

**CARACTERIZACIÓN DE LAS RUTAS UTILIZADAS POR CICLISTAS DE LA UNIVERSIDAD LA GRAN
COLOMBIA (SEDE CENTRO, BOGOTÁ) MEDIANTE TECNOLOGÍA SIG**

Ana María Bautista Quiroga, Wilber Andrés García Gutiérrez, Jeimy Paola Sepúlveda Ortiz



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Ingeniería Civil, Facultad de Ingenierías

Universidad La Gran Colombia

Bogotá, D.C.

2024

**Caracterización de las rutas utilizadas por ciclistas de La Universidad la Gran Colombia (sede centro,
Bogotá) mediante tecnología SIG**

Ana María Bautista Quiroga, Wilber Andrés García Gutiérrez, Jeimy Paola Sepúlveda Ortiz

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingenieros Civiles

Asesor disciplinar:

Ing. Diana María Jurado Gordo

Asesor metodológico:

MSc. Wilson Enrique Torres Sánchez



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Ingeniería Civil, Facultad de Ingenierías

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2024

Dedicatoria

Ana María Bautista Quiroga:

A mi madre, abuela, madrina y hermano por su incansable aliento y sacrificio, que han sido mi inspiración a lo largo de esta travesía. A quien, desde la clase de introducción a la ingeniería, compartió este camino conmigo, siendo mi compañero constante a lo largo de la carrera. A MasterPlan, por su continua colaboración y respaldo durante mi formación, su apoyo fue fundamental para complementar mis estudios. A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento por formar parte de este importante capítulo de mi vida académica y profesional.

Agradecimientos

A Dios Todopoderoso, por su infinito amor, apoyo incondicional y las bendiciones derramadas durante todo el proceso de investigación, permitiéndonos perseverar y alcanzar la culminación de este proyecto.

A nuestras familias, fuente inagotable de inspiración, fortaleza y apoyo emocional y económico, quienes a través de su amor y confianza nos impulsaron a seguir adelante en cada momento.

A nuestra asesora disciplinar, Ing. Diana María Jurado Gordo, por su orientación desde el inicio de nuestra carrera, por su tiempo y conocimiento, el cual contribuyó a finalizar de manera propia y efectiva esta investigación.

A nuestro asesor metodológico, Msc. Wilson Enrique Torres Sánchez por su orientación y guía a lo largo de toda la investigación, la cual nos permitió estructurar de manera efectiva la investigación. A la Universidad La Gran Colombia, que nos apoyó en todos los recursos y permisos necesarios para culminar el proyecto.

A nosotros, por tener criterio, por creer, por no tener días de descanso, por nunca rendirnos.

Tabla de contenido

RESUMEN	1
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	4
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4. ANTECEDENTES	12
4.1 ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA CICLISTA EN BOGOTÁ.....	12
4.2 INVESTIGACIONES PREVIAS	13
5. MARCO REFERENCIAL.....	16
5.1 MARCO TEÓRICO	16
5.1.1 La Ciclorruta como parte del espacio público.....	16
5.1.2 Movilidad e infraestructura en Bogotá.....	17
5.1.3 Ciclo-infraestructuras en Colombia	18
5.2 MARCO CONCEPTUAL	19
5.2.1 ¿Qué es una ciclorruta?	19
5.2.2 Movilidad sostenible.....	20
5.2.3 Sistema de información Geográfica.....	20
5.3 MARCO GEOGRÁFICO	21
5.3.1 Delimitación espacial	21
5.3.2 Vías principales	21
5.3.3 Localidades de Bogotá	22

5.3.4	Universidad la Gran Colombia sede centro. Punto de origen y destino	22
5.4	MARCO NORMATIVO, JURÍDICO Y LEGAL	23
6.	METODOLOGÍA.....	27
6.1	FASES DE LA INVESTIGACIÓN:.....	28
6.1.1	Fase 1: identificación	29
6.1.2	Fase 2: Diseño	31
6.1.3	Fase 3: Evaluación.....	33
6.1.4	Fase 4: Proposición	34
7.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	35
7.1	FASE 1: IDENTIFICACIÓN.....	35
7.1.1	Trazado de ruta y conectividad.....	36
7.1.2	Tipo de infraestructura	38
7.1.3	Frecuencia.....	38
7.1.4	Medio de transporte.....	39
7.1.5	Trafico y percepción del entorno.....	40
7.1.6	Información minutos bici-parqueadero	42
7.2	FASE 2: DISEÑO.....	42
7.2.1	POWER BI.....	42
7.2.2	TECNOLOGÍA SIG.....	43
7.3	FASE 3: EVALUACIÓN.....	43
7.3.1	Análisis de resultados	43
7.4	FASE 4: PROPOSICIÓN	56
7.4.1	Programas de seguridad y educación vial.....	56
7.4.2	Monitoreo y evaluación continua.....	57
7.4.3	Apoyo a la comunidad de ciclista.....	57
7.4.4	Fomentar una cultura de Movilidad Sostenible.....	58

7.4.5	Promoción de Rutas Seguras	58
7.4.6	Políticas y Regulaciones	58
7.4.7	Recomendación de rutas para bici usuarios de la UGC, sede centro	59
8.	CONCLUSIONES	60
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
10.	ANEXOS.....	64

Lista de Figuras

Figura 1. Encuesta de movilidad 2023	6
Figura 2. Ciclismo urbano. Avances y retos para el caso de Bogotá.....	7
Figura 3. Mapa de ciclorrutas	18
Figura 4. Localidades de Bogotá	22
Figura 5. Ubicación Universidad La Gran Colombia, Sede centro y Bici parqueadero	23
Figura 6. Diligenciamiento de encuestas con biciusuarios	28
Figura 7. Fases para el desarrollo del proyecto	29
Figura 8. Poster diligenciamiento de encuestas	30
Figura 9. Compilación de información de minutas – control de bicicletas.....	31
Figura 10. Trazado de ruta.....	36
Figura 11. Descripción del recorrido de biciusuarios	37
Figura 12 Recorrido más largo	37
Figura 13 Tipo de infraestructura	38
Figura 14 Frecuencia de uso de bicicleta.....	39
Figura 15 Medio de transporte.....	39
Figura 16 Hora de inicio de recorrido	40
Figura 17 Hora de llegada de recorrido	40
Figura 18 Congestión o problemas en ruta transitada por el biciusuario	40
Figura 19 Horario de congestión y dificultades para transportarse	41
Figura 20 Calificación de aspectos de la ruta transitada	41
Figura 21 Transcripción de registros de minutas a archivo Excel.....	44
Figura 22. Conformación de tabla con nuevas columnas.....	45
Figura 23. Conexión de datos con Power BI.	45

Figura 24. Transformación de datos con Power Query	46
Figura 25. Segmentaciones y filtros de tablero de control.....	46
Figura 26. Tablero de control.....	47
Figura 27. Tablero de control, caracterización rutas hacia la UGC - vista general	50
Figura 28. Tablero de control, caracterización rutas desde la UGC - vista general.....	53

Lista de gráficas

Gráfica 1 Longitud por tipo de infraestructura hacia la UGC 52

Gráfica 2 Longitud por tipo de infraestructura desde la UGC 55

Lista de Tablas

Tabla 1	Normatividad local y nacional del ciclismo	24
Tabla 2	Operacionalización de variables	27
Tabla 3	Formato para registro de minutas	42

Glosario

De acuerdo con el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito Ley 769 del 2002 se define como:

Accesibilidad: Condición esencial de los servicios públicos que permite en cualquier espacio o ambiente exterior o interior el fácil disfrute de dicho servicio por parte de toda la población.

Bicicleta: Vehículo no motorizado de dos (2) o más ruedas en línea, el cual se desplaza por el esfuerzo de un conductor accionado por medio de pedales.

Tránsito: Es la movilización de personas, animales o vehículos por una vía pública o privada abierta al público.

Transporte: Es el traslado de personas, animales o cosas de un punto a otro a través de un medio físico.

Según la Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C. se define como:

Ciclorruta: franjas para ciclistas segregadas físicamente del tránsito motorizado, localizadas sobre andenes o separadores centrales. La canalización con respecto al tránsito peatonal puede ser física, con señalización y/o cambios de textura.

Carril bici: carriles para bicicletas que forman parte de la calzada vehicular. Pueden estar segregadas físicamente o con señalización y ser adyacentes al carril externo (lento) o al interno (rápido).

Zonas Mixtas: se refiere a zonas autorizadas para el tránsito combinado de peatones y ciclistas como el que se presenta en alamedas, plazoletas y puntos de encuentro.

Resumen

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo principal desarrollar un estudio de caracterización de las rutas más frecuentadas por ciclistas para acceder a la Universidad La Gran Colombia en Bogotá, sede centro. Esto incluyó la identificación de puntos de congestión, análisis de conectividad, evaluación de la frecuencia de uso y examen del tipo de infraestructura disponible, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Se llevó a cabo una encuesta utilizando la aplicación ArcGIS Survey123, una aplicación diseñada para la recopilación de datos mediante encuestas georreferenciadas. Esta encuesta proporcionó datos adicionales sobre las preferencias y experiencias de los ciclistas en relación con las rutas frecuentadas, permitiendo así un análisis completo y detallado. Mediante esta herramienta, se recopiló información sobre factores como la percepción de seguridad, la calidad de la infraestructura para el tránsito de los ciclistas y los puntos críticos de congestión. Esta recopilación de datos enriqueció el análisis y contribuyó a la formulación de recomendaciones para mejorar la movilidad ciclista de la universidad. Esta información se utilizó para realizar tableros de control mediante ArcGIS Online.

Asimismo, se llevó a cabo la recopilación de datos de las minutas del bici-parqueadero de la Sede del centro de la Universidad en Bogotá. Dichas minutas proporcionaron información importante, como la cantidad de usuarios de bicicletas, su género, las horas pico, las horas de menor afluencia y el medio de transporte. Esta información se utilizó para crear informes interactivos mediante Power BI.

Esta investigación permitió reconocer las rutas frecuentes utilizadas por los bici-usuarios e identificar el tipo de infraestructura presente y observar la carencia de ésta. Asimismo, se realizaron recomendaciones de rutas para la mejora de la movilidad de los bici-usuarios de la Universidad La Gran Colombia, para dirigirse a la sede centro en Bogotá. Entre las sugerencias se incluye el apoyo a la

comunidad ciclista, la promoción de una cultura de movilidad sostenible, el fomento de rutas seguras, el monitoreo y la evaluación continua, y el desarrollo de programas de seguridad y educación vial.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica (SIG), Ciclistas, Movilidad, Rutas, Caracterización, ciclo-infraestructura, ArcGIS.

Abstract

This thesis aims to develop a characterization study of the most frequent cycling routes for accessing Universidad La Gran Colombia in Bogotá, Centro campus. This will include identifying congestion points, analyzing connectivity, evaluating frequency of use, and examining the type of available infrastructure using Geographic Information Systems (GIS).

A survey will be conducted using the ArcGIS Survey123 application. This survey will provide additional data on cyclists' preferences and experiences related to frequently used routes, allowing for a more comprehensive and detailed analysis. Through this tool, information will be collected on factors such as the perception of safety, the quality of infrastructure for cyclist traffic, and critical congestion points. This data collection will enrich the analysis and contribute to the formulation of more solid recommendations for improving cycling mobility in Bogotá.

In addition, data will be collected from the minutes of the bicycle parking lot at the Centro campus in Bogotá. This data will provide relevant information, such as the number of bicycle users, their gender, peak hours, off-peak hours, and the means of transportation. This information will be used to create interactive reports using Power BI.

Keywords: Geographic Information System (GIS), Cyclists, Mobility, Routes, Characterization, Cycle Infrastructure, ArcGIS.

Introducción

La Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) ha estado fomentando activamente el uso diario de la bicicleta como medio de transporte. Este impulso se ha complementado con la implementación de ciclo infraestructuras y campañas de seguridad vial, en línea con el creciente aumento del uso de la bicicleta en la ciudad. Dentro de las acciones específicas dirigidas hacia la promoción del uso de la bicicleta, se ha enfocado en proporcionar infraestructura exclusiva para ciclistas. Esta iniciativa incluye la reestructuración de las condiciones físicas y operativas de la malla vial, como la creación de ciclorrutas en calzada. Estas ciclorrutas no solo disminuyen las áreas de conflicto con otros usuarios, como los peatones, sino que también prevalecen la seguridad y comodidad del ciclista al evitar ascensos y descensos en los lugares que no están al nivel de la calzada. (SDM. 2021).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han revolucionado la manera en que comprendemos y gestionamos la información espacial. Estas herramientas permiten la captura, almacenamiento, análisis y visualización de datos geoespaciales, lo que facilita la toma de decisiones en una amplia gama de disciplinas, Sarría, F.A. (2005). El empleo de este tipo de sistemas alcanza una importancia significativa en el análisis de las rutas frecuentadas por los ciclistas para llegar a la Universidad La Gran Colombia en Bogotá, sede centro. Esta herramienta permitirá no solo representar y analizar datos geoespaciales, sino también identificar patrones de movilidad, evaluar la conectividad de las rutas y deficiencias de la infraestructura.

La presente investigación tiene como objetivo realizar una caracterización de las rutas utilizadas por todos los ciclistas de la Universidad La Gran Colombia de Bogotá de la sede centro a través de una encuesta y extracción de información mediante las minutas del bici-parqueadero, la información recopilada será analizada mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estos sistemas permitirán

cartografiar y caracterizar las rutas transitadas por los bici-usuarios, brindando información que permita llevar a cabo este proyecto. A continuación, se describe la estructura de la presente investigación.

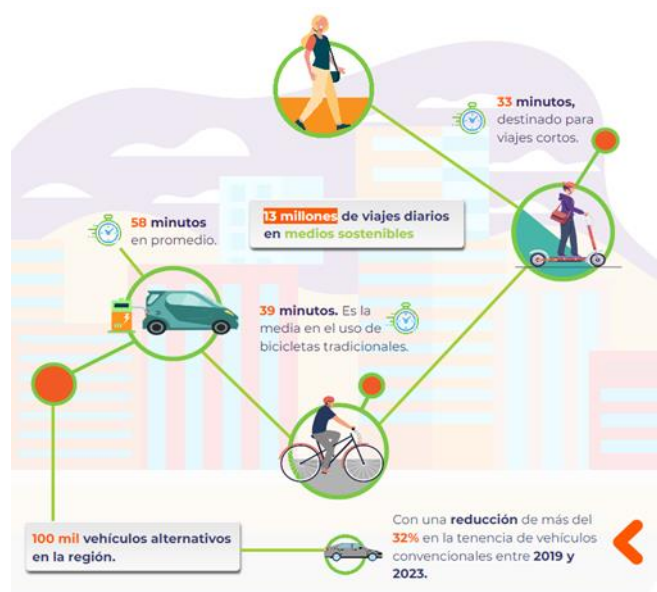
En el capítulo 1 se planteará el problema, desde la necesidad de entender las rutas realizadas por los bici-usuarios de la universidad, fundamentado en el uso de tecnología SIG para una movilidad urbana más sostenible y eficiente. El capítulo 2 justificará el estudio destacando el crecimiento del uso de bicicletas en la Universidad y la necesidad de mejorar la infraestructura ciclista. A pesar de contar con mapas red de ciclorrutas, se requiere información sobre las rutas más utilizadas y sus características. En la investigación se utilizará sistemas de información geográfica (SIG), cuyo objetivo es optimizar la planificación y seguridad de estas rutas para los estudiantes de la Universidad La Gran Colombia. El capítulo 3 presentará el objetivo general y los objetivos específicos, permitiendo alcanzar los resultados esperados para la investigación. El capítulo 4 hará una revisión de la bibliografía que más aporte al trabajo, permitiendo así fundamentar la investigación. El capítulo desarrollará los siguientes marcos: teórico, conceptual, geográfico, normativo, jurídico y legal. Estos marcos proporcionarán un fundamento teórico y contextual para abarcar la investigación. El capítulo 6 será la metodología y detallará cada una de las fases de la investigación, el cual consta de 4 fases, permitiendo así la estructuración y ejecución del estudio. Asegurando así una implementación efectiva y coherente para la investigación. Capítulo 7 se desarrollará la investigación por fases, detallando el uso de cada herramienta y proporcionando el paso a paso de su implementación para el proyecto. Finalmente, el capítulo 8 presentará las conclusiones contrastando la pregunta, los objetivos y hallazgos principales de la investigación.

1. Planteamiento del problema

Bogotá y su área metropolitana se convierten en una región cada vez más sostenible gracias a que los modos alternativos se integran con el Sistema de Movilidad Sostenible generando un bajo impacto ambiental; Reduciendo un 20% el tiempo promedio de los viajes, con una duración aproximada de 40 minutos. 40% de los hombres utilizan para movilizarse bicicleta y moto. (SDM encuesta de movilidad, 2023).

Figura 1

Encuesta de movilidad 2023



Nota. Tomado de SDM encuesta de movilidad, 2023.

El empleo creciente de la bicicleta como vehículo sostenible en entornos urbanos plantea la necesidad de comprender en detalle las características de las rutas más utilizadas por los ciclistas. De acuerdo con la Encuesta de Movilidad en Bogotá, se efectúan 880.367 desplazamientos diarios en bicicleta. Este número supera al de ciudades como Ámsterdam, con un promedio de 665.000; Copenhague, con 250.000; y Santiago de Chile, con 676.000. Los ciudadanos se desplazan en bicicleta para ir al trabajo, a instituciones educativas o para realizar diligencias. (Alcaldía de Bogotá, 2022). En el

caso específico de la comunidad estudiantil de la Universidad La Gran Colombia en Bogotá de la sede centro, esta necesidad se vuelve aún más relevante, considerando la importancia de la movilidad sostenible en un entorno académico y urbano.

Figura 2

Ciclismo urbano. Avances y retos para el caso de Bogotá



Nota. Tomado de Alcaldía de Bogotá, 2022

El planteamiento de este proyecto se fundamenta en la falta de información detallada sobre las rutas específicas que los estudiantes de la Universidad La Gran Colombia utilizan para desplazarse en bicicleta por la ciudad de Bogotá. Aunque se reconoce el creciente interés en el fomento del uso de la bicicleta como una alternativa de transporte amigable con el medio ambiente, la falta de información sobre el tipo de infraestructuras, rutas más transitadas y sus características ha limitado mejorar la infraestructura ciclista para permitir la utilización de este medio de transporte en la ciudad.

A causa de la carencia de datos sobre la caracterización de las rutas tomadas por los bici usuarios, implica que las entidades pertinentes no puedan abordar eficazmente los puntos críticos de congestión y las necesidades de las infraestructuras para los biciusuarios, existen datos generales sobre las ciclorrutas en Bogotá, pero no satisface las necesidades y preferencias de los bici usuarios, así como la dificultad que enfrentan durante sus trayectos diarios.

No obstante, los indicadores proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Económico, como el "número de bicicletas por hogar", el "número de viajes en bicicleta por día" y el "porcentaje de población que utiliza bici", muestran una clara tendencia al alza que podría tener un impacto significativo en la infraestructura vial actual de la capital. En este sentido, la seguridad en la vía, la capacidad de las vías, el mantenimiento de la red vial y el número de accidentes, entre otros aspectos, podrían verse afectados.

Según la Encuesta Multipropósito 2017, el 6.3% de los trabajadores en Bogotá utilizan la bicicleta como medio de transporte, lo que representa un aumento del 16% respecto a la proporción registrada en 2014 (5.4%). Además, el número de viajes en bicicleta por día es posiblemente el indicador más relevante entre las diversas mediciones estadísticas relacionadas con las ciclorrutas y los usuarios de bicicletas. Este indicador permite identificar con mayor precisión el nivel de uso de la infraestructura ciclista y la proporción de personas que prefieren este medio de transporte en comparación con otros métodos de desplazamiento.

En este contexto, surge la necesidad de identificar las rutas utilizadas por los bici-usuarios de la Universidad La Gran Colombia en Bogotá y las características de la infraestructura vial, destacando la importancia de realizar una caracterización de las incidencias presentes.

Con base a lo expuesto, la pregunta que guía el proceso de investigación es: **¿Cómo caracterizar las rutas transitadas por los ciclistas que se dirigen desde y hacia la Universidad La Gran Colombia sede centro utilizando la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG)?**

2. Justificación

El desarrollo de la infraestructura vial del país se constituye como la principal estrategia para el fortalecimiento de la competitividad nacional (Cifuentes Ospina, N. 2014). En tanto a infraestructura vial para ciclistas, Según la última encuesta de Movilidad de Bogotá (2023), la ciudad posee la red vial más extensa de Colombia para ciclistas, con más de 600 km de ciclorrutas, lo que la sitúa como la segunda en América Latina en términos de infraestructura disponible para los ciclistas.

La presente propuesta investigativa se valida debido a su capacidad para caracterizar las rutas más frecuentadas por los bici-usuarios para dirigirse desde y hacia la Universidad La Gran Colombia en Bogotá en la sede del centro. Este estudio no solo permitirá identificar áreas de congestión y evaluar la infraestructura existente, sino que también contribuirá a realizar proposiciones para optimizar la planificación de las rutas para los bici-usuarios en la zona.

Esta propuesta será desarrollada mediante la plataforma ArcGIS, aprovechando los formularios de Survey123. Esta herramienta permite visualizar y realizar un análisis de los datos recolectados a través de encuestas. De esta manera, se facilita la comprensión y el estudio de la información obtenida, permitiendo tomar decisiones y estrategias basadas en datos precisos.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se destacan por ser herramientas eficaces para este propósito. La capacidad para analizar y visualizar datos espaciales los convierte en una opción ideal para abordar esta investigación. Mediante el uso de SIG, será posible integrar una amplia gama de datos, tales como encuestas a ciclistas, estadísticas de tráfico, percepciones de seguridad y niveles de conectividad en las rutas ciclistas. Esta integración permitirá obtener información completa de la movilidad ciclista en el entorno universitario, facilitando así la toma de decisiones para mejorar la experiencia de los bici-usuarios y promover la movilidad sostenible.

La utilización de la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en este proyecto se plantea como una herramienta esencial para la recopilación, análisis y representación visual de datos geoespaciales a través de tableros de control. Esto posibilita entender la distribución espacial de las rutas transitadas por los ciclistas y sus características particulares. La implementación de tecnología SIG tiene como objetivo principal resaltar la falta de información sobre la geografía urbana relacionada con el uso de la bicicleta en Bogotá. Esto facilitará una evaluación de las condiciones en las rutas realizadas cotidianamente por los estudiantes de la Universidad La Gran Colombia al dirigirse a la sede del centro.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Caracterizar las rutas de mayor tránsito utilizadas por todos los ciclistas que se desplazan desde y hacia la Universidad La Gran Colombia en Bogotá en la sede del centro, incluyendo puntos de congestión, conectividad, frecuencia y tipo de infraestructura mediante Tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las rutas utilizadas por todos los ciclistas de la Universidad La Gran Colombia en Bogotá en la sede del centro, mediante el análisis de los datos recopilados a través de una encuesta.
- Diseñar un mapa por medio de la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG), donde se visualicen las rutas identificadas detallando los datos relevantes sobre las rutas en estudio.
- Evaluar los puntos de congestión, conectividad, frecuencia y tipo de infraestructura en las rutas identificadas, en busca de mejoras en la movilidad del ciclista Grancolombiano de la sede del centro en Bogotá.
- Proponer recomendaciones específicas para la mejora de la movilidad de los ciclistas de la Universidad La Gran Colombia sede del centro en Bogotá.

4. Antecedentes

La ciudad de Bogotá al enfrentar desafíos tales como la congestión vehicular y la contaminación ambiental, la movilidad sostenible ha emergido como una respuesta que ha dado muy buenos resultados en el paso de los años. El empleo de la bicicleta como modo de transporte ha sido y seguirá siendo una alternativa eficiente y respetuosa con el medio ambiente para desplazarse por la ciudad, SDM.

Bogotá cuenta con una extensa red de ciclorrutas que abarca más de 600 kilómetros, SDM. Sin embargo, siguen presentes desafíos en la infraestructura ciclista que limitan su efectividad y seguridad. En esta investigación se abordará las preferencias y necesidades de los ciclistas de la Universidad La Gran Colombia, para de esta manera identificar áreas de mejora en la infraestructura ciclista y proponer soluciones para mejorar la movilidad en bicicleta en la ciudad, mediante la caracterización de las rutas transitadas por los bici-usuarios de la UGC, sede del centro.

El presente capítulo de antecedentes proporcionará una revisión de la literatura existente sobre la movilidad en bicicleta, la infraestructura ciclista y los estudios relacionados con el análisis de rutas ciclistas en entornos urbanos similares a los de la presente investigación.

4.1 Estado de la infraestructura ciclista en Bogotá

"Las ciclorrutas presentan falta de continuidad e interconexión con el sistema de transporte público, así como recorridos sueltos, conllevando a que los ciclistas tengan que compartir el carril con los buses del SITP, o a usar las vías destinadas para otros vehículos." (Personería de Bogotá, 2022)

Según la Personería de Bogotá, las ciclorrutas muestran falta de continuidad e integración con el sistema de transporte público, además de tramos desconectados que obligan a los ciclistas a compartir el carril con los buses del SITP o a utilizar vías destinadas para otros vehículos. También se ha observado que la red de ciclorrutas contiene tramos que no se conectan con la red vial principal, así como

segmentos donde se interrumpe la continuidad del camino. Esta no conectividad afecta la movilidad de los ciclistas al exponerlos a vías destinadas principalmente para automóviles y transporte público.

Igualmente, expresa su preocupación por los alarmantes índices de accidentalidad que afectan a los ciclistas en la ciudad. Durante el período comprendido entre 2020 y 2021, se observó un aumento del 20,24% en accidentalidad, y en los tres primeros meses de 2022, los sucesos que involucraron a ciclistas representaron el 38,30% del total de incidentes registrados en 2021.

Esta situación genera inquietud debido a la existencia de rutas donde se comparte un mismo carril entre bicicletas y buses de Transporte Público, conocido como "Carril Bus-Bici", lo que pone a los ciclistas en una situación de riesgo constante de accidentes.

Además, se han detectado problemas en los elementos de demarcación de las ciclorrutas, debido a que el material utilizado en la señalización es propenso a los daños causados por los vehículos que circulan cerca, lo cual demanda un mantenimiento regular para asegurar la seguridad de los ciclistas.

4.2 Investigaciones previas

En un enfoque global, el Observatorio Costarricense de Seguridad Vial publicó el artículo científico "Uso de la bicicleta en Costa Rica: repaso histórico y caracterización del tipo de ciclistas y su movilidad en el entorno vial nacional", Con el fin de identificar las áreas donde la bicicleta no solo ha sido un medio de transporte adoptado de manera extensa históricamente, sino también una parte fundamental de las estructuras sociales y económicas de las comunidades, así como de sus dinámicas culturales.

El artículo analiza el uso social de la bicicleta y segmenta a los ciclistas entre ciclistas utilitarios y ciclistas recreativos, de allí menciona que las características y diferencias entre estos dos segmentos, son fundamentales para los procesos de construcción y planificación de la red vial del país, así como

para el equipamiento destinado a asegurar la movilidad segura de las vías, lo cual incluye la creación de ciclovías y/o ciclorrutas. (Pérez Stéfanov, B. 2018)

En un contexto específico, el 22 de julio de 2020, HAL Open Science, un repositorio multidisciplinario de acceso abierto para la publicación y difusión de documentos de investigación científica respaldado por MODURAL, el cual es un programa internacional y pluridisciplinario financiado por la Agencia Nacional de la Investigación de Francia (ANR), presentó un análisis inicial de los datos de la Encuesta de Movilidad de Bogotá 2019 (EMB). Este análisis tuvo como objetivo caracterizar las condiciones de movilidad de los ciudadanos del Área Metropolitana de Bogotá, específicamente el uso de diferentes modos de transporte y las dificultades observadas en las zonas periféricas. Se calcularon diversos indicadores basados en la Encuesta Origen-Destino de Hogares (EODH), que forma parte de la EMB 2019. Entre los aspectos analizados se incluyeron las prácticas de movilidad en bicicleta, la tasa de posesión de bicicletas según la zona de residencia, el uso de la bicicleta para motivos laborales, y la incidencia de accidentes viales mortales por ubicación, abarcando el Distrito Capital de Bogotá entre 2015 y 2019.

El análisis reveló que la bicicleta es un artículo presente en muchos hogares del Área Metropolitana de Bogotá y está extendido en todos los estratos sociales, concentrándose especialmente en las Unidades Territoriales de Análisis de la Movilidad (UTAM) más nivel socioeconómico, pero siendo menos prevalente en áreas como Soacha, Ciudad Bolívar, Usme y San Cristóbal, donde factores como bajos ingresos y relieves altos los cuales limitan su adopción (Demoraes, 2020).

Además, se determinó que la bicicleta no es un medio de transporte común para desplazarse al trabajo en Bogotá, salvo en los municipios de la Sabana y algunas UTAM específicas en áreas populares de la ciudad. El uso de la bicicleta con fines laborales sigue siendo más predominante en barrios de bajos recursos, con excepciones notables como las áreas montañosas del sur de Bogotá, donde su uso es

escaso, y un crecimiento emergente en varias UTAM del centro-norte de la ciudad, reflejando una tendencia hacia su adopción por parte de las clases medias. (Demoraes, 2020).

5. Marco referencial

El marco referencial se enfocará en las teorías más relevantes sobre ciclorrutas, movilidad e infraestructura en Bogotá y la ciclo-infraestructura en Colombia. Se examinarán teorías y conceptos claves, además se hablará el marco geográfico el cual ayudará a delimitar y contextualizar la zona de estudio. Finalmente, se analizará el marco normativo, legal y jurídico vigente relacionado con el uso de la bicicleta a nivel local y nacional.

5.1 Marco teórico

La planificación urbana actual se enfrenta al desafío de integrar la movilidad sostenible en el ámbito urbano, donde la infraestructura juega un papel crucial. Dentro de este contexto, la ciclorruta como parte del espacio público adquiere relevancia tanto en el ámbito local como nacional. En Bogotá, un referente global en términos de movilidad sostenible, la ciclorruta se establece como una infraestructura clave. Para comprender su importancia, es fundamental explorar su definición y su implantación en el marco conceptual de la movilidad e infraestructura urbana en Bogotá, así como su papel en el desarrollo de una movilidad sostenible.

5.1.1 La Ciclorruta como parte del espacio público

Las ciclorrutas constituyen un corredor vial, alternativo a la calzada, en forma adyacente al andén, en los separadores viales o en las alamedas, destinado al tránsito exclusivo de ciclistas, que permiten a las personas que deseen desplazarse de un lugar a otro en bicicleta, patines o similares, hacerlo en forma segura. Contribuyen a la preservación del ambiente y permiten un desarrollo armónico y organizado de los diferentes sistemas de transporte en el Distrito Capital de Bogotá. (Bogotá A. 7., 2003).

Se puede examinar otro aspecto importante para la formulación de este concepto al consultar el Decreto Distrital 190 de 2004, que recopila las disposiciones relacionadas con el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá. Este documento define lo siguiente:

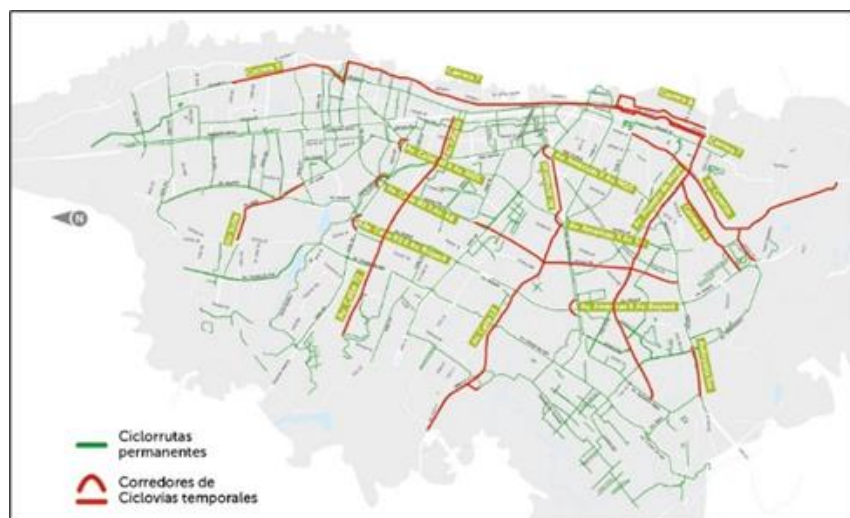
"El sistema de espacio público es el conjunto de espacios urbanos conformados por los parques, las plazas, las vías peatonales y andenes, los controles ambientales de las vías arterias, el subsuelo, las fachadas y cubiertas de los edificios, las alamedas, los antejardines y demás elementos naturales y contruidos definidos en la legislación nacional y sus reglamentos. Es una red que responde al objetivo general de garantizar el equilibrio entre densidades poblacionales, actividades urbanas y condiciones medio ambientales, y está integrado funcionalmente con los elementos de la Estructura Ecológica Principal, a la cual complementa con el fin de mejorar las condiciones ambientales y de habitabilidad de la ciudad en general".

5.1.2 Movilidad e infraestructura en Bogotá

Según la secretaría de movilidad (2020), Bogotá dispone de una extensión total de 635 kilómetros destinados a vías exclusivas para ciclistas, de los cuales 551 kilómetros están designados como ciclorrutas permanentes, mientras que 84 kilómetros son corredores temporales. Estos se han establecido con el propósito de mejorar la movilidad en bicicleta y aliviar la congestión en el sistema de transporte público.

El uso de la bicicleta se clasifica como una forma de movilidad activa, similar a caminar, y en numerosas ciudades, tanto a nivel nacional como internacional, ha habido un notable aumento de personas que optan por desplazarse utilizando estos métodos. Esto ha resultado en la necesidad de introducir estrategias y planes para acomodar esta creciente demanda (Betancourt y Cárdenas, 2019, p. 13).

Figura 3.
Mapa de ciclorrutas



Nota. Tomada de Secretaría De Movilidad, 2020

5.1.3 Ciclo-infraestructuras en Colombia

Según la Guía de ciclo infraestructura para ciudades colombianas (2016), se identifican diversos tipos de infraestructuras que facilitan el acceso y la continuidad del uso de la bicicleta. Por ejemplo, el término "Ciclo banda" se refiere a la adaptación del pavimento, la instalación de dispositivos para regular el tráfico y la demarcación específica destinada a las bicicletas. Por otro lado, la "Ciclocalle" describe vías convencionales o peatonales compartidas por bicicletas, vehículos motorizados y/o peatones. La "Ciclo-infraestructura" abarca la infraestructura diseñada para bicicletas y sus complementos, mientras que la "Ciclorred" engloba tramos e intersecciones viales que promueven la inclusión de ciclistas. Las "Vías ciclistas" son exclusivas para bicicletas, mientras que las "Vías ciclo-adaptadas" están acondicionadas para su circulación. Las "Bandas ciclopreferentes" reservan un espacio en la calzada para bicicletas, permitiendo a los vehículos cruzar únicamente si no ponen en peligro a los ciclistas. Los "Carriles ciclopreferentes" son compartidos y tienen limitación de velocidad; los "Carriles bus-bici" priorizan el transporte público y las bicicletas, y el "Contraflujo ciclista" habilita la circulación en sentido contrario en vías de un solo sentido. Las "Calles peatonales" permiten el tránsito de bicicletas

manteniendo la prioridad para los peatones, sin separación física de espacios, mientras que las "Calles con tránsito calmado" garantizan una circulación segura para ciclistas, con menos tráfico y una velocidad reducida de los vehículos motorizados.

Para la monografía del proyecto, es crucial tener un entendimiento de los diferentes tipos de infraestructuras viales existentes en Colombia. Esto resulta fundamental para la caracterización de la infraestructura vial y, de esta manera, poder identificar con precisión las particularidades, alcances y limitaciones de cada tipo de infraestructura utilizada en el país.

5.2 Marco conceptual

5.2.1 ¿Qué es una ciclorruta?

De acuerdo con la guía para el diseño de vías Urbanas para Bogotá se define como “franjas para ciclistas segregadas físicamente del tránsito motorizado, localizadas sobre andenes o separadores centrales. La canalización con respecto al tránsito peatonal puede ser física, con señalización y/o cambios de textura”. (IDU, 2017).

Según la Guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá D.C., se pueden identificar tres tipos de espacios destinados a ciclistas, los cuales pueden ser de tipo unidireccional y bidireccional. Estos tipos de espacios se utilizaron en el presente proyecto para llevar a cabo la encuesta mediante Survey123:

- **Ciclorruta:** franjas para ciclistas segregadas físicamente del tránsito motorizado, localizadas sobre andenes o separadores centrales. La canalización con respecto al tránsito peatonal puede ser física, con señalización y/o cambios de textura.
- **Carril bici:** carriles para bicicletas que forman parte de la calzada vehicular. Pueden estar segregadas físicamente o con señalización y ser adyacentes al carril externo (lento) o al interno (rápido).

- Zonas Mixtas: se refiere a zonas autorizadas para el tránsito combinado de peatones y ciclistas como el que se presenta en alamedas, plazoletas y puntos de encuentro.
- Sin conectividad: Falta de una red continua de infraestructura para los bici-usuarios.

5.2.2 Movilidad sostenible

Movilidad sostenible, “Se refiere a un enfoque que busca minimizar el impacto negativo en el medio ambiente mientras satisface las necesidades de movilidad de las personas y las comunidades. En su esencia, se trata de adoptar prácticas y tecnologías que reduzcan al máximo la contaminación, la huella de carbono y otros efectos adversos sobre el entorno natural”. (Ministerio de Transporte)

Según (Metis, Llado, Ruiz y Martinez, 2016. Pág. 229).

Uno de los principales objetivos de los planes de movilidad urbana sostenible, tanto en Europa como en España (HERCE, 2009), es promover un aumento en los desplazamientos utilizando modos de transporte no motorizados y el transporte público, con el propósito de reducir emisiones y fomentar el cambio desde el uso del vehículo privado. La estrategia europea para una movilidad sostenible mediante el cambio en los medios de transporte se describe en varios documentos, destacándose el Libro Blanco del Transporte (2011). Los sistemas de bicicleta pública se integran en los planes de movilidad urbana sostenible al promover el uso de la bicicleta, especialmente en ciudades con poco hábito en este tipo de transporte.

5.2.3 Sistema de información Geográfica

El Sistema de Información Geográfica “Permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un

país. Están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada” (Ministerio de Educación Nacional).

Los sistemas de información geográfica “es la unión de la información de forma digital y herramientas informáticas, que mediante su análisis permite desarrollar una base que ofrece datos y características de una zona determinada” y además “se han convertido en la tecnología que permite no solo crear, organizar, y manipular en forma simultánea bases de datos gráficas y descriptivas, sino que presentan una serie de posibilidades orientadas hacia el análisis multicriterio de dicha información, con el fin de convertirla en elementos de juicio ”, (Alonso y Correa, 2020. Pág. 24)

5.3 Marco geográfico

Para crear un marco geográfico que caracterice las rutas utilizadas por ciclistas en la ciudad de Bogotá, es necesario considerar varios aspectos geográficos que ayudarán a delimitar y contextualizar el estudio:

5.3.1 Delimitación espacial

La ciudad de Bogotá, ubicada en el Centro del país, en la cordillera oriental, tiene una extensión aproximada de 33 kilómetros de sur a norte y 16 kilómetros de oriente a occidente y se encuentra situada en las siguientes coordenadas: Latitud Norte: 4° 35'56" y Longitud Oeste de Greenwich: 74°04'51". Está dentro de la zona de confluencia intertropical. (Ramírez, 2017)

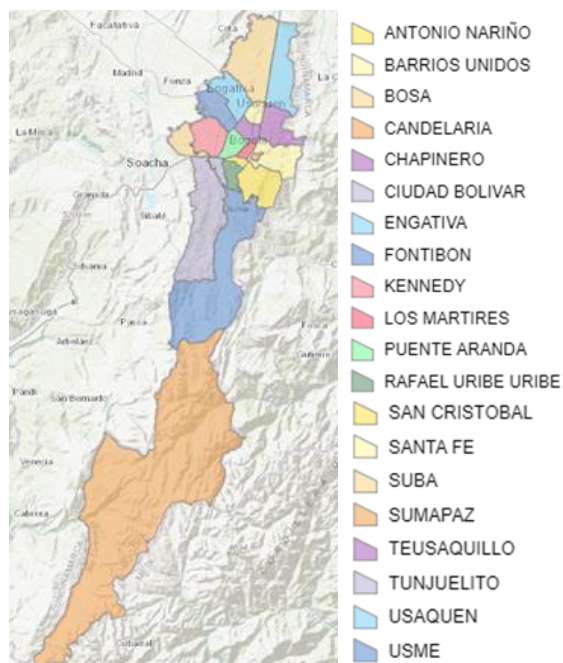
5.3.2 Vías principales

Carrera Séptima, la Carrera 30, la Avenida 68, Calle 26, Avenida Boyacá, Avenida de las Américas, Autopista del Sur, Autopista Norte, Avenida Primero de Mayo, Avenida Caracas. (Ramírez, 2017)

5.3.3 Localidades de Bogotá

Bogotá está dividida administrativamente en 20 localidades. Cada localidad tiene su propio gobierno local y está compuesta por varios barrios. De acuerdo con la página de la alcaldía de Bogotá, la ciudad está dividida en las siguientes localidades:

Figura 4.
Localidades de Bogotá



Nota. Adaptado de Localidades de Bogotá (Mapa), por ArcGIS,
(<https://www.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=fdc16f8b4ffd44738b678f7ac3d7d1c4>).

5.3.4 Universidad la Gran Colombia sede centro. Punto de origen y destino

La sede principal de la Universidad La Gran Colombia se encuentra en la Localidad de La Candelaria, en el barrio La Catedral, en el centro histórico de Bogotá, con dirección Calle 12B No. 4-79, Bogotá, D.C., Colombia, en las siguientes coordenadas: Latitud Norte: 4° 35' 54" y Longitud Oeste de Greenwich: 74° 4' 28". Esta área es conocida por su importancia cultural, histórica y política, siendo uno de los sectores más emblemáticos de la ciudad.

Las calles y carreras principales que forman parte del entramado vial del centro histórico de Bogotá, proporcionando accesibilidad y conectividad a la Universidad La Gran Colombia y su entorno son: calle 12B, calle 10, calle 11, carrera 4, carrera 5 y la carrera 7.

Figura 5.

Ubicación Universidad La Gran Colombia, Sede centro y Bici-parqueadero



Nota. Adaptado de Map Gallery, por Survey123.

5.4 Marco normativo, jurídico y legal

En cuanto a las normas relacionadas con el desarrollo de ciclo redes, en Colombia, existen varias normativas significativas que influyen en la planificación de infraestructura para ciclistas, por ejemplo, el decreto 789 de 2010 “reglamentación de los estándares urbanísticos básicos para el desarrollo de los equipamientos y los espacios públicos, necesarios para su articulación con los sistemas de movilidad” (Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), la ley 1083 de 2006 “se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible pero principalmente la movilidad sostenible. En ella se define la necesidad de dar prelación a los modos alternativos de transporte” (Congreso de Colombia,

2006) y El Decreto 1538 de 2005 en Colombia es una normativa que regula aspectos relacionados con la infraestructura de transporte y vialidad en el país. Este decreto establece pautas y lineamientos técnicos para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura vial, incluyendo aspectos de movilidad, seguridad vial, y la integración de sistemas de transporte. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

Asimismo, comprender las normas y reglamentaciones aplicables permite establecer un marco de referencia clave para el análisis y la evaluación de la infraestructura vial, ofreciendo así una visión completa que facilite la comprensión y el desarrollo de propuestas para posibles mejoras o ampliaciones en el ámbito de la movilidad y el transporte en Colombia.

Tabla 1

Normatividad local y nacional del ciclismo

Normativas locales y nacionales sobre ciclismo	
<u>Ley 1811 de 2016</u>	Establece disposiciones para el uso y promoción de la bicicleta como medio de transporte sostenible en Colombia, en esta el Congreso de Colombia decreta: Artículo 1°. La presente ley tiene por objeto incentivar el uso de la bicicleta como medio principal de transporte en todo el territorio nacional; incrementar el número de viajes en bicicleta, avanzar en la mitigación del impacto ambiental que produce el tránsito automotor y mejorar la movilidad urbana. Artículo 2°. Los beneficiarios de la presente ley serán peatones y ciclistas. Artículo 4°. Uso de bicicletas dentro de los SITM, SITP, SETP y SITR. Establecerán esquemas de estacionamientos adecuados, seguros y ajustados periódicamente a la demanda de bicicletas para que les permitan a los usuarios ingresar o conectar con diferentes sistemas de transporte. Artículo 6°. Parqueaderos para bicicletas en edificios públicos. Artículo 95. Normas específicas para bicicletas y triciclos. Las bicicletas y triciclos se sujetarán a las siguientes normas específicas: • Debe transitar ocupando un carril, observando lo dispuesto en los artículos 60 y 68 del presente código. • Los conductores que transiten en grupo deberán ocupar un carril y nunca podrán utilizar las vías exclusivas para servicio público colectivo.

	• Los conductores podrán compartir espacios garantizando la prioridad de estos en el entorno vial. • No podrán llevar acompañante excepto mediante el uso de dispositivos diseñados especialmente para él o ni transportar objetos que disminuyan la visibilidad o que impida un tránsito seguro. • Cuando circulen en horas nocturnas, deben llevar dispositivos en la parte delantera que proyecten luz blanca, y en la parte trasera que refleja luz roja. Artículo 10. Planeación participativa. Las alcaldías promoverán la creación de organizaciones de ciclistas y promoverán su participación en las instancias locales de planeación, especialmente las que se deban configurar para el mejoramiento de la movilidad, el tránsito y el transporte. Artículo 11. Beneficios para estudiantes biciusuarios. Las Instituciones de Educación podrán implementar programas de movilidad sostenible en donde se promueva el uso de la bicicleta. Artículo 12. Incentivos a la industria nacional. El Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, implementará un programa que incentive la producción y la adquisición de bicicletas en todo el territorio nacional. Artículo 13. Reinserción de bicicletas. Las autoridades territoriales locales podrán adjudicar bicicletas que se encuentren inmovilizadas y lleven retenidas seis meses o más y que además no hayan sido reclamadas ni se encuentren en proceso de reclamación por parte de sus propietarios. Artículo 63. Respeto a los derechos de los peatones y ciclistas. Los conductores de vehículos deberán respetar los derechos e integridad de los peatones y ciclistas, dándoles prelación en la vía. Artículo 18. Semana Nacional de la Movilidad Sostenible.
Plan Maestro de Ciclorrutas de Bogotá	Establece las políticas y directrices para el desarrollo y mantenimiento de la red de ciclorrutas en la ciudad.
Decreto 555 de 2021	Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.
Seguridad vial	
Código Nacional de Tránsito Terrestre (Ley 769 de 2002)	Contiene disposiciones relacionadas con el tránsito de bicicletas en las vías públicas, así como normas de seguridad para ciclistas.
Resolución 123 de 2016	Establece los requisitos técnicos para el uso de bicicletas en Colombia, incluyendo normas de seguridad como el uso de cascos y luces.
Decreto 285 de 2007	Reglamenta el uso de luces y elementos reflectantes en bicicletas que circulan por las vías públicas.
Acceso y derechos de los ciclistas	

<i>Constitución Política de Colombia</i> los derechos de los colombianos y deberes del Estado	<i>Artículo 24.</i> Todo colombiano, tiene derecho a circular libremente por el territorio nacional, a entrar y salir de él, y a permanecer y a residenciarse en Colombia. <i>Artículo 52.</i> Se reconoce el derecho de todas las personas a la recreación, a la práctica del deporte y al aprovechamiento del tiempo libre. <i>Artículo 79.</i> Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. <i>Artículo 82.</i> Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular.
--	---

Nota. Elaboración propia, adaptado de Normativas locales y nacionales sobre ciclismo.

6. Metodología

La presente investigación se realiza bajo un enfoque mixto de tipo descriptivo. Por una parte, el enfoque cualitativo se verá involucrado en la elaboración de una encuesta con información georreferenciada que permitirá al usuario describir la ruta que toma desde y hacia la universidad además de dar a conocer su percepción frente a las rutas tomadas, esta información será utilizada para realizar posteriormente un trazado de las rutas que usan los usuarios. Por otra parte, el enfoque cuantitativo se verá involucrado en el levantamiento de información de las minutas que registran el ingreso y salida de los usuarios que usan el servicio de parqueadero de la UGC sede centro, esta información será utilizada para el análisis de información que representará gráficos estadísticos.

Se trabajará con dos tipos de variables, dependiente e independiente. La variable independiente será la implementación de la tecnología de información georreferenciada que será usada para el desarrollo del proyecto, por otra parte, la variable dependiente será la caracterización de las rutas usadas por los usuarios que se movilizan en bicicleta desde y hacia la Universidad la Gran Colombia de Bogotá sede centro.

Tabla 2
Operacionalización de variables

Dimensión	Definición	Dimensión	Instrumento de medición	Tipo de variable
Rutas transitadas	Recorrido tomado por los bici-usuarios desde y hacia la UGC	Espacial	Mediante Survey 123, se realiza una encuesta de pregunta abierta para que se pueda describir el recorrido que realiza desde y hacia la Universidad	Cualitativa espacial nominal
Puntos de congestión	Recorrido más utilizados por los bici-usuarios desde y hacia la UGC.	Espacial	Mediante ArcGIS Online se generan mapas de densidades y georreferenciados	Cualitativa espacial
Conectividad	Red continua de infraestructura para los bici-usuarios.	Espacial y estadística	Mediante ArcGIS Online y Survey 123, se genera Análisis geográfico y estadístico.	Cuantitativa nominal
Frecuencia de uso	Cantidad de días en las que se usa la bicicleta como medio de transporte por semana	Estadística	Utilizando Survey 123 y ArcGIS Online, se realiza un análisis estadístico	Cuantitativa discreta
Tipo de infraestructura	Presencia de ciclorutas, carril bici, zonas mixtas y no conectividad.	Estadística	Utilizando Survey 123 y ArcGIS Online, se realiza un análisis estadístico	Cuantitativa nominal

La población será todos los estudiantes de la Universidad la Gran Colombia sede Centro y la muestra serán todos los usuarios dispuestos a responder la encuesta, que usen el servicio de bici-parqueadero en la sede centro de la UGC los sábados de 7:00 am a 6:00 pm, además de todos los usuarios que diligencien la encuesta mediante el código QR ubicado en la entrada del bici-parqueadero. El muestreo será a conveniencia de tipo no probabilístico.

Figura 6.
Diligenciamiento de encuestas con biciusuarios



6.1 Fases de la investigación:

La investigación consta de 4 fases que describen el desarrollo del proyecto. Se parte desde la fase 1 "identificación", encargada del levantamiento de información, y culmina en la fase 4 "proposición", encargada de brindar las recomendaciones con base al análisis y modelación de

información previamente realizadas en las fases 2 y 3. A continuación se presenta las fases del desarrollo del proyecto (*Ver figura 7.*) que describe el desarrollo de cada fase.

Figura 7.

Fases para el desarrollo del proyecto



6.1.1 Fase 1: identificación

En esta fase se determinará el tamaño de la muestra, el método de muestreo y la obtención de información que será levantada en campo con la ayuda de Tecnología SIG.

Se aplicarán dos instrumentos para la obtención de la información. El primero, es la elaboración de dos encuestas que permita identificar puntos de congestión, conectividad, frecuencia, tipo de infraestructura, medio de transporte y percepción del entorno de los usuarios que se dirigen desde y hacia la universidad La Gran Colombia y hacen uso del bici parqueadero de la sede Centro de la UGC en Bogotá. Para el diligenciamiento de esta encuesta, se abordarán a los bici usuarios para colaboración del diligenciamiento de las encuestas, y se dispondrá de un poster ubicado en la entrada del bici parqueadero para el diligenciamiento autónomo de los usuarios que usan los servicios de bici parqueadero de la universidad La Gran Colombia de la sede centro en Bogotá.

Figura 8.
Poster diligenciamiento de encuestas



Nota. Se coloca un póster con un código QR para las encuestas en el vagón en el bici-parqueadero de la UGC, sede centro. "caracterización de las rutas más utilizadas por ciclistas de la Universidad la Gran Colombia a partir de información primaria mediante tecnología SIG, CANVA, (Encuesta 1: <https://arcg.is/L8GD90>, Encuesta 2: <https://arcg.is/OqDKev>).

Para la elaboración de la encuesta, se dispondrá de la herramienta ArcGIS Survey123 que contendrá preguntas tipo abierta, cerrada, de selección múltiple, tiempo y tipo mapa georreferenciadas con la ayuda de tecnología SIG.

El segundo instrumento, será la compilación de la información de las minutas que manejan los guardas de seguridad para llevar control del ingreso y salida de los medios de transporte no motorizados que usan el servicio de parqueadero de la sede centro de la UGC en Bogotá. La información será almacenada en Microsoft Excel con el fin de realizar una limpieza y análisis de datos en las próximas fases mediante Power BI la cual es una herramienta de inteligencia empresarial (Business Intelligence, BI) desarrollada por Microsoft. Está diseñada para permitir a las organizaciones recopilar, analizar y visualizar datos de manera interactiva. Este instrumento permitirá conocer la cantidad de usuarios promedio que ingresan a la institución diariamente, así como determinar los días y las horas de mayor

frecuencia. La recopilación de esta información se contemplará el primer semestre del año 2023, periodo comprendido desde febrero hasta junio del 2023. Adicionalmente, las minutas servirán de soporte para contraponer con los datos levantados en campo y verificar que se alcance la cantidad de muestra necesaria.

Figura 9.

Compilación de información de minutas – control de bicicletas



En resumen, después de la obtención de información mediante los instrumentos mencionados, se realizará almacenamientos de datos para una posterior limpieza y análisis de información mediante la integración de tecnología SIG y el uso de herramientas mencionadas anteriormente, que permitan caracterizar las rutas usadas por los usuarios de la Universidad La Gran Colombia de la sede centro en Bogotá, así, identificando las rutas transitadas, tipo de infraestructura , puntos de congestión, conectividad y frecuencia.

6.1.2 Fase 2: Diseño

Esta fase es el diseño de los resultados mediante el uso tecnología SIG y Power BI, que será el producto del procesamiento de toda la información levantada en campo. La modelación consistirá en la

representación gráfica de los datos procesados. Su presentación será en un tablero de control que contendrá toda la información georreferenciada levantada en campo. De allí se podrá identificar las rutas tomadas por los bici-usuarios, puntos de congestión y demás datos relevantes que serán representados en un mapa. En acompañamiento al mapa de las rutas georreferenciadas, existirán gráficos estadísticos que brinden al usuario información de interés acerca de las rutas tomadas por los bici-usuarios.

Para la elaboración del tablero de control, que será la herramienta que contenga toda la información levantada en campo, se deberá realizar un procesamiento previo de la información. Lo primero será la elaboración de 3 mapas georreferenciados, estos serán: rutas transitadas por los bici usuarios, congestión y tipo de infraestructura.

Para la creación del mapa "Rutas transitadas por los bici usuarios", se generará un shapefile a partir de la información recopilada en las encuestas iniciales. Este shapefile será tipo polinomio y sus atributos corresponderán a cada pregunta de la encuesta. Todas las rutas se representarán con el mismo color. A través de gráficos estadísticos integrados en el tablero de control, se podrá interactuar con las rutas tomadas por los bici usuarios. Una vez creado el shapefile de las rutas, se integrarán las localidades de Bogotá, obtenidas de "Datos Abiertos Bogotá", para un análisis posterior.

Para la creación del mapa de "Congestión", se utilizará el shapefile de las rutas transitadas por los bici-usuarios. Mediante las herramientas de análisis de ArcGIS, se generará un mapa de densidades que permitirá identificar visualmente las rutas con mayor congestión. Al igual que en el mapa anterior, se integrarán las localidades de Bogotá para su posterior análisis.

Por último, para la creación del mapa "Tipo de infraestructura" se comparará las rutas tomadas por los bici-usuarios con el mapa de ciclorrutas proporcionado por la secretaria Distrital de Movilidad. Con el respaldo de las respuestas de los usuarios a las preguntas 2 y 4 de la encuesta, se identificarán los

tipos de infraestructura presentes en cada recorrido. Posteriormente, se adecuarán las polilíneas (rutas tomadas), separando las según el tipo de infraestructura con la herramienta ArcGIS Pro. Esto permitirá caracterizar cada ruta según los tipos de infraestructura presentes en el recorrido y crear el correspondiente shapefile. Al igual que en los demás mapas, se integrarán las localidades de Bogotá para su posterior análisis.

6.1.3 Fase 3: Evaluación

La evaluación consistirá en el análisis de información de la fase de diseño. Por una parte, se realizará un análisis espacial del diseño de la información georreferenciada de la fase 2, que permitirá identificar las rutas más transitadas, puntos de congestión y tipo de infraestructura de las rutas que toman los usuarios hacia y desde la universidad. Como soporte en la identificación de puntos de congestión, se realizará un análisis de redes basado en la teoría de grafo. El análisis estudiará las relaciones y conexiones entre diferentes puntos o nodos de una red que corresponderá a la ruta tomada por cada usuario. El objetivo principal será comprender cómo se interconectan las rutas dentro de la red y determinar si existe conectividad entre los diferentes tipos de infraestructura que ofrece la capital.

Por otra parte, para determinar la frecuencia con la que los usuarios usan la bicicleta como medio de transporte para dirigirse hacia y desde la UGC por semana, y la satisfacción de los usuarios frente a conectividad, señalización, estado de la infraestructura y seguridad, se realizará un análisis de distribución de frecuencia de tipo descriptivo. Los datos para el estudio corresponderán a la información levanta en campo, y diligenciada por los estudiantes mediante el QR ubicado en la entrada del parqueadero.

6.1.4 Fase 4: Proposición

De la recopilación de información sobre los modelos de movilidad que los usuarios brindan a través de la encuesta y el análisis de información de la fase 3, se busca brindar recomendaciones en materia de infraestructura, seguridad y conectividad a los usuarios que se movilizan desde y hacia la sede centro de la UGC, así como proporcionar información relevante a la universidad en pro a la toma de decisiones del servicio que ofrecen en el parqueadero de la sede centro UGC.

7. Desarrollo de la propuesta

7.1 Fase 1: Identificación

Se ha utilizado la herramienta ArcGIS Survey123 para la elaboración de la encuesta. Esta consistirá en dos partes. La primera está destinada para el recorrido que realizan los usuarios hasta la Universidad La Gran Colombia, Sede centro en Bogotá, mientras que la otra, representa el recorrido que realizan los usuarios desde la Universidad a su lugar de destino. La primera encuesta contiene 11 preguntas y la segunda 9 preguntas, que buscan recopilar la mayor cantidad de información para identificar puntos de congestión, conectividad, frecuencia, tipo de infraestructura, medio de transporte y percepción del entorno por los usuarios.

Como parte del proceso de la recolección de información, se abordan cinco tipos de enfoques. El primero, Trazado de ruta y conectividad que busca identificar las rutas tomadas por los bici-usuarios hasta llegar a la sede del centro de la Universidad en Bogotá, el segundo, tipo de infraestructura que busca caracterizar los tipos de zonas que toman los bici usuarios y sus distancias de recorrido correspondientes, el tercero, la frecuencia que busca determinar la cantidad de viajes que se realizan a la semana para dirigirse a la Universidad, el cuarto, medio de transporte en el que se moviliza para realizar su recorrido y por último, el quinto, se centra en el tráfico y la percepción del entorno, que busca conocer los tiempos de recorrido y percepción del usuario en cuanto a seguridad, estado de la infraestructura, señalización y otros aspectos relevantes en las rutas frecuentadas.

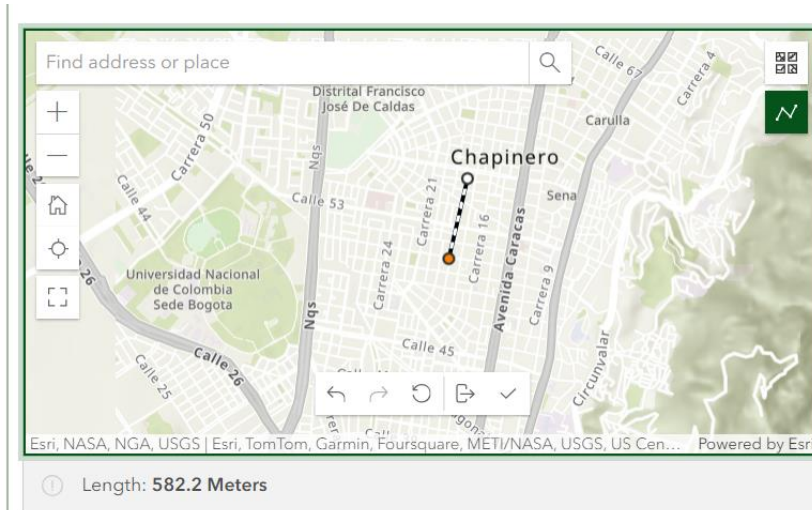
Además, para llevar a cabo la recolección de información a través de las minutas del bici-parqueadero, se ha creado una tabla en Excel donde se ingresó el nombre, apellido, generó, fecha, hora de entrada y salida del ciclista.

En este contexto, se han formulado preguntas específicas para cada enfoque de interés en las encuestas. Cada pregunta estará complementada con imágenes que ilustran su diseño dentro del cuestionario, lo que facilitará su comprensión y visualización para los encuestados.

7.1.1 Trazado de ruta y conectividad

1. Trace la ruta desde el punto de partida para dirigirse hacia la Universidad / Trace la ruta desde la Universidad hasta su punto de destino

Figura 10.
Trazado de ruta



Nota. La figura muestra el mapa general que los usuarios de bicicletas pueden utilizar para trazar la ruta en forma de línea, indicando tanto el camino hacia la Universidad como el regreso desde ella. Tomado de "Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024" Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Para esta pregunta se dispone de un mapa donde el encuestado indica la ruta que toma desde y hacia la Universidad. Este es de vital importancia pues nos servirá para realizar los análisis descritos en la fase 3, además compilar todas las demás respuestas del cuestionario.

2. Describa el recorrido que realiza para dirigirse a la Universidad (punto de partida, las calles transitadas, puntos de referencia y el destino final)

Figura 11.*Descripción del recorrido de biciusuarios*

Cojo la calle 5A con Av. Carrea 30 sigo derecho hasta la calle 17, después la Avenida calle 19, después giro por la Carrea 5ta hasta llegar al parqueadero de la U.

835

Nota. Tomado de “Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024” Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es tipo abierta, además de ser una alternativa para conocer la ruta y punto de partida que toma el usuario, es una herramienta que permite proporcionar más información en el recorrido tomado.

3. Dentro del recorrido que realiza, indique cuál es la vía principal, ya sea calle, carrera, diagonal o transversal, a lo largo de la cual se extiende el recorrido más largo.

Figura 12*Recorrido más largo***Ejemplo:**

Si inicia su recorrido desde su hogar y sigue la carrera séptima desde la calle 20 hasta la calle 40, habrá trazado su ruta más larga y continua hasta llegar a su destino.

Carrera séptima

984

Nota. Tomado de “Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024” Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es tipo abierta, permite identificar las calles, carreras, transversales y diagonales que toma el usuario. Es complemento a la primera y segunda pregunta y permite identificar con precisión la ruta tomada por el usuario.

7.1.2 Tipo de infraestructura

4. ¿Qué tipo de infraestructura(s) utiliza para llegar la universidad?

Figura 13

Tipo de infraestructura

☐	Ciclorruta: infraestructura reservada exclusivamente para la circulación en bicicleta
☐	Carril bici: carriles para bicicletas que forman parte de la calzada vehicular. Pueden estar segregadas físicamente o con señalización
☐	Zonas mixtas: tránsito combinado de peatones y ciclistas como el que se presenta en alamedas, plazoletas y puntos de encuentro
☐	Sin conectividad

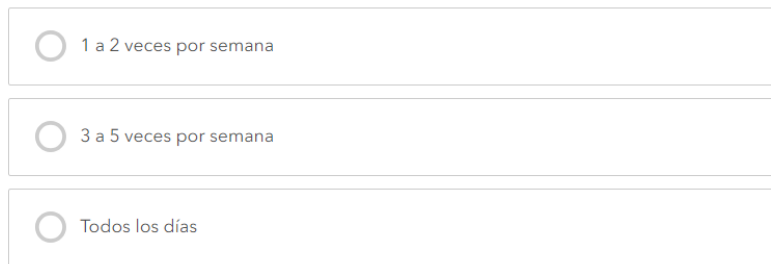
Nota. Las definiciones de cada infraestructura fueron adaptadas de la guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D.C (p. 163), Universidad Nacional, CAF, IDU.

Esta pregunta es tipo selección múltiple con varias respuestas posibles, los términos relacionados fueron tomado de la “Guía de Diseño Geométrico Urbano para la ciudad de Bogotá” de la Universidad Nacional de Colombia en conjunto con la Dirección Técnica Estratégica y la Dirección Técnica de Proyectos del Instituto de Desarrollo de Urbano de Bogotá.

La pregunta busca identificar los tipos de infraestructura que toman los usuarios durante su recorrido a la Sede del centro de la UGC en Bogotá.

7.1.3 Frecuencia

5. ¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta para desplazarse a la universidad?

Figura 14*Frecuencia de uso de bicicleta*

☐ 1 a 2 veces por semana

☐ 3 a 5 veces por semana

☐ Todos los días

Nota. Tomado de "Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024" Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es de tipo selección única, permite identificar la cantidad de viajes que realiza el usuario por semana.

7.1.4 Medio de transporte

6. ¿Qué medio de transporte utiliza para desplazarse hacia la universidad?

Figura 15*Medio de transporte*

☐ Bicicleta

☐ Scooter (Patineta eléctrica)

☐ Bicicleta eléctrica

Nota. Tomado de "Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024" Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es de tipo selección múltiple, permite identificar en que medio se trasporta el usuario para dirigirse a las diferentes sedes de la UGC en Bogotá.

7.1.5 Trafico y percepción del entorno

7. Indique la hora en la que inicia su recorrido hacia la Universidad

Figura 16

Hora de inicio de recorrido

A screenshot of a digital time picker. On the left, a text box contains a clock icon and the text "06:15 PM". To its right is a dark grey dropdown menu that is open, showing a grid of time options. The selected time, "06 : 15 PM", is highlighted in white text against the dark background of the menu.

Nota. Tomado de "Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024" Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es de tipo tiempo y busca conocer la hora de salida del usuario para dirigirse a la universidad.

8. Indique la hora en la que finaliza su recorrido

Figura 17

Hora de llegada de recorrido

A screenshot of a digital time picker. On the left, a text box contains a clock icon and the text "05:14 PM". To its right is a dark grey dropdown menu that is open, showing a grid of time options. The selected time, "05 : 14 PM", is highlighted in white text against the dark background of the menu.

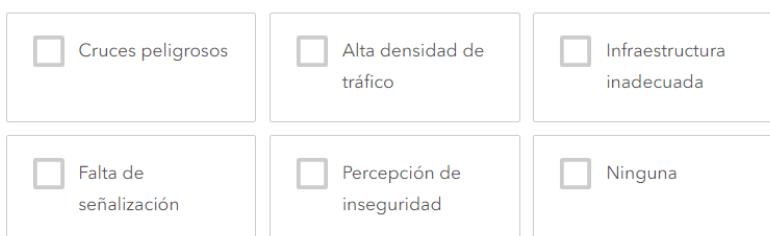
Nota. Tomado de "Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024" Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es de tipo tiempo y busca conocer la hora de llegada del usuario a la Universidad.

9. ¿Ha experimentado congestión o problemas en su ruta habitual?

Figura 18

Congestión o problemas en ruta transitada por el bicisuario

A screenshot of a survey form with six checkboxes arranged in two rows of three. Each checkbox is followed by a text label. The labels are: "Cruces peligrosos", "Alta densidad de tráfico", "Infraestructura inadecuada" in the top row, and "Falta de señalización", "Percepción de inseguridad", "Ninguna" in the bottom row. All checkboxes are currently unchecked.

Nota. Tomado de "Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024" Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es de tipo selección única, permite conocer la percepción del usuario en la ruta transitada.

10. Seleccione el horario en el que experimenta una mayor congestión y dificultades para dirigirse hacia la Universidad.

Figura 19
Horario de congestión y dificultades para transportarse

	5:00-8:00	8:01-10:00	10:01-12:00	12:01-14:00	14:01-18:00
Cruces peligrosos	☐	☐	☐	☐	☐
Alta densidad de tráfico	☐	☐	☐	☐	☐
Percepción de inseguridad	☐	☐	☐	☐	☐

Nota. Tomado de "Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024" Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es de tipo cuadrícula de selección única, permite conocer el horario en cual experimenta una mayor congestión y presenta dificultades para dirigirse a la Universidad.

11. ¿Cómo califica los siguientes aspectos en la ruta que transita?

Figura 20
Calificación de aspectos de la ruta transitada

	Bueno	Regular	Malo
Conectividad*	☐	☐	☐
Señalización*	☐	☐	☐
Estado de la infraestructura*	☐	☐	☐
Seguridad*	☐	☐	☐

Nota. Tomado de "Recorrido de bici usuarios hacia la UGC, 2024" Survey123- ArcGIS, (<https://arcg.is/1CjDP50>).

Esta pregunta es de selección única en forma de cuadrícula, en la que se solicita al usuario que evalúe la conectividad, señalización, infraestructura y seguridad percibidas en su ruta habitual hacia la universidad, clasificándolas como bueno, regular o malo. Esta retroalimentación es esencial para identificar áreas de mejora en la infraestructura vial y garantizar un entorno más seguro y accesible para los usuarios que optan por este tipo de transporte sostenible.

7.1.6 Información minutas bici-parqueadero

Se ha elaborado un cuadro utilizando Excel para capturar la información proveniente de las minutas del bici-parqueadero, correspondientes al primer semestre del año 2023. En este cuadro se registraron detalles como la fecha, nombre, apellido, hora de llegada, hora de salida, género y tipo de transporte utilizado por cada usuario. Este permitirá analizar mediante Power BI los patrones de uso durante un período específico, brindando información detallada y completa de las actividades relacionadas con el transporte sostenible en la universidad.

Tabla 3

Formato para registro de minutas

Formato ingreso a bici parqueadero (UGC)						
Fecha ingreso	Nombre	Apellido	Género	Hora de llegada	Hora de salida	Tipo de vehículo

7.2 Fase 2: Diseño

7.2.1 POWER BI

Para crear el tablero de control en Power BI, se realizó un levantamiento de información a partir de las minutas proporcionadas por el bici-parqueadero de la sede centro de la universidad. Este proceso

permitió jerarquizar y reorganizar la información, facilitando la construcción de un tablero dinámico en Power BI. Gracias a esta herramienta, los datos se pueden visualizar de manera interactiva, permitiendo un análisis más detallado y personalizado según las necesidades de los usuarios.

7.2.2 TECNOLOGÍA SIG

Para alcanzar los principales objetivos planteados en esta monografía y utilizando la información recopilada mediante las encuestas de Survey123 sobre las respuestas de los biciusuarios de la UGC en la sede del Centro, se procede a crear dos tableros de control hacia y desde la UGC. Cada tablero incluye un mapa, permitiendo visualizar e identificar las rutas transitadas, el tipo de infraestructura, los puntos de congestión, conectividad, frecuencia, entre otros aspectos importantes, según la información recolectada por cada biciusuario. Para este trabajo de grado, se logró recopilar información de 78 usuarios, lo cual permitió realizar un estudio detallado.

Para visualizar en el mapa y diferenciar el tipo de infraestructura percibida por cada biciusuario durante sus recorridos habituales hacia la Universidad y de regreso a sus destinos, se llevó a cabo un post-procesamiento en oficina de la información recolectada. Cada usuario tuvo la opción de seleccionar múltiples respuestas respecto a los tipos de infraestructura observados durante sus trayectos, lo cual inicialmente impedía obtener información precisa. El post-procesamiento permitió consolidar y limpiar estos datos.

7.3 Fase 3: Evaluación

7.3.1 Análisis de resultados

7.3.1.1 Power Business Intelligence BI

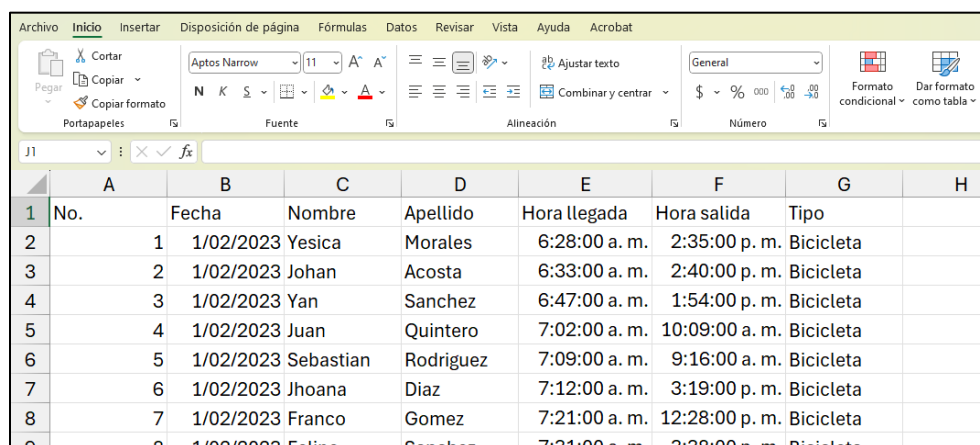
Microsoft Power BI puede integrar fuentes de datos diversas y no relacionadas en un modelo coherente, donde las tablas se relacionan entre sí. Esto simplifica los cálculos necesarios para visualizar e

identificar detalles analíticos utilizando funciones integradas para cada elemento del informe, ofreciendo un alto nivel de interactividad y dinamismo.

Para este proyecto se consideró llevar a cabo un procesamiento de datos donde permitan evidenciar las tendencias que se demarcan en el uso del bici-parqueadero. A través de las minutas de vigilancia se registraron, a largo del primer semestre de 2023; los registros de entrada y salida de cada usuario, así como su tipo de vehículo. Esta información fue transcrita y recopilada en un archivo Excel tal como se muestra a continuación:

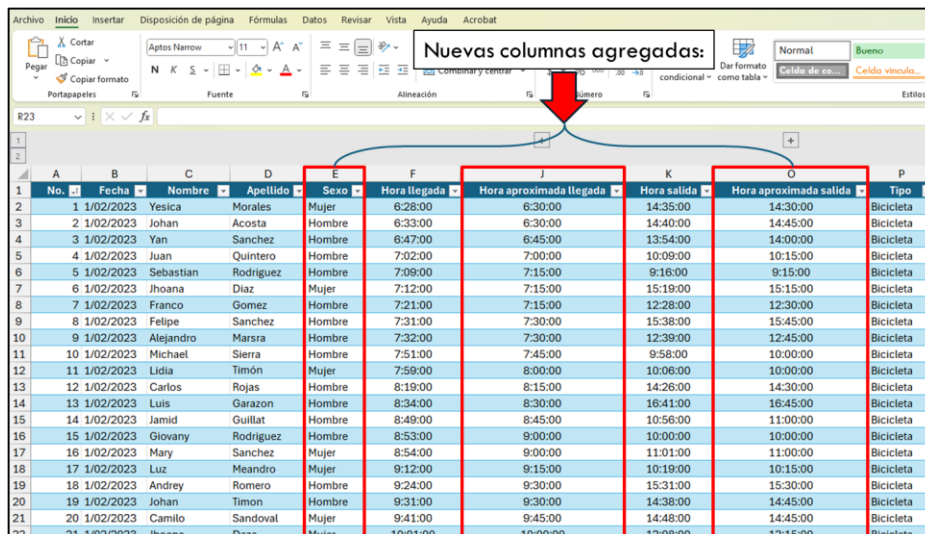
Figura 21

Transcripción de registros de minutas a archivo Excel



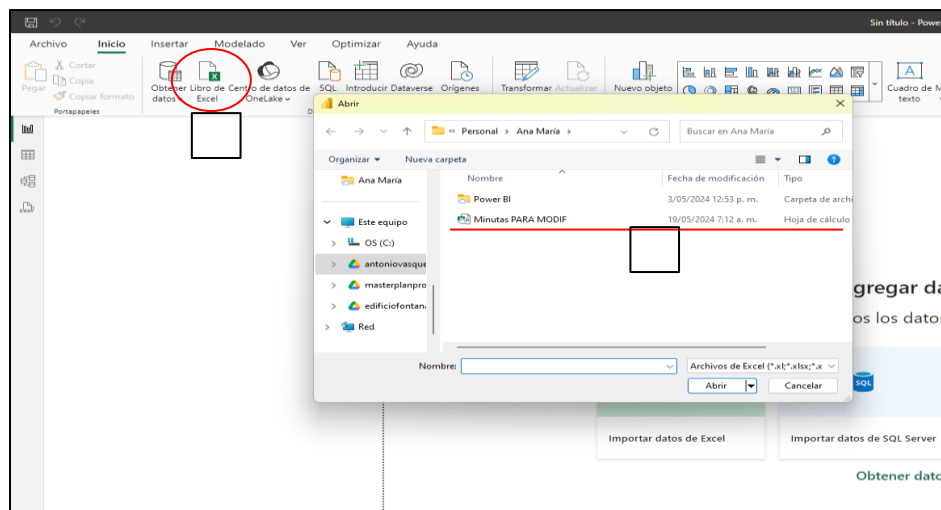
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	No.	Fecha	Nombre	Apellido	Hora llegada	Hora salida	Tipo	
2	1	1/02/2023	Yesica	Morales	6:28:00 a. m.	2:35:00 p. m.	Bicicleta	
3	2	1/02/2023	Johan	Acosta	6:33:00 a. m.	2:40:00 p. m.	Bicicleta	
4	3	1/02/2023	Yan	Sanchez	6:47:00 a. m.	1:54:00 p. m.	Bicicleta	
5	4	1/02/2023	Juan	Quintero	7:02:00 a. m.	10:09:00 a. m.	Bicicleta	
6	5	1/02/2023	Sebastian	Rodriguez	7:09:00 a. m.	9:16:00 a. m.	Bicicleta	
7	6	1/02/2023	Jhoana	Diaz	7:12:00 a. m.	3:19:00 p. m.	Bicicleta	
8	7	1/02/2023	Franco	Gomez	7:21:00 a. m.	12:28:00 p. m.	Bicicleta	
9	8	1/02/2023	Felina	Sanchez	7:31:00 a. m.	3:38:00 p. m.	Bicicleta	

En total se registraron **2.480** ingresos y salidas. El siguiente paso consistió en categorizar los datos obtenidos en el registro, se agregó una columna de sexo basada en los nombres de los bici usuarios y se implementaron aproximaciones de las horas de salida y entrada al cuarto de hora, conformando la siguiente tabla.

Figura 22.*Conformación de tabla con nuevas columnas.*


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	No.	Fecha	Nombre	Apellido	Sexo	Hora llegada	Hora aproximada llegada	Hora salida	Hora aproximada salida	Hora salida	Hora aproximada salida	Hora salida	Hora aproximada salida	Hora salida	Hora aproximada salida	Tipo
1	1	1/02/2023	Yesica	Morales	Mujer	6:28:00	6:30:00	14:35:00	14:30:00							Bicicleta
2	2	1/02/2023	Johan	Acosta	Hombre	6:33:00	6:30:00	14:40:00	14:45:00							Bicicleta
3	3	1/02/2023	Yan	Sanchez	Hombre	6:47:00	6:45:00	13:54:00	14:00:00							Bicicleta
4	4	1/02/2023	Juan	Quintero	Hombre	7:02:00	7:00:00	10:09:00	10:15:00							Bicicleta
5	5	1/02/2023	Sebastian	Rodriguez	Hombre	7:09:00	7:15:00	9:16:00	9:15:00							Bicicleta
6	6	1/02/2023	Jhoana	Diaz	Mujer	7:12:00	7:15:00	15:19:00	15:15:00							Bicicleta
7	7	1/02/2023	Franco	Gomez	Hombre	7:21:00	7:15:00	12:28:00	12:30:00							Bicicleta
8	8	1/02/2023	Felipe	Sanchez	Hombre	7:31:00	7:30:00	15:38:00	15:45:00							Bicicleta
9	9	1/02/2023	Alejandro	Marsa	Hombre	7:32:00	7:30:00	12:39:00	12:45:00							Bicicleta
10	10	1/02/2023	Michael	Sierra	Hombre	7:51:00	7:45:00	9:58:00	10:00:00							Bicicleta
11	11	1/02/2023	Lidia	Timón	Mujer	7:59:00	8:00:00	10:06:00	10:00:00							Bicicleta
12	12	1/02/2023	Carlos	Rojas	Hombre	8:19:00	8:15:00	14:26:00	14:30:00							Bicicleta
13	13	1/02/2023	Luis	Garazon	Hombre	8:34:00	8:30:00	16:41:00	16:45:00							Bicicleta
14	14	1/02/2023	Jamir	Guillat	Hombre	8:49:00	8:45:00	10:56:00	11:00:00							Bicicleta
15	15	1/02/2023	Giovany	Rodriguez	Hombre	8:53:00	9:00:00	10:00:00	10:00:00							Bicicleta
16	16	1/02/2023	Mary	Sanchez	Mujer	8:54:00	9:00:00	11:01:00	11:00:00							Bicicleta
17	17	1/02/2023	Luz	Meandro	Mujer	9:12:00	9:15:00	10:19:00	10:15:00							Bicicleta
18	18	1/02/2023	Andrey	Romero	Hombre	9:24:00	9:30:00	15:31:00	15:30:00							Bicicleta
19	19	1/02/2023	Johan	Timon	Hombre	9:31:00	9:30:00	14:38:00	14:45:00							Bicicleta
20	20	1/02/2023	Camilo	Sandoval	Mujer	9:41:00	9:45:00	14:48:00	14:45:00							Bicicleta
21	21	1/02/2023	Breana	Daza	Mujer	10:01:00	10:00:00	12:06:00	12:15:00							Bicicleta

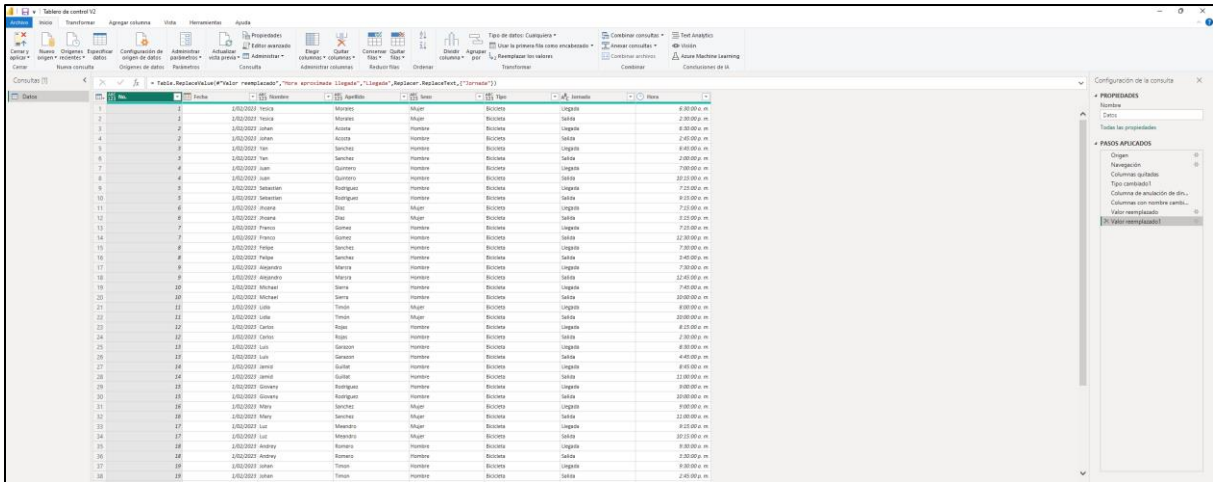
Con los datos organizados en una tabla, se procedió a conectarlos con Power BI:

Figura 23.*Conexión de datos con Power BI.*

Al conectar la tabla de datos con Power Bi se nos redirecciona al Editor de consultas *Power*

Query, allí se transforman los datos para obtener un formato tabular el cual es el modelo recomendado para trabajar los datos. Tal como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 24.
Transformación de datos con Power Query



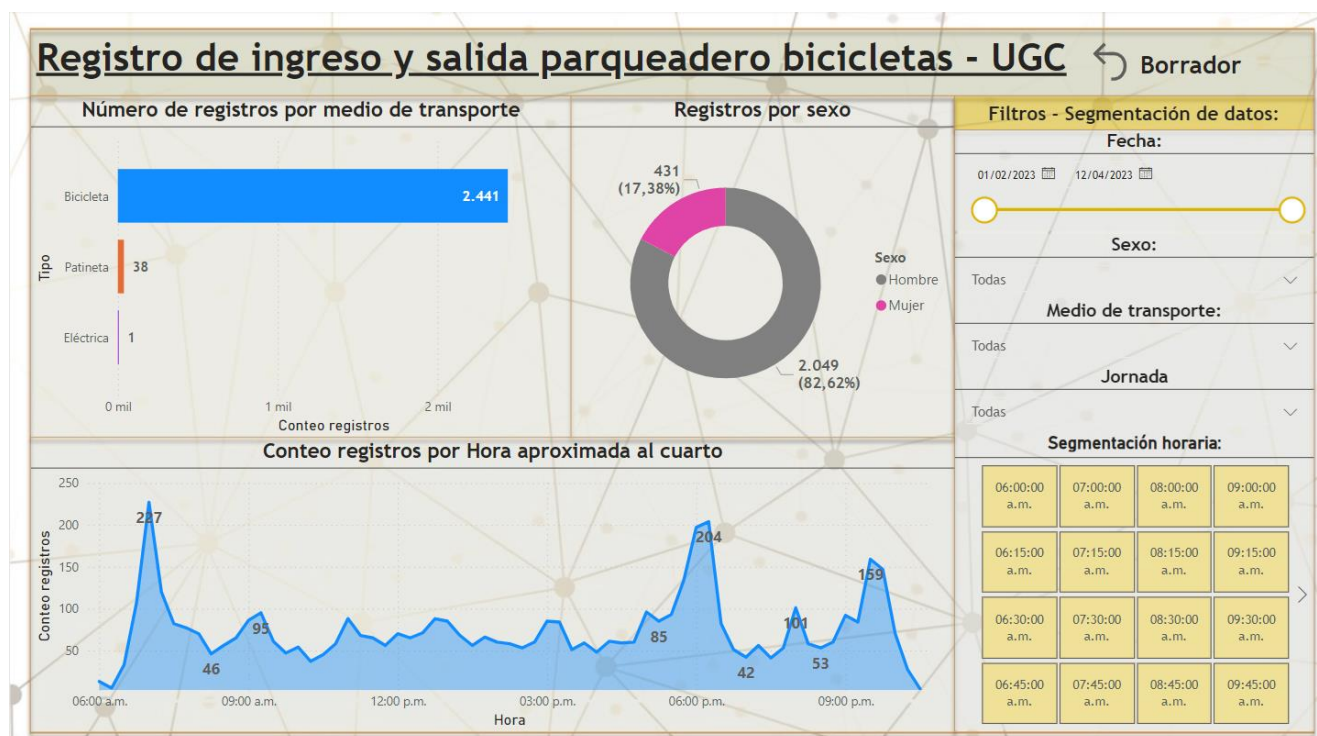
Una vez transformados los datos se procedió a previsualizar el tablero de control, se usaron segmentaciones y filtros para las fechas, sexo, medio de transporte o tipo de vehículo, jornada, y las aproximaciones horarias antes mencionadas.

Figura 25.
Segmentaciones y filtros de tablero de control



Posteriormente se graficaron los registros por sexo, tipo de vehículo y el historial de entradas y salidas por franjas horarias. Como resultado se obtuvo el siguiente tablero de control:

Figura 26.
Tablero de control.



Con base en la información descrita anteriormente y mediante el análisis realizado con el panel de Power BI, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Descripción de los Datos

Los datos recolectados incluyen las siguientes variables:

- Género
- Nombre
- Día de ingreso y salida
- Hora de ingreso y salida

- Tipo de vehículo: bicicleta, bicicleta eléctrica o monopatín

Análisis de Género

Uno de los propósitos al utilizar Power BI es determinar quiénes conducen más bicicleta, si hombres o mujeres. Los datos revelaron las siguientes tendencias:

- Distribución por género: Se observó que **82.62%** de los usuarios del bici-parqueadero son hombres, mientras que **17.38%** son mujeres, lo que corresponde a **2.049** hombres y **431** mujeres.
- Comparativa de uso: En términos de frecuencia de uso, los hombres mostraron una mayor preferencia por el uso de la bicicleta.

Horas Pico de Ingreso y Salida

Se analizaron las horas de ingreso y salida para identificar los momentos de mayor afluencia:

- Horas pico de ingreso: Las horas de mayor ingreso fueron entre 6:45 y 7:00 y entre 17:45 y 18:15 con picos máximos a las 7:00 y a las 18:15.
- Horas pico de salida: Las horas de mayor salida se registraron entre 12:30 y 13:00 y las 21:30 y 21:45 siendo las 13:00 y las 21:30 las horas con mayor número de salidas.

Tipo de Vehículo Utilizado

Se evaluó el tipo de vehículo más utilizado entre bicicleta, bicicleta eléctrica y monopatín:

- Distribución por tipo de vehículo: La bicicleta fue el más utilizado, con un **98.43%** del total de registros, seguido por el monopatín con **1.53%**, y finalmente la bicicleta eléctrica con **0.04%**.
-

Número Total de Registros

El análisis también incluyó el conteo total de registros durante el periodo estudiado:

- Total de registros: Se registraron un total de **2.480** ingresos y salidas en el bici-parqueadero durante el primer semestre académico del 2023.

Visualización Interactiva de los Resultados

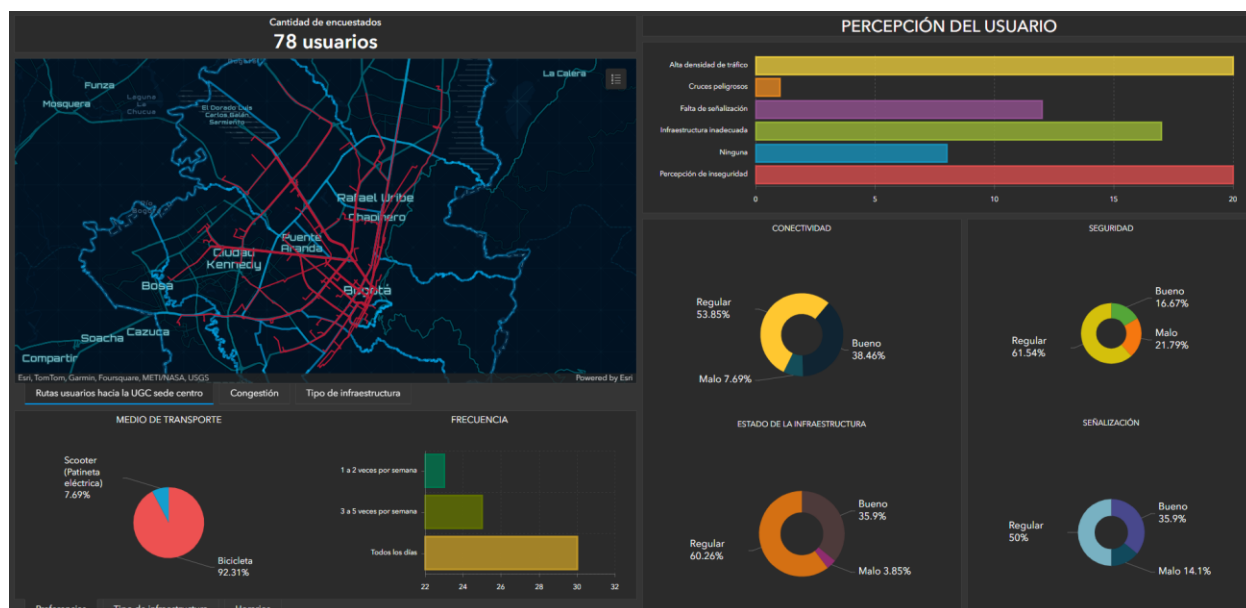
Para facilitar la visualización y el análisis detallado de los datos, se creó un panel interactivo en Power BI. Este panel permite aplicar filtros y ver la información de manera personalizada, según los intereses específicos del usuario. A continuación, se proporciona el enlace al panel de Power BI para acceder a todos los datos mencionados:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjozMzFIMGNjNGYtNGQxMS00OTI5LTgyOGUtNGM5OWQ0NGQzNTdkliwidCI6IjUwNjQwNTg0LTJhNDAtNDIxNi1hODRiLTliM2VIMGYzZjZiZiIsImMiOiR9>

7.3.1.2 Tablero de control caracterización de las rutas tomadas hacia la UGC

El tablero de control para la caracterización de las rutas tomadas por los ciclistas hacia la UGC, sede centro de Bogotá, permite visualizar el número de encuestados, así como mapas detallados de las rutas, tipos de infraestructura y niveles de congestión. Esta herramienta facilitará el análisis de los datos, identificando patrones y áreas de mejora para optimizar la movilidad ciclista en la ciudad.

Además, se podrá visualizar el tipo de vehículo con mayor frecuencia utilizado para dirigirse a la universidad, la frecuencia con que los ciclistas se desplazan durante la semana y las horas pico en las que es más común que los ciclistas se dirijan hacia la universidad. También se podrá observar la conectividad, la seguridad, el estado de la infraestructura y la señalización. Finalmente, se podrá acceder a la percepción de los usuarios sobre estos aspectos.

Figura 27.*Tablero de control, caracterización rutas hacia la UGC - vista general*

Por otra parte, el tablero de control proporciona información detallada a través del mapa de congestión, donde se pueden identificar con mayor intensidad las rutas más utilizadas por los ciclistas. Entre estas vías se destacan la Avenida de las Américas, Calle 26, NQS (Carrera 30), Avenida Calle 13, Avenida Caracas, Calle 19, Carrera 7 y Carrera 5. Este análisis ayuda a comprender las preferencias de ruta de los ciclistas y a orientar las mejoras en cuanto a la infraestructura ciclista en las zonas más transitadas.

Basándonos en los mapas mencionados anteriormente, podemos realizar un análisis geográfico para identificar las localidades desde las cuales los ciclistas inician su trayecto hacia la UGC. Estas localidades incluyen Kennedy, Los Mártires, Teusaquillo, Chapinero, Rafael Uribe y Puente Aranda. Este tipo de análisis permite comprender mejor los puntos de origen de los ciclistas y orientar las estrategias de infraestructura y desarrollo del ciclismo en estas áreas específicas y así mejorar la movilidad sostenible en la ciudad.

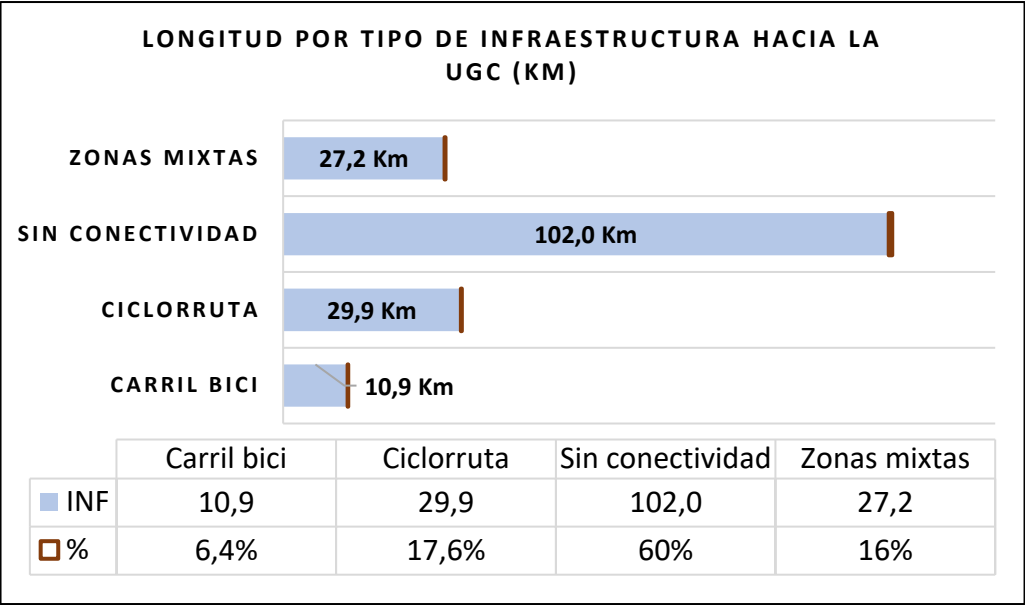
Realizando un análisis temporal, se observa que los horarios más transitados para dirigirse hacia la Universidad son a las 6:00 a.m., 8:00 a.m. y 17:00 p.m. Estos datos suministran una información detallada de los instantes en los que se registran una mayor actividad ciclista, lo que puede ser útil para planificar medidas de gestión del tráfico. Además, entender la movilidad en diferentes momentos del día es esencial para diseñar políticas y programas que promuevan y apoyen el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible en la ciudad.

Otro aspecto destacado es el resultado del post-procesamiento de las rutas trazadas en la encuesta, que permitió identificar la longitud en kilómetros de cada tipo de infraestructura. Esta información permitió identificar la escasez de infraestructura para los bici usuarios y realizar un análisis que ha revelado varios aspectos importantes:

- **Distribución de la infraestructura:** Al conocer la longitud de cada tipo de infraestructura, se puede evaluar cómo está distribuida en la capital de la ciudad. Esto es crucial para identificar áreas donde la infraestructura ciclista puede ser insuficiente, y así priorizar mejoras en esas zonas.
- **Calidad de las rutas:** No solo es importante conocer la cantidad de infraestructura, sino también su calidad. Analizar la longitud de cada tipo de infraestructura proporciona una idea de la extensión de rutas seguras y accesibles para los ciclistas, lo que influye directamente en su experiencia y seguridad.

Se lleva a cabo un análisis utilizando los datos en formato Excel obtenidos directamente de Survey123 para visualizar y magnificar la longitud en kilómetros de cada tipo de infraestructura. Los resultados de este análisis revelan lo siguiente:

Gráfica 1
Longitud por tipo de infraestructura hacia la UGC



Con esta gráfica de barras se puede observar que la infraestructura que abarca la mayor longitud en las rutas utilizadas por los ciclistas para dirigirse hacia la universidad es la que carece de conectividad, con un total de 102 km, lo que equivale al 60% del total analizado. Este hallazgo destaca la necesidad crítica de mejorar la conectividad de las vías ciclistas existentes para facilitar trayectos más seguros y eficientes para los usuarios de bicicletas.

La frecuencia con la que los usuarios utilizan la bicicleta como medio de transporte es significativa, ya que, de un total de 78 usuarios encuestados, 30 optan por la movilidad sostenible todos los días como medio de transporte. Este dato destaca la importancia del ciclismo como alternativa de transporte en la comunidad estudiada.

Visualización Interactiva de los Resultados

Para facilitar la visualización y el análisis detallado de los datos, se ha desarrollado un panel interactivo en ArcGIS Online. Este panel no solo permite aplicar filtros para personalizar la visualización

de la información, sino que también ofrece herramientas avanzadas para explorar los datos según los intereses específicos del usuario.

Para acceder al panel de control en ArcGIS Online y explorar todos los datos mencionados, se puede hacer a través del siguiente enlace:

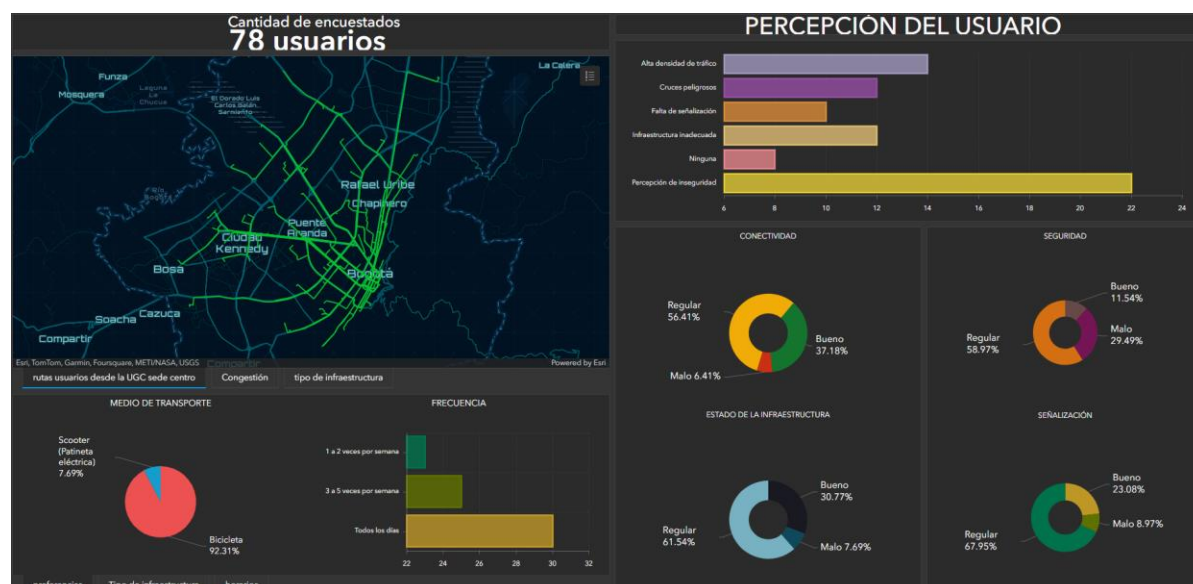
<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/13658f152b6e4ed7b9faa0d97fa05b4f>

7.3.1.3 Tablero de control caracterización de las rutas tomadas desde la UGC

El tablero de control para la caracterización de las rutas tomadas por los ciclistas desde la UGC permite visualizar diferentes datos clave. Entre estos, se encuentra el tipo de vehículo más frecuentemente utilizado para dirigirse a la universidad, la frecuencia con la que los ciclistas se desplazan durante la semana, y las horas pico en las que es más común que se dirigen saliendo de la universidad. Además, el tablero muestra información sobre la conectividad, la seguridad, el estado de la infraestructura y la señalización de las rutas, se incluye la percepción de los usuarios sobre estos aspectos, suministrando información relevante sobre las experiencias de los bici usuarios.

Figura 28.

Tablero de control, caracterización rutas desde la UGC - vista general



Se puede realizar un análisis geográfico para identificar las localidades desde las cuales los ciclistas inician su trayecto desde la UGC. Estas localidades incluyen Kennedy, Los Mártires, Teusaquillo, Chapinero, Rafael Uribe y Puente Aranda. Este análisis permite comprender mejor los puntos de destino de los bici usuarios y así poder plantear estrategias de infraestructura y fomento del ciclismo en la capital mejorando así la movilidad sostenible en la ciudad.

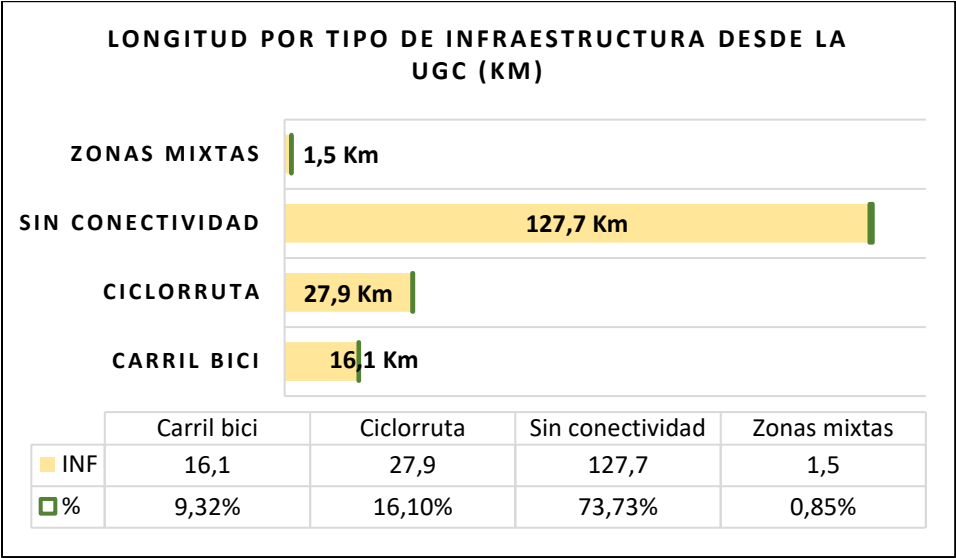
Las rutas tomadas desde la UGC y tienen una mejor percepción de conectividad son aquellas de recorridos extensos con pocos cambios entre calles o avenidas, lo que las hace más simples de transitar a pesar de no ser las más cortas en distancia. Entre estas destacan los trayectos directos por la Avenida de las Américas, Calle 26, Avenida Caracas, Carrera 7 y NQS, que también son las más transitadas. Esta relación puede atribuirse en gran medida a su infraestructura ya que se compone por ciclorrutas y zonas adaptadas para los bici usuarios.

Un punto notable es que la mayoría de estas rutas, a excepción de la NQS, cuenta con una buena percepción de los bici usuarios en cuanto al estado de su infraestructura, lo que justifica la mejor percepción de conectividad. En cuanto a la seguridad, se recalca que la ruta peor evaluada es la de la NQS y calle 19.

Realizando un análisis temporal, se observa que los horarios más transitados al salir de la Universidad son a las 12:00 p.m., 14:00 p.m., 15:00 p.m., 17:00 p.m., 18:00 p.m., 20:00 p.m. y 22:00 p.m. Estos datos suministran una información detallada de los instantes en los que se registran una mayor actividad ciclista, lo que puede ser útil para planificar medidas de gestión del tráfico. Además, entender la movilidad en diferentes momentos del día es esencial para diseñar políticas y programas que promuevan y apoyen el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible en la ciudad.

Se lleva a cabo un análisis utilizando los datos en formato Excel obtenidos directamente de Survey123 para visualizar y magnificar la longitud en kilómetros de cada tipo de infraestructura. Los resultados de este análisis revelan lo siguiente:

Gráfica 2
Longitud por tipo de infraestructura desde la UGC



Con esta gráfica de barras se puede observar que la infraestructura que abarca la mayor longitud en las rutas utilizadas por los ciclistas al salir de la universidad es la que carece de conectividad, con un total de 127 km, lo que equivale al 73,73% del total analizado. Este hallazgo destaca la necesidad crítica de mejorar la conectividad de las vías ciclistas existentes para facilitar trayectos más seguros y eficientes para los usuarios de bicicletas.

La frecuencia con la que los usuarios utilizan la bicicleta como medio de transporte es significativa, ya que, de un total de 78 usuarios encuestados, 30 optan por la movilidad sostenible todos los días como medio de transporte. Este dato destaca la importancia del ciclismo como alternativa de transporte en la comunidad estudiantil.

Visualización Interactiva de los Resultados

Para facilitar la visualización y el análisis detallado de los datos, se ha desarrollado un panel interactivo en ArcGIS Online. Este panel no solo permite aplicar filtros para personalizar la visualización de la información, sino que también ofrece herramientas avanzadas para explorar los datos según los intereses específicos del usuario.

Para acceder al panel de control en ArcGIS Online y explorar todos los datos mencionados, se puede hacer a través del siguiente enlace:

<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/4641dce429194c16b3fba0a21adab601>

7.4 Fase 4: Proposición

Basado en el análisis de caracterización, de los datos recolectados y visualizados, se presentan varias recomendaciones, para la mejora de la movilidad de los bici usuarios de la Universidad La Gran Colombia, sede del centro en Bogotá; implementando recomendaciones que puedan contribuir a mejorar la movilidad de los ciclistas, promoviendo una mayor adopción de la bicicleta como medio de transporte amigable con el medio ambiente y mejorando el bienestar general de los estudiantes. Estas acciones también pueden ayudar a la Universidad a crear un entorno más seguro, agradable y sostenible, fomentando el uso de la bicicleta como una opción de transporte viable y favorable para la salud y el medio ambiente, por lo cual se hacen las siguientes recomendaciones:

7.4.1 Programas de seguridad y educación vial

- Talleres y charlas: Organizar talleres y charlas regulares sobre seguridad vial, el uso adecuado de la bicicleta, y mantenimiento básico. Estos talleres pueden incluir demostraciones prácticas y sesiones de preguntas y respuestas.

- Campañas de concientización: Lanzar campañas de concientización dentro de la universidad para promover comportamientos seguros y responsables entre los ciclistas y otros usuarios de la vía.

7.4.2 Monitoreo y evaluación continúa

- Panel de control dinámico: Continuar utilizando herramientas como Power BI y ArcGIS Online para monitorear y evaluar continuamente el uso de las rutas y la infraestructura, permitiendo ajustes y mejoras basadas en datos actualizados. Aunque se logró encuestar a **78** bici-usuarios, lo que permitió caracterizar varias rutas, este panel de control podría ser enriquecido por más información. Sería recomendable realizar encuestas adicionales a los usuarios no incluidos inicialmente en la presente investigación.
- Encuestas periódicas: Realizar encuestas periódicas a los usuarios para recopilar información sobre su experiencia y sugerencias de mejora.

7.4.3 Apoyo a la comunidad de ciclista

- Grupos de ciclistas: Fomentar la creación de grupos de ciclistas dentro de la universidad para promover el compañerismo y la colaboración entre los estudiantes ciclistas.
- Red de voluntarios: Crear una red de voluntarios que puedan asistir a los nuevos ciclistas con información, acompañamiento y asesoramiento sobre las mejores prácticas de ciclismo urbano.
- Estaciones de reparación: Instalar estaciones de reparación de bicicletas equipadas con herramientas básicas y bombas de aire, accesibles para todos los ciclistas de la UGC.

7.4.4 Fomentar una cultura de Transporte Sostenible

- **Días de la bicicleta:** Organizar eventos periódicos como “Día de la Bicicleta” para fomentar el uso de la bicicleta y crear una cultura de transporte sostenible dentro de la comunidad universitaria.
- **Incentivos y recompensas:** Ofrecer incentivos como descuentos en la cafetería, créditos académicos o premios para aquellos estudiantes que hagan uso habitual de la bicicleta como medio de transporte.

7.4.5 Promoción de Rutas Seguras

- **Mapas de rutas seguras:** Con los mapas creados en los tablero de control en la presente investigación, se puede visualizar el tipo de infraestructura presente para llegar a la Universidad. Aproximadamente el **60 - 70%** de las rutas ya identificadas carecen de conectividad ciclística, lo que permitiría realizar una creación de nuevos mapas que identifiquen las rutas ciclísticas más seguras y recomendadas para llegar y salir de la Universidad sede Centro. Estos mapas pueden estar disponibles en formato digital y físico.
- **App de movilidad:** Desarrollar o promover una aplicación móvil que ofrezca información en tiempo real sobre el tráfico, las condiciones de las rutas y la ubicación de las instalaciones ciclistas alrededor de la Universidad.

7.4.6 Políticas y Regulaciones

Protección legal: Asesorar a los estudiantes sobre sus derechos y deberes como ciclistas, y brindarles apoyo legal en caso de accidentes o conflictos viales.

7.4.7 Recomendación de rutas para bici usuarios de la UGC, sede centro

- El recorrido desde las localidades de Kennedy, Fontibón y Engativá, se recomienda tomar la ruta por la avenida carrera 72 (Boyacá) hasta la avenida de las américas para seguidamente tomar la calle 13. Estas rutas presentan en todo su recorrido ciclorruta además de ser las mejores calificadas según la percepción del bici-usuario.
- El recorrido desde la localidad de Bosa se recomienda tomar la autopista sur hasta la calle 13. Pese a que no toda la autopista sur cuenta con continuidad en las ciclorrutas, lo recomendable es transitar por el andén hasta toparse de nuevo con las ciclorrutas, pues, estos sectores dónde no existe continuidad, no superan el kilómetro y una implementación al carril compartido por carros puede ser riesgoso.
- El recorrido desde las localidades de Barrios Unidos, Chapinero, Usaquén y Suba se recomienda tomar el carril bici de la carrera séptima hasta la calle 13 y continuar por la carrera quinta.
- El recorrido desde Teusaquillo se recomienda tomar la ciclorruta de la calle 26 hasta el carril-bici de la carrera séptima y continuar con el mismo recorrido descrito previamente. Es de resaltar que no todos los recorridos propuestos serán los más cortos, sin embargo, su selección se basa en la seguridad vial, priorizando las rutas más seguras con mejor infraestructura.

8. Conclusiones

Respecto a la pregunta: ¿Cómo caracterizar las rutas transitadas por los ciclistas que se dirigen desde y hacia la Universidad La Gran Colombia utilizando la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG)?, se logró responder a partir del objetivo general, caracterizando las rutas utilizadas por los bici-usuarios de la Universidad La Gran Colombia, sede centro en Bogotá. Este estudio incluyó puntos de congestión, conectividad, frecuencia y tipo de infraestructura, mediante Tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El objetivo general se pudo llevar a cabo gracias al desarrollo de cada uno de los objetivos específicos. En primer lugar, se identificó las rutas utilizadas por los bici-usuarios mediante el trazado de la ruta con Survey123. Por otro lado, se diseñaron mapas utilizando ArcGIS Online donde se logró evaluar las rutas realizadas por cada bici-usuario, así como el tipo de infraestructura presente. Luego, se evaluó los puntos de congestión, conectividad y frecuencia y finalmente, se propusieron recomendaciones específicas para mejorar la movilidad ciclística de la Universidad La Gran Colombia, sede del centro en Bogotá. Sin embargo, se sugiere que para futuras investigaciones se implemente y evalúe la misma.

Con esta propuesta se pudo corroborar lo que dijo la Personería de Bogotá en el año 2022 en cuanto a que las ciclorrutas presentan falta de continuidad e interconexión con el sistema de transporte público, ya que en la presente investigación entre el 60 y 70% de las rutas caracterizadas carecen de infraestructura ciclística.

Según Demoraes en el año 2020, las zonas más utilizadas por los ciclistas son los barrios populares de Bogotá a excepción de la zona montañosa hacia el sur de la ciudad, dando respuesta a nuestro objetivo específico de evaluar los puntos de congestión, conectividad, frecuencia y tipo de infraestructura, se determina por medio de Survey 123 que, tal como lo determina este autor, el uso de este medio de transporte es mayor en Bogotá en las localidades de Kennedy, Fontibón, Engativá y la

zona centro, lo anterior, expuesto por medio de los tablero de control elaborados en la presente investigación en ArcGIS online.

Se puede concluir que el uso de tecnología SIG (sistema de información geográfica), permitió caracterizar las rutas tomadas por los bici-usuarios desde y hacia la Universidad sede centro. Por ejemplo, herramientas de análisis como el mapa de densidades posibilitaron la identificación visual de las rutas más transitadas por los usuarios. Además, herramientas como Survey123, utilizado para la elaboración de encuestas, fueron de gran importancia, ya que ayudaron a georreferenciar toda la información levantada en campo, y al final, plasmar está en un mapa que fue de apoyo para el posterior análisis. Esto, junto con el respaldo de herramientas de análisis como Power BI, instrumento utilizado para el análisis estadístico, brindó la posibilidad de procesar toda la información e ilustrarla en un tablero de control.

Mediante la herramienta de ArcGIS Online permitió evaluar puntos de congestión, conectividad, y tipos de infraestructura mediante análisis visuales que proporcionaron los mapas, además de la identificación de las preferencias y percepción del usuario mediante gráficos estadísticos.

Finalmente, la integración de diferentes herramientas como el SIG, Power BI, Survey123, ArcGIS, entre otras, permitieron procesar gran cantidad información levantada en campo de manera georreferenciada, lo que resulta útil para un posterior análisis.

9. Referencias bibliográficas

- Alonso y Correa (2020), presentación de los datos espaciales de la infraestructura vial de Colombia mediante un sistema de información geográfica, como un resultado de los trabajos de grado de la Universidad Católica de Colombia, 2017 a 2020. Recuperado a partir de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/23afbf09-5732-45a3-ba2c-62e0f11024d9/content>
- Betancourt, N. E. & Cardenas, P. A. (2020). Evaluación de accidentes y cuasi accidentes en la ciclo-ruta de la cra 11, entre calles 100 y 82. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/34964>
- CAL Y MAYOR Y ASOCIADOS, Movilidad y desarrollo sostenible, formulación del plan maestro de movilidad para-Bogotá d.c., que incluye ordenamiento de estacionamientos. Pag 34 (2009) <https://www.despacio.org/wpcontent/uploads/2016/04/Guia-cicloinfraestructura-Colombia-20160413-ISBN%20digital.pdf>
- Diseño de vías urbanas para Bogotá D.C, Universidad Nacional, CAF, IDU, pdf.
- E. Vasconcelos, “Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe: movilidad urbana sostenible”, Documentos de Proyectos, (LC/TS.2019/2), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.
- Demoraes, F. (2020). Características de la movilidad diaria en el Área Metropolitana de Bogotá, con base en la Encuesta de Movilidad de Bogotá 2019 – Un panorama en mapas. 21-22. https://hal.science/hal-02887070/file/Demoraes_Goueset_Moreno_Movilidad_Bogota_2019_Mapas.pdf
- Infraestructura Vial vol.19 n.33 San Pedro de Montes de Oca Jan./Jul. 2017. Recuperado a partir de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052017000100026
- Pérez Stéfanov, B. (2018). Uso de la bicicleta en Costa Rica: repaso histórico y caracterización del tipo de ciclistas y su movilidad en el entorno vial nacional. *Infraestructura vial*, 19(33), 26–34. <https://doi.org/10.15517/iv.v19i33.32920>
- Más de 880.000 Personas Se Mueven En Bicicleta En Bogotá, M. (2022). Más de 880.000 personas se mueven en bicicleta en Bogotá. [Bogota.gov.co. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/cuantas-personas-se-mueven-en-bicicleta-en-bogota](https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/cuantas-personas-se-mueven-en-bicicleta-en-bogota)
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Gobernador.co, de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article190610.html>

Núñez, 2022, 15 septiembre). Movilidad sostenible: qué es y ejemplos. DGRS - UNMSM.
<https://dgrs.unmsm.edu.pe/2022/09/15/movilidad-sostenible-que-es-y-ejemplos/>

POT, plan de ordenamiento territorial, decreto 555 de 2021, secretaria de planeación de Bogotá, pdf.

Sanín Eastman, J. (2020). El uso de la bicicleta como promotor de la movilidad sostenible: acciones y efectos en la movilidad cotidiana, el mejoramiento de la calidad del aire y el transporte público de las ciudades. *Revista Kavilando*, 12(1), 118-126. Recuperado a partir de <https://kavilando.org/revista/index.php/kavilando/article/view/381>

Secretaria de movilidad: <https://www.movilidadbogota.gov.co/web/muevete-en-bici-por-bogota>.

Seguí Pons, J. M., Mateu Lladó, J., Ruiz Pérez, M., & Martínez Reynés, M. R. (2016). Los sistemas de bicicleta pública y la movilidad urbana sostenible. Un análisis en la ciudad de Palma (Mallorca, Islas Baleares). *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, (71).
<https://doi.org/10.21138/bage.2281>

Transporte, M. Movilidad ambientalmente sostenible. Ministerio de Transporte, de <https://especiales.mintransporte.gov.co/SemanaMovilidadCO/movilidad-ambientalmente-sostenible.php>

10. Anexos

- Tablero de control Power BI, registro de ingreso y salida parqueadero bicicletas - UGC
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjozMzFIMGNjNGYtNGQxMS00OTI5LTgyOGUtNGM5OWQ0NGQzNTdkliwidCI6IjUwNjQwNTg0LTJhNDAtNDIxNi1hODRiLTliM2VIMGYzZjZiZiIsImMiOiR9>
- Tablero de control caracterización rutas tomadas por los bici usuarios hacia la UGC, sede centro Bogotá.
<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/13658f152b6e4ed7b9faa0d97fa05b4f>
- Tablero de control caracterización rutas tomadas por los bici usuarios desde la UGC, sede centro Bogotá
<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/4641dce429194c16b3fba0a21adab601>