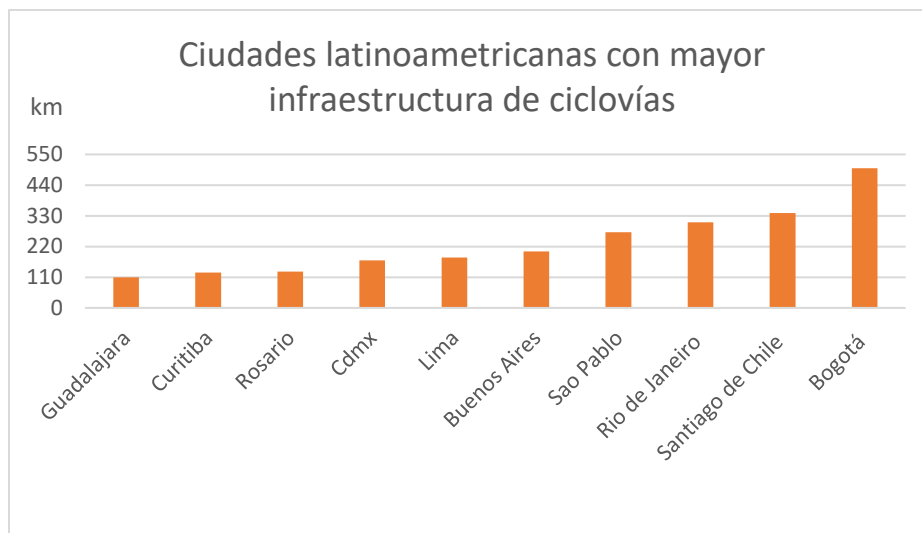


Figura 1. Ciudades latinoamericanas con mayor infraestructura de ciclovías. Fuente: [6]

Estos estudios muestran como en las ciudades de América Latina, las desventajas sociales juegan un papel significativo en el uso de la bicicleta. Conocer quién utiliza la bicicleta y cómo su uso conduce a accesibilidad es fundamental para el desarrollo e implementación de nuevas rutas. En el caso de Bogotá, se ha implementado cerca de 550 km de infraestructura ciclista, sin embargo, a pesar de los esfuerzos por implementar y promover el ciclismo, aún hay desafíos relacionados con seguridad, accesibilidad y percepción social del uso de la bicicleta lo que ha llevado a la implementación de estrategias de movilidad urbana que han contribuido y ayudado a la disminución de accidentes de tránsito que involucran a ciclistas. [7]

Entre otros estudios relevantes se encuentran aquellos donde se ha evaluado la sostenibilidad ambiental de la implementación de ciclovías, en cuanto a calidad del aire, específicamente en zonas cercanas a las ciclovías, así como también el impacto ambiental de la movilidad en bicicleta, estudios de seguridad vial, incluyendo tanto a los ciclistas como a los peatones, pues este es un parámetro que promueve el uso seguro y equitativo de las ciclovías en entornos urbanos. [8]

Estos indicadores dan una visión integral del impacto ambiental que tienen las ciclovías en la movilidad urbana, pues, la calidad del aire, la gestión de residuos, el uso de suelos son aspectos relevantes en el desarrollo sostenible. Entre los factores principales encontramos:

- Manejo de basuras en la zona, se ha evidenciado que este indicador evalúa la gestión de residuos sólidos donde se incluye la recolección, separación y disposición final de los residuos. El manejo adecuado de basuras es crucial para mantener un entorno limpio y saludable en las zonas donde se ubican las ciclovías. [9]
- Materiales de la ciclovía, los materiales usados para la construcción de la ciclovía y el mantenimiento de esta son de suma importancia no solo para garantizar la seguridad y eficiencia de las ciclovías, sino también se requiere que los materiales sean sostenibles y que vayan de la mano a las ideas de esta alternativa de infraestructura sostenible, para fomentar el uso de la bicicleta. [10]

Se deben tener materiales de confinamiento, con el fin de separar las ciclovías de los carriles de vehículos como lo son dovelas, cono de tráfico o confiadores. Estos materiales deben ser resistentes y seguros para garantizar la seguridad de los ciclistas.

Por otro lado, la superficie de la ciclovía requiere que sea lisa y antiderrapante, por lo que es usual que se utilice pavimentos bituminosos, el cual es resistente al desgaste, el mantenimiento es a largo plazo y aun así es relativamente sencillo, su larga vida útil reduce costos y adicionalmente, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que se generan al utilizar e implementar este tipo de pavimentos se recicla el pavimento viejo como capa de base para el nuevo reduciendo así los residuos que se generan en diferentes obras sin afectar las características y comportamiento del material.

Otra alternativa al pavimento bituminoso es el asfalto poroso, el cual permite que el agua drene a través de él, teniendo también una alternativa en vez de sistemas de drenaje robustos y costosos. [11]

- Usos del suelo, en toda ciudad se evalúa la planificación urbana y el uso del suelo en las áreas donde se implementan las ciclovías. La integración de las ciclovías con otros usos del suelo, como áreas verdes, zonas residenciales y centros comerciales, es crucial para promover la accesibilidad y la conectividad en la ciudad. [6]
- Calidad del aire, se evalúa la concentración de contaminantes atmosféricos, como partículas finas (PM2.5) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), en las áreas cercanas a las ciclovías. La

implementación de ciclovías puede influir en la calidad del aire al reducir las emisiones de contaminantes y promover modos de transporte sostenibles. Sin embargo, un mal estado de esta en las zonas cercanas a la ciclovía puede afectar a los ciclistas y peatones que transiten por el lugar. [8]

- Drenajes, en la actualidad se evalúan a partir de diferentes sistemas de evaluación digital que retiene la información más importante dentro del elemento, la procesa teniendo en cuenta criterios técnicos y genera un reporte que se analiza de manera profunda por un cuerpo técnico especializado. El correcto funcionamiento de estas estructuras permite brindarles a los ciclistas una infraestructura segura y ambientalmente sostenible, por ello es necesario incluirlo en este tipo de estudios.
- Conservación del medio biótico, a través de herramientas tecnológicas y digitales como lo son los SIG (Sistemas de información geográfica) se pueden generar en la actualidad los estudios respectivos para el análisis y cuantificación de esta variable tan significativa. Es sumamente importante evaluar que tanto se pierde de los ecosistemas a raíz del desarrollo de infraestructura vial para proponer políticas en pro de la conservación de los ecosistemas y los seres vivos que los componen. Por otro lado, al integrarlo con este estudio se busca determinar como la construcción de ciclo rutas ha impactado a los ecosistemas de la localidad, en especial el humedal la conejera el cual espacialmente ocupa un amplio porcentaje de la localidad lo que genera un gran impacto bien sea de manera positiva o negativa.

En cuanto a lo que respecta de la visión integral que se mencionó anteriormente también se debe considerar los indicadores que junto con el medio ambiente afectan de forma directa en el tema de interés principal que es el transporte sostenible dentro la localidad, estos incluyen la accesibilidad, seguridad y la infraestructura cada uno con sus respectivos componentes y análisis basados en la percepción del usuario, que generalmente se analizan así:

- Accesibilidad, para entrar en contexto acerca de esta variable se revisó una investigación realizada por Julián Restrepo en la universidad de Manizales en la que se analizó la accesibilidad del transporte público y se incluyeron diferentes artículos de nivel internacional; en estos se evaluó todo de manera cualitativa a partir de encuestas de preferencia revelada en las que se obtiene información a partir de la percepción de los



actores viales de que tan accesible consideran un medio de transporte específico en una situación y/o condición específica de la vida del encuestado, en esta investigación se encontró que: “Muchas personas con discapacidad dependen de la colaboración de otros para ayudarles a salir de sus hogares o viajar por distancias cortas o largas.” [12]

- Seguridad, la medición de esta variable en términos de infraestructura se hace de la misma forma que la accesibilidad, es decir, con los resultados de diferentes encuestas realizadas en sitio y relacionadas con diferentes variables que permiten identificar el tipo de usuario y como se enfrenta a esta problemática para analizar de manera óptima este indicador. Por otro lado, en cuanto a lo social se generan mapas de riesgo a partir de la accidentalidad y robo que presenta la localidad en los diferentes espacios en los que se movilizan los actores viales. [6]

Varios estudios también demostraron que durante el COVID-19, el uso de la bicicleta incrementó en varias ciudades del mundo, siendo una de esas Bogotá. [13] Las restricciones de movilidad, donde prevalecía el distanciamiento social y con ellos la disminución en la capacidad del transporte público y la constante preocupación por evitar aglomeraciones llevaron a un aumento significativo en la preferencia de la bicicleta como medio de transporte. A raíz de este cambio de comportamiento de movilidad urbana impulsado por la necesidad de mantener el distanciamiento social y así evitar el contagio ha implicado una mayor conciencia sobre los beneficios ambientales y de salud asociados con el uso de la bicicleta.

La bicicleta al ser un sistema de transporte no motorizado no emite gases de efecto invernadero, esto se relaciona estrechamente con los indicadores ambientales, pues, con su implementación y fomentación se reduce la contaminación atmosférica, la mitigación del cambio climático y la promoción urbana sostenible. Estos indicadores, que abarcan aspectos como la calidad del aire, el manejo de residuos, los materiales de la ciclovía, el uso del suelo y los sistemas de drenaje, son fundamentales para evaluar el impacto ambiental y la sostenibilidad de las infraestructuras ciclistas en entornos urbanos.

En la ciudad de Bogotá se han llevado a cabo diferentes investigaciones acerca de indicadores ambientales y su impacto en los habitantes, sin embargo, en este estudio se destaca uno en especial en el que se analizó “El efecto del clima urbano y la calidad del aire de la localidad de Fontibón sobre

los ciclistas urbanos que transitan en la ciclorruta de la calle 13". A partir de esta investigación se logró determinar que los ciclistas afirman que la contaminación del aire si afecta de manera significativa su salud puesto que el material particulado que se emite por las fábricas y el transporte en general no cumple con los criterios mínimos establecidos en las normas medioambientales. [14]

## 2.1. MARCO TEÓRICO

A nivel nacional a partir del siglo XXI, se le apunta a la transformación del transporte en sistemas sostenibles que le aporten a la población diferentes estrategias, que permitan solucionar problemas en términos sociales, ambientales y económicos. "Cuando hablamos de sostenibilidad, estamos hablando de satisfacer las necesidades de los ciudadanos de manera que no afecten su entorno, el medio ambiente y el territorio que habitan" [15], en ese orden de ideas el transporte en bicicleta es sostenible puesto que responde a las necesidades de los habitantes en términos de movilidad, desplazamientos a diferentes tipos de actividades, regulación ambiental teniendo en cuenta que al no requerir ningún tipo de combustible fósil no se generan gases, salud en la medida que promueve los hábitos saludables y economía puesto que se incurren en gastos mínimos de equipamiento y mantenimiento preventivo del vehículo.

Por otro lado, el contexto global del transporte analizado en esta investigación es necesario, se encontró que según la universidad de los Andes: "En Bogotá se realizan diariamente 880.367 viajes en bicicleta, posicionándola como una de las pocas ciudades de Latinoamérica con cifras de uso envidiables. El número de viajes en bicicleta al día ha superado a ciudades como Ámsterdam que tiene un promedio de 665.000; Copenhague, 250.000 y Santiago de Chile, 676.000"; esto es debido a que su topología plana, en gran parte de su extensión, junto con las condiciones climáticas, la ha convertido en una ciudad propicia para el uso masivo de este medio de transporte. [16]

Adicionalmente a partir de las encuestas de movilidad ha sido posible hacer análisis de porcentajes de participación en cuanto a lo que respecta los tipos de viaje, encontrando que para el año 2019 " el 44 % de los viajes que se realiza por este medio son para desplazarse al lugar de trabajo mayoritariamente desde del suroccidente (localidades de Bosa y Kennedy) hacia el centro de la ciudad; y un 16,5 % para ir a estudiar, en su

mayoría desde el suroccidente y Suba para llegar a las universidades concentradas en el centro y norte de la ciudad” [17].

Estos extraordinarios resultados han despertado el interés y motivación de los expertos e investigadores, lo que hoy día permite tener diferentes estudios para generar políticas públicas y estrategias de mejora. De la mano con estos resultados surgió el libro "Ciclismo urbano, avances y retos para el caso de Bogotá" [5], que aborda desde lo teórico y lo práctico cómo lograr el objetivo de llegar al uso masivo de la bicicleta. Los autores proponen un nuevo paradigma de diseño de ciclo-infraestructura que se construye no solo desde la provisión de infraestructura, sino desde las necesidades del ciclista." En este libro se ratifican los beneficios producidos a los ciclistas los cuales con los mismos mencionados en este documento, esto indica que el uso de la bicicleta si involucra y mejora los parámetros de sostenibilidad ambiental.

Cabe resaltar que no es suficiente con los ámbitos mencionados, también las condiciones de infraestructura se deben revisar puesto que este factor genera un gran impacto a los actores, en el libro se resalta que: “la implementación de infraestructura para ciclistas ha crecido de forma constante desde el año 2000, pero para seguir incentivando el uso de la bicicleta es necesario pensar en estrategias efectivas desde el diseño vial. “Un entorno amigable es fundamental para el ciclista: buena iluminación, árboles, mayor presencia de la policía y reducción de velocidad de tráfico motorizado, sin duda motiva al ciclista a seguir usando este medio de transporte”” [18]. En la actualidad las entidades públicas le apuntan al crecimiento constante en términos de infraestructura conservando principios de calidad, seguridad y demás parámetros que permitan entregarle a la comunidad un excelente servicio de transporte, la alcaldía de Bogotá afirma que” Bogotá cuenta con 608 kilómetros de ciclорrutas permanentes para que te desplaces por las distintas localidades” y estas se muestran en la siguiente ilustración.



Figura 2. Mapa de ciclorrutas de Bogotá Fuente: [18]

Sin embargo, es importante resaltar que no es suficiente con tener infraestructura, también se debe considerar el buen estado de esta y el correcto mantenimiento de cada uno de los elementos. Para tener un diagnóstico de esto se encontraron los siguientes datos de la alcaldía de Bogotá: “En el caso del espacio público, se determinó el estado de 28.302.130,8m<sup>2</sup> con corte a 31 de diciembre de 2022. De ellos, 16.357.947,0m<sup>2</sup>, es decir, el 57,8%, se encuentran en estado bueno, seguido de 8.417.974,0m<sup>2</sup> (29,7%) en estado regular y finalmente 3.526.209,8m<sup>2</sup> (12,5%) en estado malo” [18]. De acuerdo con esta información se puede afirmar que la mayoría de las ciclorrutas están en buen estado, solo un bajo porcentaje requiere intervenciones para entregar el mejor servicio a los actores viales.

En la ingeniería la observación, el criterio y el procesamiento de datos es indispensable para llevar a cabo una investigación efectiva. En este estudio se partió de las condiciones actuales, las características físicas y mecánicas de los elementos, la observación de los comportamientos, la percepción del ser humano, la toma de datos y el procesamiento de los mismos en diferentes herramientas tecnológicas como los sistemas de información geo Figura para así obtener datos específicos que permitieran la generación de un análisis técnico y la estructuración de diferentes medidas; todo esto en pro de un mejor sistema de transporte y condiciones medio ambientales.

## **CAPITULO 3**

### **3. CASO DE ESTUDIO**

#### **3.1. DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA**

Para este estudio la zona de estudio que se definió es la localidad de suba, la número 11 en la ciudad de Bogotá, la cual está compuesta por las siguientes 12 UPZ (unidades de planeación zonal): La Academia, Guaymaral, San José de Bavaria, Britania, El Prado, La Alambra, Casa Blanca Suba, Niza, La Floresta, Suba, El Rincón, Tibabuyes y una UPR (Unidad de planeación rural) llamada Chorrillos. Esta localidad cuenta con un bajo volumen de ciclorrutas según el mapa de ciclorrutas urbano presentado por la alcaldía de Bogotá anexo a este documento.

La localidad elegida cuenta con 1'252.675 habitantes, un área de 10.056 hectáreas, 29 colegios, 5 hospitales, 3 parques naturales y 20 centros comerciales. Para seleccionar esta zona de estudio se tuvieron en cuenta diversos factores, principalmente se hizo un análisis de las necesidades del sector y con base en esa información se establecieron los criterios de selección, estas necesidades se enfocan en la seguridad, la contaminación, la infraestructura, la movilidad urbana, la conectividad, el flujo, entre otras.

A partir de estas necesidades se definió la selección de la ruta, los factores a evaluar, la metodología que se empleara, el manejo y el respectivo análisis de este. Esta información se explica de manera profunda a lo largo de este documento.

Cabe resaltar la importancia de delimitar la zona, lo que se llevó a cabo a partir de análisis de primera, intermedia y última milla en la ruta seleccionada posteriormente, teniendo en cuenta un radio de influencia de alrededor de 1km a partir del eje del ciclo vía.

#### **3.2. SELECCIÓN DE LA RUTA**

Este proceso de selección se hizo a partir de las necesidades mencionadas anteriormente y con la ayuda de los mapas ciclo rutas de Bogotá, el mapa específico del que se tomó la información se muestra a continuación:



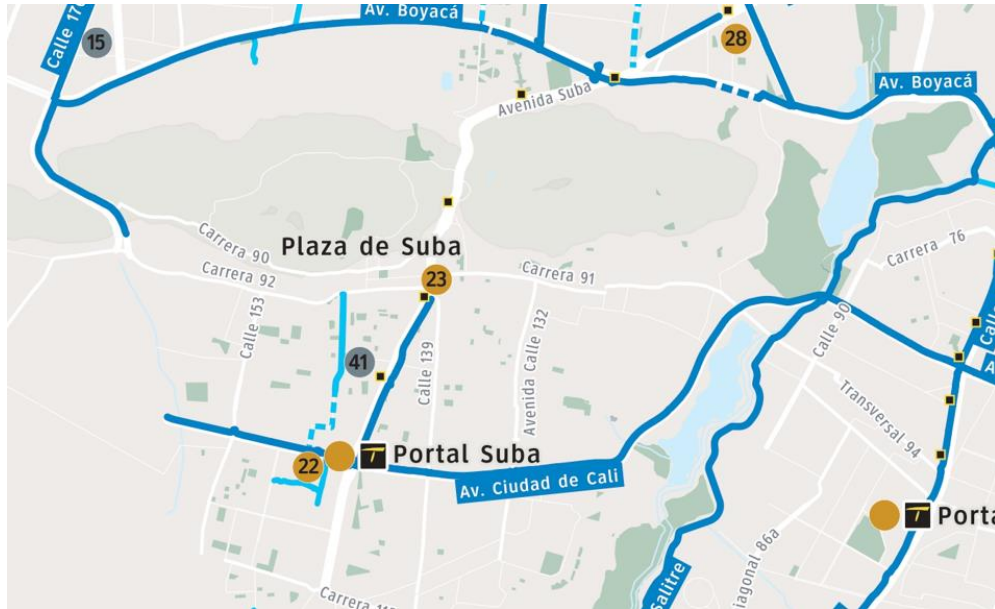


Figura 4. Red de ciclo rutas urbano de la localidad de Suba. Fuente: [18]

En la imagen se muestran las diferentes rutas, sin embargo, la seleccionada fue la que parte del portal de suba hasta el reconocido Centro comercial centro suba, específicamente en el ciclo parqueadero de calificación oro; cuyo número de convención es el 23 y la zona de influencia se muestra a continuación:



Figura 5. Radio de influencia de la ruta seleccionada. Fuente: [18]

Es importante aclarar que la primera milla seleccionada es el portal de suba en donde se puede analizar parámetros de conectividad, accesibilidad, actores viales, señalización, contaminación,

la milla intermedia está definida por la convención de un cuadrado negro el cual representa la estación de TransMilenio "" y el ciclo parqueadero City Parking Capital Tower en los cuales se puede analizar la eficiencia del flujo, la infraestructura existente teniendo en cuenta que se cuenta con un complemento como el parqueadero, la conectividad, accesibilidad e interconexión y la última milla es el centro comercial Centro Suba, el cual está muy cerca de la plaza de la localidad. Estas millas fueron la base que se tomó para el correcto desarrollo de la investigación y se encuentran señaladas en la siguiente ilustración.



Figura 6. Convención de millas inicial, intermedia y final. Fuente: [18]

Para contextualizar el caso de estudio se usó la herramienta Street view de Google Maps, en la cual se puede identificar satelitalmente las condiciones de los parámetros e indicadores que se van a estudiar en este proyecto, el análisis de esto se hizo a partir de las millas definidas para poder tener un concepto base a la hora de ir a realizar el trabajo de campo, a continuación se muestra un registro satelital de lo observado como primer acercamiento en sitio en cada una de las millas en donde se destaca la presencia de factores que afectan o benefician los indicadores y un diagnóstico sencillo de las condiciones de la infraestructura:

- Primera Milla: como información principal de este sitio tenemos la presencia del portal de TransMilenio de la localidad, sin embargo, la ciclo vía no se encuentra en el tramo de este. Para hacer uso de la ciclo ruta es necesario cruzar por la intersección que existe entre la calle 145 y la avenida ciudad de Cali que se muestra en la Figura5, posteriormente se llega al inicio de la vía a evaluar en sentido norte sur; cabe resaltar



que en este punto de la investigación es posible hacer análisis de factores de conectividad, intermodalidad, seguridad, accesibilidad y principalmente todos los parámetros ambientales que se mencionan a lo largo de este documento.



*Figura 7. Punto de partida (intersección del portal de Suba). Fuente: Google Maps*



*Figura 8. Inicio de la ciclo ruta (sentido norte sur). Fuente: Google Maps*

- Milla intermedia: este punto de estudio se definió por la presencia de uno de los nuevos ciclo parqueaderos ubicados en la localidad, esto facilita el análisis de parámetros de tránsito como la intermodalidad, la accesibilidad y a su vez los factores ambientales, en este sitio se planea un enfoque más preciso en el manejo de residuos sólidos; puesto que en la Figura7 se puede resaltar que se presentan espacios específicos para el

desecho de estos, basado en la percepción del usuario y el impacto que estos elementos produce a lo largo de la trayectoria.



*Figura 9. Milla intermedia. Fuente: Google Maps*



*Figura 10. Panorama de conectividad de la milla intermedia. Fuente: Google Maps*

- Última milla: en este último sitio de estudio se encuentra un lugar de referencia el cual es el centro comercial centro suba que atrae un gran flujo de actores viales como peatones, ciclistas y pasajeros de TransMilenio a los que se les puede hacer un mejor análisis de percepción y de satisfacción con el espacio público. Además, los factores de tránsito y ambientales también se pueden implementar de manera directa y efectiva para tener un panorama claro y óptimo de la participación comunitaria y el grado de satisfacción que tiene cada uno.

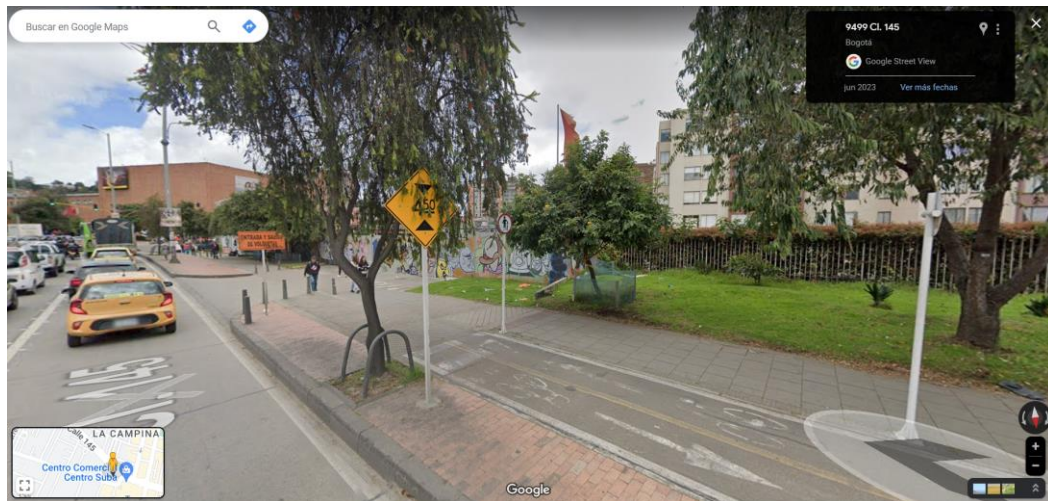


Figura 11. Ultima milla, final del tramo de estudio. Fuente: Google Maps

### 3.3. FACTORES EVALUADOS

#### 3.3.1. AMBIENTALES

-DRENAJE Y GESTIÓN DEL AGUA: para el desarrollo de esta evaluación se tiene en cuenta la información que se observó en campo, en este componente se presentara una descripción de los aspectos más importantes y relevantes del manejo del agua y del estado en el que se encuentra para poder obtener resultados óptimos de este. El parámetro mencionado se evaluó a partir de un concepto crítico y profesional; el cual se basa en la observación y caracterización del proceso de direccionamiento de las diferentes corrientes de agua para determinar que tanto impacto ambiental se genera con este elemento y como este puede afectar a factores de seguridad vial y social de los ciclistas; En las salidas de campo se observó que la ciclo vía no cuenta con drenajes específicos para el transporte correcto de las aguas, sino que se articula con el drenaje de la vía vehicular a través de las respectivas pendientes de bombeo que se estipularon en el diseño

-CALIDAD DEL AIRE (MATERIAL PARTICULADO): para el desarrollo de este análisis se tendrá en cuenta el uso de mapas GIS con información medio ambiental de la localidad en donde se pueda determinar el grado de contaminación del sitio en el que se encuentra la localidad, este paso de la investigación nos permite hacer uso de medidas cuantitativas más verídicas y precisas a la hora de hacer análisis medio ambiental lo cual

cumple a cabalidad con los objetivos de este estudio. Por otro lado, se tendrá en cuenta la percepción del usuario al incluir dentro de la encuesta una pregunta específica de los parámetros ambientales presentes y que generan gran impacto a los ciclistas, adicionalmente se observo

- MANEJO DE BASURAS: este parámetro también se evalúa netamente de la percepción y observación en trabajo de campo; puesto que como se mencionó en este estudio al aplicar una encuesta de preferencia declarada se obtendrá la mayoría de la información de lo respondido por los usuarios en cada una de las preguntas, este factor está involucrado de forma específica en la pregunta ( ) en la que se busca bajo la experiencia del usuario determinar cuál es el factor ambiental con más incidencia en el tramo estudiado.

### **3.3.2. ACCESIBILIDAD**

Este indicador es muy importante en términos de transporte puesto que evalúa la facilidad con la que las personas pueden desplazarse desde un lugar a otro utilizando diferentes modos de transporte. Algunos de los factores clave para medir la accesibilidad en transporte incluyen distancias, tiempos, costos, frecuencias de desplazamiento y modos de transporte. En esta investigación se va a medir teniendo en cuenta los tiempos promedio de viaje, las distancias y tiempos de caminata de los usuarios; datos que fueron tomados de la encuesta de movilidad realizada en el año ( ). A partir de clasificaciones se obtuvieron mapas de riesgo según los mayores valores y a esas variables específicas se les aplicaron análisis estadísticos para determinar los valores más críticos de cada variable relacionada de manera directa en esta investigación.

### **3.3.3. SEGURIDAD**

En términos generales se puede afirmar que esta es una problemática que genera gran impacto en la sociedad y en los actores viales, para el caso de los ciclistas se puede generar inseguridad de manera vial y social. La primera se relaciona con los aspectos de infraestructura, de eficiencia en la movilidad y de espacios donde puedan parquear sus vehículos sin temor a ser robados, por ello en esta investigación se tendrá en cuenta la opinión de los usuarios en términos de estado de la vía, iluminación, obstaculización y

espacios óptimos de estacionamiento, es decir, esta variable será considerada a partir de la percepción del usuario y complementada con una capa geo procesada de luminarias en la localidad y en las zonas de ciclovía, el segundo modo de inseguridad se refiere dos focos muy importantes como lo son la accidentabilidad y las acciones delictivas, estos dos factores se van a estudiar de manera cuantitativa a partir de mapas de riesgo realizados a partir de capas shapefile tomadas de la encuesta de movilidad las cuales miden accidentalidad en las ciclorrutas urbanas teniendo en cuenta el tipo de choque, la fecha, la edad, el género y la cantidad de delitos discriminando también variable de clasificación del usuario.

#### **3.3.4. SOSTENIBILIDAD**

La Ciclorruta 23 de Bogotá es una de las rutas de ciclismo más importantes de la ciudad, pues es el espacio para que las personas puedan usar la bicicleta de forma más segura aprovechando así un medio de transporte sostenible. La sostenibilidad de una ciclorruta no solo depende del uso de la bicicleta como medio de transporte, sino también del diseño y de los materiales usados en la construcción de esta.

#### **DISEÑO**

Para el diseño de la ciclorruta se tuvo en cuenta:

**Infraestructura:** La Ciclo ruta 23 de Bogotá cuenta con una infraestructura adecuada que garantiza la seguridad de los ciclistas y reduce el impacto ambiental. Por ejemplo, se han hecho conexiones adecuadas para evitar la interrupción del tráfico vehicular y minimizar la necesidad de cortar árboles o alterar el paisaje natural. Con respecto a la señalización está brinda seguridad a los ciclistas y reduce el impacto ambiental. [19]

Actualmente, se han utilizado señales que indican la velocidad máxima permitida para reducir la emisión de ruido y la contaminación del aire.

Por otro lado, el mantenimiento con el fin de generar una sostenibilidad a largo plazo, se le han hecho adecuaciones a la ciclovía sin la necesidad del uso de químicos y sustancias que generen un impacto ambiental.

**Diseño adecuado:** La Ciclo ruta 16 de Bogotá cuenta con un diseño adecuado que garantiza la seguridad de los ciclistas y reduce el impacto ambiental. Por ejemplo, se

han utilizado diseños que minimizan la necesidad de cortar árboles o alterar el paisaje natural. [19]

### **MATERIALES DE LA CICLORUTA**

Fomento del uso de medios de transporte sostenible

La Ciclovía 23 de Bogotá puede utilizar diferentes materiales para su construcción y mantenimiento. Los usados en esta son:

- Plástico reciclado, este material puede ser una alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente para la construcción de ciclovías.
- El pavimento usado en la ciclovía fue pavimento bituminoso, proporcionando una superficie lisa y anti derrapante, brindando así una mejor seguridad a los ciclistas. [19]

### **ODS (OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE)**

La Ciclovía 23 de Bogotá contribuye a los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- ODS 3: Salud y bienestar: La Ciclovía 23 de Bogotá promueve la actividad física y el bienestar de los usuarios, lo que puede contribuir a mejorar la salud y el bienestar de la población.
- ODS 7: Energía asequible y no contaminante: La Ciclovía 23 de Bogotá promueve el uso de la bicicleta como una forma de transporte sostenible y amigable con el medio ambiente, lo que puede contribuir a reducir la dependencia de combustibles fósiles y promover el uso de energías renovables.
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura: La Ciclovía 23 de Bogotá es una infraestructura que promueve la movilidad sostenible y la innovación en el transporte, lo que puede contribuir a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y reducir el impacto ambiental del transporte.
- ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles: La Ciclovía 23 de Bogotá es una iniciativa que promueve la movilidad sostenible y la actividad física en la ciudad, lo que puede contribuir a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y reducir el impacto ambiental del transporte.
- ODS 13: Acción por el clima: La Ciclovía 23 de Bogotá promueve el uso de la bicicleta como una forma de transporte sostenible y amigable con el medio ambiente, lo que

puede contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático. [20]

### **3.3.5. INFRAESTRUCTURA**

#### **SEÑALIZACIÓN:**

La localidad de Suba ha implementado mejoras en temas de señalización en las ciclorrutas con el fin de brindar seguridad y dar la mejor experiencia posible a los ciclistas de la zona. Aunque se han comenzado a implementar la señalización digital, la cual indica longitudes, conexiones y destinos, se continúan realizando adecuaciones y mejoras para optimizar la infraestructura ciclista.

Sim embargo existen preocupaciones por el estado de la señalización en ciertas zonas de la localidad y en efecto de la zona de estudio, donde se reportan problemas asociados a falta de señalización y marcación adecuada, además de invasión de carriles por bicitaxis y vendedores ambulantes, lo que genera inseguridad y acoso callejero, pues la zona se ve afectada por el hurto de bicicletas alterando la integridad de los transeúntes y los ciclistas que frecuentan la zona.

#### **ILUMINACIÓN**

La zona presenta falta de alumbrado público, lo que ha llevado a incremento de inseguridad, pues personas inescrupulosas aprovechan la oscuridad para esconderse y perpetrar robos especialmente de noche.

Los residentes de la localidad han realizado llamados urgentes a las autoridades competentes para reparar el sistema de alumbrado público y adicionalmente conseguir un aumento de vigilancia policial.

A raíz de este problema se han reportado mejoras en la iluminación de ciertas áreas de Suba, especialmente en la Avenida Suba, es de suma importancia que se siga en la mejora continua de esta problemática con el fin de brindar seguridad y tranquilidad a las personas que transitan este sector.

## CAPITULO 4

### 4. METODOLOGÍA

1. Determinar la zona de influencia dentro de la localidad escogida, a partir de un análisis de varios puntos que cumplan con las condiciones; este proceso implica la selección de un punto central y un radio de influencia de 1km. En este radio de influencia se determinaron diferentes problemáticas y políticas que afectaban de manera directa a los ciclistas, con el fin de orientar la investigación de manera concreta y precisa.
2. A partir del análisis de la zona de influencia se establecieron los indicadores a medir y el proceso mediante el que se iba a llevar a cabo. Estos se seleccionaron teniendo en cuenta las áreas de interés como el tránsito, transporte y la sostenibilidad y se estudiaron mediante diversas técnicas como la observación, el criterio, la percepción del usuario y el procesamiento de datos georreferenciados y tomados por entidades y elementos de alta precisión.
3. Recolección in situ de los datos más relevantes y variables más significativas para caracterizar la red de ciclorrutas, este paso incluye visita al sitio. Los datos se toman a partir de observación, desarrollo fotográfico, percepción de los investigadores y criterio profesional teniendo en cuenta los indicadores y parámetros seleccionados anteriormente.
4. Elaboración y aplicación de una encuesta de preferencia revelada, para identificar a los usuarios, su comportamiento y su percepción como actores principales de la ciclo-infraestructura analizada.
5. Generación de mapas de riesgo por clases en ArcGIS de manera que se identifiquen los sectores de la localidad en la que se presentan las situaciones establecidas y generación del respectivo análisis en la zona de influencia la cual incluye la ciclorruta seleccionada.
6. Definir unas recomendaciones generales sobre el uso de la bicicleta en el sector de Suba y basado en los resultados obtenidos.
7. Finalmente se consolidará un informe que justifique cada uno de los procedimientos aplicados y a su vez cada conclusión o recomendación adoptada.



Para entender la metodología se generó el esquema que se muestra a continuación:



Figura 12. Diagrama circular de la metodología. Fuente: Propia

## CAPITULO 5

### 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 5.1. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA

En cuanto al análisis del estado de la infraestructura se partió de lo obtenido en el caso de estudio en la primera, intermedia y última milla en donde se encontraron imágenes satelitales no actualizadas que mostraban las condiciones de accesibilidad, obstaculización de la vía, seguridad, infraestructura, movilidad y sostenibilidad para los cuales se generó una breve descripción teórica que posteriormente fue complementada en campo. De este proceso se obtuvo un registro fotográfico que se categorizó según los indicadores que se estudiaran, esta categorización se hizo de la siguiente manera:

- Seguridad: en cuanto a este indicador se tuvo en cuenta al hacer la observación la presencia de entidades y autoridades competentes, la accesibilidad a espacios de parqueo seguros y la cantidad de estos. En general se identificó que, en 4 de las 5 visitas a campo en la milla principal, es decir, el portal de suba y en la milla final, es decir, el centro comercial centro suba siempre hubo presencia de policía nacional lo que permite un mayor control en cuanto al enfrentamiento a actividades delictivas

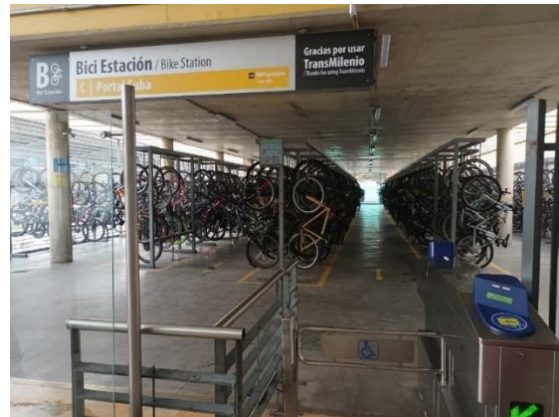


*Figura 13. Observación en campo de la presencia de autoridades. Fuente: (Propia)*

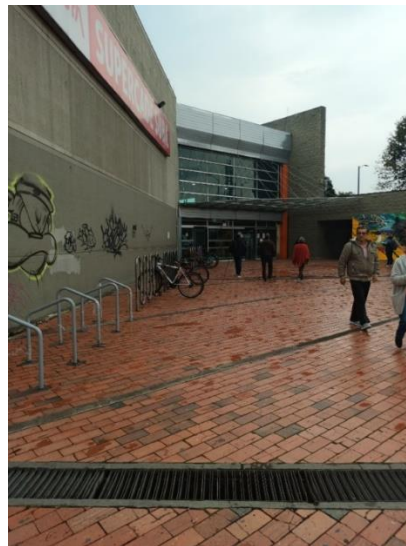
Por otro lado, en esta visita se reconoció la importancia de mantener a la comunidad involucrada totalmente informada y orientada en términos de reglamentación y utilización de los espacios que se habilitan para el beneficio colectivo, en este caso el ciclo parqueadero del portal de Transmilenio de Suba del sistema integrado de transporte público de la ciudad de Bogotá



*Figura 14. Observación de material informativo en la primera milla. Fuente: (Propia)*



*Figura 15. Ciclo parqueadero del Portal de Suba. Fuente: (Propia)*



*Figura 16. Ciclo parqueadero del super CADE de la localidad de Suba. Fuente: (Propia)*

- **Infraestructura:** Según un informe del Instituto de Desarrollo (IDU), la localidad de Suba en Bogotá cuenta con una extensión de 96.1 km de ciclorutas. Este informe indica que la mayoría de estas, aproximadamente un 72.9% fueron calificadas como buenas y un 17.5% como satisfactorias. Aunque la infraestructura visualmete se le dio una calificación positiva, en las figuras se puede observar un mantenimiento adecuado y calidad constructiva de la misma. Sin embargo, se señala que carece de capacidad, lo que general congestión en la ciclovía y aumenta el riesgo de posibles incidentes como colisiones o robos.



*Figura 17. Estado del paso peatonal. Fuente: (Propia)*



*Figura 18. Estado de la ciclorruta al nivel del portal de Suba. Fuente: (Propia)*



*Figura 19. Estado de las rampas de conexión de la ciclorruta. Fuente: (Propia)*



*Figura 20. Estado a lo largo de la ciclorruta. Fuente: (Propia)*

- Accesibilidad: teniendo en cuenta parqueaderos en portales y demás aspectos de accesibilidad, se han realizado avances importantes de acuerdo con señalización, demarcación y mantenimiento de las ciclorrutas, donde se evidencia en la zona de estudio la demarcación en el portal de Suba con el fin de generar accesibilidad y conectividad ambiental.



*Figura 21. Intersección vial que conecta la ciclorruta. Fuente: (Propia)*



*Figura 22. Ingreso de otros actores viales al portal de Transmilenio. Fuente: (Propia)*



*Figura 23. Pasos peatonales del sector. Fuente: (Propia)*

- Drenaje: El estado de la ciclorruta presenta problemas de visualización en la zona, como señales verticales y horizontales que no cumplen con las condiciones mínimas de estado, funcionalidad y visibilidad, la presencia de fisuras transversales y baches en el pavimento generan accidentes. El estado de los drenajes requiere de atención para garantizar el funcionamiento óptimo de la misma, pues para el drenaje de la ciclorruta se utilizan las vías existentes, es por esto por lo que se debe evaluar y mejorar el sistema de gestión de pavimento en la red de ciclorrutas donde se incluya el drenaje superficial y el estado funcional de esta.



*Figura 24. Calidad de los drenajes observados. Fuente: (Propia)*

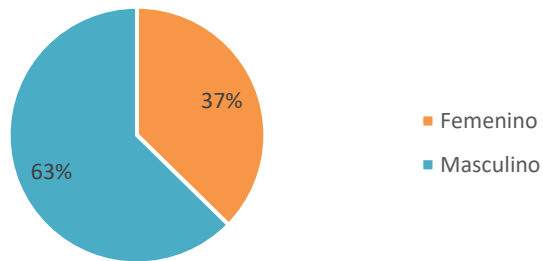
- Sostenibilidad  
La Ciclovía en la localidad de Suba, Bogotá, en temas de sostenibilidad promueve la movilidad sostenible, la protección del medio ambiente, la promoción de la salud y el bienestar, y la educación y concienciación ambiental. Además, la Ciclovía de Bogotá recibió la certificación de Carbono Neutro otorgada por Versa, tras cuantificar, diseñar y compensar la totalidad de emisiones generadas por el parque lineal más grande del mundo, durante su operación habitual los domingos y festivos. Sin embargo, se evidencian posibles conflictos con el tráfico motorizado, especialmente en las intersecciones, y es necesario mantener la infraestructura de la ciclovía en buen estado para garantizar la seguridad de los usuarios.

## 5.2. PERCEPCIÓN DEL USUARIO

### ***Pregunta 1: Género de las personas encuestadas.***

Se censaron 150 personas de las cuáles el 63% correspondió a hombres y el 37% mujeres, evidenciando así, una desigualdad de género donde la brecha de participación está dada por indicadores ambientales y de uso del modo de transporte de la bicicleta

*Porcentaje de población censada por género*



*Figura 25. Porcentaje de población censada por género. Fuente: (Propia)*

### ***Pregunta 2: Edad de las personas encuestadas.***

De las personas encuestadas se obtuvo adicionalmente, que la mayoría de las personas que utilizan la bicicleta como medio de transporte se encuentran entre los rangos de edad entre 18-34 años a 35-51 años. A pesar de que en la anterior Figura se evidenció un nivel mayorista por parte del género masculino, la presencia de las mujeres es significativa y lidera las edades mencionadas.



### Población censada por sexo y edad

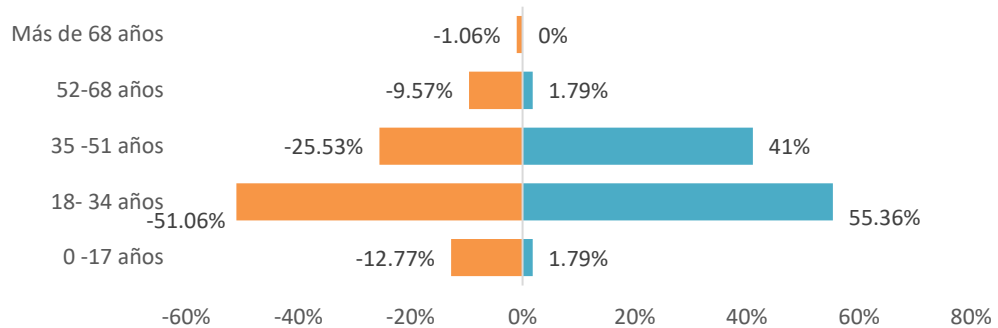


Figura 26. Población censada por sexo y edad. Fuente: (Propia)

Por otra parte, del total de personas encuestadas se evidenció que el 47% de éstas utilizan 5 veces por semana la bicicleta, evidenciando una tendencia significativa en la frecuencia de uso donde son más las personas que están utilizando este medio de transporte para realizar sus actividades y labores que les corresponda.

### Pregunta 3: Frecuencia del uso de la bicicleta.

La frecuencia de uso tan alta sugiere que la bicicleta desempeña una rutina diaria por parte de la población encuestada, respaldando a la idea de promover el uso de bicicleta como medio de transporte regular, garantizando seguridad.

### Frecuencia de uso de la bicicleta

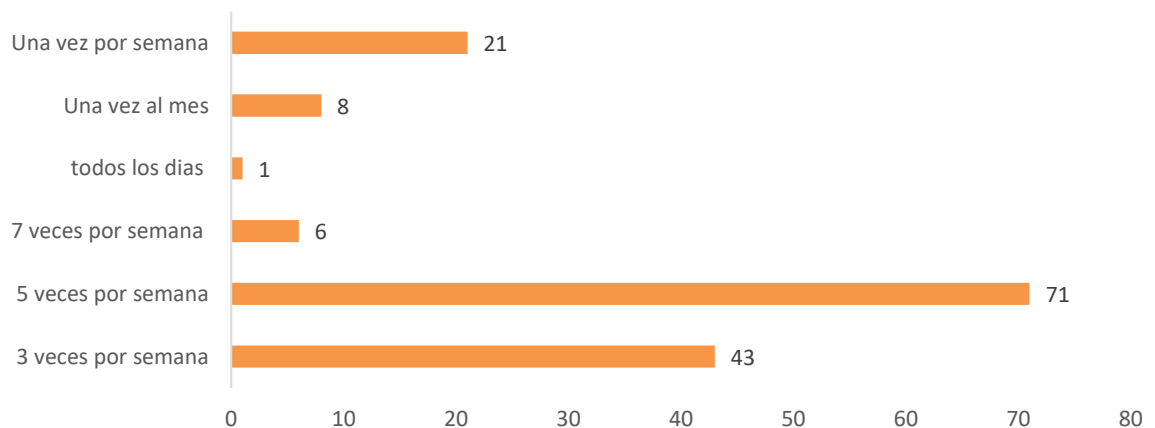


Figura 27. Frecuencia de uso de la bicicleta. Fuente: (Propia)

**Pregunta 4: Frecuencia de uso diario de la bicicleta.**

Adicionalmente, la frecuencia diaria de uso de la bicicleta se encuentra entre 1 a 2 horas, teniendo como prevalencia las personas que se encuentran en el rango de edad de 18 a 34 años, seguidos por aquellos de 35 y 51 años. Este patrón sugiere una tendencia hacia el uso de la bicicleta en segmentos demográficos más jóvenes y de mediana edad.

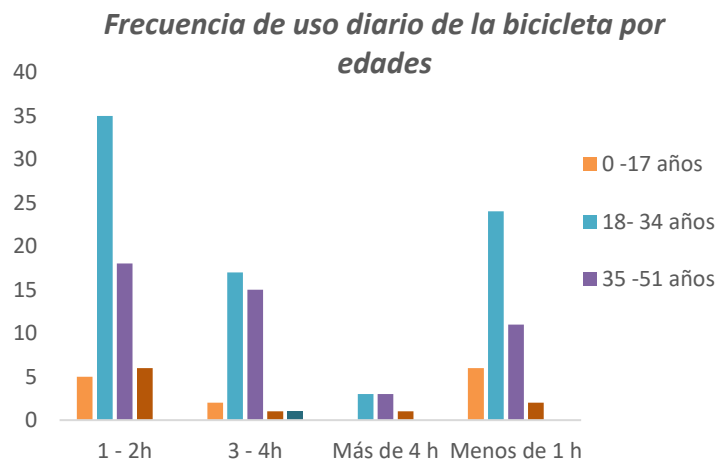


Figura 28. Frecuencia de uso diario de la bicicleta por edades. Fuente: (Propia)

**Pregunta 5: Preferencias de uso de la bicicleta.**

Los resultados revelaron que el 48% de las personas encuestadas utiliza la bicicleta como medio de desplazamiento diario hacia el trabajo o estudio. Asimismo, se observó que el 25% de los participantes elige la bicicleta como su principal modo de transporte, utilizándola para todas sus actividades cotidianas.

Estos resultados reflejan una clara preferencia por bicicleta como medio de transporte, como para actividades específicas como para actividades diarias. Este estudio evidencia la versatilidad y la adopción generalizada de la bicicleta como un medio de transporte integral en la vida de un segmento significativo de la población encuestada.

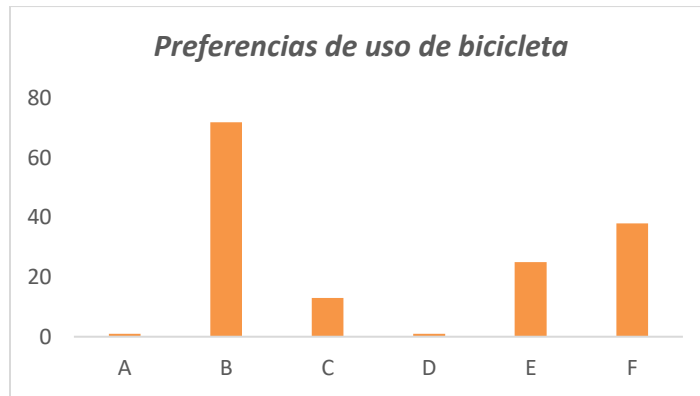


Figura 29. Preferencia de uso de las bicicletas. Fuente: (Propia)

Siendo,

*A: Actividades cotidianas*

*B: Desplazamiento diario al trabajo*

*C: Desplazamiento para realizar compras*

*D: Medio de transporte*

*E: Ejercicio/recreación*

*F: Todas las actividades*

**Pregunta 6: En una escala de 1 a 5, donde 1 es muy insatisfecho y 5 es muy satisfactorio ¿cómo calificaría la calidad de la red de ciclovías en términos de mantenimiento y limpieza?**

En la escala de 1 a 5, donde 1 representa "muy insatisfecho" y 5 "satisfactorio", se observa que el 40% de las personas encuestadas expresaron satisfacción con el estado actual de las ciclovías. Sin embargo, es notable que el 30% mantuvo una posición neutral, indicando que, si bien reconocen ciertos avances, también señalan que aún queda trabajo por hacer.

Mientras que una parte aprecia positivamente las condiciones actuales de las ciclovías, otra parte indica una posición intermedia, sugiriendo que, aunque ha habido progresos, existe una percepción general de que aún se pueden realizar mejoras para optimizar la funcionalidad y eficacia de las ciclovías.

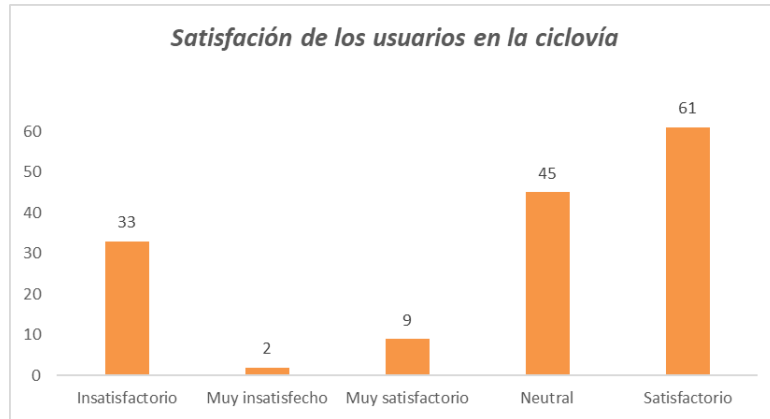


Figura 30. Satisfacción de los usuarios en la ciclovía. Fuente: (Propia)

**Pregunta 7: ¿Ha tenido algún tipo de accidente o incidente en la ciclovía debido a problemas de seguridad? (Por ejemplo, colisiones, malas condiciones de la vía, falta de señalización, robo, etc.)**

Según los resultados de la encuesta, más de la mitad de las personas encuestadas, informaron haber experimentado algún tipo de accidente o incidente en la ciclovía. De las 82 personas que afirmaron haber tenido alguna experiencia negativa en esta, 65 fueron por colisión, 8 reportaron robo y 9 problemáticas relacionadas con el mal estado de la vía.

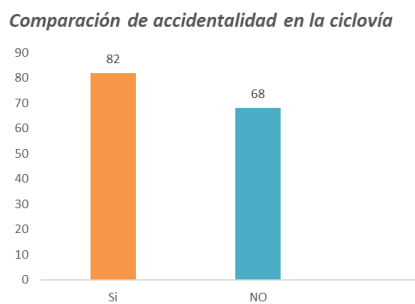


Figura 31. Comparación de accidentalidad en la ciclovía. Fuente: (Propia)

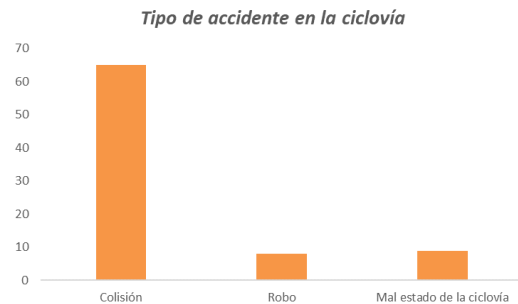


Figura 32. Tipo de accidente en la ciclovía. Fuente: (Propia)

**Pregunta 7: Considera que las ciclovías son accesibles para todas las edades?**

El 62% de las personas encuestas, consideran de las ciclovías son accesibles para todas las edades. No obstante, el 32% que es una cifra significativa está en desacuerdo con esta

afirmación, expresando preocupación ya que creen que los niños y las personas de la tercera edad no pueden utilizar la ciclovía adecuadamente, lo que ocasionaría riesgos de accidentes.

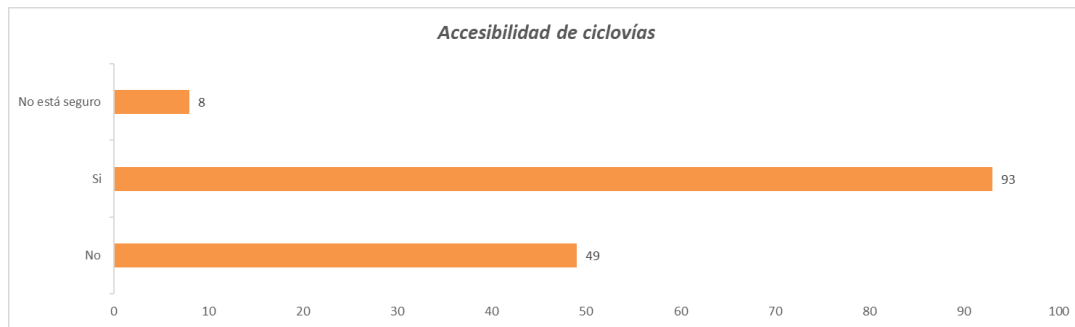


Figura 33. Accesibilidad que tienen las ciclovías. Fuente: (Propia)

**Pregunta 8: ¿Existen suficientes estacionamientos para bicicletas en áreas clave, como estaciones de Transmilenio, parques, tiendas, etc.?**

Por otro lado, es importante que las personas que utilizan este medio de transporte tengan acceso a parqueaderos en zonas clave como lo son estaciones de Transmilenio, parques, centros comerciales. 79 personas consideran que no hay suficientes parqueaderos, lo que puede ser un obstáculo para el fomento de este medio de transporte, pues la posibilidad de moverse depende en gran parte el acceso de los habitantes a las oportunidades en materia de empleo, educación y salud. La infraestructura ciclista, debe proveer instalaciones de apoyo que permitan a las personas a estacionarse en lugares seguros y convenientes, tanto en un tiempo corto como en un tiempo prolongado.

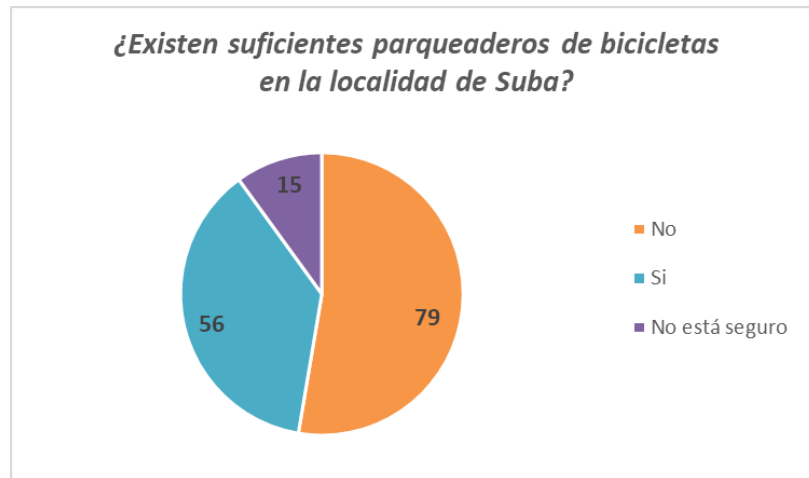


Figura 34. Existen suficientes parqueaderos de bicicletas en la localidad de Suba. Fuente: (Propia)

**Pregunta 9: De las siguientes problemáticas ambientales cuál considera que se evidencia en la ciclovía?**

De acuerdo con las problemáticas ambientales en la zona de estudio, a pesar de tener el humedal La Conejera, la principal problemática ambiental que evidencian los ciclistas que transitan por este sector es la contaminación y obstaculización debido a las basuras. Este hallazgo implica abordar la gestión de residuos y calidad del aire principalmente en las vías autorizadas para el tránsito de ciclistas, pues los contenedores de basura se encuentran en ciertas zonas mal ubicados, y generan además de malos olores, inseguridad y obstaculización.

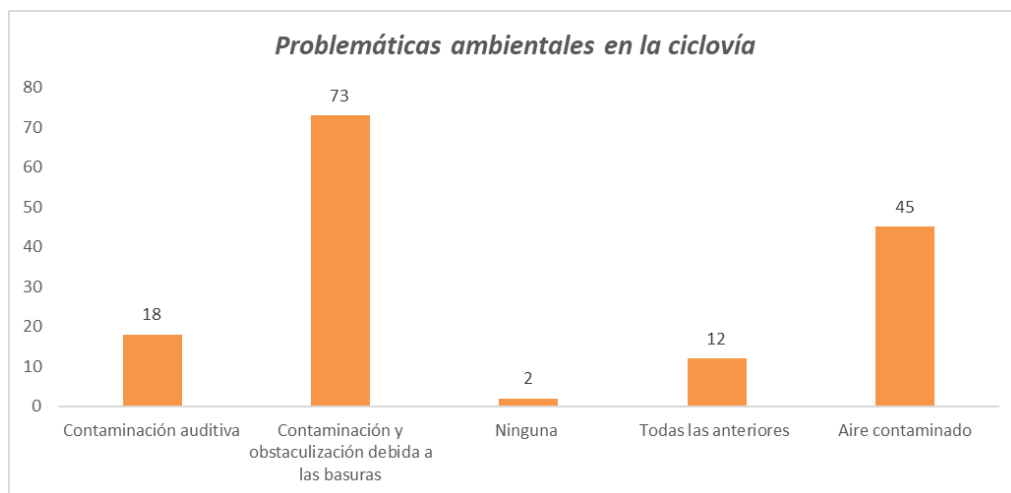


Figura 35. Problemáticas ambientales en la ciclovía. Fuente: (Propia)

**Pregunta 10: ¿Cree que la red de ciclovías fomenta la sostenibilidad ambiental al reducir la dependencia de los vehículos?**

De acuerdo con los resultados, más del 90 % de las personas consideran que al implementar ciclovías repercute positivamente en la sostenibilidad ambiental, debido a que disminuye la cantidad de vehículos motorizados que circulan por la ciudad. Recordemos que es Bogotá con su iniciativa todos los domingos y festivos desde el 2003, donde cierra alrededor de 127.69 km de vías al tráfico motorizado con el fin de permitir alrededor de un millón y medio de usuarios disfruten de este espacio recreativo y deportivo. []

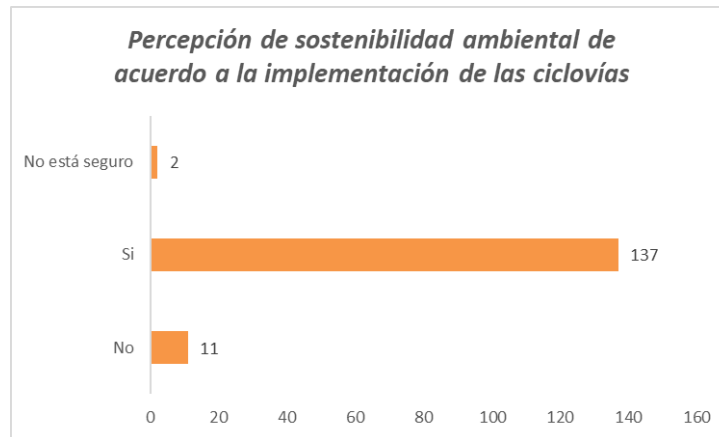


Figura 36. Percepción de sostenibilidad ambiental de acuerdo con la implementación de las ciclovías. Fuente: (Propia)

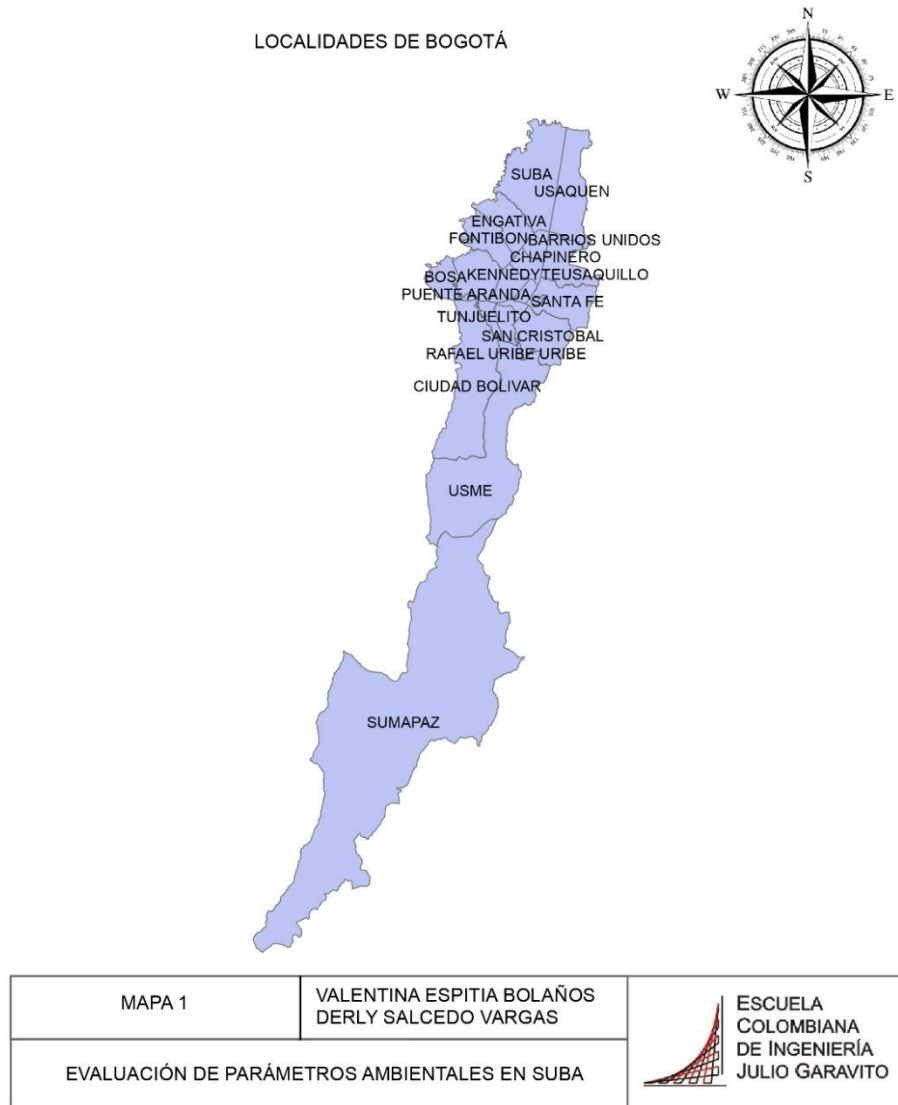
### 5.3. MAPAS DE RIESGO A PARTIR DE DATOS GEOREFERENCIADOS

Para la generación de los respectivos mapas de riesgo con el programa de SIG se tuvieron en cuenta las siguientes 7 capas de información:

- Ciclorrutas urbanas de la ciudad de Bogotá
- Localidades de la ciudad de Bogotá
- Accidentalidad en las diferentes localidades
- Luminarias presentes en las localidades
- Ciclistas lesionados en las localidades
- Calidad del aire (material particulado menor a 2.5 y 10 micrómetros)

- Encuesta de movilidad del 2019

Inicialmente se organizó la información, se generó el mapa general de las localidades con sus respectivos nombres, tal y como se muestra a continuación:



*Figura 37. Mapa geo procesado de las localidades de Bogotá*

A partir del Query de ArcGIS pro y la capa de ciclorrutas urbanas, se hizo un filtro por atributo de las localidades que dentro de su área tuvieran intersección, es decir, se analizó que este filtro permitiera identificar cuáles de las 20 localidades contaban con infraestructura ciclística, en la Figura 37 se muestran los resultados obtenidos directamente de la interfaz del software:



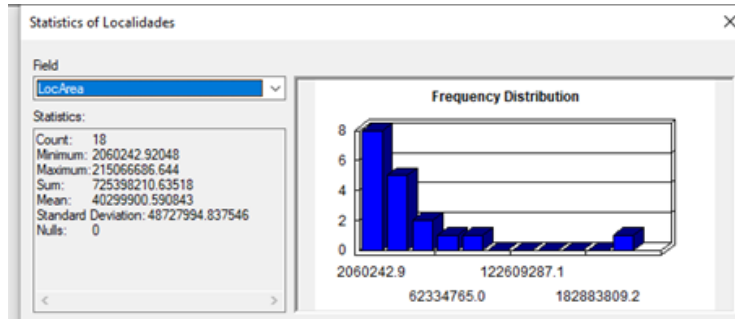


Figura 38. Análisis estadístico obtenido en ArcGIS

De este análisis se puede evidenciar que en la ciudad de Bogotá solamente 18 localidades cuentan con red de ciclo infraestructura y esta tiene aproximadamente un área de 403 km, esto nos confirma lo obtenido en el libro «Ciclismo para ciudades sostenibles» que indica que Bogotá es la metrópolis con más ciclo infraestructura en América Latina.

Después de revisar el resultado estadístico se generó un buffer de las capas para poder generar el análisis en aquellas localidades que se ven involucradas con los ciclistas, de este proceso se obtuvo el siguiente mapa:

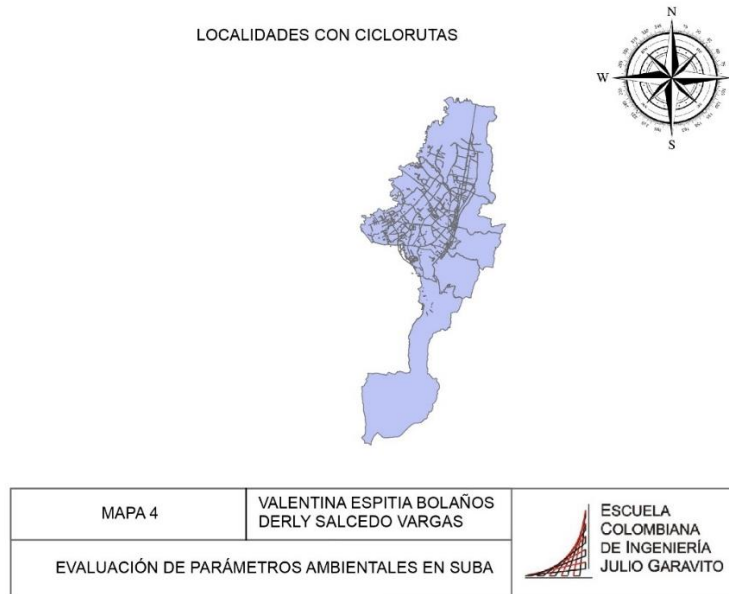


Figura 39. Localidades que cuentan con ciclorrutas en la ciudad de Bogotá

De este paso del proceso podemos afirmar que, pese a que la localidad de Usme si cuenta con ciclo infraestructura, esta cantidad no resulta suficiente para la cantidad de habitantes con los que cuenta

lo que al momento de hacer una evaluación de transporte genera grandes problemáticas de intermodalidad y accesibilidad.

Se procedió a realizar la relación que presentaban las capas de lesionados y de luminarias en las ciclorrutas urbanas para tener una idea global de cómo es el comportamiento de estas dos variables a nivel global, proceso del cual se obtuvieron los siguientes mapas:

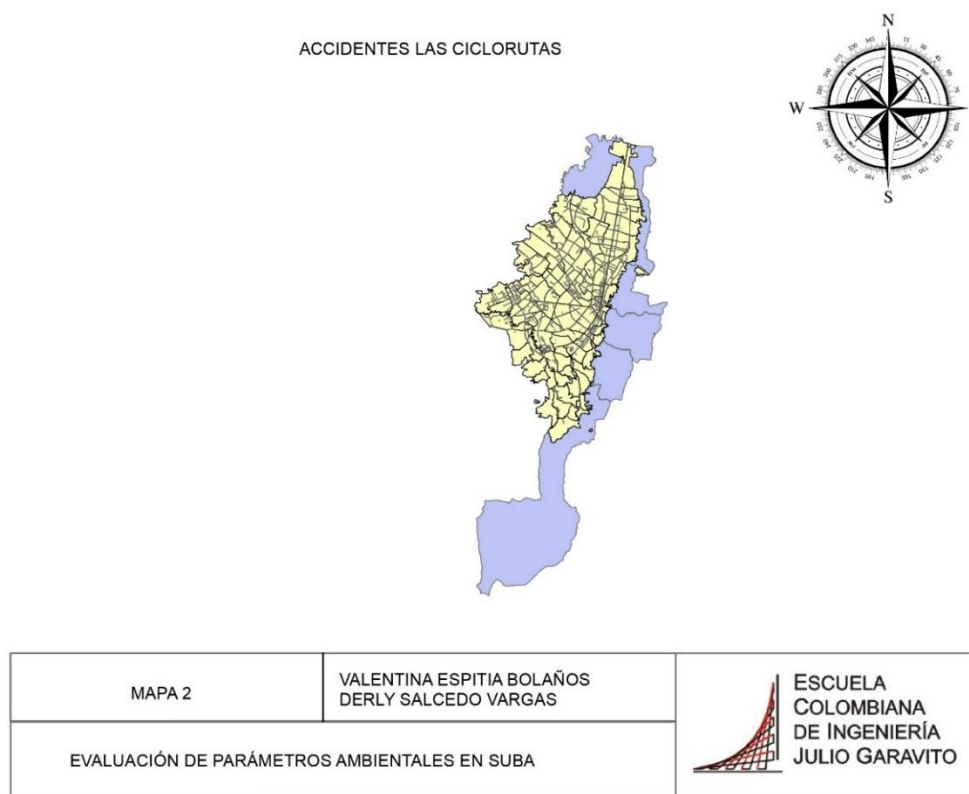
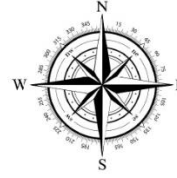
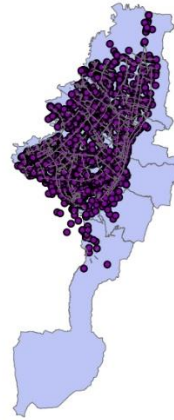



Figura 40. Cantidad de luminarias en las zonas de ciclorrutas urbanas Fuente: [21]

ACCIDENTES LAS CICLORUTAS



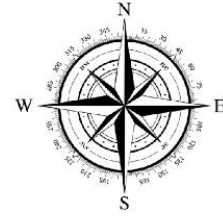
MAPA 2	VALENTINA ESPITIA BOLAÑOS DERLY SALCEDO VARGAS	 ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES EN SUBA		

*Figura 41. Accidentes presentados en las ciclorrutas urbanas Fuente: [21]*

El principal análisis de esta información se genera de manera visual, puesto que estas son zonas de interés preliminar, es decir, información que nos introduce a la investigación por ser general del territorio. En cuanto a las luminarias podemos afirmar que dentro de todo el perímetro de infraestructura existe algún tipo de iluminación lo que aporta de manera significativa al indicador de seguridad vial y social para los ciclistas, sin embargo, es necesario generar un respectivo mapa de riesgo para identificar en donde se ubica la mayor y menor cantidad y generar soluciones. Por otro lado, en cuanto a los lesionados fue posible identificar que en todas las zonas existe por lo menos 1 ciclista lesionado, lo que nos puede indicar la presencia de falencias infraestructura y educación vial.

Para adentrarnos en la investigación específica se procedió a usar el software para generar la capa de estudio más importante, se aplicó un Query en el que solamente se incluyó nuestra zona de estudio, ósea, la localidad de suba y dentro de esta capa se generó un buffer de únicamente las ciclorrutas urbanas presentes en la localidad, de tal manera que se generó el mapa de la Figura (28).

LOCALIDA DE ESTUDIO: SUBA




MAPA 5	VALENTINA ESPITIA BOLAÑOS DERLY SALCEDO VARGAS	 ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES EN SUBA		

Figura 42. Ciclorrutas en la localidad de suba Fuente: [21]

A esta capa se le generó un análisis estadístico para estimar la cantidad de área de infraestructura con la que cuenta la localidad y se obtuvo la siguiente información:

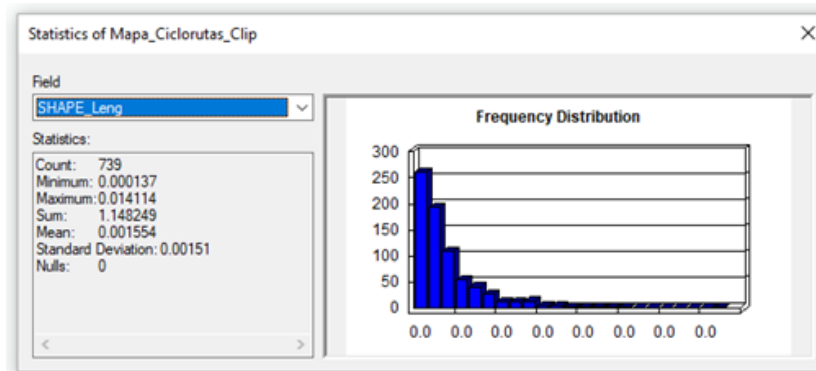


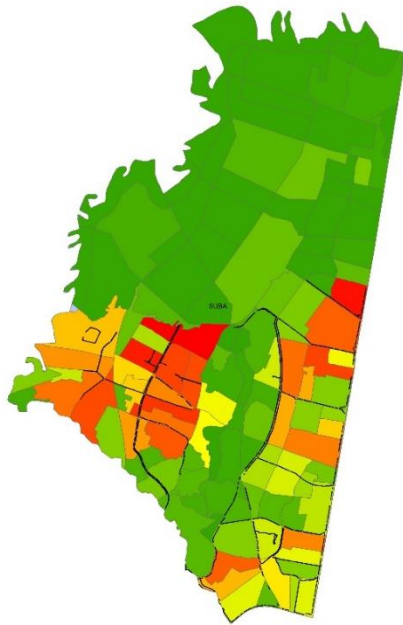
Figura 43. Análisis estadístico del área de las ciclorrutas en la localidad de Suba Fuente: [21]

En este análisis se pudo determinar que la localidad cuenta con aproximadamente 11 km de ciclorruta y el tramo más largo es de aproximadamente 0.14 km. En términos generales podemos afirmar que la localidad cuenta con aproximadamente el 4% del área de ciclorrutas urbanas de toda la ciudad, lo cual representa un porcentaje bajo teniendo en cuenta que es una de las localidades más grandes y con una gran cantidad de habitantes.

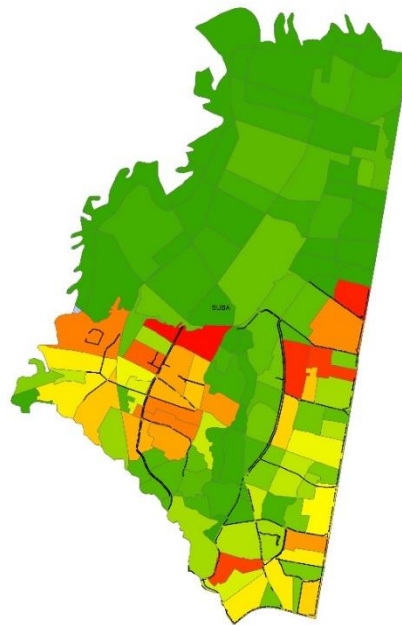
El siguiente paso de la investigación se generó a partir de la capa mostrada anteriormente en donde solo se muestran datos de la localidad seleccionada, se procedió a generar un buffer de los datos de

la encuesta de movilidad en la cual se tenían en cuenta factores como el género, la edad, la cantidad de delitos, el motivo del viaje y el tiempo promedio de viajes. Al tener los datos georreferenciados y seleccionados se generaron mapas de riesgo con una escala bastante diferenciable que nos permitiera realizar análisis de los datos recolectados y luego compararlos con los propios, los mapas de riesgo obtenidos y sus clasificaciones fueron:

- En cuanto a al género tenemos por un lado las mujeres: en este mapa de riesgo se puede observar que la mayoría de la población de género femenino se encuentra en las zonas aledañas a las ciclorrutas urbanas de la localidad y que representa aproximadamente un 40% de la población encuestada y en el caso del género masculino encontramos una distribución mejor a lo largo del área estudiada y representan aproximadamente un 60% de la población encuestada.



*Figura 44. Mapa de clasificación y riesgo de género femenino Fuente: [21]*



*Figura 45. Mapa de clasificación y riesgo género masculino Fuente: [21]*

- Por edad:

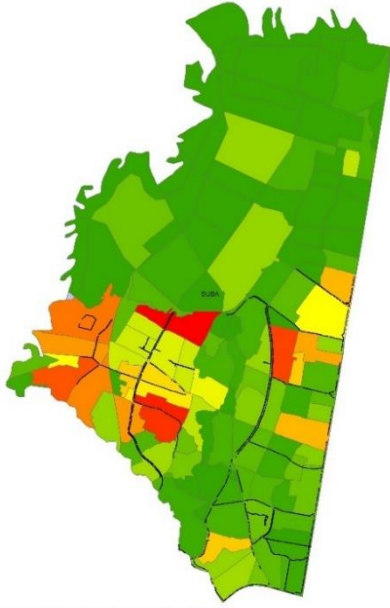


Figura 46. Mapa de clasificación y riesgo jóvenes Fuente: [21]

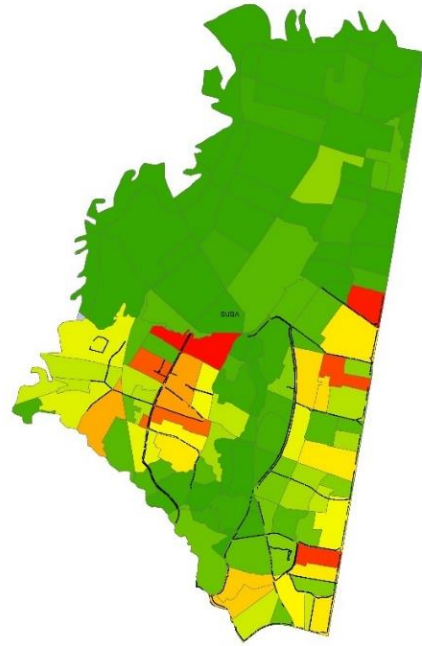


Figura 47. Mapa de clasificación y riesgo jóvenes Fuente: [21]

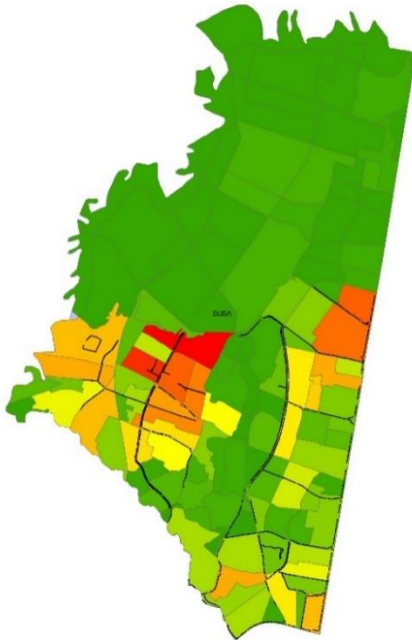


Figura 48. Mapa de clasificación y riesgo adultos Fuente: [21]

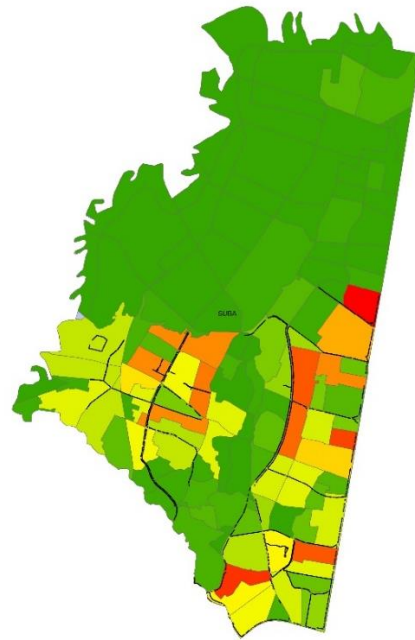
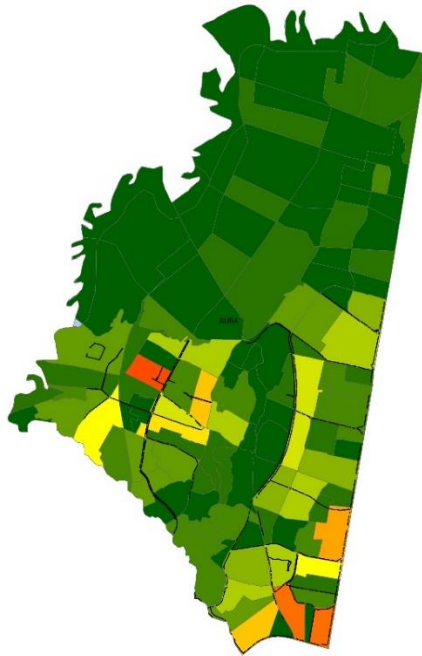


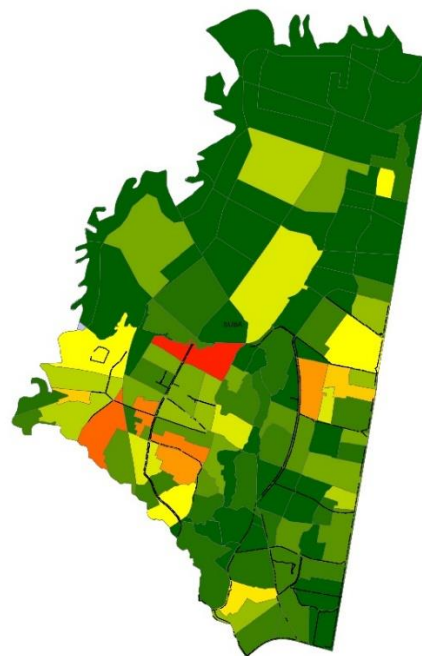
Figura 49. Mapa de clasificación y riesgo adultos mayores Fuente: [21]

En general podemos evidenciar la presencia de personas de todas las edades, sobre todo de los adultos jóvenes con un porcentaje de participación de aproximadamente 45% , procedido de los adultos y los jóvenes con un 25% cada uno y finalmente los adultos mayores con un total de 5%, lo que resulta coherente puesto que cada una de las edades cumple con un rol, bien sea de estudiante, trabajador o pensionado; esto además coincide con los encuestados en esta investigación lo que genera un alto grado de confiabilidad.

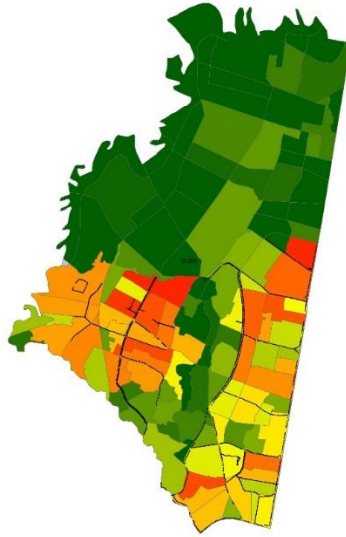
- Tipo de viaje



*Figura 50. Mapa de clasificación de riesgo viaje por trabajo*



*Figura 51. Mapa de clasificación de riesgo viaje por estudio*

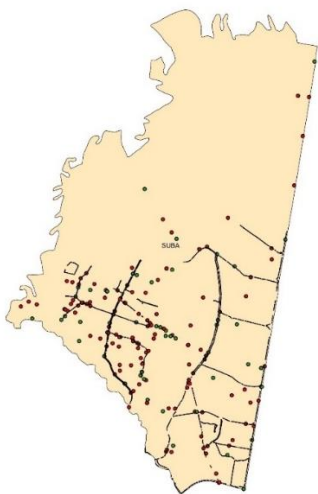


*Figura 52. Mapa de clasificación de riesgo otro tipo de viaje*

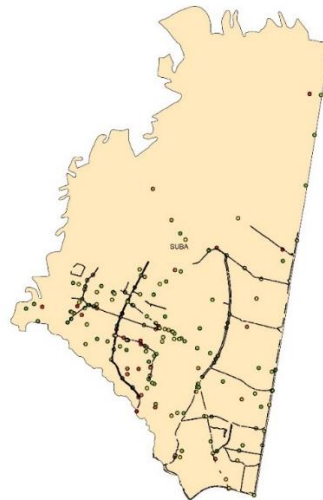
El siguiente análisis corresponde a la accidentabilidad, este se realizó mediante una capa específica por lo que la toma de datos se hizo de manera puntual, los datos se muestran accidente por accidente, en ese caso el procedimiento fue el correlacionamiento de los accidentes con variables como el género y la edad para posterior hacer un paralelo entre lo encuesta y geo procesado.

a) Accidentabilidad por género

b) Accidentabilidad por edad



*Figura 53. Mapa de clasificación y riesgo de accidentalidad por género*



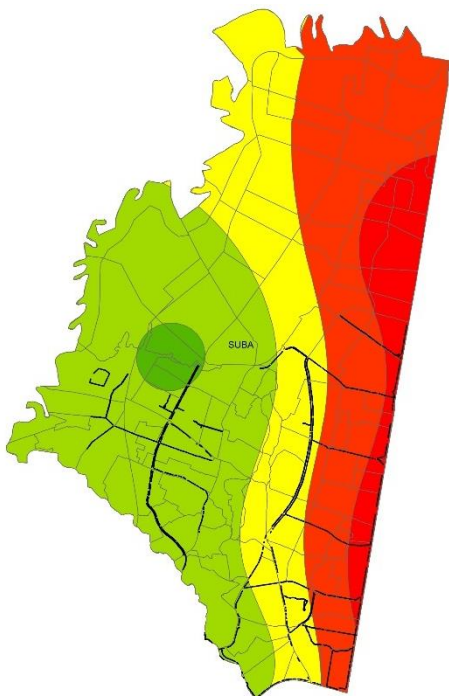
*Figura 54. Mapa de clasificación y riesgo de accidentalidad por edad*



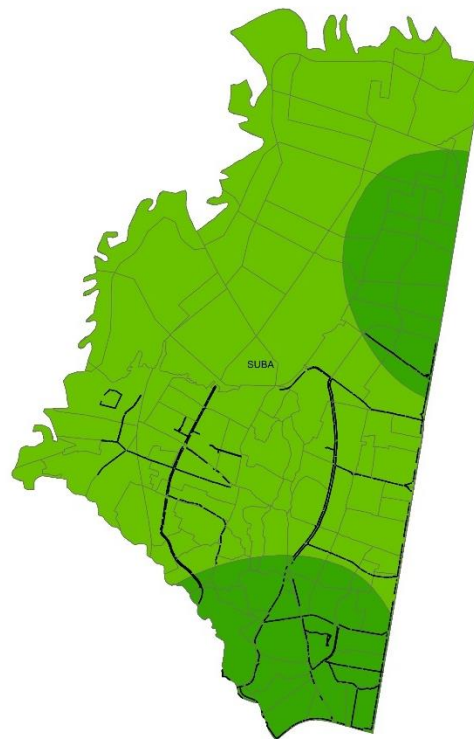
Finalmente se estudiaron las capas de material particulado en la localidad, para poder determinar en donde se presenta el mayor impacto y como solucionarlo a través de estrategias sostenibles, se estudiaron partículas de dos tamaños diferentes de 2.5 y 10 micrómetros las cuales hoy día están presentes y reguladas en la normativa vigente y se busca mitigar sus fuertes impactos a la salud, en este caso resultan indispensables porque se encuentran en las corrientes de aire que a diario son aspiradas por los bici usuarios. Los mapas de riesgo obtenidos son:

a) Material particulado 2.5 micrómetros

b) Material particulado 10 micrómetro



*Figura 55. Mapa de clasificación y riesgo de material particulado menor a 2.5 Micrómetros en la localidad de suba*



*Figura 56. Mapa de clasificación y riesgo de material particulado menor a 10 Micrómetros en la localidad de suba*

En cuanto al material particulado se evidencia que las partículas de mayor tamaño (10 Micrómetros) están presentes en la localidad en una baja proporción, por el contrario las de menor tamaño que son más perjudiciales para la salud se encuentran situadas en 3 zonas específicas de la localidad, entre más residencial, más presencia de material particulado lo que resulta altamente peligroso

para la salud no solamente de los ciclistas sino de la población en general que vive y habita diariamente la localidad de Suba.

## CAPITULO 6

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En cuanto a los indicadores ambientales tanto en la percepción del usuario como en el geoprocesamiento de la información de las estaciones ambientales, se puede afirmar que la contaminación del aire, específicamente del material particulado es aquella que repercute más en las condiciones de movilidad debido a que afecta la salud de los ciclistas, esto se debe a que genera más enfermedades respiratorias y a su vez evita la adopción de este medio de transporte, lo que a su vez disminuye la sostenibilidad de este. Para este caso se recomienda la disminución del uso de transporte que genere gases contaminantes y regulación de las industrias para que sus emisiones no produzcan material que no esté regulado por la norma y que genere tantas problemáticas de salud pública.
- La caracterización de la población encuestada y la información georreferenciada en la mayoría de las variables coincide con un margen de diferencia no tan significativo, teniendo en cuenta esto se puede afirmar que la mayoría de los actores viales son hombres entre los rangos de 18 a 34 años, se movilizan por trabajo y/o estudio y manifiesta que se siente afectado por factores como la contaminación del aire, el estado de la infraestructura, la iluminación y la señalización. Para mitigar el impacto de estas variables se recomienda un correcto mantenimiento de las infraestructuras de forma permanente y preventiva.
- Se evidencia una discrepancia significativa comparando la encuesta realizada con la información recopilada de los datos georreferenciados, pues como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la zona no se ve afectada por material de 2.5 y 10 micrómetros, sin embargo, la mayoría de las personas que se encuestaron, manifestaron verse afectadas por la contaminación presente en el aire, por lo tanto, se destaca la importancia de en un futuro estudio explorar y evaluar otros factores como olores, gases u otras partículas, logrando así obtener un análisis detallado involucrando a la comunidad para comprender sus preocupaciones y necesidades.
- La encuesta revela un panorama detallado del uso de ciclovías en Suba, Bogotá, destacando diversos aspectos significativos. La participación desigual por género, con un 63% de hombres y un 37% de mujeres, refleja brechas en la adopción de la bicicleta. La mayoría de los usuarios se concentran en edades entre 18-34 y 35-51 años, con una frecuencia de uso

elevada, sugiriendo que la bicicleta es un medio de transporte habitual. Aunque el 48% la utiliza para desplazarse al trabajo, el 25% la elige como principal medio de transporte para todas sus actividades diarias, demostrando su versatilidad. La percepción sobre la calidad de las ciclovías es mixta, con un 40% satisfecho y un 30% neutral, señalando áreas de mejora.

- Los incidentes en ciclovías son preocupantes, con más de la mitad de los encuestados reportando accidentes, principalmente colisiones. La accesibilidad de las ciclovías para todas las edades es un punto de debate, con un 62% a favor, pero un 32% preocupado por la seguridad de niños y personas mayores.
- La falta de suficientes estacionamientos para bicicletas, según el 79%, puede obstaculizar el fomento de este medio de transporte. La contaminación y obstaculización por basuras son problemáticas ambientales destacadas, exigiendo medidas de gestión de residuos.
- El uso de la bicicleta como medio de transporte si refleja un alto grado de sostenibilidad para los actores viales, este resultado se obtiene tanto de la percepción del usuario como de las capas geo procesadas. En la encuesta se logra una visión positiva de aproximadamente el 92% de las personas encuestas, las cuales en el transcurso de esta manifestaron los beneficios que esta acción trae tanto en su salud, en su economía y finalmente en el medio. Por otro lado, en cuanto a la georreferenciación el tener un porcentaje de participación del 44% de ciclistas afirma nuevamente que esta se ha convertido en una estrategia que le aporta de manera significativa al desarrollo de un desarrollo sostenible orientado al transporte.

## Referencias

- [1] EL TIEMPO, «El coctel de contaminación que aspiran, día a día, los ciclistas,» EL TIEMPO, 6 02 2022.
- [2] el Ágora, «Bogotá, la ciudad que construye su futuro montando en bicicleta,» 1 03 2021.
- [3] Instituto Distrital de Recreación y Deportes - IDRD, «Instituto Distrital de Recreación y Deportes,» [En línea]. Available: <https://www.idrd.gov.co/recreacion/ciclovía-bogotana/historia-ciclovía-bogotana>.
- [4] D. F. Suero Perez, *La bicicleta como medio de transporte*, Bogotá: Universidad de los Andes, 2006.
- [5] C. R. Kestler, «El ciclismo urbano en América Latina: una ruta larga por recorrer,» *Distintas Latitudes*, 29 Marzo 2023.
- [6] R. Buehler y J. Pucher, *Cycling for Sustainable Cities*, Massachusetts, Massachusetts: Cambridge, 2021.
- [7] S. Abolghasem, J. Gomez Sarmiento, A. L. Medaglia, O. L. Sarmiento, A. D. González, A. Díaz del Castillo, J. F. Roza-Casas y E. Jacoby, «A DEA-centric decision support system for evaluating Ciclovía-Recreativa programs in the Americas,» *ELSEVIER*, vol. 61, pp. 90-101, 2018.
- [8] D. Oviedo y O. Sabogal Cardona, «Arguments for cycling as a mechanism for sustainable modal shifts,» *ELSEVIER*, Febrero 2022.
- [9] «La contaminación baja 13 veces en los días de Ciclovía, según Los Andes,» *LR La República*, 19 Marzo 2014.
- [10] G. Stierling, «Características y Logística».
- [11] P. Pascual Muñoz, «Estudio del Comportamiento Térmico de Pavimentos de Mezclas Bituminosas y Análisis de un Colector Solar Asfáltico Multicapa».
- [12] J. D. Restrepo Atehortúa, «Análisis de la accesibilidad en el transporte público para personas con discapacidad en la ciudad de Medellín,» 2017.
- [13] Organización Panamericana de la Salud, «Ciclovías temporales en Bogotá, Colombia,» 28 Octubre 2020.
- [14] A. Rodriguez Valencia, D. R. Satizabal, R. Unda y S. Handy, «The decision to start commuting by bicycle in Bogotá, Colombia: Motivations and influences,» vol. 24, pp. 57-67, 2021.
- [15] Area Metropolitana del valle de Aburrá, 2021. [En línea]. Available: <https://www.metropol.gov.co/la-movilidad/movilidad-sostenible>.
- [16] J. O. Rocha, «Universidad de los Andes,» 2020. [En línea]. Available: <https://uniandes.edu.co/es/noticias/ingenieria/bogota-tiene-mas-viajes-en-bicicleta-que-amsterdam>.
- [17] D. R.-S. R. U. y G. A. B. Álvaro Rodríguez-Valencia, «UNIANDÉS,» 2022. [En línea]. Available: <https://uniandes.edu.co/es/libro/ciclismo-urbano/ciclismo-urbano-avances-y-retos-para-el-caso-colombino>.
- [18] G. R. Sánchez, «Alcaldía de Bogotá,» [En línea]. Available: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/donde-se-puede-consultar-el-mapa-de-ciclorrutas-de-bogota-de-2023>.

[19] M. F. Mora Rodríguez y J. E. Galviz Prada, «Estudio comparativo entre ciclo-rutas y bici-carriles en Bogotá,» 14 Octubre 2016.

[20] . L. Catrellón y C. Álvarez.

[21] Propia, 2023. [En línea].