

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA DEMANDA DE BICIUSUARIOS EN LA
AVENIDA CALLE 80 ENTRE LA AVENIDA BOYACÁ Y LA AVENIDA CIUDAD
DE CALI EN BOGOTÁ**

**CAMILO ANDRÉS DELGADO GARZÓN
CÓDIGO: 505192
NELSON STEVEN CARRANZA ALFONSO
CÓDIGO: 504752**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ
2019**

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA DEMANDA DE BICIUSUARIOS EN LA
AVENIDA CALLE 80 ENTRE LA AVENIDA BOYACÁ Y LA AVENIDA CIUDAD
DE CALI EN BOGOTÁ**

**CAMILO ANDRÉS DELGADO GARZÓN
CÓDIGO: 505192
NELSON STEVEN CARRANZA ALFONSO
CÓDIGO: 504752**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Asesor
Janneth Pardo Pinzón
Ingeniera**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ
2019**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

Bogotá, noviembre, 2019

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. ANTECEDENTES	13
1.1 ANTECEDENTES	13
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1 Descripción del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	18
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
1.4 JUSTIFICACIÓN	18
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	19
1.6 MARCO DE REFERENCIA	19
1.6.1 Marco Teórico	19
1.6.1.1 Sistema de transporte	19
1.6.1.2 Medios de Transporte	20
1.6.1.4 Ciclorutas	21
1.6.1.5 Ciclored	21
1.6.1.6 Modelos de ciclo infraestructura	23
1.6.1.7 Requisitos que deben Cumplir las Ciclo Rutas	24
1.6.1.8 Selección de la Infraestructura de Ciclo Rutas	26
1.6.1.9 Criterios para la aplicación de tipologías	27
1.7 METODOLOGÍA	33
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	34
2.1 GENERALIDADES CICLOVÍA CALLE 80 ENTRE LA AVENIDA BOYACÁ Y LA AVENIDA CIUDAD DE CALI	34
2.1.1 Ubicación de la cicloruta	34
2.1.2 Características del trayecto de la cicloruta	35
2.1.3 Estado de la infraestructura de la cicloruta	40
2.1.4 Evaluación Requerimientos Estructurales y de Diseño de la cicloruta según Normatividad	44
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DEMANDA DE BICI USUARIOS	48
3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	48
3.2 RESULTADOS AFOROS BICIUSUARIOS	49
3.2.1 Demanda de Biciusuarios año 2017	49
3.2.2 Demanda de Biciusuarios año 2018	51
3.2.3 Demanda de Biciusuarios año 2019	52
3.2.4 Análisis Comparativo Demanda de Biciusuarios por Puntos	53
3.2.4.1 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 1 años 2017, 2018 y 2019	53
3.2.4.2 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 2 años 2017, 2018 y 2019	54
3.2.4.3 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 3 años 2017, 2018 y 2019	55

3.2.4.4 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 4 años 2017, 2018 y 2019	56
3.2.4.5 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 5 años 2017, 2018 y 2019	57
3.2.4.6 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 6 años 2017, 2018 y 2019	58
3.2.4.7 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 7 años 2017, 2018 y 2019	59
3.2.4.8 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 8 años 2017, 2018 y 2019	60
3.2.5 Análisis Comparativo Demanda Total de Biciusuarios por Puntos Años 2017, 2018 y 2019	61
3.3 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE BICIUSUARIOS	64
4. ESTRUCTURACIÓN GEOESPACIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	66
4.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL	66
4.1.1 Transformación de sistema de coordenadas	67
4.1.2 Delimitación de la zona de estudio	69
4.2 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA RESPECTO A LAS PROYECCIONES DE 5 A 10 AÑOS	77
5. CONCLUSIONES	80
6. RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Medios de Transporte	20
Figura 2. Esquema de Tipología de Ciclo Infraestructura	22
Figura 3. Ciclobanda	22
Figura 4. Ejemplos de Segregación de Infraestructura para Ciclorutas	24
Figura 5. Otros Criterios para la Elección de la Tipología de la Vía Ciclista	28
Figura 6. Etapas del procedimiento metodológico	33
Figura 7. Trayecto Ciclo Ruta Av. Calle 80	34
Figura 8. Demarcación Cicloruta	35
Figura 9. Características alrededor de la cicloruta	36
Figura 10. Inicio de cicloruta Calle 80 con Avenida Boyacá	36
Figura 11. Intersección Cicloruta Av. Calle 80 con Calle 76	37
Figura 12. Cicloruta Avenida Calle 80 con Transversal 77	38
Figura 13. Invasión de cicloruta por Bicitaxis y cercanía de vendedores ambulantes	38
Figura 14. Movilidad Biciusuarios	39
Figura 15. Cicloruta Horas Pico – Uso incorrecto por parte de los Biciusuarios	39
Figura 16. Intersección Cicloruta Av. Calle 80 con Avenida Ciudad de Cali	40
Figura 17. Tramo Cicloruta Av. Calle 80 con 76 Demarcado con Pintura de Alto Impacto Azul	40
Figura 18. Demarcación Horizontal de la cicloruta deteriorada	46
Figura 19. Señalización de la cicloruta bien ubicada	47
Figura 20. Formato Aforo Biciusuarios	48
Figura 21. Aforos de Bicicletas Punto 1 años 2017, 2018 y 2019	54
Figura 22. Aforos de Bicicletas Punto 2 años 2017, 2018 y 2019	55
Figura 23. Aforos de Bicicletas Punto 3 años 2017, 2018 y 2019	56
Figura 24. Aforos de Bicicletas Punto 4 años 2017, 2018 y 2019	57
Figura 25. Aforos de Bicicletas Punto 4 años 2017, 2018 y 2019	58
Figura 26. Aforos de Bicicletas Punto 6 años 2017, 2018 y 2019	59
Figura 27. Aforos de Bicicletas Punto 7 años 2017, 2018 y 2019	60
Figura 28. Aforos de Bicicletas Punto 8 años 2017, 2018 y 2019	61
Figura 29. Comparativo Demanda de Biciusuarios Franja Diurna por Puntos Años 2017, 2018 y 2019	62
Figura 30. Comparativo Demanda de Biciusuarios Franja Nocturna por Puntos Años 2017, 2018 y 2019	62
Figura 31. Comparativo Demanda de Biciusuarios Total Años 2017, 2018 y 2019	64
Figura 32. Proyección de la Demanda de Biciusuarios	65
Figura 33. Coordenadas Posición Geográfica de Colombia	67
Figura 34. Cuadriculas Nacionales	68
Figura 35. Carpeta South America	68

Figura 36. Características de la Zona	69
Figura 37. Tipo Vector o tipo Raster	69
Figura 38. Herramienta Elementos de Información Específica	70
Figura 39. Ubicación de los Barrios	71
Figura 40. Distribución de Manzanas y casas	72
Figura 41. Segregación Tramo de Cicloruta Objeto de Estudio	73
Figura 42. Sitios de Interés Zona de Estudio	74
Figura 43. Análisis de Distancia Euclidiana respecto Eje de Estudio	75
Figura 44. Cantidad de Viviendas por Distancia a 200 Metros Eje Vía	76
Figura 45. Cantidad de viviendas por Distancia a 400 metros Eje Vía	77
Figura 46. Dimensiones Básicas del Ciclista	78
Figura 47. Cicloruta Bidimensional	79

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Definiciones Específicas de Vías Ciclo Adaptadas	23
Cuadro 2. Ventajas e Inconvenientes de Vías Segregadas e Integradas	24
Cuadro 3. Requisitos para el Trazado de la Ciclo Rutas	26
Cuadro 4. Recomendaciones para la Selección de la Infraestructura de Ciclo Rutas	27
Cuadro 5. Inspección y Evaluación del Pavimento por Fisura por Reflexión o Grietas del Pavimento	41
Cuadro 6. Inspección y Evaluación del Pavimento por Pérdida de Agregado	42
Cuadro 7. Inspección y Evaluación del Pavimento por Agrietamientos - Piel de Cocodrilo	43
Cuadro 8. Evaluación de Cumplimiento de Requerimientos para Sistemas de Ciclorutas según el IDU	44
Cuadro 9. Puntos de Aforo de Biciusuarios Cicloruta Av. Calle 80	48
Cuadro 10. Períodos de Toma de Datos Aforos de Biciusuarios	49
Cuadro 11. Resultados Aforo de Biciusuarios 3 de Marzo de 2017	50
Cuadro 12. Resultados Aforo de Biciusuarios 18 de Julio de 2018	52
Cuadro 13. Resultados Aforo de Biciusuarios 26 de Agosto de 2019	53
Cuadro 14. Comparativo Resultados Total Aforos Demanda de Biciusuarios años 2017, 2018 y 2019	61
Cuadro 15. Variación en la Demanda de Biciusuarios por Jornada y Año	63
Cuadro 16. Proyección de la Demanda de Biciusuarios	64

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato Aforo Biciusuarios Calle 80	86
Anexo B. Aforo año 2017	87
Anexo C. Aforo año 2018	88
Anexo D. Aforo año 2019	89
Anexo E. Comparativo Demanda de Biciusuarios por Puntos	90
Anexo F. Porcentajes y Regresiones	91
Anexo G. Shape	

RESUMEN

El uso de bicicleta como medio de transporte viene presentando un aumento significativo, debido a las diversas problemáticas que presentan los medios de transporte tradicionales (público y particular) y que generan malestar y demoras en los traslados de las personas de un sitio a otro por la ciudad. Por esta razón se desarrolló la presente investigación que tuvo como propósito, analizar la demanda de biciusuarios en la cicloruta de la Avenida calle 80 entre Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali, para lo cual se realizaron actividades de investigación teórica documental, inspecciones técnicas y aforos comparativos de los años 2017, 2018 y 2019, información con la cual se pudo establecer el promedio de biciusuarios actuales y como ha sido el comportamiento de la demanda y una proyección a 5 y 10 años y finalmente definir si la cicloruta tendrá la capacidad suficiente para albergar el número de ciclistas futuros que transiten por el tramo de estudio.

Palabras claves: cicloruta, biciusuarios, tránsito, infraestructura, demanda

INTRODUCCIÓN

Bogotá como muchas de las ciudades latinoamericanas, es una ciudad que presenta problemas de movilidad, por congestión vehicular, vías deterioradas, inadecuada planeación sectorial, falta de conectividad entre los diferentes modos de transporte y cultura ciudadana, entre otras. La demanda de vehículos particulares, motos y bicicletas que transitan por las calles de la ciudad se incrementa día a día, por estas razones los trancones y los atascos en las principales vías es un tema que se presenta a diario; la congestión vehicular afecta a todos los ciudadanos que tratan de llegar a tiempo a sus lugares de trabajo, estudio y centralidades de negocio, así mismo, existen problemas de contaminación por ruido y polución.

Para tratar de mitigar estas problemáticas, la administración ha desarrollado una serie de campañas como la puesta en marcha del pico y placa, el sistema integrado de transporte y el uso de bicicletas como transporte alternativo; ya que con este medio alternativo se ahorra tiempo y dinero. Es así como, en los últimos años se ha presentado un crecimiento en la cantidad de bicicletas que recorren las ciclorutas de la ciudad, debido a la rapidez con la que se puede llegar de un punto a otro, gracias al desarrollo de la interconectividad de las ciclorutas. En la actualidad Bogotá cuenta con 500 kilómetros de ciclorutas a su vez se destaca la demarcación de 1,6 km de la calle 26 a la NQS y la carrera 50, como también se espera la construcción de 5 conexiones con separador de la avenida el dorado y puentes peatonales.

Dada la importancia que ha tomado hoy en día la movilidad en bicicletas como modo alterno de transporte, por medio de este proyecto se desea realizar un análisis de comportamiento que ha tenido la zona objeto de estudio en cuanto a demanda de biciusuarios e infraestructura y de esta manera obtener una serie de recomendaciones que permitan mejorar el tránsito y flujo de ciclas que frecuentan ese lugar; para lo cual se desarrollará un trabajo teórico práctico, que permita el análisis de los diferentes factores relacionados con el tema, como infraestructura de la zona, señalización, causas de accidentalidad y no menos importante la sensibilización vial de las personas que hacen uso de la cicloruta.

1. ANTECEDENTES

1.1 ANTECEDENTES

El uso de bicicleta en la ciudad de Bogotá se sigue consolidando como medio de transporte, según un estudio de la Universidad Libre en 2018, “más de 835.000 personas en la ciudad se movilizan en éste medio alternativo, comparando esta cifra con la presentada en 2015 que era de 575.500 recorridos”, se ha tenido un incremento del 31% en tres años, observándose, de igual manera un claro aumento de bicisuarios, esto debido a los problemas de movilidad que presentan otros medios de transporte como el vehículo particular (carros y motos) o el público (Transmilenio, SITP), en cuanto a duración de los recorridos, comodidad, facilidad en los traslados; sumado a esto el crecimiento de la población y la urbanización que según Morguensen (2013), son dos de las megatendencias demográficas más importantes que promueven la bicicleta como la opción obvia de transporte en el presente y futuro, y que por tanto, está llevando a que la mayoría de las ciudades sigan planeando e implementando expansiones masivas en los esquemas de ciclorutas y otros esfuerzos para hacer que más personas usen la bicicleta, ya que, pueden desplazarse en entornos urbanos más rápido que en transporte público o particular.

Por otra parte , no solo las mejoras en infraestructura para tránsito de bicicletas, sino en las mismas bicicletas, siendo más moderas y con aspectos técnicos avanzados, sean eficientes y convenientes de usar, ya que éstas no contaminan, son silenciosas, económicas, discretas, accesibles para todos los miembros de la familia y sobre todo, una bicicleta es más rápida que un automóvil en distancias urbanas cortas (5 km e incluso más en caso de atascos), en Europa por ejemplo, más del 30% de los viajes realizados en automóviles cubren distancias de menos de 3 km y el 50% son menos de 5 km, solo para tales viajes, las bicicletas podrían reemplazar fácilmente a los automóviles, satisfaciendo así una gran proporción de la demanda y contribuyendo directamente a reducir los atascos de tráfico (Dekoster & Schollaert, 2000).

En este sentido, el sistema de ciclorutas de la ciudad se creó buscando “construir un sistema de ciclorutas permanentes en el Distrito, que articulara el sistema hídrico y el sistema verde metropolitano como medio de recreación. Más adelante, con el Plan de Desarrollo 1998 – 2001 “Por la Bogotá que queremos”, el sistema de ciclorutas cobró relevancia como una alternativa de movilidad para los ciudadanos; es decir, dejaron de ser únicamente un tema de recreación y cuidado ambiental y pasaron a formar parte del capítulo de Movilidad en el Plan de Desarrollo. En 2012, las ciclorutas en Bogotá se posicionaron como medio de transporte para un gran número de ciudadanos, siendo una alternativa cómoda, segura y rápida, que complementa la red vial de la ciudad (Grupo El Inversor y la Construcción, 2014).

Esta evolución ha puesto grandes retos para las administraciones distritales, al tener que planear un sistema de ciclorutas con infraestructuras adecuadas buscando el desarrollo urbanístico de las ciudades, al respecto, La Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, en su prefacio explica que: “La importancia de generar infraestructura de alta calidad para todos los modos de transporte es una prioridad que incluye varias líneas de acción, entre ellas mejorar la sostenibilidad del Transporte Público, a través de la construcción de una gran red nacional de infraestructura ciclista, como parte de un sistema nacional de movilidad sostenible” (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016)

Lo anterior, ha generado que en la ciudad se aumente la infraestructura requerida para el uso seguro de bicicletas como medio de transporte, llegando en la actualidad a tener más de 410 kilómetros en ciclorutas, de los cuales según la Secretaría de Movilidad “el 89% está entre buen y óptimo estado y solo el 11% necesitan trabajos de mantenimiento y adecuación” (Revista Portafolio, 2018); mostrando características de diseño y seguridad que se adecuan al estilo urbano y de movilidad de la ciudad, ofreciendo a los biciusuarios una estructura con atributos que son de suma importancia al momento de escoger movilizarse por éstas.

En este sentido, un estudio realizado en Estados Unidos mostró que el tiempo de viaje para los biciusuarios y el volumen de tráfico son los atributos más importantes en la elección de la ruta en bicicleta, así como el número de señales de pare, luz roja y cruce de calles, límites de velocidad y características de estacionamiento en la calle, que son también atributos que tiene en cuenta las personas para que su movilización en bicicleta sea más eficiente (Sener, Eluru, & Bhat, 2014).

Al respecto, el estudio realizado por la Universidad de Atenas en 2014 expone que, los requisitos de una red de bicicletas se diferencian mucho entre ciudades, sin embargo, éstas deben en primera instancia, ofrecer redes de bicicletas completas, seguras e integradas; esto teniendo en cuenta que cada ciudad tiene diferentes características geográficas, urbanas y de tráfico y muchos de estos factores influyen en los efectos de las infraestructuras de ciclismo, entre los que se tiene la planificación del uso del suelo, las políticas de estacionamiento de automóviles, las zonas libres de automóviles y los límites de velocidad; y que, pueden fortalecer o debilitar los efectos de la infraestructura (Vassi & Vlastos, 2014).

Todos estos aspectos, ha llevado así mismo, a que se realicen estudios sobre la evolución del uso de la bicicleta como medio de transporte y la infraestructura destinada para esta actividad; al respecto el estudio titulado “Bicycle Sharing Systems Demand” (Demanda de sistemas de bicicletas compartidas) resalta que el volumen de ciclistas aumenta gracias a la infraestructura con la cuentan para utilizar este medio de transporte, ya que les ofrece no solo, agilidad y facilidad en los recorridos, sino que, cuando las rutas se encuentran en buen estado son más seguras (Fradea & Ribeiroa, 2014). En este sentido, la investigación titulada “A Cycle Route Planner Mobile-App For Dublin City (Una Aplicación Móvil De

Planificador De Ruta De Ciclo Para La Ciudad De Dublín)”, concluyó que, para aumentar el número en la demanda de ciclistas, se deben entender las necesidades y preferencias de éstos en lo relacionado a rutas, infraestructura, conexión y acceso (Gavin, y otros, 2011).

Al respecto, estudios han demostrado que elegir un modo de transporte como el ciclismo depende tanto de factores subjetivos (imagen, aceptabilidad social, sensación de inseguridad, reconocimiento de la bicicleta como medio de transporte para adultos, etc.) como de factores objetivos como velocidad, características topográficas, clima, seguridad y aspectos prácticos.

Entre los factores objetivos que desincentivan el ciclismo, solo una gran cantidad de pendientes pronunciadas (más del 6 al 8% en varias docenas de metros), vientos fuertes, fuertes lluvias o calor intenso son muy disuasivos. De hecho, las condiciones objetivas que son favorables para el ciclismo se cumplen con mucha más frecuencia de lo que generalmente se imagina (Danish Road Directorate, 2013)

Por otro lado, el trabajo académico desarrollado por estudiantes de la Universidad Católica de Colombia en 2015 titulado “análisis de la operación del sistema de ciclorutas en la Ciudad de bogotá, comparado con los modelos aplicados en Medellín, Chile, Guadalajara, Canadá y Holanda”, concluyó que:

Los sistemas de ciclorutas presentan dificultades de diseño, planeación, ejecución y mantenimiento, así como su articulación con los otros medios de transporte, también se ve que hace falta mejoramiento de la infraestructura, y especialmente que los entes gubernamentales ejerzan mayor poder de convicción y liderazgo político para fomentar el uso de las ciclorutas, es decir, tomar el ejemplo de Holanda, en donde el uso de la bicicleta como medio de transporte, no sólo fue una alternativa temporal, sino que se convirtió en política nacional lo que llevo a que los ciudadanos se comprometieran con el sistema y lo convirtieran en parte de sus vidas (Chamorro Ramírez & Rodríguez Lozano, 2015)

Lo anterior, evidencia la necesidad de realizar análisis periódicos que den cuenta del comportamiento del uso de bicicleta como medio de transporte, así como la demanda de biciusuarios en los diferentes tramos de ciclorutas, para seguir planificando el sistema y así garantizar su eficiencia como sistema de transporte.

Así mismo, es evidente que la construcción o adecuación de ciclorutas en diferentes zonas de la ciudad de Bogotá, debe orientarse para satisfacer las necesidades de todos los actores involucrados, y para evitar afectaciones o impactos negativos, razón por la cual, es indispensable estar en constante indagación sobre la eficiencia y/o cumplimiento del propósito de los diferentes tramos de ciclorutas; mediante evaluaciones y análisis que permitan determinar su estado y nivel de utilización de éstas, así como el comportamiento de los usuarios como actores viales y su nivel de satisfacción, identificación de problemáticas; para así formular estrategias de

mejoramiento, para un sistema de transporte que se hace cada vez más importante en la ciudad y que por tanto requiere de una revisión constante para que su evolución sea positiva, esto teniendo en cuenta, que se han desarrollado obras de infraestructura innecesarias que no brindan las soluciones idóneas a los problemas de movilidad de los ciudadanos o que, por el contrario agravan las situaciones y generan malestar en las comunidades.

Al respecto, Heydon & Lucas-Smith (2014) manifiestan que, la creación de infraestructuras con rutas bien señalizadas, la calidad de las superficies (reduciendo los riesgos de caídas), interconectividad y armonía con cambios en la fase de los semáforos, así como algunas instalaciones físicas realizadas en lugares clave, pueden hacer una contribución poderosa para mejorar la seguridad de los ciclistas y por ende para alentar a las personas a retomar el ciclismo (Heydon & Lucas-Smith, 2014).

1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema. Bogotá es la ciudad con mayor índice de población, debido no solo a sus características demográficas, sino a la llegada de personas de otras regiones; y uno de los principales problemas que tienen que afrontar las personas es la movilidad además de los índices de contaminación que causa la industria automotriz por las emisiones de los vehículos que transitan por la capital y aunque, se ha observado que aún con la campaña del pico y placa y otras medidas implementadas por la administración distrital, la problemática persiste, sin observarse una solución a corto plazo que garantice eficiencia del sistema vial y de transporte.

Al respecto, y “de acuerdo con el informe realizado por la firma especializada INRIX a 38 países y 1.360 ciudades, la cual evaluó el impacto de movilidad de estas urbes, Bogotá está entre los diez territorios con más trancones en el mundo y la segunda en Latinoamérica” (Medina, 2018), en este sentido, el profesor de la Facultad de Ingeniería de la U.N., César Ruiz, experto en movilidad, expone que:

La movilidad en ciudades como Bogotá ha sido altamente dependiente de vías vehiculares, y no en otro tipo de vías o espacios urbanos asociados a otros medios como caminar y usar bicicletas. En la capital del país, los buses, el Transmilenio, los carros, las motos e incluso los peatones, dependen para su tránsito aún en un porcentaje muy alto del uso y oferta de vías vehiculares, lo que refleja realmente un problema estructural de la ciudad que se ha concebido históricamente (Medina, 2018)

Lo anterior, se presenta entre otras razones por, dificultades como mallas viales deterioradas, sistemas de transporte público mal diseñados y que no son suficientes para la demanda de usuarios, tiempos de recorridos demasiado largos, entre otros; es por esto que, se han venido presentado una serie de alternativas

para tratar de solucionar dichas problemáticas en la movilidad y el transporte; se han creado aplicaciones en las cuales los vehículos de servicio particular transportan personas que pagan diferentes tarifas según el trayecto recorrido y se ha tratado de mejorar el modelo de transporte público, aun así, el uso de la bicicleta como medio de transporte, sigue siendo la mejor alternativa, no solo por el ahorro en costos y tiempos de recorrido, sino por su contribución al medio ambiente y a la salud, al ser un medio de transporte saludable y sostenible.

Sin embargo, las ciclorutas como alternativa de movilidad, también presentan dificultades como inseguridad, infraestructura y accidentalidad entre otras, al respecto, y según un informe del Concejo Distrital, algunas de las problemáticas más relevantes para los biciusuarios son de Bogotá son:

1. Inseguridad: En Bogotá se roban tres bicicletas al día. Suba, Kennedy, Usaquén, Chapinero y Engativá las más afectadas
2. Accidentalidad: en 8,0% aumentó la tasa de ciclistas heridos y en 16,7% la de los muertos entre 2012 y 2014.
3. Sin parqueaderos: Apenas el 0,88% de los biciusuarios tiene dónde parquear su bicicleta. Se estima que hay 2.533 cupos para 287.678 usuarios/día
4. Desconexión: De acuerdo con el concejal, varios tramos de cicloruta terminan 'abruptamente', sin opción para continuar un recorrido seguro
5. Circulación de ciclomotores: la proliferación de vehículos tipo bicicleta que emplean motores y que se movilizan en ciclorutas y andenes, según el cabildante, es un peligro para biciusuarios y peatones.
6. Infraestructura abandonada: Se advierten falencias en materia del mantenimiento de las ciclorutas, lo que empeora las condiciones para los biciusuarios.
7. Invasión: Vendedores ambulantes, carros, motos y basura, etc. son los principales invasores de las ciclorutas.
8. Incivismo: Cultura ciudadana olvidada. "No sabemos convivir ni peatones ni ciclistas ni conductores carro/moto".
9. Señalización: La que está pintada en el suelo es clave para ciclistas. No obstante, en muchos lugares es borrosa o inexistente
10. Conflicto peatones-ciclistas: Ausencia reglas de juego claras para el uso de andenes genera tensiones entre ambos. (Diario El Espectador, 2016)

Sumado a lo anterior, una de las mayores dificultades que tiene el uso de bicicleta como medio de transporte, es la falta de una cultura clara que permita mantener el orden y control entre conductores de carros particulares, busetas, camiones y otros,

pues, los biciusuarios tienden a usar e invadir carriles, la falta de políticas de ciudadanía para el uso de bicicleta, ha permitido libremente que muchos biciusuarios sean los causantes de accidentes graves y a su vez auspicia que muchos conductores que han vivido experiencias negativas con bicicletas, decidan en ocasiones evadir cualquier directriz preventiva y causen accidentes a los biciusuarios. (Universidad Libre, 2018)

Debido a lo anterior, se ha querido analizar una de las principales vías de la ciudad que cuentan con ciclorutas, está es la Av. Calle 80 en el tramo comprendido entre la Avenida Boyacá y Avenida Ciudad de Cali, pues se caracteriza por tener alta presencia de comercio, instituciones educativas, entre otros, razón por la cual el volumen de ciclistas ha aumentado, y por tanto requieren que su infraestructura y condiciones para su uso sean adecuadas óptimamente y que brinde un espacio seguro y ágil de tránsito a los ciclistas.

1.2.2 Formulación del problema. De acuerdo con lo mencionado, se plantea como pregunta de investigación la siguiente:

¿Cuáles son las condiciones óptimas que debe tener la cicloruta ubicada en la Av. Calle 80 en el tramo comprendido entre la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali en Bogotá, para el uso eficiente y seguro de la demanda de biciusuarios?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Desarrollar un análisis Multitemporal de la demanda de Biciusuarios en la Av. calle 80 entre la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali en Bogotá.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis estadístico de la demanda de usuarios en la zona de estudio.
- Identificar la eficiencia espacial del bicicarril en el tramo seleccionado como objeto de estudio.
- Analizar la correlación entre la infraestructura actual para las bicicletas y la demanda de viajes del tramo objeto de estudio.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La investigación tiene como propósito brindar un análisis de la demanda de biciusuarios del tramo de la cicloruta ubicada en la Av. Calle 80 que comprende la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali, teniendo en cuenta que, éste es uno de los principales corredores viales que conecta con otras vías, por lo tanto tiene un alto flujo de personas que lo transitan, por lo que requieren de un modo eficiente y

seguro de transporte, que además no genere impactos negativos, sino que por el contrario, permita el mejoramiento de la movilidad y los espacios urbanos a largo plazo.

Por otra parte se identifica que el porcentaje de accidentalidad que presenta el tramo de estudio en la cicloruta de la Av. Calle 80 va ligado al incremento de los vendedores ambulantes situados en esa zona; es decir, vendedores que obstaculizan el paso en los carriles de la cicloruta y a su vez el entorpecimiento del flujo de las ciclas que transitan dichos tramos, otro aspecto a tener en cuenta es que la visibilidad de los biciusuarios es casi nula y en ocasiones se salen de la vía para esquivar dicho obstáculos como lo son los vendedores ambulantes lo cual es otra de las principales causas de accidentalidad, sabiendo lo anterior es de vital importancia realizar el diagnóstico de esta zona y así disminuir el porcentaje de accidentalidad al analizar las causas y los motivos de accidentes, aunque Bogotá es la ciudad que más kilómetros posee respecto a infraestructura para ciclistas contando con más de 540 kilómetros de ciclorutas construidas, aun así es muy poco para el área que posee la capital.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

El alcance de la presente investigación involucra la realización de aforos y análisis del flujo de bicicletas y bicitaxis que transiten la zona de estudio, así como el análisis de la infraestructura y condiciones actuales del tramo de la cicloruta seleccionado, por tal razón no se tendrá en cuenta el flujo de vehículos particulares, taxis, colectivos, buses, busetas, Transmilenio, camiones, camionetas, ni motos. Así mismo, el trabajo se enfocará en el estudio y análisis de la correlación entre la infraestructura actual para las bicicletas y la demanda de viajes del tramo objeto de estudio.

En cuanto a las limitaciones, se tiene el acceso a información histórica de la demanda de biciusuarios del tramo de cicloruta seleccionado para el estudio, ya que este permitirá analizar la evolución y comportamiento que ésta ha tenido en cuanto a demanda de viajes y usuarios etc. Así mismo, el tiempo para realizar los aforos puede ser una limitación, considerando que el tramo seleccionado y que éstos deben realizarse en diferentes horas del día para darle mayor profundidad a la investigación.

1.6 MARCO DE REFERENCIA

1.6.1 Marco Teórico.

1.6.1.1 Sistema de transporte. El transporte es una actividad del sector terciario, entendida como el desplazamiento de objetos o personas (contenido) de un lugar (punto de origen) a otro (punto de destino) en un vehículo (medio o sistema de transporte) que utiliza una determinada infraestructura (red de transporte). Esta ha

sido una de las actividades terciarias que mayor expansión ha experimentado a lo largo de los últimos dos siglos, debido a la industrialización; al aumento del comercio y de los desplazamientos humanos tanto a escala nacional como internacional; y los avances técnicos que se han producido y que han repercutido en una mayor rapidez, capacidad, seguridad y menor coste de los transportes. (Sánchez, 2017).

1.6.1.2 Medios de Transporte. Los medios de transporte son los diferentes sistemas o maneras de desplazar un determinado contenido de un lugar a otro. Estos se clasifican en medios terrestres (ferrocarril, automóvil), aéreos (avión) o acuáticos (fluviales o marítimos) como se muestra en la Figura 1, cada uno de los cuales necesitará unas infraestructuras diferentes para su funcionamiento: Vías férreas y estaciones para el tren, carreteras para los automóviles, aeropuertos para los aviones, y puertos náuticos para los barcos. (ConnectCities, 2019)

Figura 1. Medios de Transporte



Fuente. Portal Tomás y Valiente (2014).

➤**La bicicleta:** se ha convertido en el medio de transporte con más crecimiento y demanda en las principales capitales del país del mundo; esto, como una alternativa que busca solventar los problemas de movilidad y transporte, situación en la cual se ven inmersos miles de colombianos, y que hacen que los recorridos y/o traslados de un lugar a otro superen el tiempo esperado, durando entre 30 minutos y hasta más de 3 horas, debido a trancones o estancamientos en las vías (Rodríguez, 2018)

1.6.1.3 Movilidad. La Movilidad Urbana es el conjunto de desplazamientos, de personas y mercancías, que se producen en una ciudad con el objetivo de salvar la distancia que separa los lugares. Estos desplazamientos son realizados caminando, o en diferentes medios o sistemas de transporte como bicicleta, coche, autobús, metro, etc. Los problemas que genera la Movilidad referente a pérdida en tiempo y contaminación medioambiental son uno de los principales retos para las ciudades. Por lo que, las ciudades Inteligentes trabajan para resolver estos problemas con plataformas de gestión de tráfico, apps para facilitar la movilidad, la introducción de vehículos eléctricos, y nuevas formas de transporte individual y colectivo como los vehículos de conducción autónoma, etc. (RED T. , 2016)

➤ **Movilidad en Bogotá.** Una de las vías que suele tener una mayor participación de biciusuarios se presenta en la calle 80, personas que, por su condición económica, por su ideología verde o por otras razones, han decidido usar la bicicleta como su medio de transporte; son ciudadanos que, por la congestión vehicular, la presión de llegar temprano al trabajo y la ubicación estratégica de distintas empresas que han migrado a lugares como Madrid, Funza y Mosquera, se han unido a la campaña de la movilidad sostenible (Universidad Libre, 2018).

La problemática que se ha venido vislumbrando está en que Bogotá no cuenta con la infraestructura para la cantidad de bicicletas, cifra que se aproxima a las 600 mil que puedan movilizarse, la capital no cuenta con políticas, normas y procedimientos que regulen esta masiva idea de transportarse en bicicletas o bicicletas eléctricas entre otros; pues al aumentar la cantidad de biciusuarios, esta opción de movilidad sostenible tiende a convertirse en una mayor problemática, relacionada principalmente con la insuficiencia de ciclorutas en relación a la cantidad de usuarios, generando que muchos biciusuarios usen las vías de los vehículos, espacios verdes entre otros, acción que desemboca en accidentes que a su vez aumentan la congestión vehicular (Secretaría de Movilidad , 2009).

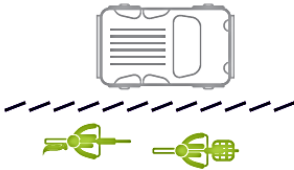

1.6.1.4 Ciclorutas. Las ciclorutas se pueden definir como “espacios reservados exclusivamente para el tránsito seguro de bicicletas a un lado de las calles, en los camellones o paralelos a las carreteras de acceso a las ciudades. Su utilización permite desarrollar el concepto de la bicicleta como un medio de transporte alternativo, el cual se presenta como solución concreta y factible a los problemas de congestión vehicular y contaminación ambiental” (Internatura, 2016).

Por otro lado, las ciclorutas tienen que ver con “la infraestructura pública u otras áreas destinadas de forma exclusiva o compartida para la circulación de bicicletas. La cicloruta puede ser cualquier carril de una vía pública que ha sido señalizado apropiadamente para este propósito o una vía independiente donde se permite el tránsito de bicicletas” (Ciclovías Temuco, 2017).

De acuerdo con la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, define las vías ciclistas, como las vías de uso exclusivo ciclista y por lo tanto son bandas segregadas del espacio de otros usuarios de la vía pública, ya sea el tráfico motorizado o los peatones, y las vías-ciclo-adaptadas, que son aquellas calles o espacios públicos que son especialmente acondicionadas para la circulación en bicicleta, pero no suponen un uso exclusivo de las vías. Así mismo, el conjunto de tramos e intersecciones que disponen de vías ciclistas o de vías ciclo-adaptadas, es decir, la infraestructura vial con diseño ciclo-inclusivo, constituyen la cicloruta (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016).

1.6.1.5 Ciclored. La ciclored y sus complementos conforman el conjunto del ciclo infraestructura como se aprecia en la Figura 2.

Figura 2. Esquema de Tipología de Ciclo Infraestructura

Ciclorred	Subtipo	Forma de segregación o adaptación
A Vías ciclistas 	Ciclorruta	Física (cambios de altura o instalación de elementos físicos permanentes)
	Ciclobanda	Cambio de pavimento Dispositivos de canalización de tránsito (hitos, balizas o elementos similares) Demarcación
B Vías ciclo-adaptadas 	Prelación de bicicleta	Banda ciclopreferente Carril ciclopreferente
	Autorizadas para el tránsito de bicicletas	Carril bus-bici Contraflujo ciclista Calle peatonal
	Calle con tránsito calmado	Uso compartido de calzada

Fuente. COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Bogotá: El Ministerio, 2016.

Las vías ciclísticas o vías de uso exclusivo para la bicicleta, se suele diferenciar entre las siguientes modalidades por sus características particulares, éstas son:

- **Cicloruta Física:** cambios de altura o instalación de elementos físicos permanentes.
- **Ciclobanda Cambio de pavimento:** Dispositivos de canalización de tránsito (hitos, balizas, tachones, bordillos, o elementos similares) como se puede observar en la Figura 3)

Figura 3. Ciclobanda



Fuente. Los Autores

Igualmente, existen más posibilidades para desarrollar una red vial para bicicletas, éstas alternativas acondicionan las calles y hacen la circulación en bicicleta más

segura, confortable, rápida o atractiva, sin llegar a ofrecer bandas de uso exclusivo. Las razones son que, en determinados casos el diseño de bandas segregadas no siempre aporta ventajas, no siempre son necesarias, o no siempre hay suficiente espacio disponible. Estas opciones se llaman “vías ciclo-adaptadas” (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016). Las principales modalidades de vías ciclo adaptadas son las que se relacionan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Definiciones Específicas de Vías Ciclo Adaptadas

SUBTIPO	ADAPTACIÓN	DEFINICIÓN
Prelación de bicicleta	Banda ciclopreferente	Banda en la calzada reservada preferentemente a la circulación de bicicletas y delimitada mediante una línea discontinua. Vehículos motorizados y las bicicletas pueden cruzar la línea si la situación del tráfico así lo requiere, siempre y cuando no se incomode ni se ponga en peligro al ciclista.
	Carril ciclopreferente	Carril de la calzada de uso compartido con indicación de la circulación del ciclista por el centro y limitación de velocidad
Autorizadas para el tránsito de bicicletas	Carril bus-bici	Carril para uso preferencial del transporte público (bus), en el que se autoriza la circulación ciclista
	Contraflujo ciclista	Vía de sentido único para el tráfico general en donde se autoriza la circulación ciclista a contraflujo
	Calle peatonal	Espacio o vía peatonal donde se autoriza la circulación de bicicletas, manteniendo el peatón la prioridad. Sin ningún tipo de diferenciación de los espacios.
Calle con tránsito calmado		Uso compartido de la calzada por parte de los ciclistas donde la circulación es segura, cómoda y atractiva gracias a que la intensidad y la velocidad del tránsito motorizado son bajas

Fuente. COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Bogotá: El Ministerio, 2016. p. 50

1.6.1.6 Modelos de ciclo infraestructura.

Los modelos de infraestructura para ciclorutas describen un amplio marco de opciones que van desde la segregación completa de la bicicleta en vías e incluso intersecciones, hasta la integración completa de la circulación ciclista en la malla vial, que reiteran la función social del entorno. Sin embargo, en la mayoría de las ciudades se ha optado históricamente por opciones mixtas; es decir, opciones que segregan a las bicicletas en determinadas vías y que las integran en el resto, allí donde es posible la convivencia con los vehículos motorizados debido a la moderación de su número y velocidad. (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016).

Cada una de estas opciones de segregación y de integración, tienen ventajas e inconvenientes como las que se muestran en el Cuadro 2, que deben tenerse en cuenta para la escogencia del tipo de cicloruta que se desea implementar en determinado sitio.

Cuadro 2. Ventajas e Inconvenientes de Vías Segregadas e Integradas

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Vías ciclistas segregadas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Percepción de seguridad elevada ➤ Comodidad elevada de circulación ciclista ➤ Evitan la congestión vehicular 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseño complicado de las intersecciones, sobre todo para los cruces peatonales ➤ Encaje difícil de las paradas del transporte colectivo ➤ Costo elevado ➤ No pueden cubrir todas las calles de una ciudad
Integración de la bicicleta en la red vial con medidas de calmando del tráfico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Flexibilidad en el uso ciclista de las vías ➤ Facilidad elevada para el diseño y la ejecución, sobre todo en las intersecciones ➤ Costo reducido 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ofrecen una imagen menos segura, sobre todo para las personas vulnerables y las no acostumbradas a circular entre vehículos motorizados ➤ Afectada por la congestión del tránsito vehicular

Fuente. COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Bogotá: El Ministerio, 2016. p. 58

En la Figura 4 se muestran algunos ejemplos de la segregación de infraestructura.

Figura 4. Ejemplos de Segregación de Infraestructura para Ciclorutas



Fuente. Los Autores

1.6.1.7 Requisitos que deben Cumplir las Ciclo Rutas. Según el Ministerio de Transporte (2013) los principales requisitos que deben cumplir las ciclorutas se describen a continuación:

➤ **Seguridad.** La seguridad, que se refiere tanto a la vial, como a la ciudadana, es decir, que tiene en cuenta no solo a los conflictos con otros vehículos o con

peatones, sino también a los derivados de la criminalidad. Tanto el trazado como el diseño deben minimizar las situaciones de riesgo real y percibido con relación a otros vehículos y peatones.

➤ **Directividad.** La directividad, que se entiende como la búsqueda de los caminos más cortos y directos entre los diferentes orígenes y destinos de desplazamiento que debe facilitar la ciclorred. La red debe propiciar rutas lo más directas posibles, en donde se reduzcan al mínimo los desvíos, es decir, la diferencia entre el recorrido a “vuelo de pájaro” y el realizado por la bicicleta.

➤ **Coherencia.** La coherencia, que presenta tres facetas complementarias. La primera es la necesidad de que la ciclorutas sea apropiada a los perfiles de personas que la van a utilizar, es decir, que atienda a la mayor o menor vulnerabilidad o a la mayor o menor habilidad de las personas en el uso de la bicicleta. La segunda faceta es la que tiene que ver con la extensión de la red para atender los objetivos previstos y satisfacer una gama suficiente de orígenes y destinos de desplazamiento, incluyendo los que facilitan la combinación de la bicicleta con el transporte público. Y, por último, la red debe ser coherente en cuanto a ofrecer continuidad de las rutas, aclarando la conexión o relación lógica de unos tramos de vías con otros, sin interrupciones ni cambios de diseño incomprensibles para las personas que pedalean.

➤ **Comodidad.** La comodidad, que se define como la reducción del esfuerzo físico y mental derivado de utilizar la bicicleta, pretende evitar la tensión permanente en la convivencia con los demás actores de la vía, las paradas, arranques y aceleraciones repetidas, las pendientes acusadas, las vibraciones o molestias causadas por el pavimento y los obstáculos que pueden surgir en el camino. Ese tipo de esfuerzos puede ser minimizado a través del trazado y el diseño de las ciclorredes, en la selección de las rutas, la elección de las tipologías y el tratamiento de los detalles como las intersecciones, la relación con otros vehículos y peatones o la pavimentación.

➤ **Atractividad.** La atractividad se define como el conjunto de percepciones del ciclista que hacen que le resulte amable y estimulante el uso de la ciclorred. Para ello, se deben aprovechar los recursos paisajísticos y ambientales que ofrece el entorno y proponer recorridos que ofrezcan bajos niveles de contaminación acústica y atmosférica. La distribución en el territorio de una red se completa con el recurso a la intermodalidad, es decir, con el trazado de los itinerarios apoyados en las estaciones y paradas del transporte colectivo, de manera que se multipliquen las oportunidades de recorrido y se fortalezca el sistema de modos de desplazamiento sostenibles (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, las ciclo rutas deben tener en cuenta los siguientes criterios para cada requisito (véase el Cuadro 3).

Cuadro 3. Requisitos para el Trazado de la Ciclo Rutas

REQUISITOS		APLICACIÓN
Seguridad vial	Seguridad objetiva	Evitar trazados por calles con altas velocidades e intensidades del tráfico motorizado o cruce de las mismas
	Seguridad subjetiva	Evitar situaciones en las que los usuarios se sientan inseguros o estresados
Directividad	Facilitar las velocidades Deseadas	Facilitar maniobras de adelantamiento Ofrecer infraestructura o trazados diferentes para usuarios con velocidades diferentes y/o incompatibles
	Minimizar la pérdida de Tiempo	Reducción de los rodeos/longitudes Optimizar las intersecciones y cruces para ciclistas Reducción del número de cruces con pérdida de prioridad
Coherencia	Facilitar el recorrido con claridad sobre la ruta	Evitar los cambios en tipologías en un corredor específico Utilizar señalización horizontal y vertical, particularmente en lugares de cambio de rutas o tipologías Seguir un diseño estándar para cada tipología en toda la red
Comodidad	Entorno visual Calidad de aire	Trazado por zonas de alto valor arquitectónico o paisajístico Trazado por zonas / calles con poco tráfico Trazado por zonas / calles animadas Trazado por zonas / calles con sombras / arbolado para mitigar la radiación solar

Fuente. COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Bogotá: El Ministerio, 2016. p. 69.

1.6.1.8 Selección de la Infraestructura de Ciclo Rutas. De acuerdo con el IDU, la selección de infraestructura para la construcción o adecuación de ciclo rutas, debe tener en cuenta que “el tratamiento más apropiado para calles locales con menos de 3.000 vehículos motorizados por día que no son diseñadas como ciclorutas, es el de una calle común (calles compartidas); no es necesaria ninguna infraestructura especial para bicicletas, pero pueden ser necesarias medidas para pacificación del tráfico” (Instituto De Desarrollo Urbano IDU, 2000). Sin embargo, en algunas calles locales se recomienda modificaciones, como se muestra a continuación en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Recomendaciones para la Selección de la Infraestructura de Ciclo Rutas

Promedio de Vehículos Por Día	Infraestructura de Ruta Recomendada
<3.000	Calle común, a menos que se especifique sobre la red de ciclorutas un bulevar o una conexión señalizada.
>3.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, mejoras con medidas para pacificación del tráfico resultan aceptables.*
>3.000 <10.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, mejoras con medidas para pacificación del tráfico o fajas con sobre ancho resultan aceptables.*
>10.000 <20.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, fajas con sobre ancho son aceptables.*
>20.000	Ciclorutas. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, la alternativa de una infraestructura paralela debería ser desarrollada.
<p>* Mejoras con medidas para pacificación del tráfico o fajas con sobre ancho son aceptables donde existe cualquiera de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> –No es posible eliminar fajas o reducir su ancho; –Existencia de restricciones topográficas; –El pavimento adicional quebrantaría el ecosistema natural o sus características; –El estacionamiento es esencial para servir al uso del suelo adyacente o para mejorar el medio ambiente de los peatones. 	

Fuente. INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO IDU. Plan maestro de ciclorutas manual de diseño. Bogotá: Consorcio Projekta LTDA, 2000. p. 14

Para calles con más de 3.000 vehículos por día, el tratamiento preferido es el de ciclorutas. Donde no se puedan incluir ciclorutas el tratamiento alternativo consiste en medidas para pacificación del tráfico o la colocación de fajas con sobre ancho. Donde la cicloruta más apropiada y las alternativas aceptables no pueden ser incluidas en un proyecto, la infraestructura de ciclorutas puede ser construida en una calle paralela cercana (menos de 400 metros), siempre que ofrezca una ruta conveniente a los lugares de destino.

1.6.1.9 Criterios para la aplicación de tipologías. Para que la circulación se produzca en condiciones de comodidad y seguridad, la cicloruta debe tener unas dimensiones mínimas que permitan el tránsito y la maniobrabilidad. Partiendo de los requisitos geométricos de la circulación en bicicleta y de las características de las vías sobre las que se pretende establecer el trazado de los recorridos, se han tenido en cuenta, para la definición de la sección, la existencia de separadores, el ancho de la calzada, el número de carriles y el ancho de las aceras (Instituto De Desarrollo Urbano IDU, 2000). Además de estos parámetros fundamentales para la selección de las tipologías, se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Volumen y velocidades del tráfico vehicular: Define el tipo de protección.
- Volumen previsto de usuarios ciclistas: Define los anchos adecuados.
- Espacio existente: Define la tipología básica (pista, faja, etc.).
- Entorno Urbano: Define la tipología y características especiales.

Además de las ventajas e inconvenientes de cada tipo de ciclo vía, hay otros criterios a tener en cuenta a la hora de tomar la decisión sobre la tipología adecuada en cada tramo de la misma. Por un lado, es fundamental considerar las características de la calle para establecer un nivel deseable de segregación de la bicicleta y la posibilidad de aplicarlo. Desde la perspectiva de la seguridad vial, los criterios básicos son el tránsito promedio diario (TPD) y la velocidad (Ministerio de Transporte de Colombia, 2018).

Por otro lado, lógicamente hay que considerar el ancho disponible de la sección y el uso actual de la vía, pues condicionan las posibilidades de redistribuir el espacio e introducir vías ciclistas segregadas.

Finalmente, hay una serie de condicionantes secundarios derivados de las características de la malla vial, como por ejemplo el número de carriles, la existencia de estacionamientos, las pendientes, las intersecciones, el tránsito peatonal, etc., que juegan también un papel decisivo a la hora de valorar las posibilidades de intervenir (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016) (véase la Figura 5).

Figura 5. Otros Criterios para la Elección de la Tipología de la Vía Ciclista



Fuente. COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Bogotá: El Ministerio, 2016. p. 69.

Todo ello se ha de contrastar con las necesidades del usuario, que varían en función de la edad, el sexo, las habilidades en el manejo de la bicicleta y otros factores. Por lo tanto, si una ruta está diseñada para un grupo de usuario específico o predominante, como por ejemplo una ruta a la universidad, hay que tener en cuenta las exigencias y necesidades de los estudiantes.

1.6.2 Marco conceptual.

➤ **Infraestructura Vial:** La infraestructura vial es el conjunto de componentes físicos que interrelacionados entre sí de manera coherente y bajo cumplimiento de ciertas especificaciones técnicas de diseño y construcción, ofrecen condiciones cómodas y seguras para la circulación de los usuarios que hacen uso de ella (Secretaría de Tránsito y Seguridad Vial , 2019)

➤ **Bicicleta:** La bicicleta sí es efectiva como medio de transporte para distancias no tan extensas, para usarla dentro de una ciudad o pueblo es de mucha utilidad. El uso de la bicicleta está extendido en casi todo el continente europeo. En países como Holanda, Suiza, Alemania, unas zonas de Polonia y en los países nórdicos, se ha convertido en uno de los primordiales medios de transporte, mientras que en Asia, fundamentalmente en China y La India, es la primera forma de transporte (QuimiNet. , 2018)

➤ **Movilidad Verde:** es un conjunto de acciones destinadas a todos los ciudadanos que, de manera global, pretenden en sus desplazamientos mejorar la calidad del entorno (City, L. V., 2017)

➤ **Bisciusuario:** es una persona que utiliza una bicicleta como medio de transporte para llegar a su estudio o trabajo. Según Danilo Noreña un biciusuario se define como una persona que se desplaza en una bicicleta por un bicicarril o una cicloruta, por otra parte, desde que se estableció el servicio de bicicletas públicas se usa este término.

➤ **Ciclovía:** es el nombre genérico dado a parte de la infraestructura pública u otras áreas destinadas de forma exclusiva, para la circulación de bicicletas. La ciclovía puede ser cualquier carril de una vía pública que ha sido señalizado apropiadamente para este propósito o una vía independiente donde se permite el tránsito de bicicletas (Ecured, 2018).

➤ **Cicloruta:** es un corredor vial exclusivo construido para el tránsito de ciclistas y triciclos, se encuentran sobre los andenes y separadores de corredores estratégicos, cuya función es proveer un modo alternativo de transporte (Filpboard., 2011).

➤ **Ciclo infraestructura.** Conjunto formado por la infraestructura pensada para la bicicleta y los complementos que la hacen funcional para este vehículo.

Se refiere al desarrollo de una red de infraestructura que sea adecuada para andar en bicicleta, pero que no necesariamente se refiere a carriles segregados para bicicleta sino una red completa de infraestructura adecuada en la cual el ciclista se pueda mover por la ciudad. Por esto, puede consistir también en calles de bajas velocidades, infraestructura señalizada para dar prioridad a la bicicleta. En este componente de red de infraestructura también se podrían incluir los servicios y facilidades complementarios: estacionamientos seguros para bicicletas, sistemas de bicicleta pública o préstamo, bicitaxis y demás (Municipalidad de Lima, 2017).

1.6.3 Marco Legal.

➤ **Ley 1955 de 2019, Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”.** El Gobierno Nacional incluye, tanto en su documento de Bases como en el articulado de la Ley, estrategias para el fortalecimiento y fomento del transporte en bicicleta, en las cuales el Ministerio de Transporte, con acompañamiento del DNP y Coldeportes, debe impulsar la formulación del Programa Nacional de Movilidad Activa, para orientar la planeación, financiación, regulación y promoción del transporte en bicicleta, triciclos y a pie (con especificaciones de seguridad), así como su infraestructura (ciclorutas, ciclo-estacionamientos, espacio público, señalización, entre otros).

➤ **Ley 1083 de 2006. Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones.** En su artículo 1 establece que los Planes de Movilidad Sostenible y Segura para Municipios, Distritos y Áreas Metropolitanas, los cuales darán prelación a los medios de transporte no motorizados (peatón y bicicleta), identificando y articulando los componentes relacionados con redes de ciclorutas, la circulación peatonal y otros modos alternativos de transporte.

➤ **Ley 769 de 2002 Código Nacional de Tránsito y Transporte de Colombia.** En éste se definen los vehículos, normas de circulación para ellos y otros aspectos de tránsito y tráfico del país. El capítulo V se refiere a ciclistas y motociclistas y sus normas de circulación, el artículo 95 a normas específicas para el uso de bicicletas y triciclos.

➤ **Decreto 798 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, principalmente con la red peatonal y de ciclorutas que complementen el sistema de transporte y se establecen las condiciones mínimas de los perfiles viales al interior del perímetro urbano.

En su artículo 9 establece los Estándares para ciclorutas, destacándose que, para garantizar la seguridad, comodidad y maniobrabilidad de los usuarios de las ciclorutas, se podrán adoptar los siguientes estándares para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de las ciclorutas en el perímetro urbano de los municipios o distritos.

a). La cicloruta hará parte integral del perfil vial de las vías que determine el correspondiente plan de movilidad y en todos los casos su dimensión será independiente a la del andén o la calzada.

b). El ancho mínimo de las ciclorutas será de 1.20 metros por cada sentido.

c). La cicloruta debe estar aislada de la calzada vehicular mínimo a 0.60 metros de distancia. Cuando la cicloruta se proyecte a nivel del andén, se debe garantizar una distancia mínima de 0.60 metros libre de obstáculos sobre la franja de amoblamiento.

d). Se debe mantener la continuidad en las ciclorutas mediante la instalación de elementos necesarios que superen los cambios de nivel.

➤ **Resolución 3258 de 2018. Por la cual se adopta la Guía de Ciclo-Infraestructura para Ciudades Colombianas.** La cual presenta recomendaciones de diseño de infraestructura para incluir a las bicicletas de manera adecuada en las políticas urbanas y facilitar el desplazamiento equitativo, seguro y eficiente en ese modo de transporte.

➤ **Manual de Señalización Vial.** Publicado en 2015 por el Ministerio de Transporte y consecuente con el Plan Nacional de Seguridad Vial (2013-2021), establece dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia.

1.6.4 Estado del arte. El uso de ciclorutas, ha tenido un aumento masivo en los últimos años, debido al impacto y receptividad de la población con relación a este medio de transporte, según la Secretaría de Movilidad, anualmente aumenta el número de usuarios que utiliza la bicicleta, especialmente para trasladarse a sus trabajos, constituyéndose “en el tercer indicador que posiciona a Bogotá como la urbe nacional con mayor proporción de trabajadores que han cambiado a este medio de transporte para desplazarse diariamente, según la Encuesta Multipropósito 2017, el 6,3% de los trabajadores bogotanos se movilizan en bicicleta, incrementándose 16% frente a la proporción identificada en 2014 (5,4%)” (Sanchez, 2018).

En este sentido, Sener; Eluru & Bhat (2014), resaltan que para aumentar el volumen de usuarios de bicicleta es importante mejorar la infraestructura, diseñándola de manera tal que, permitan viajes y desplazamientos más eficientes, pues en su

estudio resaltan la preferencia de los usuarios por instalaciones de bicicletas continuas, menor volumen de tráfico y menor límite de velocidad en la carretera, así como una menor cantidad de señales de alto, luces rojas y cruce de calles en su ruta (Sener, Eluru, & Bhat, 2014). Otra observación que realizan es que se debe tener en cuenta las preferencias y comportamiento de los usuarios para la planificación, diseño, adecuaciones y mejoras de las rutas, para que la demanda aumente y sea satisfactorio para sus viajes.

En este sentido, el estudio realizado por Duc; Hoang; Kojima & Kubota (2018), resalta que la planificación de ciclorutas debe realizarse mediante modelos de predicción de uso, en los que se tengan en cuenta factores como cantidad de usuarios, tipos de bicicleta usadas, articulación con otras vías y pasos peatonales, entre otros, para que tomen decisiones de inversión razonables, así como mejores diseños en el desarrollo de nuevas instalaciones para bicicletas (Duc-Nghiem , Hoang-Tung, Kojima, & Kubota, 2018). Por otro lado, el estudio también resalta que los usuarios prefieren usar ciclorutas que están bien equipadas con instalaciones exclusivas para este fin, sin embargo, también resaltan que muchos ciclistas, continúan usando espacios compartidos con peatones o vehículos de motor, entre otras razones porque el ancho de los carriles en ocasiones es insuficiente debido al volumen de usuarios en horas de alta demanda, por lo que deben tener en cuenta estos elementos para mejorar la infraestructura según se requiera.

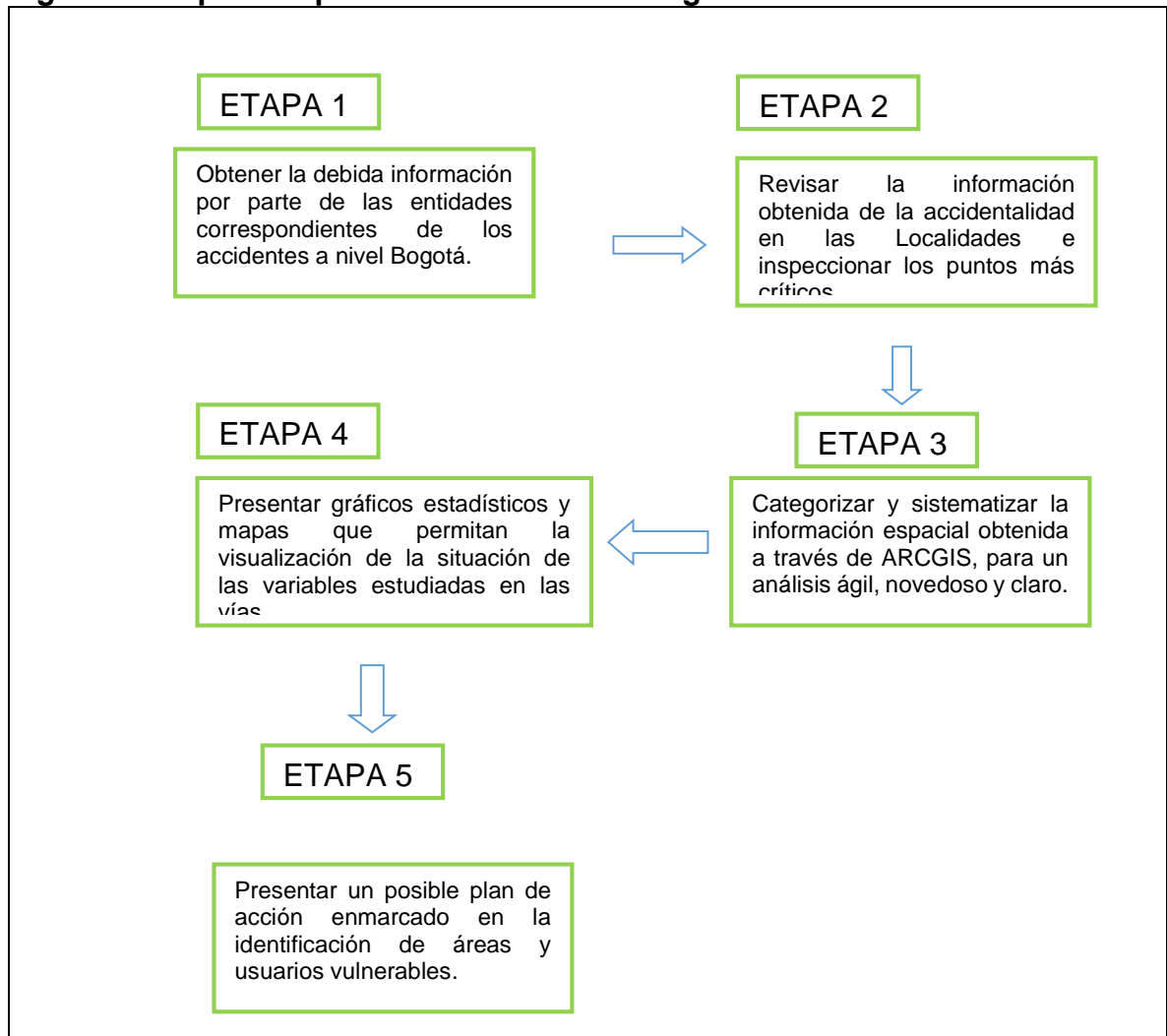
Por otro lado, el estudio desarrollado por Aldred; Elliott; Woodcock & Goodman en 2016, destaca entre otras cosas, que una de las razones para el uso de ciclorutas, es que éstas se encuentren separadas de las vías automotores, y que su infraestructura garantice, que pueda ser utilizada por todo tipo de personas como adultos mayores y niños; resalta así mismo, que se deben hacer estudios y análisis en las que se pueda hacer una representación más realista del tipo de infraestructura que se puede requerir para aumentar sustancialmente los niveles de ciclismo, centrándose así en las necesidades y preferencias de los grupos poblacionales que usan este tipo de infraestructura vial.

Finalmente, el trabajo académico realizado por estudiantes de la Universidad de la Salle, destaca que un aspecto importante a mejorar en la ciclo infraestructura de la ciudad de Bogotá, es la mejora de la infraestructura existente con relación a los elementos que generan riesgos como fallas en la capa de rodadura, instalación de postes de luz en la ruta, bolardos, elementos de señalización vertical caídos, semáforos intermedios de la ruta, pompeyanos deteriorados, transición de calzada y andén mayores a 5mm, deterioro de segregación física y visual, cajas en ruta y alcantarillado, entre otros; ya que, el número de obstrucciones más representativo e influyente en los desplazamientos por las ciclorutas en andén, tiene que ver con compartir el espacio con el peatón, pues en varias ciclorutas no existe una separación física, así como obstrucciones causadas por vehículos al hacer uso de la acera para ingresar a establecimientos o al hacer giros en las intersecciones viales (Mora Rodríguez & Galviz Prada, 2016).

1.7 METODOLOGÍA

La metodología que se desarrollará para cumplir con los objetivos se esquematiza en la Figura 6. Resaltándose que el análisis se ejecutará en cinco etapas principales: en la primera, se realizará la debida recolección de información de referencia; en la segunda, se ejecutará la inspección de los puntos más críticos del tramo seleccionado; en la tercera etapa se procederá a la categorización y sistematización de los datos en el software ArcGIS, seguido del análisis de la información; en la cuarta etapa se elaborarán los gráficos estadísticos y los mapas pertinentes para la interpretación visual de los resultados y análisis; finalmente, en la quinta etapa, se propondrá un posible plan de acción enmarcado en la identificación de áreas y usuarios vulnerables y demás hallazgos encontrados (véase la Figura 6).

Figura 6. Etapas del procedimiento metodológico



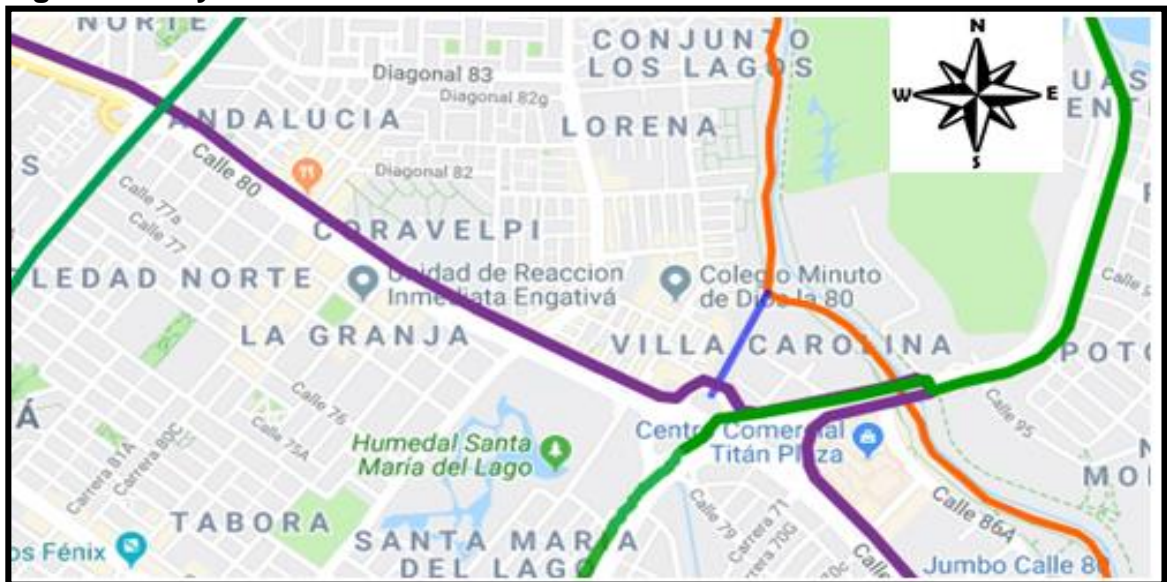
Fuente. Los Autores

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 GENERALIDADES CICLOVÍA CALLE 80 ENTRE LA AVENIDA BOYACÁ Y LA AVENIDA CIUDAD DE CALI

2.1.1 Ubicación de la cicloruta. La zona de estudio para el proyecto comprende el trazado de la cicloruta de la calle 80 que se extiende desde la Avenida Ciudad de Cali (avenida calle 86) hasta la Avenida Boyacá, ubicándose en la localidad de Engativá, que es una de las localidades con mayor número de ciclorutas en la ciudad de Bogotá, además de Kennedy, Usaquén y Suba, que son las otras 3 localidades que mayor número ciclo rutas, con aproximadamente 40 km de vía por localidad. En la Figura 7 se puede observar la demarcación en color purpura del trayecto la cicloruta de la Avenida calle 80, evidenciándose su límite con la Avenida Ciudad de Cali color verde y en color azul el límite con la Avenida Boyacá.

Figura 7. Trayecto Ciclo Ruta Av. Calle 80



Fuente. GOOGLE MAPS. Localización cicloruta calle 80 [en línea]. Bogotá: Google Maps [citado 6 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1BZqeTtkml-zmgAbhZECpx-OH060&ll=4.700577538481741%2C-74.09750193916199&z=18>>

Por otro lado, en el trayecto de esta cicloruta con sus respectivas intersecciones, recorre un total de 17 cuadras, 3 barrios en el costado oriente occidente (Minuto de Dios, París Gaitán, Los Cerezos) y al costado occidente oriente recorre 12 cuadras y 2 barrios (La granja, Santa María del Lago); así mismo, durante este trayecto se encuentran 14 paraderos del SITP. Este tramo de cicloruta corta por varios sitios de interés como lo son la Universidad Minuto de Dios, Davivienda, Banco Pichincha, Instituto Superior Cooperativo, Instituto Cooperativo Codeudor, Bancamia Quirigua, Rapicade calle 80, Centro Medico Comunitario entre otros.

Por otro lado, la Av. Calle 80 cuenta con una malla vial importante para el sistema de Transmilenio las estaciones que se encuentran en el tramo de estudio son: Minuto de Dios, Carrera 77, Granja y Avenida Ciudad de Cali, estas estaciones presentan un gran flujo de usuarios, quienes al salir de las estaciones transitan por las zonas de las ciclorutas causando entorpecimiento que es desfavorable para los biciusuarios, especialmente en las horas pico que va desde las 6:00 am hasta las 8:00 am, donde el flujo de biciusuarios aumenta considerablemente, esto sucede debido a los horarios de entrada a diferentes zonas de trabajo y de estudio para los bici usuarios y también para las personas que salen de las estaciones de Transmilenio y estaciones del SITP.

2.1.2 Características del trayecto de la cicloruta. Cicloruta de la calle 80 entre Avenida Boyacá y Avenida Ciudad de Cali es una cicloruta bidireccional sobre el andén, segregada físicamente del resto del tránsito (motorizado) y también de los peatones, reservada exclusivamente para la circulación en bicicleta (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016), delimitando su espacio por medio de demarcaciones especiales para este tipo de corredores viales, así como por un pavimento diferente al del andén para ser detectable fácilmente como se puede observar en la Figura 8.

Figura 8. Demarcación Cicloruta



Fuente. Los Autores

Respecto a las características que presenta la zona una vez realizada la visita del trayecto objeto de estudio, se pudo evidenciar que hay gran cantidad de locales comerciales a lo largo de éste, como se observa en la Figura 9 y esta característica se presenta a lo largo de todo el trayecto.

Figura 9. Características alrededor de la cicloruta



Fuente. Los Autores

El inicio la cicloruta de la calle 80 va desde la Avenida Boyacá siendo esta la primera parte del tramo, se pudo observar como este tramo se encuentra regular ya que, la señalización se encuentra deteriorada y el pavimento flexible presenta una serie de grietas que pueden ir empeorando con el pasar del tiempo; por otra parte, no existe ninguna clase de señalización que indique que este es el inicio de la cicloruta, así como se evidencia en la Figura 10.

Figura 10. Inicio de cicloruta Calle 80 con Avenida Boyacá



Fuente. Los Autores

Por otro lado, en los primeros metros del tramo de la cicloruta se encuentra la primera intersección ubicada en la Avenida calle 80 con carrera 76, este es un punto importante a tener en cuenta en cuanto al nivel de accidentalidad pues, el flujo vehicular de esta intersección es bastante alto debido a que da entrada al barrio Minuto de Dios y conecta un cruce convencional de uso compartido bidireccional como se observa en la Figura 11.

Figura 11. Intersección Cicloruta Av. Calle 80 con Calle 76



Fuente. Los Autores

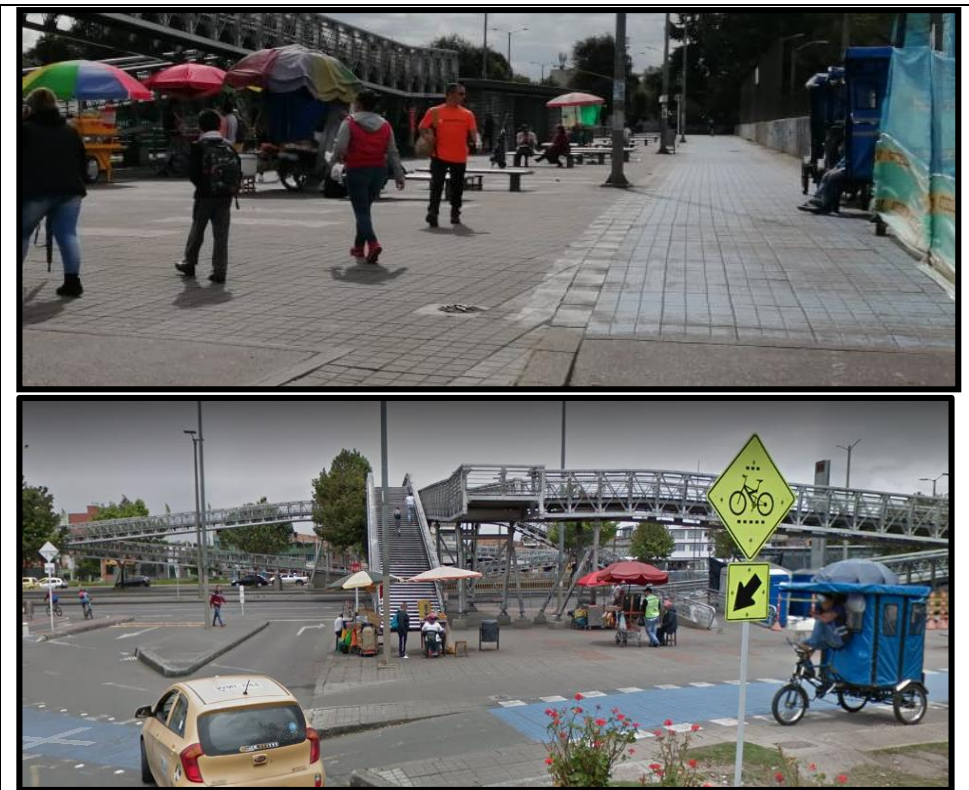
Otro de los sitios que es de vital importancia es el que se muestra en la Figura 12 ubicado sobre la Av. calle 80 transversal 77, en donde se encuentra ubicado el Instituto Superior Cooperativo, la estación de alimentadores de la 77 y la estación de Transmilenio Granja Cra 77, convirtiéndose en uno de los puntos más concurridos del tramo de estudio ya que, hay gran flujo de peatones que hacen uso de esos servicios públicos, por otra parte en la Figura 13 se puede evidenciar que hay un gran número de vendedores ambulantes y bici taxis los cuales causan entorpecimiento en el paso de los biciusuarios que transitan por la ciclobanda.

Figura 12. Cicloruta Avenida Calle 80 con Transversal 77



Fuente. Los Autores

Figura 13. Invasión de cicloruta por Bicitaxis y cercanía de vendedores ambulantes



Fuente. Los Autores

Es importante aclarar que que la cantidad del flujo de biciusuarios y peatones varía según la hora, como se ve en la Figura 14, en una hora valle (2pm), en donde no hay gran flujo de personas y no se presenta congestión en el trayecto de la cicloruta,

a diferencia de la hora pico (6:00 am), que cuando empiezan evidenciarse una serie de problemas respecto al flujo y movilidad de los biciusuarios.

Figura 14. Movilidad Biciusuarios



Fuente. Los Autores

A diferencia de las hora de la tarde, en las horas de la mañana el flujo de biciusuarios es mayor, lo que causa un poco de entorpecimiento a la hora de cruzar por las intersecciones que hay en algunos tramos de la ciclorruta, así mismo se observa un uso imprudente de la ciclorruta, pues algunas personas que al tratar de llegar a tiempo a sus punto de trabajo o estudio, en ocasiones cometen imprudencias como la que se ve en la Figura 15, en donde una biciusuaria adelanta en plena interseccion e invade el carril o puesto de la ciclorruta lo cual es una de las principales causas de accidentalidad; por otra parte, sigue habiendo imprudencia por parte de algunos biciusuarios que no hacen el uso correcto de los carriles de la ciclorruta y prefieren exponer sus vidas al pasarse a la via de los vehiculo como se ve en la Figura 15.

Figura 15. Ciclorruta Horas Pico – Uso incorrecto por parte de los Biciusuarios



Fuente los Autores.

Al finalizar el recorrido del tramo de estudio que hace intersección con a la Av. Cali con carrera 86 algunos biciusuarios no hacen el correcto uso de la cicloruta y esta es una de las principales causas de accidentalidad; por otra parte, en esta intersección no existe ninguna clase de demarcación la cual indique a los vehículos que aquí cruzan biciusuarios y personas también véase la Figura 16.

Figura 16. Intersección Cicloruta Av. Calle 80 con Avenida Ciudad de Cali



Fuente. Los Autores

En cuanto a la infraestructura se destaca la cicloruta de la Av. Calle 80 está construida en pavimento flexible, exceptuando el tramo ubicado frente al Instituto Superior Cooperativo y la estación de alimentadores de la carrera 77 la cual se encuentra construida en adoquines y cuyo paso para ciclistas fue demarcado con pintura azul de alto impacto como se observa en la Figura 17.

Figura 17. Tramo Cicloruta Av. Calle 80 con 76 Demarcado con Pintura de Alto Impacto Azul




Fuente. Los Autores

2.1.3 Estado de la infraestructura de la cicloruta. Durante la inspección técnica al tramo de cicloruta se pudo evaluar y registrar de forma específica, algunos daños visibles en el pavimento del tramo que la comprende, esta evaluación contempla características como textura, suavidad, consistencia, resistencia al agua, bordes, y otros elementos, haciendo una clasificación de daños leves, moderados, graves, resaltando que según la Plataforma Holandesa de Información y Tecnología para la

Infraestructura el Tráfico, el Transporte y el Espacio Público CROW (2011) “lo que se considera un daño leve para el tráfico motorizado o vehicular, puede ser un daño moderado o incluso grave para los ciclistas” (p. 372), pues alteraciones en la vía como hundimientos y grietas puede llegar a generar caídas y/o accidentes que resulten en lesiones para los biciusuarios.


Durante la inspección visual del tramo se pudo observar en algunos de sus tramos un desgaste considerable sufrido por factores como la acción del tiempo, factores climáticos y nivel de servicio (tránsito de bicicletas, bicitaxis, motos eléctricas), a continuación, en los Cuadros 5, 6 y 7 se describe las principales fallas encontradas.

Cuadro 5. Inspección y Evaluación del Pavimento por Fisura por Reflexión o Grietas del Pavimento

TIPO DE DETERIORO	ESTRUCTURA	
CLASE DETERIORO	Agrietamientos - Fisura por reflexión o grietas del pavimento	
DESCRIPCIÓN	Se presentan rotura longitudinal y transversal, con abertura menor considerable, además presenta desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media que puede causar movimientos bruscos a las bicicletas	
REGISTRO FOTOGRÁFICO		
EVALUACIÓN	Proporción del área afectada respecto al área total	
	LEVE <5%	
	5% < MODERADO < 30%	X
	30% < GRAVE	
CAUSAS	Fatiga de la estructura Ligantes asfaltos envejecidos Construcción Inadecuadamente trabajada	

Fuente. Los Autores

Cuadro 6. Inspección y Evaluación del Pavimento por Pérdida de Agregado

TIPO DE DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE	
CLASE DETERIORO	Desprendimientos - Pérdida de agregados	
DESCRIPCIÓN	Se observa pérdida en la superficie de los agregados de capas asfálticas y pérdida parcial del agregado dejando expuestas las capas de apoyo. Así mismo agrietamiento severo y hundimientos	
REGISTRO FOTOGRÁFICO		
EVALUACIÓN	Proporción del área afectada respecto al área total	
	LEVE <5%	
	5% < MODERADO < 30%	
	30% < GRAVE	X
CAUSAS	<p>Uso de agregados (áridos) con tamaño inadecuado y distribución granulométrica deficiente</p> <p>Circulación de llantas con clavos.</p> <p>Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales.</p> <p>Problemas de adherencia entre agregado y asfalto.</p> <p>Lluvia durante la aplicación o el fraguado del ligante asfáltico.</p> <p>Déficiencia de compactación de la carpeta asfáltica.</p>	

Fuente. Los Autores

Cuadro 7. Inspección y Evaluación del Pavimento por Agrietamientos - Piel de Cocodrilo

TIPO DE DETERIORO	ESTRUCTURA	
CLASE DETERIORO	Agrietamientos - Piel de cocodrilo	
DESCRIPCIÓN	Se presentan roturas longitudinales y transversales de gran tamaño con abertura creciente, ya que el deterioro sigue avanzando, lo que provoca hundimiento del área más afectada.	
REGISTRO FOTOGRÁFICO		
EVALUACIÓN	Proporción del área afectada respecto al área total	
	LEVE <5%	
	5% < MODERADO < 30%	X
	30% < GRAVE	
CAUSAS	Incompatibilidad de deflexiones con el espesor de la capa de rodadura (carpeta). Subdrenaje inadecuado Desgaste de ligantes	

Fuente. Los Autores




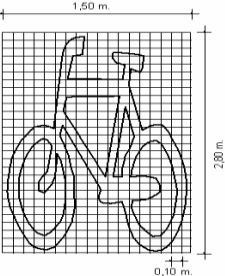
Como se puede observar el estado del pavimento de la cicloruta, en algunos tramos se encuentra en regular estado, presentando diferentes tipos de fallas característicos de un pavimento flexible como piel de cocodrilo, baches, agrietamientos longitudinales y transversales; esto hace que los biciusuarios deban disminuir la velocidad para poder esquivar este tipo de daños y así evitar un accidente. Cabe mencionar que hay tramos que no presentan daños ni fallas de ningún tipo, el estado del pavimento es aceptable para el tránsito de las bicicletas.

2.1.4 Evaluación Requerimientos Estructurales y de Diseño de la cicloruta según Normatividad. El Plan Maestro de Ciclorutas - Manual de Diseño del IDU, tiene una serie de técnicas y requerimientos constructivos que deben cumplir los sistemas de ciclorutas, por tanto, una vez realizada la inspección visual del tramo objeto de estudio, se quiso determinar el nivel de cumplimiento de las estipulaciones del Manual, en cuanto a requerimientos técnicos constructivos, de señalización y demarcación. A continuación, en el Cuadro 8 se presentan los resultados de la evaluación de cumplimiento de requerimientos:

Cuadro 8. Evaluación de Cumplimiento de Requerimientos para Sistemas de Ciclorutas según el IDU

Característica	Especificaciones IDU	Cumple			Observaciones
		Si	No	Parcialmente	
Ancho de las pistas y fajas bidireccionales	El ancho mínimo efectivo para una pista bidireccional protegidas por un separador debe ser de 2.50 m, para Volúmenes menores o iguales a 1.500 bicicletas /día				El ancho de la pista o faja de la cicloruta es de 1.50 cm
Pavimentación	Tipos de pavimento concreto asfáltico con agregados pequeños sobre una base estabilizada o base tratada con cal o cemento o tratamiento superficial doble, utilizando un producto bituminoso.	X			
	Superficie de rodadura regular, impermeable, antideslizante y, de aspecto agradable			X	Como se observó anteriormente el estado de la superficie de la vía presente deterioros
	Diferenciación del carril por su coloración. Se recomienda que la banda de rodamiento para los ciclistas posea una textura y color diferente al de otro tipo de circulaciones	X			
Capa de rodadura	Proveer una superficie de rodadura confortable y segura.			X	Presenta fallas
	Tapas de pozos de inspección y sumideros están niveladas con la superficie de rodadura.	X			
	El tramo no tiene arena, tierra y otros materiales que puedan causar accidentes.			X	Se observa en varios tramos residuos de material granular desprendido, basura
Capa de rodadura	Fisuras en la superficie de rodadura aceptables: Paralelas 1,3 cm de ancho Perpendiculares 2,0 cm de ancho		X		En algunos tramos las fisuras tienen tamaños superiores a los aceptados

Cuadro 8. (Continuación)

Característica	Especificaciones IDU	Cumple			Observaciones
		Si	No	Parcialmente	
Señalización vertical	<p>Señales reglamentarias cicloruta se empleará para notificar a los usuarios la existencia de una vía exclusiva para el tránsito de bicicletas</p> 	X			
	<p>Señales preventivas se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía utilizado frecuente o exclusivamente por bicicletas</p> 	X			
	<p>Señales informativas se empleará para indicar la dirección o distancia a que se encuentra una cicloruta.</p> 	X			
Señalización horizontal	<p>En intersecciones: demarca el pavimento estableciendo un ancho del cruce variable de acuerdo con la situación específica</p>	X			
	<p>En ciclorutas: demarca mediante un trazo continuo, de color blanco de 25 cm de ancho, separando de esta manera el tránsito de bicicletas del tránsito automotor</p> 		X	X	Se observa este tipo de señal en el tramo objeto de estudio pero la mayoría se encuentra deteriorada

Cuadro 8. (Continuación)

Característica	Especificaciones IDU	Cumple			Observaciones
		Si	No	Parcialmente	
	Líneas de PARE Las intersecciones equipadas con semáforos, deben estar dotadas de buena visibilidad, especialmente durante los períodos de espera en luz roja	X			
Iluminación	La pista está bien iluminada, a fin de que el ciclista perciba los peligros que le puedan presentar.				
	La iluminación brinda buena visibilidad en las intersecciones				

Fuente. Los Autores Basados en Manual IDU

Como se puede observar el tramo de cicloruta objeto de estudio cumple con algunos de los requerimientos del manual del IDU, sin embargo, se encuentran deficiencias en cuanto al pavimento y a la demarcación de la señalización que no es adecuada en todo el tramo como se puede observar en la Figura 18, mientras que en otros tramos la señalización se encuentra en mejor estado y se observan las señales verticales advirtiendo sobre la cicloruta como se observa en la Figura 19

Figura 18. Demarcación Horizontal de la cicloruta deteriorada



Fuente. Los Autores

Figura 19. Señalización de la cicloruta bien ubicada



Fuente. Los Autores


3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DEMANDA DE BICI USUARIOS

3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar el análisis estadístico de la demanda de biciusuarios de la cicloruta de la Av. Calle 80 entre la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali, se establecieron como períodos de estudio los años 2017, 2018 y 2019, tomando como referencia los datos tomados durante un mes y un día diferente para cada año, tomándose los datos correspondientes a las franjas horarias denominadas como “horas pico”, es decir, entre las 6:00 a.m. y 9:00 a.m. y entre las 4:00 p.m. y las 8:00 p.m.

La recopilación de datos correspondientes a los años 2017 y 2018 se realizó mediante aforos realizados por el portal SIMUR, a cargo de la Secretaría Distrital de Movilidad y el cual “se constituye en la base y soporte para la logística de la ciudad, mediante un sistema integrado de información” (SIMUR, 2017), recopilados para el monitoreo tránsito y transporte urbano Bogotá. Por otro lado, los datos correspondientes al año 2019, fueron tomados del aforo realizado por los investigadores, utilizando un formato para consignación de información el cual se muestra en la Figura 20 (véase el Anexo A).

Figura 20. Formato Aforo Biciusuarios

AFORO BICIUSUARIOS CALLE 80		
AFORO		REVISION 1
Fecha (D.M.A): _____ Estación de Aforo: _____		
Condición Climática: _____ Movimientos Aforados : _____		
Aforador: _____ Hoja _____ de _____		
Hora de Inicio : _____ Hora Final : _____		
PER	MOV	BICICLETAS 
6:00 - 6:14		

Fuente. Los Autores

Por otro lado, para hacer un análisis de los tramos de la cicloruta más transitados por los biciusuarios, se tomaron los datos de los aforos en 8 puntos específicos, como se puede observar en el Cuadro 9:

Cuadro 9. Puntos de Aforo de Biciusuarios Cicloruta Av. Calle 80

Punto	Vía	Localización
1	AC_80	CR_73 ^a
2	AC_80	CR_76
3	AC_80	TRANS_77
4	AC_80	CR_78 ^a
5	AC_80	CR_81 ^a
6	AC_80	CR_82 ^a
7	AC_80	CR_83
8	AC_80	CR_86

Fuente. Los Autores

Así mismo, los datos fueron registrados en períodos de tiempo de 15 minutos, empezando en la hora pico diurna a las 6 a.m. y terminando a las 9 a.m.; y, en la hora pico nocturna empezando a las 4:30 p.m. y terminando a las 8 p.m. como se puede observar en el Cuadro 10:

Cuadro 10. Períodos de Toma de Datos Aforos de Biciusuarios

Período	Hora
1	6:00 - 6:14
2	6:15 - 6:29
3	6:30 - 6:44
4	6:45 - 6:59
5	7:00 - 7:14
6	7:15 - 7:29
7	7:30 - 7:44
8	7:45 - 7:59
9	8:00 - 8:14
10	8:15 - 8:29
11	8:30 - 8:44
12	8:45 - 8:59
13	16:30 - 16:44
14	16:45 - 16:59
15	17:00 - 17:14
16	17:15 - 17:29
17	17:30 - 17:44
18	17:45 - 17:59
19	18:00 - 18:14
20	18:15 - 18:29
21	18:30 - 18:44
22	18:45 - 18:59
23	19:00 - 19:14
24	19:15 - 19:29
25	19:30 - 19:44
26	19:45 - 19:59

Fuente. Los Autores

3.2 RESULTADOS AFOROS BICIUSUARIOS

Una vez recopilada la información de aforos de biciusuarios de la cicloruta de la Av. Calle 80 del tramo comprendido entre la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali, se obtiene los siguientes resultados:

3.2.1 Demanda de Biciusuarios año 2017. Los datos recopilados en bases de datos del portal SIMUR, para el análisis de la demanda de biciusuarios del año 2017 correspondieron al día 3 de marzo (véase el Anexo B), observándose que durante las horas picos del día se tuvo un total de 7828 biciusuarios que transitaron el tramo de cicloruta objeto de estudio, de los cuales 4346 correspondieron a la hora pico diurna (6 a.m. a 9 a.m.) mientras que 3482 correspondieron a la hora pico nocturna (4:30 p.m. a 8 p.m.), observándose que durante la franja diurna se tiene una mayor demanda, comportamiento que se observa en cada uno de los puntos seleccionados, es decir que hubo un mayor índice de demanda de biciusuarios

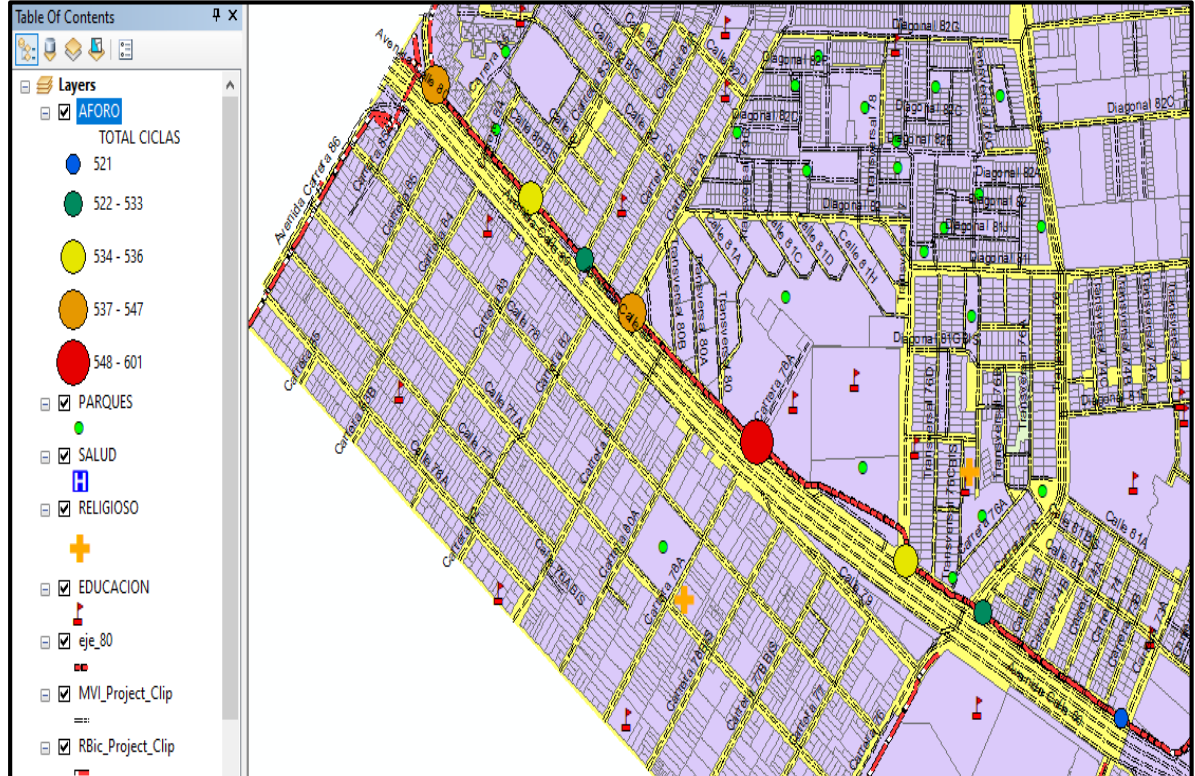
durante la franja del día diurna que en la nocturna. Así mismo, se tiene que el punto 8 es el que presenta mayor tránsito de biciusuarios en las dos franjas analizadas con 601 biciusuarios franja diurna y 479 para la franja nocturna, mientras que el punto 1 fue el menos transitado con 521 biciusuarios franja diurna y 365 franja nocturna, como se muestra en el Cuadro 11 y en la figura 20.

Cuadro 11. Resultados Aforo de Biciusuarios 3 de Marzo de 2017

PERIODO	Aforo de Biciusuarios 3 de Marzo de 2017								
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	TOTAL
6:00 - 6:14	35	37	38	43	42	43	44	45	327
6:15 - 6:29	32	35	37	44	41	42	45	48	324
6:30 - 6:44	40	38	40	23	25	26	28	29	249
6:45 - 6:59	35	32	30	35	33	34	36	68	303
7:00 - 7:14	42	39	35	42	39	35	38	39	309
7:15 - 7:29	50	45	44	47	45	44	42	45	362
7:30 - 7:44	58	52	49	55	52	53	54	56	429
7:45 - 7:59	49	57	56	56	57	55	54	55	439
8:00 - 8:14	56	60	62	62	60	62	62	64	488
8:15 - 8:29	42	52	56	50	52	52	53	56	413
8:30 - 8:44	44	53	54	51	53	54	55	58	422
8:45 - 8:59	38	33	34	34	33	35	36	38	281
16:30 - 16:44	20	22	24	27	25	24	25	26	193
16:45 - 16:59	24	23	26	29	27	29	30	31	219
17:00 - 17:14	12	27	28	33	30	28	29	30	217
17:15 - 17:29	16	24	26	26	25	28	28	29	202
17:30 - 17:44	25	28	30	29	28	29	30	31	230
17:45 - 17:59	28	38	39	44	40	42	41	42	314
18:00 - 18:14	22	32	34	43	42	43	42	45	303
18:15 - 18:29	26	27	30	35	32	36	38	39	263
18:30 - 18:44	24	25	28	31	30	33	34	34	239
18:45 - 18:59	33	31	29	32	28	27	28	30	238
19:00 - 19:14	38	30	32	28	25	26	27	28	234
19:15 - 19:29	30	24	26	26	28	29	28	29	220
19:30 - 19:44	32	34	36	36	37	39	38	39	291
19:45 - 19:59	35	38	27	44	40	44	45	46	319
Total Hora Pico Diurna	521	533	535	542	532	535	547	601	4346
Total Hora Pico Nocturna	365	403	415	463	437	457	463	479	3482
TOTAL	886	936	950	1005	969	992	1010	1080	7828

Fuente. Los Autores, datos tomados del Portal SIMUR.

Figura 20. Resultados Aforo de Biciusuarios



Fuente. Los Autores

3.2.2 Demanda de Biciusuarios año 2018. Para el análisis de la demanda de biciusuarios del año 2018 se tomaron los datos en bases de datos del portal SIMUR correspondieron al día 18 de Julio (véase el Anexo C), observándose que durante las horas picos del día se tuvo un total de 8097 biciusuarios que transitaron el tramo de cicloruta objeto de estudio, de los cuales 4353 correspondieron a la hora pico diurna (6 a.m. a 9 a.m.) mientras que 3744 correspondieron a la hora pico nocturna (4:30 p.m. a 8 p.m.), observándose que durante la franja diurna se tiene una mayor demanda, sin embargo, este comportamiento no se presenta en cada uno de los puntos seleccionados pues algunos tuvieron mayor demanda en la franja nocturna que en la diurna. Así mismo, se tiene que el punto 6 fue el que presentó mayor tránsito de biciusuarios en la franja diurna con 590, mientras que en los puntos 1 y 2 fueron los que mayor tránsito tuvieron durante la franja nocturna 579 respectivamente; por otro lado, el punto 1 fue el menos transitado en la franja diurna con 466 biciusuarios, y el punto 3 en la franja nocturna con 403, como se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Resultados Aforo de Biciusuarios 18 de Julio de 2018

PERIODO	Aforo de Biciusuarios 18 de Julio de 2018								
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	TOTAL
6:00 - 6:14	58	55	59	61	65	67	68	65	498
6:15 - 6:29	48	54	49	52	45	49	50	51	398
6:30 - 6:44	47	48	55	54	56	55	54	55	424
6:45 - 6:59	59	54	60	61	45	48	59	60	446
7:00 - 7:14	43	48	46	44	86	87	49	48	451
7:15 - 7:29	45	52	50	51	68	69	67	68	470
7:30 - 7:44	38	39	42	43	46	48	57	58	371
7:45 - 7:59	29	42	35	36	36	38	39	40	295
8:00 - 8:14	25	35	36	38	37	39	40	41	291
8:15 - 8:29	29	30	24	26	28	29	28	30	224
8:30 - 8:44	22	33	29	30	29	30	31	32	236
8:45 - 8:59	23	46	26	30	28	31	32	33	249
16:30 - 16:44	29	27	28	29	32	35	36	35	251
16:45 - 16:59	33	25	38	36	36	37	38	39	282
17:00 - 17:14	51	49	32	33	28	29	31	32	285
17:15 - 17:29	67	62	26	24	24	24	26	27	280
17:30 - 17:44	60	62	28	29	22	25	27	28	281
17:45 - 17:59	58	55	33	30	36	32	33	34	311
18:00 - 18:14	57	53	28	31	30	31	32	33	295
18:15 - 18:29	58	59	29	26	34	34	35	36	311
18:30 - 18:44	45	51	40	44	44	48	47	48	367
18:45 - 18:59	32	39	32	36	38	40	41	42	300
19:00 - 19:14	29	25	29	28	28	29	30	31	229
19:15 - 19:29	16	21	16	18	16	18	20	22	147
19:30 - 19:44	25	29	25	28	28	24	26	27	212
19:45 - 19:59	19	22	19	22	24	28	29	30	193
Total Hora Pico Diurna	466	536	511	526	569	590	574	581	4353
Total Hora Pico Nocturna	579	579	403	414	420	434	451	464	3744
TOTAL	1045	1115	914	940	989	1024	1025	1045	8097

Fuente. Los Autores, datos tomados del Portal SIMUR.

3.2.3 Demanda de Biciusuarios año 2019. Para el análisis de la demanda de biciusuarios del año 2019 como se mencionó anteriormente, se realizó el aforo el día 26 de Agosto (véase el Anexo D), observándose que durante las horas picos del día se tuvo un total de 10399 biciusuarios que transitaron el tramo de cicloruta objeto de estudio, de los cuales 5788 correspondieron a la hora pico diurna (6 a.m. a 9 a.m.) mientras que 4611 correspondieron a la hora pico nocturna (4:30 p.m. a 8 p.m.), observándose que durante la franja diurna se tiene una mayor demanda, sin embargo, este comportamiento no se presenta en cada uno de los puntos seleccionados pues algunos tuvieron mayor demanda en la franja nocturna que en la diurna.

Así mismo, se tiene que el punto 2 fue el que presentó mayor tránsito de biciusuarios en la franja diurna con 814, mientras que en el punto 1 fue el que mayor tránsito tuvo durante la franja nocturna 874; por otro lado, el punto 4 fue el menos transitado en las dos franjas con 600 biciusuarios franja diurna y 269 franja nocturna, como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Resultados Aforo de Biciusuarios 26 de Agosto de 2019

PERIODO	Aforo de Biciusuarios 26 de Agosto de 2019								TOTAL
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	
6:00 - 6:14	67	61	52	45	51	45	50	50	421
6:15 - 6:29	69	69	60	55	62	67	70	65	517
6:30 - 6:44	85	85	62	62	64	66	72	69	565
6:45 - 6:59	80	82	58	48	68	70	69	64	539
7:00 - 7:14	78	80	59	58	59	65	66	70	535
7:15 - 7:29	75	76	53	56	58	62	67	72	519
7:30 - 7:44	65	71	52	49	66	70	71	69	513
7:45 - 7:59	68	68	66	61	69	75	80	78	565
8:00 - 8:14	50	63	48	43	40	55	55	59	413
8:15 - 8:29	57	58	46	43	49	58	60	62	433
8:30 - 8:44	58	53	43	38	40	45	45	44	366
8:45 - 8:59	35	48	38	42	50	59	62	68	402
16:30 - 16:44	31	32	22	12	20	29	34	39	219
16:45 - 16:59	58	30	28	18	25	30	36	34	259
17:00 - 17:14	65	49	19	15	22	29	31	28	258
17:15 - 17:29	87	59	25	10	18	22	28	33	282
17:30 - 17:44	92	75	58	16	22	28	31	35	357
17:45 - 17:59	85	82	69	18	26	29	36	28	373
18:00 - 18:14	90	81	88	22	30	33	38	36	418
18:15 - 18:29	98	92	98	26	32	40	45	49	480
18:30 - 18:44	78	97	92	15	21	33	36	40	412
18:45 - 18:59	58	79	76	16	26	31	33	38	357
19:00 - 19:14	18	58	66	14	24	30	36	30	276
19:15 - 19:29	35	25	58	13	20	29	30	25	235
19:30 - 19:44	38	28	45	35	39	44	44	38	311
19:45 - 19:59	41	37	52	39	44	49	52	60	374
Total Hora Pico Diurna	787	814	637	600	676	737	767	770	5788
Total Hora Pico Nocturna	874	824	796	269	369	456	510	513	4611
TOTAL	1661	1638	1433	869	1045	1193	1277	1283	10399

Fuente. Los Autores

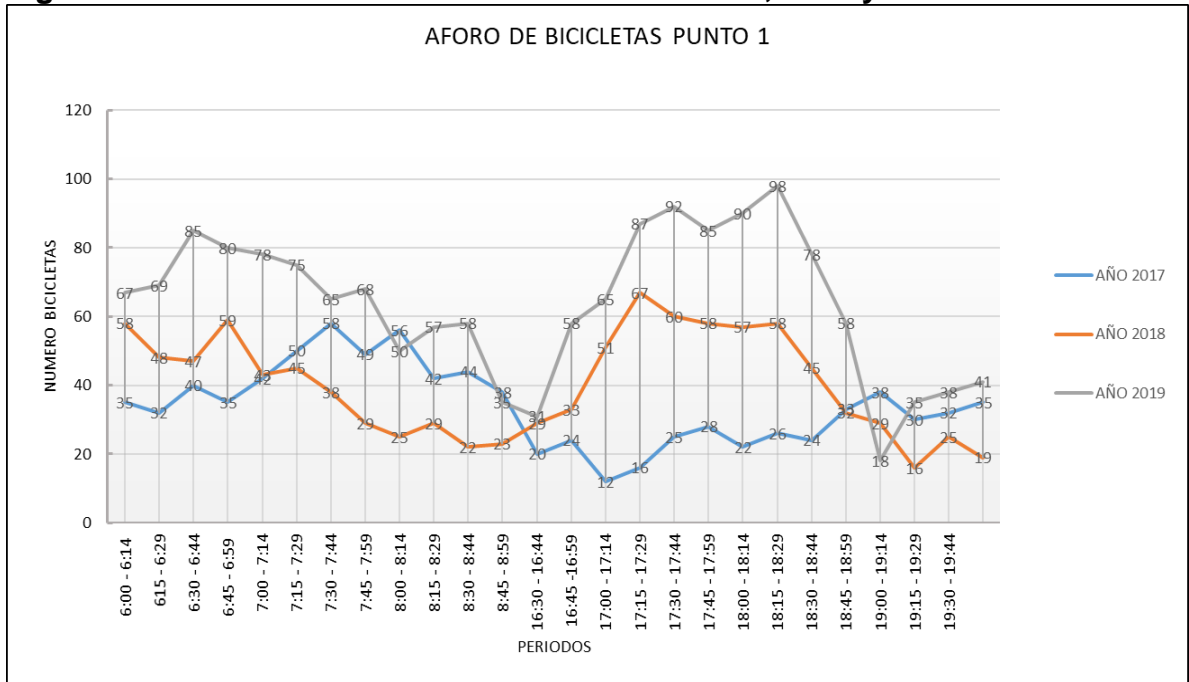
3.2.4 Análisis Comparativo Demanda de Biciusuarios por Puntos. Para realizar un análisis más detallado de la demanda de biciusuarios en la cicloruta objeto de estudio, y determinar la hora en la que se presenta mayor tránsito de bicicletas se tomaron los datos de cada punto según las horas para toma de datos y se compararon los tres años seleccionados (véase el Anexo E), obteniéndose los siguientes resultados.

3.2.4.1 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 1 años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados de los aforos correspondientes al punto 1 de cicloruta es decir Avenida calle 80 con carrera 73 A, mostraron que, durante la franja diurna el período más transitado para el año 2017 fue entre las 7:30 a.m. a 7:45 a.m. con 58 biciusuarios; mientras que en el año 2018 el período más transitado fue de 6:45 a.m. a 7:00 a.m. con un total de 59 biciusuarios, finalmente en el año 2019 el período más transitado fue de 6:30 a 6:45 a.m. con un total de 85 biciusuarios. En cuanto a la franja nocturna del punto 1, se encontró que, durante el 2017 el período de mayor

tránsito de biciusuarios fue de las 7 p.m. a las 7:15 p.m. con un total de 38 ciclistas; mientras que en el 2018 el período de las 5:15 p.m. a las 5:30 p.m. fue el más transitado con 67 y en el año 2019 el período de las 6:15 p.m. a las 6:30 p.m. fue el que mayor tránsito de biciusuarios tuvo con un total de 98 ciclistas, como se puede observar en la Figura 21:

Figura 21. Aforos de Bicicletas Punto 1 años 2017, 2018 y 2019

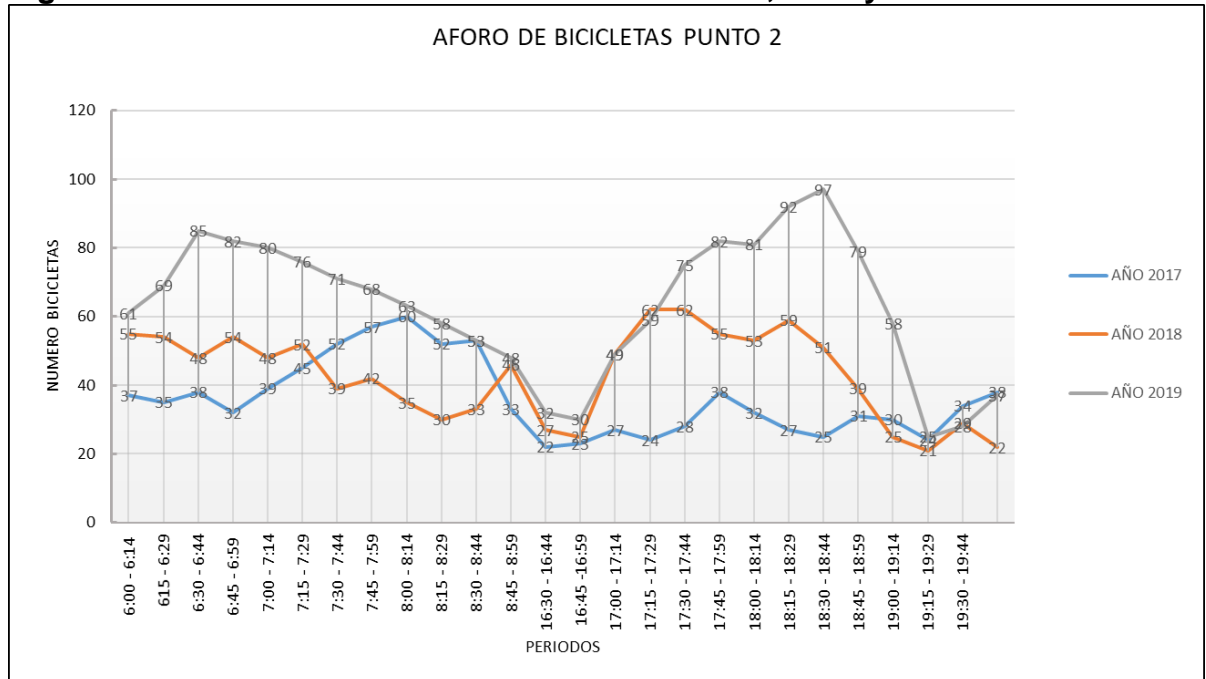


Fuente. Los Autores

3.2.4.2 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 2 años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados de los aforos correspondientes al punto 2 de cicloruta es decir Avenida calle 80 con carrera 76, mostraron que, durante la franja diurna el período más transitado para el año 2017 fue entre las 7:45 a.m. a 8 a.m. con 60 biciusuarios; mientras que en el año 2018 el período más transitado fue de 6 a.m. a 6:15 a.m. con un total de 56 biciusuarios, finalmente en el año 2019 el período más transitado fue de 6:30 a 6:45 a.m. con un total de 85 biciusuarios. En cuanto a la franja nocturna del punto 2, se encontró que, durante el 2017 los períodos de mayor tránsito de biciusuarios fueron de las 5:45 p.m. a las 6 p.m. y de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. con un total de 38 ciclistas respectivamente; mientras que en el 2018 el período de las 5:15 p.m. a las 5:30 p.m. y 5:30 p.m. a 6 p.m. fueron los más transitados con 62 y en el año 2019 el período de las 6:30 p.m. a las 6:45 p.m. fue el que mayor tránsito de biciusuarios tuvo con un total de 97 ciclistas, como se puede observar en la Figura 22:

Figura 22. Aforos de Bicicletas Punto 2 años 2017, 2018 y 2019

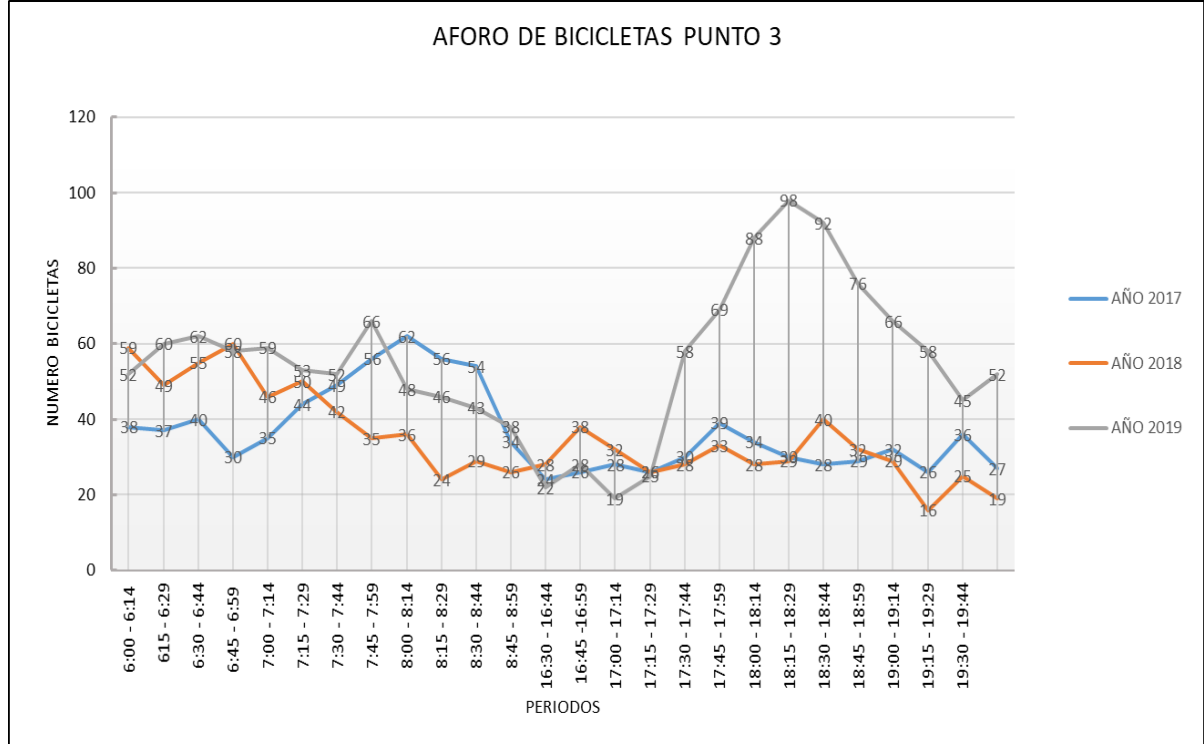


Fuente. Los Autores

3.2.4.3 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 3 años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados de los aforos correspondientes al punto 3 de cicloruta es decir Avenida calle 80 con transversal 77, mostraron que, durante la franja diurna el período más transitado para el año 2017 fue entre las 8 a.m. a 8:15 a.m. con 62 biciusuarios; mientras que en el año 2018 el período más transitado fue de 6:45 a.m. a 7 a.m. con un total de 60 biciusuarios, finalmente en el año 2019 el período más transitado fue de 7:45 a 8 a.m. con un total de 66 biciusuarios. En cuanto a la franja nocturna del punto 3, se encontró que, durante el 2017 el período de mayor tránsito de biciusuarios fue de las 5:45 p.m. a las 6 p.m. con un total de 39 ciclistas; mientras que en el 2018 el período de las 6:30 p.m. a las 6:45 p.m. fue el más transitado con 40 y en el año 2019 el período de las 6 p.m. a las 6:30 p.m. fue el que mayor tránsito de biciusuarios tuvo con un total de 98 ciclistas, como se puede observar en la Figura 23:

Figura 23. Aforos de Bicicletas Punto 3 años 2017, 2018 y 2019

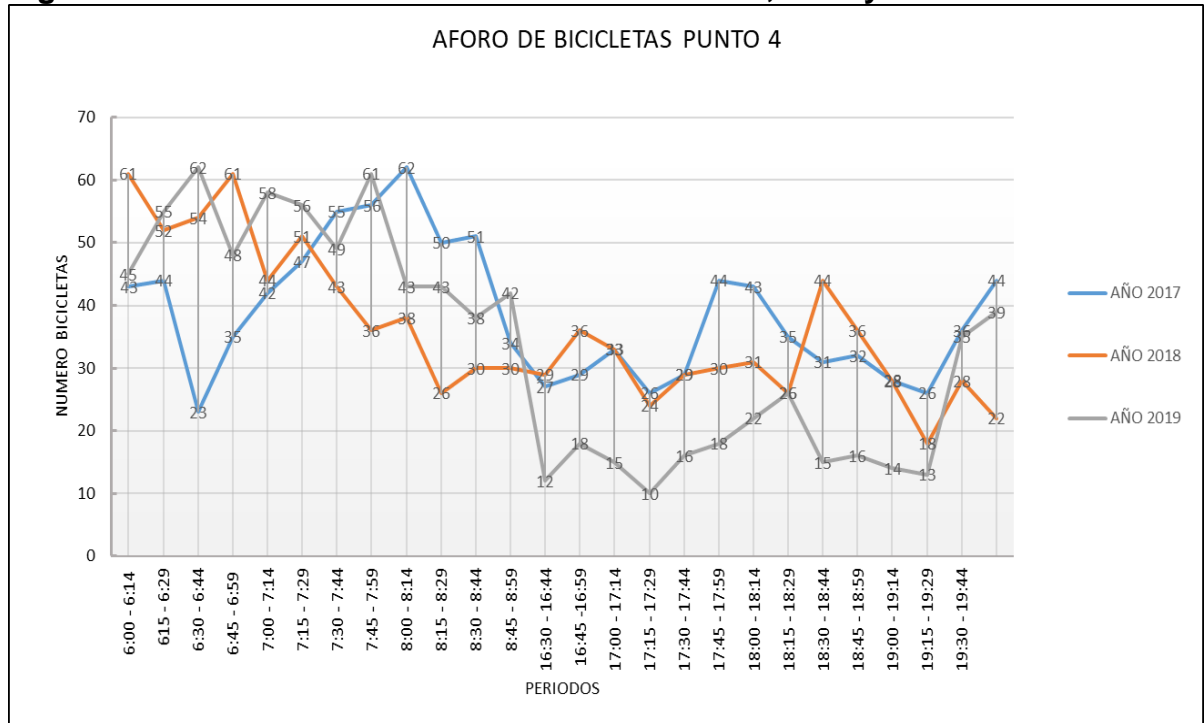


Fuente. Los Autores

3.2.4.4 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 4 años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados de los aforos correspondientes al punto 4 de cicloruta es decir Avenida calle 80 con carrera 78A, mostraron que, durante la franja diurna el período más transitado para el año 2017 fue entre las 8 a.m. a 8:15 a.m. con 62 biciusuarios; mientras que en el año 2018 los períodos más transitados fueron de 6 a.m. a 6:15 a.m. y 6:45 a.m. a 7 a.m. con un total de 61 biciusuarios respectivamente, finalmente en el año 2019 los períodos más transitados fueron de 6:30 a.m. a 6:45 a.m. y 7:30 a.m. a 7:45 a.m. con un total de 62 y 61 biciusuarios respectivamente. En cuanto a la franja nocturna del punto 4, se encontró que, durante el 2017 los períodos de mayor tránsito de biciusuarios fueron de las 5:45 p.m. a las 6 p.m. y 7:45 p.m. a 8 p.m. con un total de 44 ciclistas respectivamente; mientras que en el 2018 el período de las 6:30 p.m. a las 6:45 p.m. fue el más transitado con 44 y en el año 2019 el período de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. fue el que mayor tránsito de biciusuarios tuvo con un total de 39 ciclistas, como se puede observar en la Figura 24:

Figura 24. Aforos de Bicicletas Punto 4 años 2017, 2018 y 2019

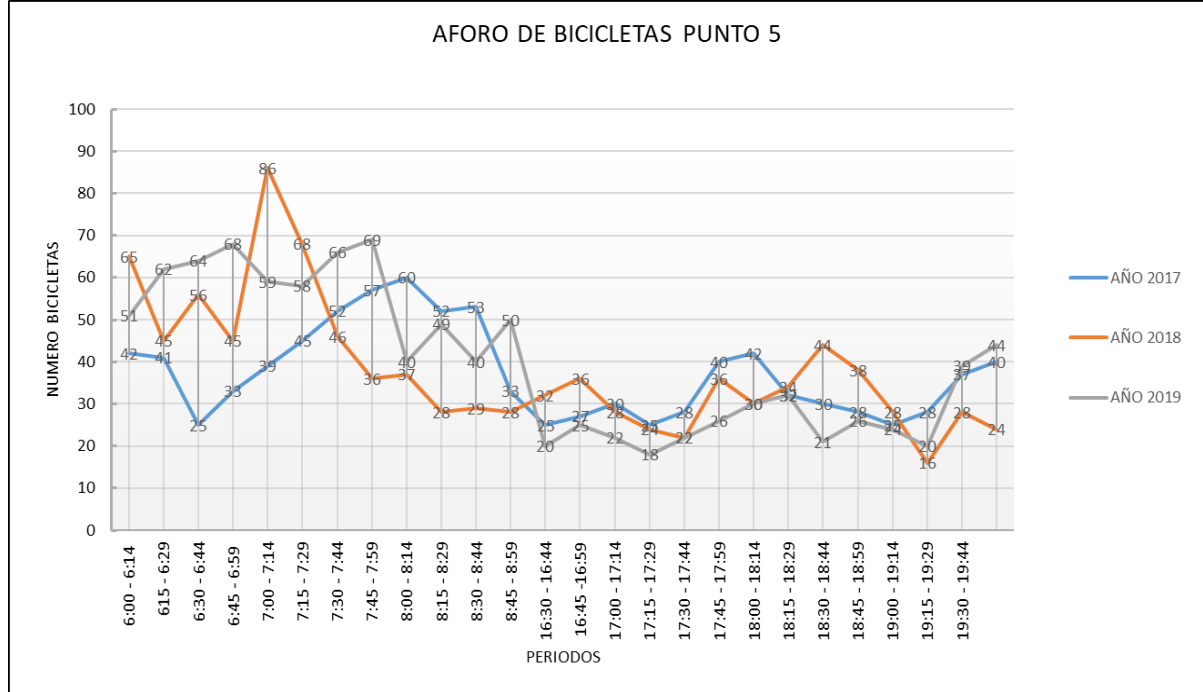


Fuente. Los Autores

3.2.4.5 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 5 años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados de los aforos correspondientes al punto 5 de cicloruta es decir Avenida calle 80 con carrera 81A, mostraron que, durante la franja diurna el período más transitado para el año 2017 fue entre las 8 a.m. a 8:15 a.m. con 60 biciusuarios; mientras que en el año 2018 el período más transitado fue de 7 a.m. a 7:15 a.m. con un total de 86 biciusuarios, finalmente en el año 2019 el período más transitado fue de 7:45 a.m. a 8 a.m. con un total de 69 biciusuarios. En cuanto a la franja nocturna del punto 5, se encontró que, durante el 2017 los períodos de mayor tránsito de biciusuarios fueron de las 6 p.m. a las 6:15 p.m. y 7:45 p.m. a 8 p.m. con un total de 42 y 40 ciclistas respectivamente; mientras que en el 2018 el período de las 6:30 p.m. a las 6:45 p.m. fue el más transitado con 44 y en el año 2019 el período de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. fue el que mayor tránsito de biciusuarios tuvo con un total de 45 ciclistas, como se puede observar en la Figura 25:

Figura 25. Aforos de Bicicletas Punto 4 años 2017, 2018 y 2019

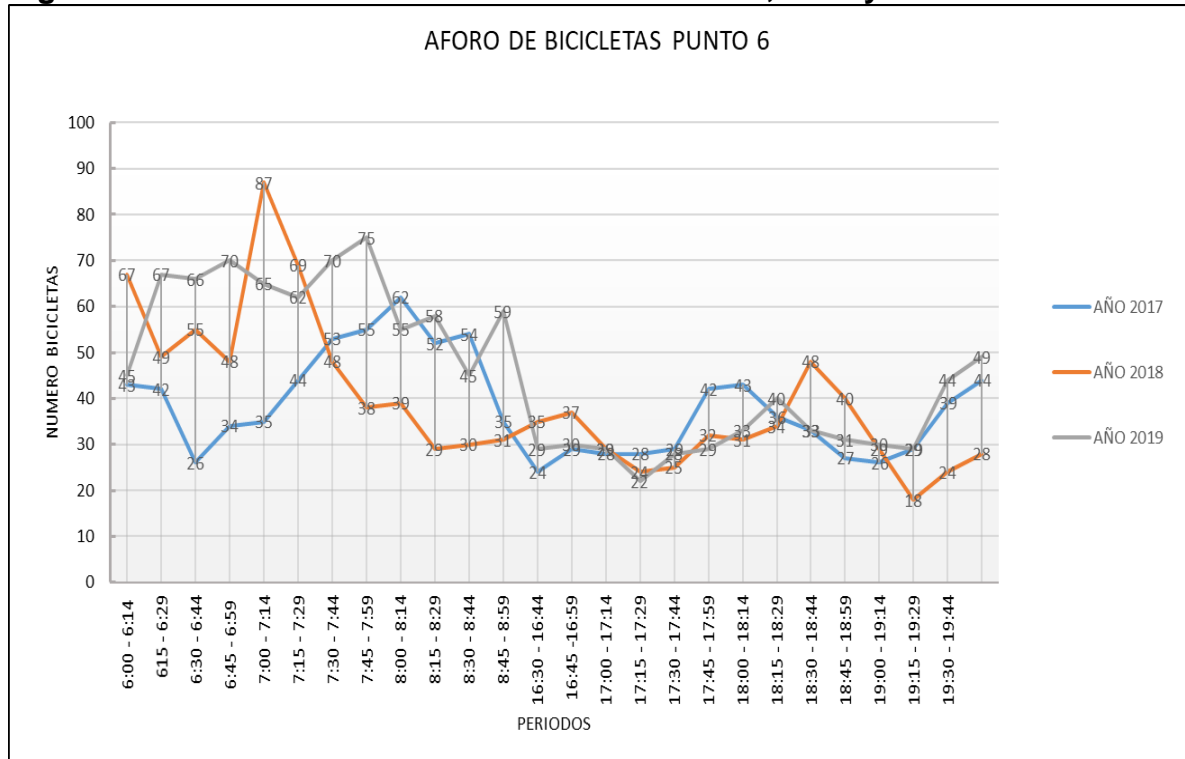


Fuente. Los Autores

3.2.4.6 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 6 años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados de los aforos correspondientes al punto 6 de cicloruta es decir Avenida calle 80 con carrera 82A, mostraron que, durante la franja diurna el período más transitado para el año 2017 fue entre las 8 a.m. a 8:15 a.m. con 62 biciusuarios; mientras que en el año 2018 el período más transitado fue de 7 a.m. a 7:15 a.m. con un total de 87 biciusuarios, finalmente en el año 2019 el período más transitado fue de 7:45 a.m. a 8 a.m. con un total de 75 biciusuarios. En cuanto a la franja nocturna del punto 6, se encontró que, durante el 2017 el período de mayor tránsito de biciusuarios fue de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. con un total de 44; mientras que en el 2018 el período de las 6:30 p.m. a las 6:45 p.m. fue el más transitado con 48 y en el año 2019 el período de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. fue el que mayor tránsito de biciusuarios tuvo con un total de 49 ciclistas, como se puede observar en la Figura 26:

Figura 26. Aforos de Bicicletas Punto 6 años 2017, 2018 y 2019

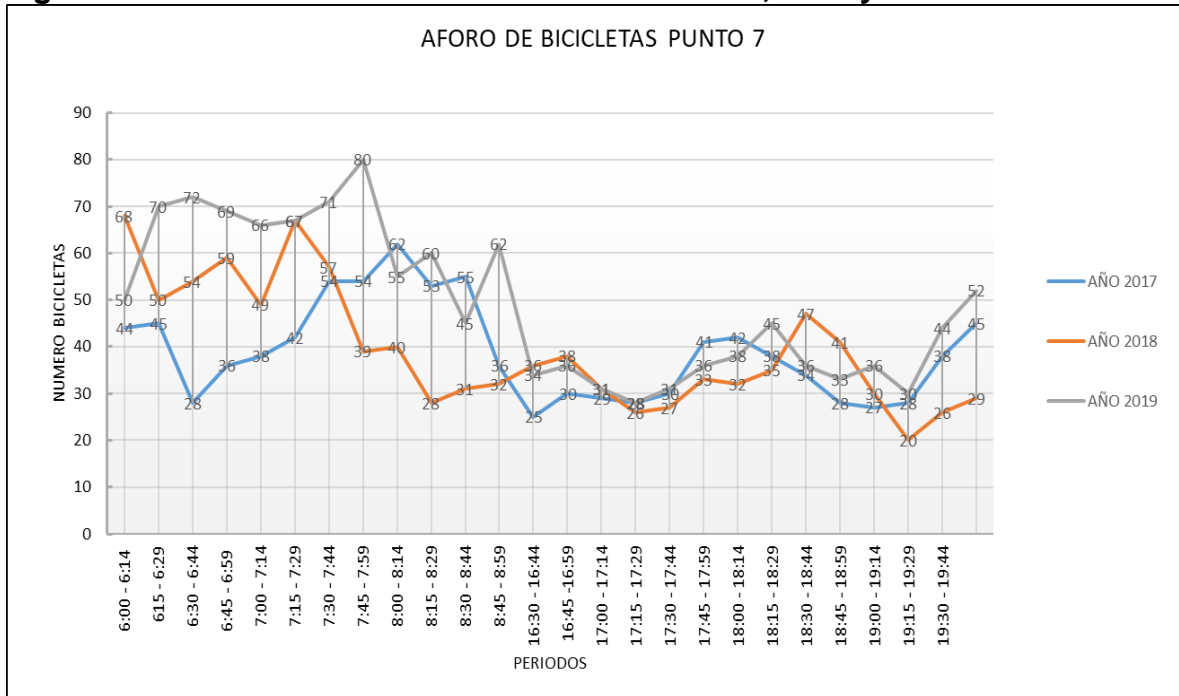


Fuente. Los Autores

3.2.4.7 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 7 años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados de los aforos correspondientes al punto 7 de cicloruta es decir Avenida calle 80 con carrera 83A, mostraron que, durante la franja diurna el período más transitado para el año 2017 fue entre las 8 a.m. a 8:15 a.m. con 62 biciusuarios; mientras que en el año 2018 los períodos más transitados fueron de 6 a.m. a 6:15 a.m. y de 7:15 a.m. a 7:30 a.m. con un total de 68 biciusuarios respectivamente, finalmente en el año 2019 el período más transitado fue de 7:45 a.m. a 8 a.m. con un total de 80 biciusuarios. En cuanto a la franja nocturna del punto 7, se encontró que, durante el 2017 el período de mayor tránsito de biciusuarios fue de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. con un total de 45; mientras que en el 2018 el período de las 6:30 p.m. a las 6:45 p.m. fue el más transitado con 47 y en el año 2019 el período de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. fue el que mayor tránsito de biciusuarios tuvo con un total de 52 ciclistas, como se puede observar en la Figura 27:

Figura 27. Aforos de Bicicletas Punto 7 años 2017, 2018 y 2019

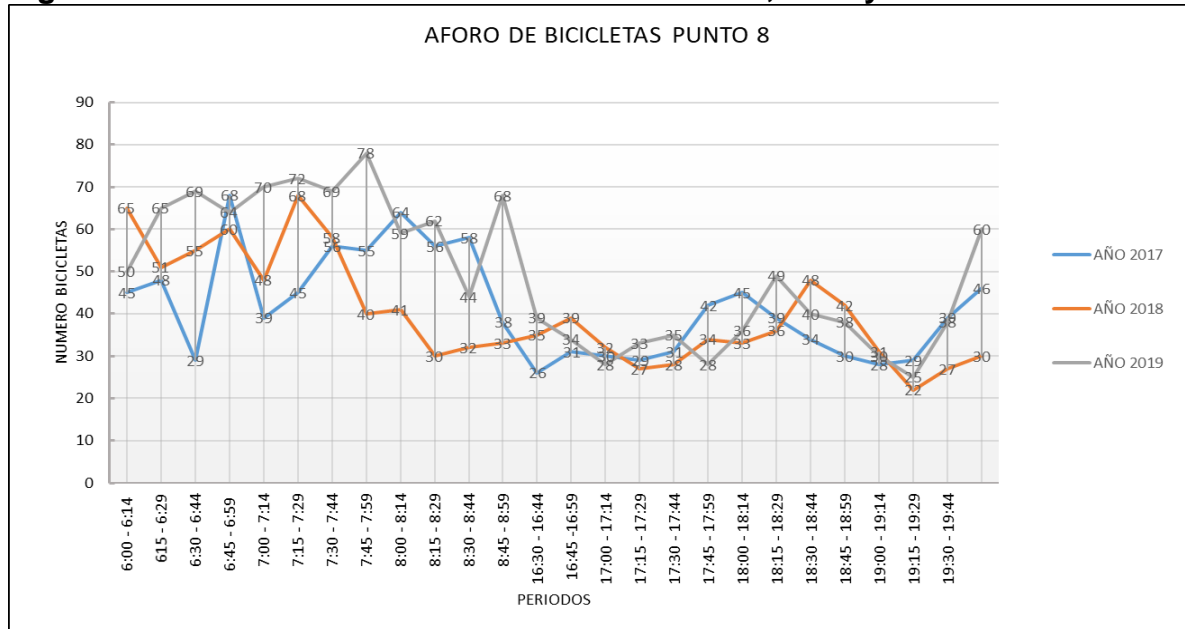


Fuente. Los Autores

3.2.4.8 Comparativo Demanda de Biciusuarios Punto 8 años 2017, 2018 y 2019.

Los resultados de los aforos correspondientes al punto 8 de cicloruta es decir Avenida calle 80 con carrera 83A, mostraron que, durante la franja diurna el período más transitado para el año 2017 fue entre las 6:30 a.m. a 6:45 a.m. con 68 biciusuarios; mientras que en el año 2018 los períodos más transitados fueron de 6 a.m. a 6:15 a.m. y de 7:15 a.m. a 7:30 a.m. con un total de 66 y 68 biciusuarios respectivamente, finalmente en el año 2019 el período más transitado fue de 7:45 a.m. a 8 a.m. con un total de 78 biciusuarios. En cuanto a la franja nocturna del punto 8, se encontró que, durante el 2017 los períodos de mayor tránsito de biciusuarios fueron de las 6 p.m. a las 6:15 p.m. y de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. con un total de 45 y 46 respectivamente; mientras que en el 2018 el período de las 6:30 p.m. a las 6:45 p.m. fue el más transitado con 48 y en el año 2019 el período de las 7:45 p.m. a las 8 p.m. fue el que mayor tránsito de biciusuarios tuvo con un total de 60 ciclistas, como se puede observar en la Figura 28.

Figura 28. Aforos de Bicicletas Punto 8 años 2017, 2018 y 2019



Fuente. Los Autores

3.2.5 Análisis Comparativo Demanda Total de Biciusuarios por Puntos Años 2017, 2018 y 2019. Según los datos recopilados en los aforos, al comparar el número de biciusuarios total por puntos durante los tres años seleccionados para el análisis se obtuvo lo siguiente (véase el Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparativo Resultados Total Aforos Demanda de Biciusuarios años 2017, 2018 y 2019

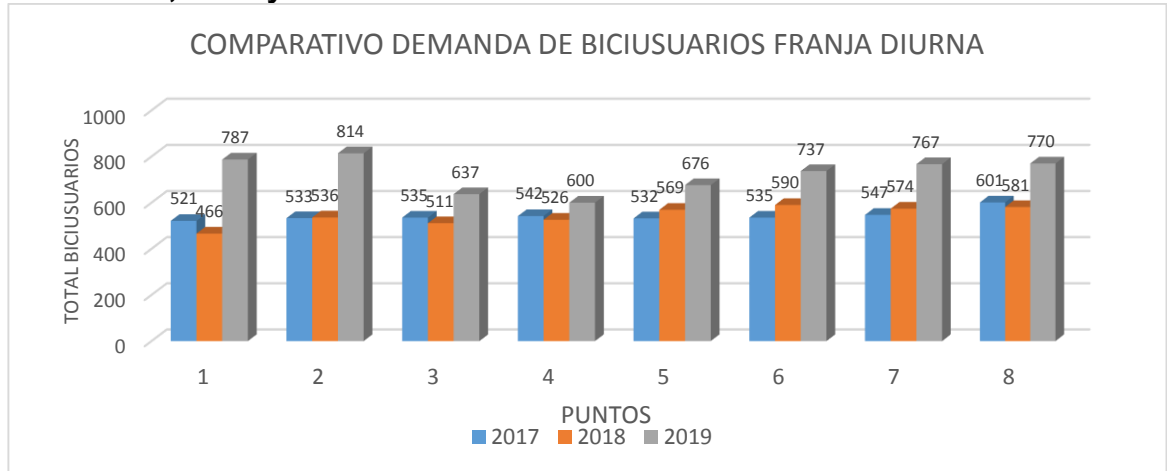
PUNTOS	2017		2018		2019		TOTALES
	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	
PUNTO 1	521	365	466	579	787	874	3592
PUNTO 2	533	403	536	579	814	824	3689
PUNTO 3	535	415	511	403	637	796	3297
PUNTO 4	542	463	526	414	600	269	2814
PUNTO 5	532	437	569	420	676	369	3003
PUNTO 6	535	457	590	434	737	456	3209
PUNTO 7	547	463	574	451	767	510	3312
PUNTO 8	601	479	581	464	770	513	3408
TOTAL JORNADA	4346	3482	4353	3744	5788	4611	
TOTAL GENERAL	7828		8097		10399		26324

Fuente. Los Autores

De acuerdo con lo anterior, se observa que el punto 8 es decir, el ubicado en la Avenida Calle 80 con Carrera 83A fue el que en promedio tuvo mayor tránsito de ciclistas en la franja diurna con un total de 601 (2017), 581 (2018) y 770 (2019) biciusuarios, mientras que el punto menos transitado en promedio para los tres años de análisis, fue el punto 4 es decir el ubicado en la Avenida Calle 80 con

carrera 78A, con un total de 542 (2017), 525 (2018) y 600 (2019), como se puede observar en la Figura 29:

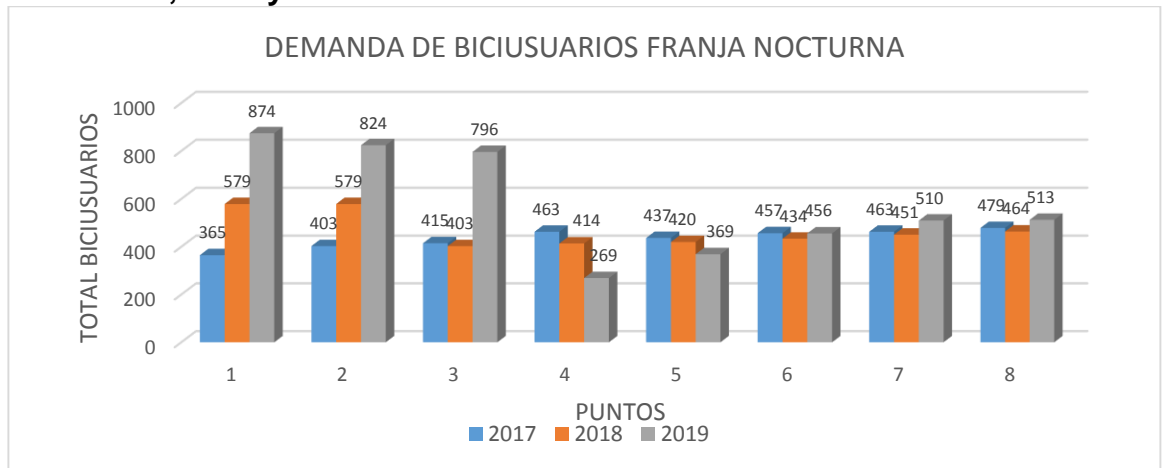
Figura 29. Comparativo Demanda de Biciusuarios Franja Diurna por Puntos Años 2017, 2018 y 2019



Fuente. Los Autores

Por otro lado, se observa que, para la franja nocturna, el punto 2 es decir, el ubicado en la Avenida Calle 80 con Carrera 76 fue el que en promedio tuvo mayor tránsito de ciclistas con un total de 403 (2017), 579 (2018) y 624 (2019) biciusuarios, mientras que el punto menos transitado en promedio para los tres años de análisis, fue el punto 4 es decir el ubicado en la Avenida Calle 80 con carrera 78A, con un total de 463 (2017), 414 (2018) y 269 (2019), como se puede observar en la Figura 29, cabe destacar que, tanto en la franja diurna como en la franja nocturna, el punto 4 ha sido el menos transitado por biciusuarios desde el año 2017

Figura 30. Comparativo Demanda de Biciusuarios Franja Nocturna por Puntos Años 2017, 2018 y 2019



Fuente. Los Autores

Por otro lado, se pudo observar que se ha presentado un aumento paulatino de ciclistas de la cicloruta de la calle 80 entre avenida Boyacá y Avenida Ciudad de Cali, como lo muestra el Cuadro 15, sin embargo la variación de biciusuarios entre el año 2017 y 2018 no fue muy alta pues para el año 2018, durante la franja diurna se tuvo un aumento de 7 ciclistas correspondiente al 0,16% comprado con el año inmediatamente anterior (2017); mientras que en la franja nocturna en el año 2018 tuvo un aumento de 262 biciusuarios correspondiente a un 7,52% comparando con el año 2017.

Por otro lado, se resalta el aumento significativo de ciclistas de la cicloruta de la calle 80 entre avenida Boyacá y Avenida Ciudad de Cali para el año 2019 tanto en la franja diurna como en la franja nocturna, como se puede observar en el Cuadro 15 y la Figura 31, durante la franja diurna se tuvo un aumento de 1435 ciclistas correspondiente a un 32,97% comprado con el año inmediatamente anterior (2018); mientras que en la franja nocturna en el año 2019 tuvo un aumento de 867 correspondiente al 23,16% biciusuarios comparando con el año 2018.

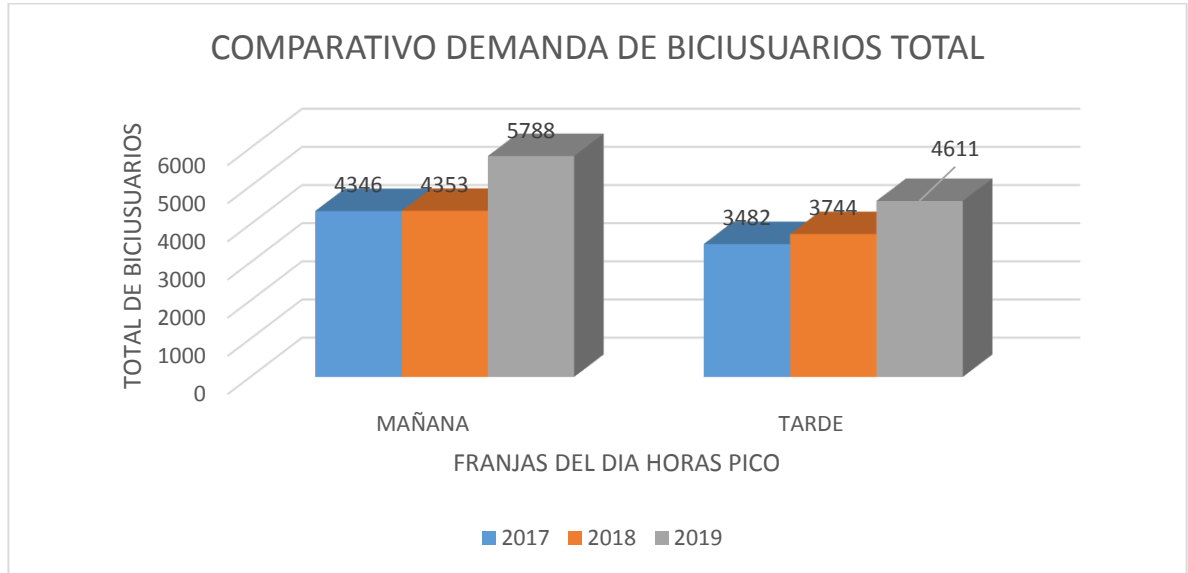
Cuadro 15. Variación en la Demanda de Biciusuarios por Jornada y Año

CAMBIO DEL AÑO 2017 A 2018 FRANJA DIURNA			CAMBIO DEL AÑO 2018 A 2019 FRANJA DIURNA		
TOTAL 2017	4346	100%	TOTAL 2018	4353	100%
TOTAL 2018	4353	100%	TOTAL 2019	5788	100%
VARIACION	7	0,16%	VARIACION	1435	32,97%
CAMBIO DEL AÑO 2017 A 2018 FRANJA NOCTURNA			CAMBIO DEL AÑO 2018 A 2019 FRANJA NOCTURNA		
TOTAL 2017	3482	100%	TOTAL 2018	3744	100%
TOTAL 2018	3744	100%	TOTAL 2019	4611	100%
VARIACION	262	7,52%	VARIACION	867	23,16%

Fuente. Los Autores

Adicionalmente, se puede observar que, la franja diurna presenta mayor demanda de ciclistas durante las horas pico, esto teniendo en cuenta que en este tramo de la cicloruta existen centros educativos y locales comerciales, por tanto, muchas personas llegan a esta zona en bicicleta y sus horarios de permanencia no van más allá de la jornada diurna (véase la Figura 31).

Figura 31. Comparativo Demanda de Biciusuarios Total Años 2017, 2018 y 2019



Fuente. Los Autores

3.3 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE BICIUSUARIOS

Teniendo en cuenta el aumento de biciusuarios que ha tenido la cicloruta de la calle entre avenida Boyacá y Avenida Ciudad de Cali, se realizó la proyección para 5 y 10 años, esto con el fin de determinar si la infraestructura actual será adecuada y tendrá la capacidad de requerida para satisfacer la demanda de ciclistas (véase el Anexo F).

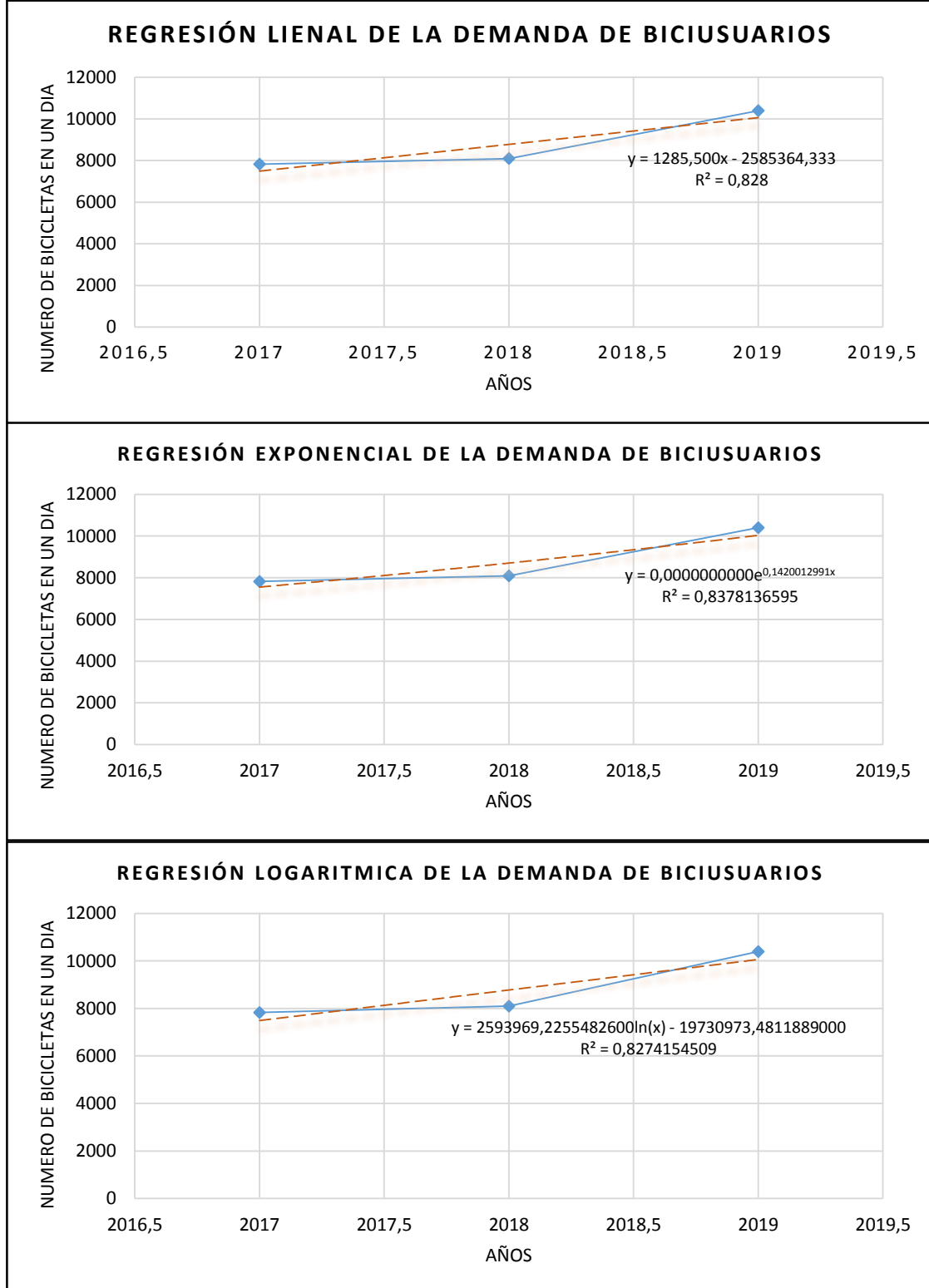
En este sentido se realizó una regresión lineal, exponencial y logarítmica, la cual muestra que para a 5 años es decir para el año 2024 se tendría una un total de 16488 biciusuarios, mientras que la logarítmica muestra un total de 16476; mientras que a 10 años es decir para el año 2029, se tendría una demanda total de 22915 biciusuarios según regresión lineal, y 22876 según regresión logarítmica, como se muestra en el Cuadro 16 y la Figura 32.

Cuadro 16. Proyección de la Demanda de Biciusuarios

AÑOS	Regresión lineal		Regresión Exponencial		Regresión Logarítmica	
	X	Y	X	Y	X	Y
5	2024	16488	2024		2024	16476
10	2029	22915	2029		2029	22876

Fuente. Los Autores

Figura 32. Proyección de la Demanda de Biciusuarios



Fuente. Los Autores.

4. ESTRUCTURACIÓN GEOESPACIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

La información geoespacial tiene que ver con los diferentes tipos de componentes espaciales físicos que ayudan a describir un objeto geográfico (una parcela, una localidad, un río, un parque entre otros).

Por otro lado, para el análisis de la estructuración geoespacial de la zona de estudio se utiliza el programa ArcMap que es un software utilizado para todo tipo de tareas de Mapeo, corrección y edición, pero también es utilizado para el análisis de información basado en mapas. En esta herramienta se puede representar una gran variedad de información que es administrada de forma coherente y exacta para así adquirir información veraz. Con la ayuda de esta herramienta se identifica la zona de estudio, de esta manera se obtiene una caracterización más puntual de los elementos que se encontraron allí y así se analizaron los diferentes factores que causan afectación en la zona de estudio (Negrete López & Rodríguez Ortega, 2004).

4.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL

La información espacial se adquiere mediante un formato Shape, la principal característica de este formato es almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de entidades geográficas. Este tipo de formato se puede leer en varios Software por eso se hace interoperable. (ArcMap, 2017).

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron varios Shapes que fueron tomados de la página de Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA) que es “el conjunto de datos, estándares, tecnologías, políticas, y acuerdos institucionales, por estas razones facilita las disponibilidades de acceso a la información geográfica del Distrito Capital y de esta manera apoyar el desarrollo Económico, Ambiental y social”. (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, 2019) (véase el Anexo G)

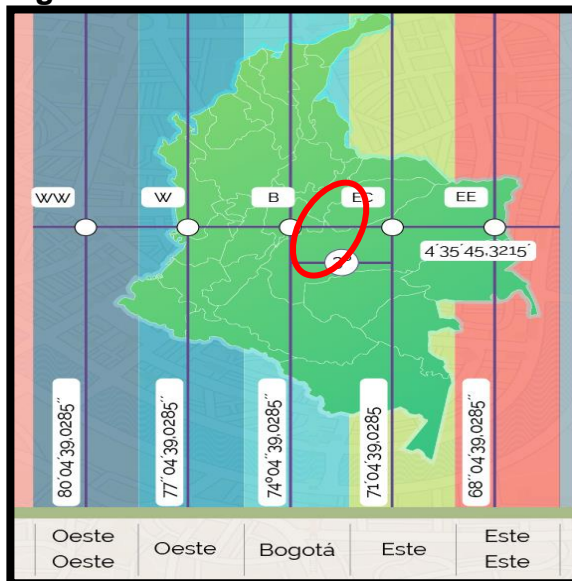
Los Shape que fueron necesarios para el desarrollo de esta investigación se obtuvieron en la siguiente URL <https://www.ideca.gov.co/datos-de-referencia>.

- Shape de Andenes de Bogotá
- Shape de las Calzadas de Bogotá
- Shape de Ciclorutas de Bogotá
- Shape de lotes de Bogotá
- Shape de Manzanas de Bogotá
- Shape de Catastro de Bogotá
- Shape de Vías de Bogotá
- Shape de sitios de interés.
- Sitios religiosos
- Parques
- Educación (Colegios, Institutos, Universidades)

- Salud
- Administrativos territoriales

4.1.1 Transformación de sistema de coordenadas. La transformación del sistema de coordenadas está ligada directamente a la extensión del ITRF (Marco de Referencia Terrestre Internacional) esta extensión se llama SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrica Para las Américas) la cual se designó por parte del directorio de directores de institutos geográficos de américa del sur, España y Portugal; como sistemas nacionales de referencias en América del Sur; por esta razón, en Colombia el Instituto Agustín Codazzi el cual es el encargado de proporcionar los sistemas de referencia geodésico, magnético, esta información está basada en las estaciones SIRGAS y para Colombia la determinación de la red Básica GPS se denomina MAGNA (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia) la cual está conformada por 60 estaciones GPS estas estaciones cubren el territorio nacional , 8 de estas son vértices SIRGAS y 16 pertenecen a la red geodinámica CASA (Central and South American Geodynamics network). Básicamente en Colombia se utilizan 5 orígenes de coordenadas basadas en el sistema de referencia adoptado para Colombia MAGNA SIRGAS, para Bogotá se utilizan las coordenadas $74^{\circ}04'39,0285''$ de acuerdo a su posición geográfica como se presentan en la Figura 33.

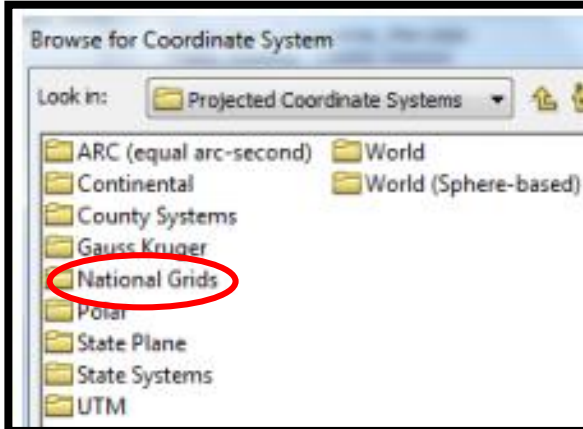
Figura 33. Coordenadas Posición Geográfica de Colombia



Fuente (González & Rocha, 2018)

Para hacer la selección del sistema de coordenadas con el que se trabajó, se tuvo que seguir una serie de pasos de manera ordenada, lo primero fue ingresar a la opción sistema de proyección de coordenadas, las cuales se dividen en zonas geográficas o continentes; en este sentido, para Colombia se eligió la opción national grids (cuadrículas nacionales) este paso se presenta en la Figura 34.

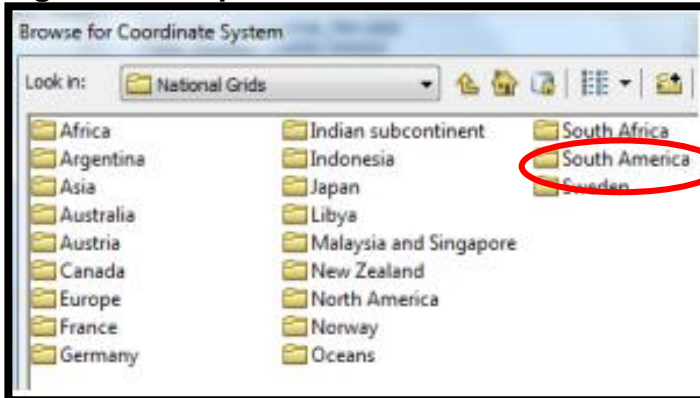
Figura 34. Cuadrículas Nacionales



Fuente. Los Autores

Una vez asignada esta opción, se procedió a elegir la carpeta South America (sur america) dentro de ésta se seleccionó el país Colombia, véase la Figura 35

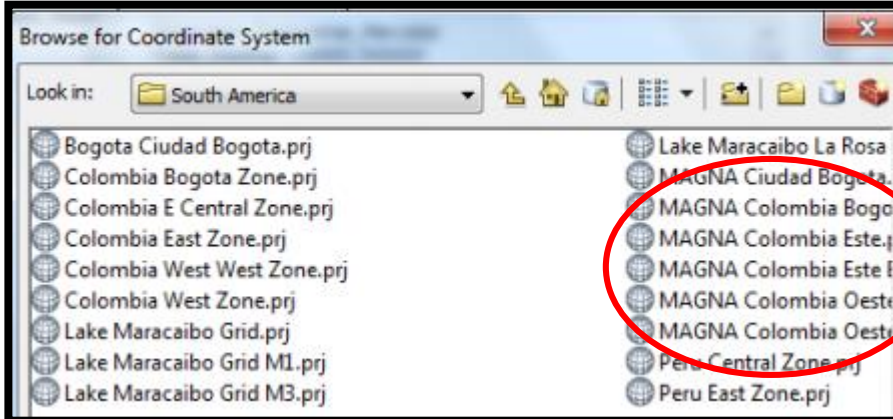
Figura 35. Carpeta South America



Fuente. Los Autores

En este aspecto, es importante tener en cuenta los sistemas de coordenadas que se utilizan para Colombia, una vez ingresada la opción de Sur América, se puede observar que se encuentran los sistemas con Datum Magna y los 5 orígenes que se citaron anteriormente; así como, el sistema Magna local de la ciudad de Bogotá, que en este caso fue el que se necesitó para ubicar la zona de estudio, estas características se aprecian en la Figura 36

Figura 36. Características de la Zona

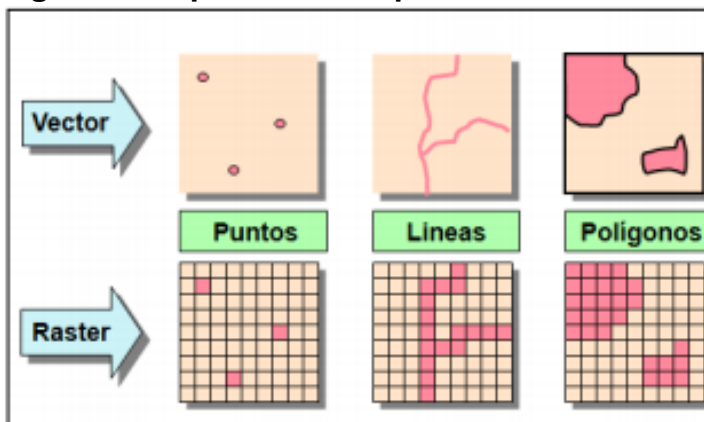


Fuente. Los Autores

4.1.2 Delimitación de la zona de estudio. Para realizar una localización precisa de los elementos geograficos que se describieron en el proyecto, fue necesario hacer uso de los shapefile, este es un formato vectorial de almacenamiento digital que guarda los atributos asosiados a ellos, tambien es un formato multiarchivo, por esta razon, es capaz de generar varios ficheros informaticos, el shapefile posee tres extenciones que son: .shp, la cual almacena entidades geometricas de los objetos; .shx, que almacena el indice de entidades geometricas y por último la .dbf; en esta base de datos es donde se almacena la informacion de los atributos de los objetos. (Universidad Veracruzana, 2013).

Por otra parte, hay tres tipos de Shapefile que son: Linea, punto y poligono cada uno de ellos posee unas carcterísticas y funciones diferentes dependiendo el uso que se le vaya a dar, en la Figura 37 se puede observar más detalladamente como se ve cada uno ya se tipo en tipo Vector o tipo Raster.

Figura 37. Tipo Vector o tipo Raster



Fuente. (Universidad Veracruzana, 2013).

A medida que se fue avanzando en la modelación de la zona de estudio por medio de ARGIS, fue necesario hacer uso de una serie de herramientas como lo fueron los layer y las tablas de atributos, los layer son la colección de capas cada una de ellas con características geográficas similares conformadas por un título y una simbología; por otra parte con las tablas de atributos se definen como documentos que despliegan información tabular, esta información está conformada por registros (fila) y campos (columnas) estos elementos contienen información específica de cada layer (capa). (Universidad Veracruzana, 2013) vease Figura 38.

Figura 38. Herramienta Elementos de Información Específica

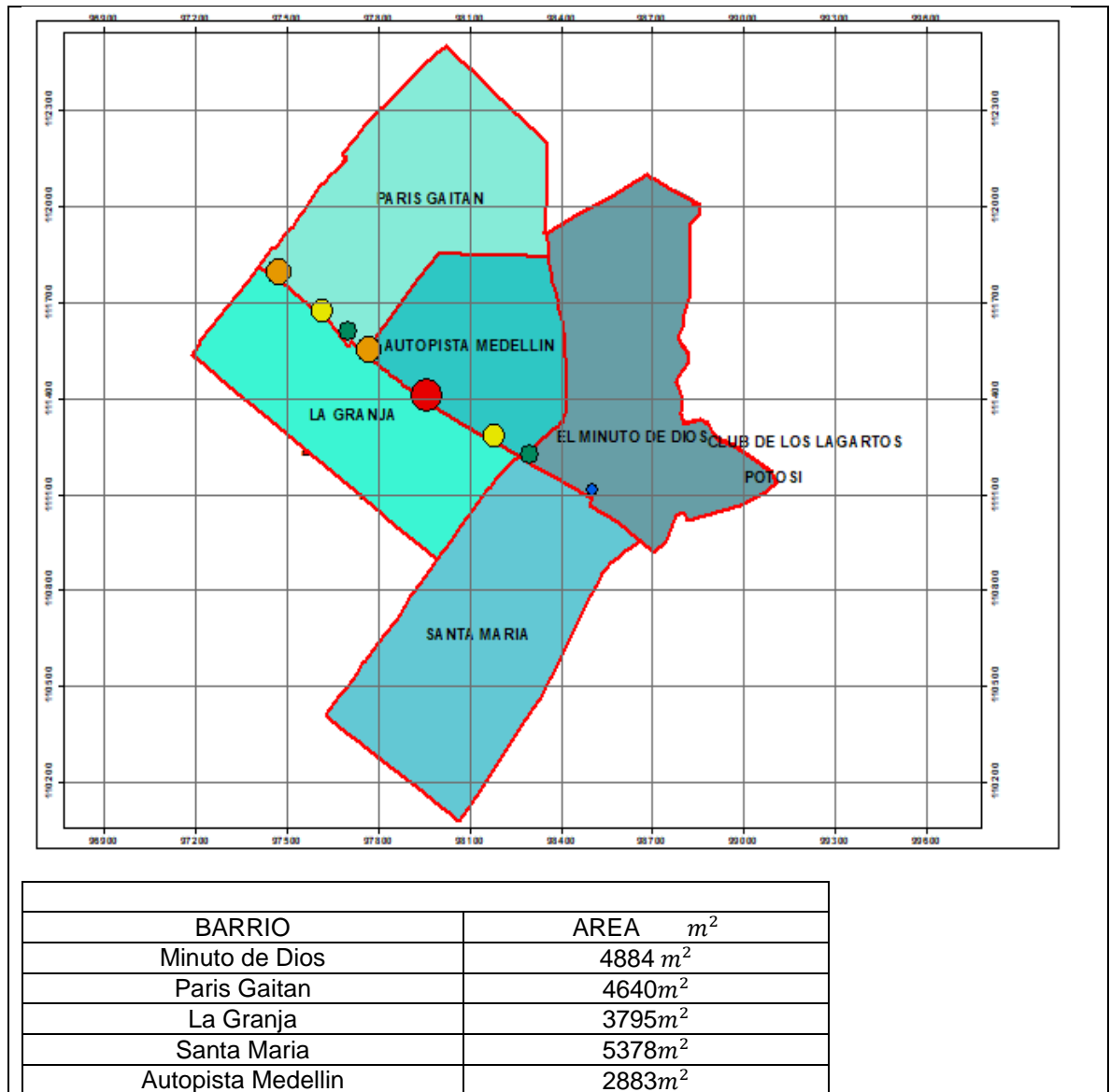
FID	Shape	SinCodigo	SinNombre	SinCategor	SinActivi
1	Point	07260155	Instituto Superior Cooperativo	7	26 Tr. 77 No.
2	Point	07260159	Colegio El Minuto de Dios Siglo XXI	7	26 Tv. 74 No.
3	Point	07260024	Corporación Universitaria Minuto de Dios	7	27 KR 73A 8
4	Point	07260455	Colegio Tabora (ED) Sede La Granja	7	26 KR 78 a #
5	Point	07260459	Colegio Jorge Gaitan Cortes (ED) Sede La Española	7	26 KR 84 # 8
6	Point	07260545	Colegio la Palestina (ED) Sede La Palestina	7	26 TV 77 # 8

Fuente. Los Autores.

Para lograr una completa caracterización de la zona en la cual se encuentra trazado el tramo de cicloruta que se analizó, se recolectaron una serie de shapes que ayudaron a conocer puntualmente los límites del área de estudio y por otra parte tener el conocimiento de cuales son los lotes, manzanas, barrios ciclorrutas y sitios de interés que tiene dicha zona; obtenidos estos datos se procede a adjuntar todos los shapes de manera jerarquica para desplegar las distintas capas, dependiendo el impacto que causen en la zona.

Una vez realizada la descarga de los shapes, se procedió a la identificación de los barrios aledaños al tramo de cicloruta en donde se realizó el análisis. Por medio del shapes de Barrios se obtuvo la información puntual del área, que contiene cada uno éstos. Fue importante conocer el área de estos barrios ya que, se obtuvo una mejor visualización de los límites del sector y así se logro un mejor análisis del impacto que causa la cicloruta a los habitantes de estos barrios en la Figura 39 se visualiza la ubicación de los mismos:

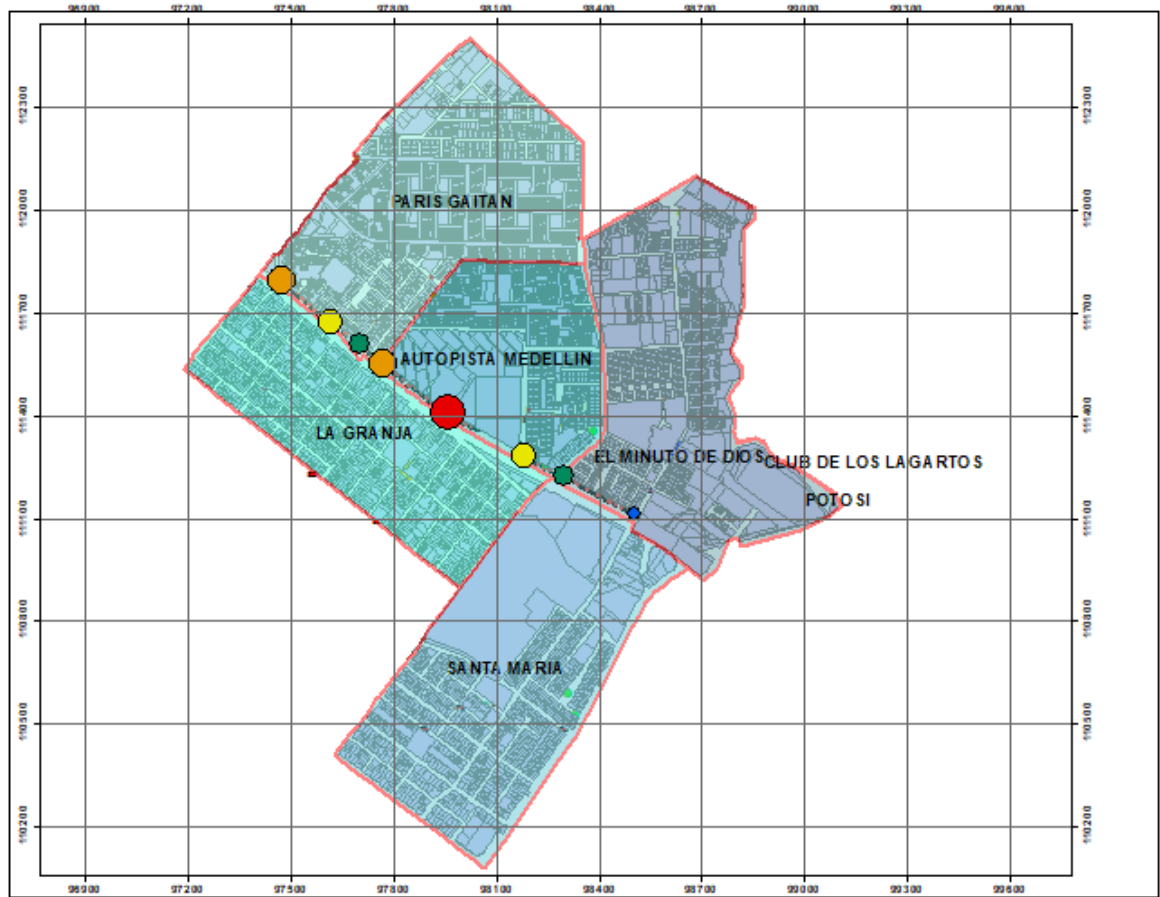
Figura 39. Ubicación de los Barrios



Fuente. Los Autores.

Por otro lado, para obtener una mejor visualización del shape de barrios, se añadió el shape de lotes, como se aprecia en la Figura 40, este shape está conformado por 346 manzanas que corresponden a 7216 casas; de acuerdo con esta información se determina que la población estimada en la zona de estudio es de 28.864 habitantes, referente a esto se puede deducir que la gran mayoría de bicisuarios de la ciclorruta de la calle 80 del tramo comprendido entre Avenida Boyacá y Avenida Ciudad de Cali residen en estos barrios; por esta razón, la demanda de bicisuarios es alta en este sector.

Figura 40. Distribución de Manzanas y casas

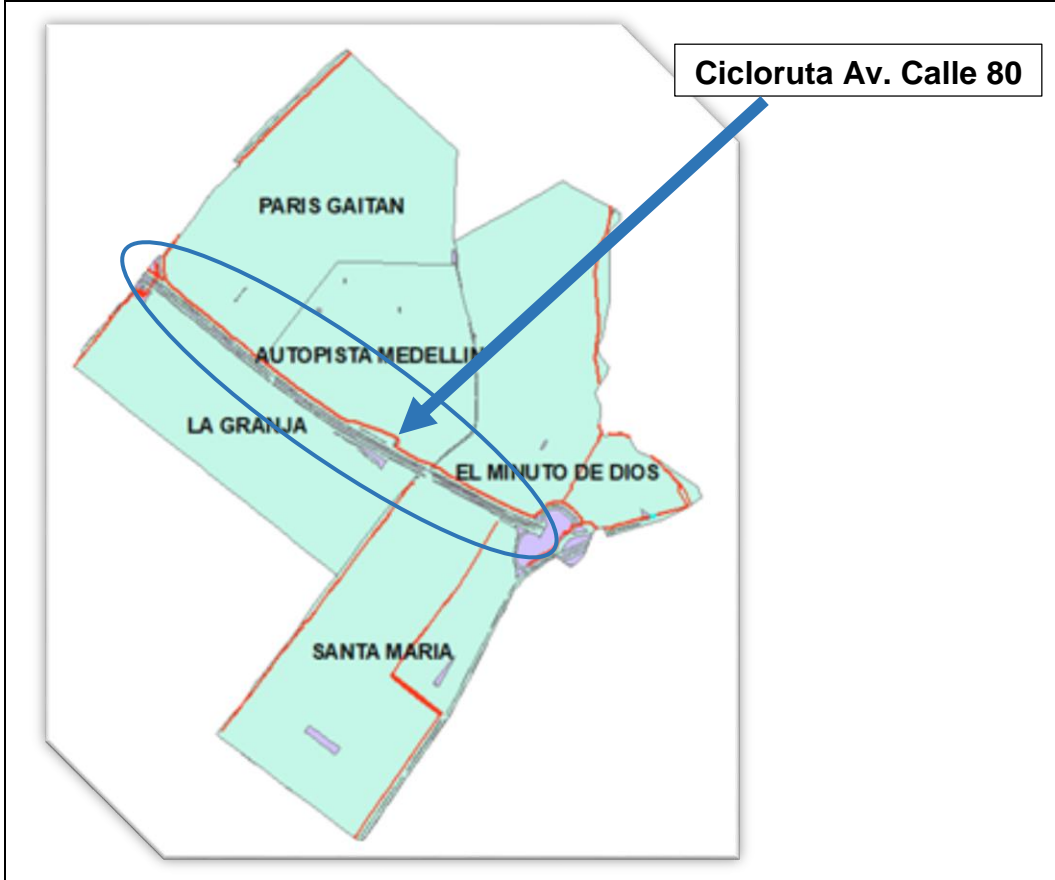


Fuente. Los Autores.

Uno de los shapes más importantes del análisis que se realizó respecto a la demanda de biciusuarios fue el shape de ciclorutas, con el cual se identificó la longitud exacta de la misma; de igual manera, hay que tener en cuenta que otros tramos de cicloruta interceptan al tramo de estudio, por tanto, estas intersecciones pueden llegar a aumentar o disminuir el flujo de biciusuarios que transitan por este sector, debido a que en este punto, es donde se suman las áreas que interceptan las trayectorias de los diferentes movimientos realizados por los biciusuarios.

Como se evidencia en la Figura 40 la cicloruta del tramo de estudio corresponde a la tipología de ciclorutas como segregación física dura; esto quiere decir que los elementos físicos impiden o dificultan salir o entrar de una vía segregada. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

Figura 41. Segregación Tramo de Cicloruta Objeto de Estudio

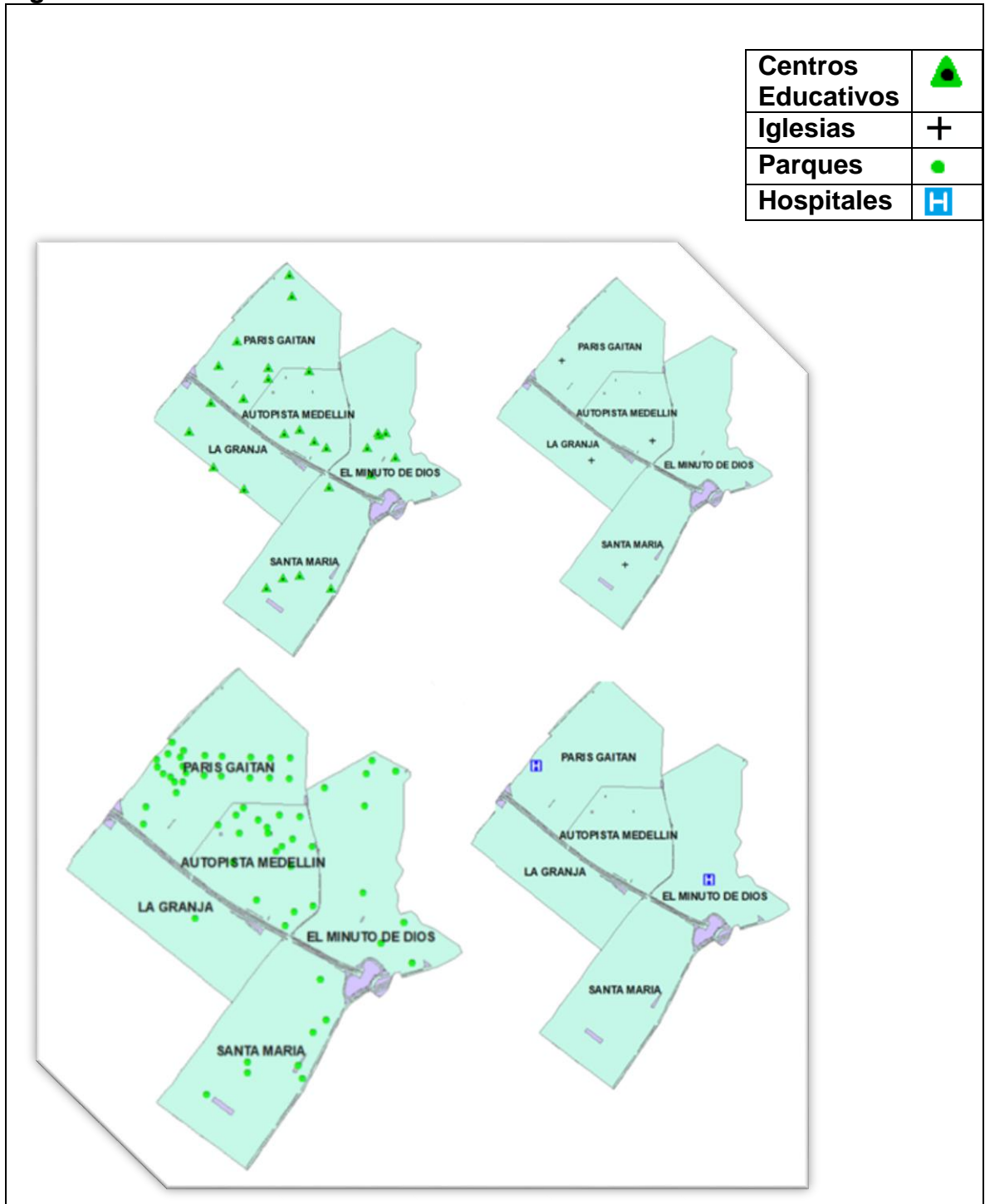


Fuente. Los Autores

Por otra parte, la identificación de los sitios de interés fue un punto importante para el análisis que se realizó en este sector; ya que, la demanda de personas que circulan por esta zona aumenta, dependiendo la cantidad de sitios a los que pueden recurrir para llevar a cabo actividades lúdicas, actividad física o de entretenimiento; así como, lugares que presten servicios financieros, salud o educación, por medio de una serie de shapes se logró hacer un reconocimiento de la cantidad de sitios de interés con su categoría correspondiente como lo fueron: parques, hospitales, iglesias y centros educativos que son los que presentan mayor demanda de peatones.

Es importante resaltar que los 5 barrios que se encuentran ubicados en la zona de estudio, están conformados por 62 parques, 27 centros educativos, 5 iglesias correspondientes a cada uno de los barrios; por otra parte, el sector cuenta con dos unidades de servicios médicos uno ubicado en la Calle 83 # 85^a-17 en el Barrio Autopista Medellín y la otro en la KR 73^a # 81B-10 barrio Minuto de Dios, estos sitios de interés se pueden apreciar en la Figura 42.

Figura 42. Sitios de Interés Zona de Estudio



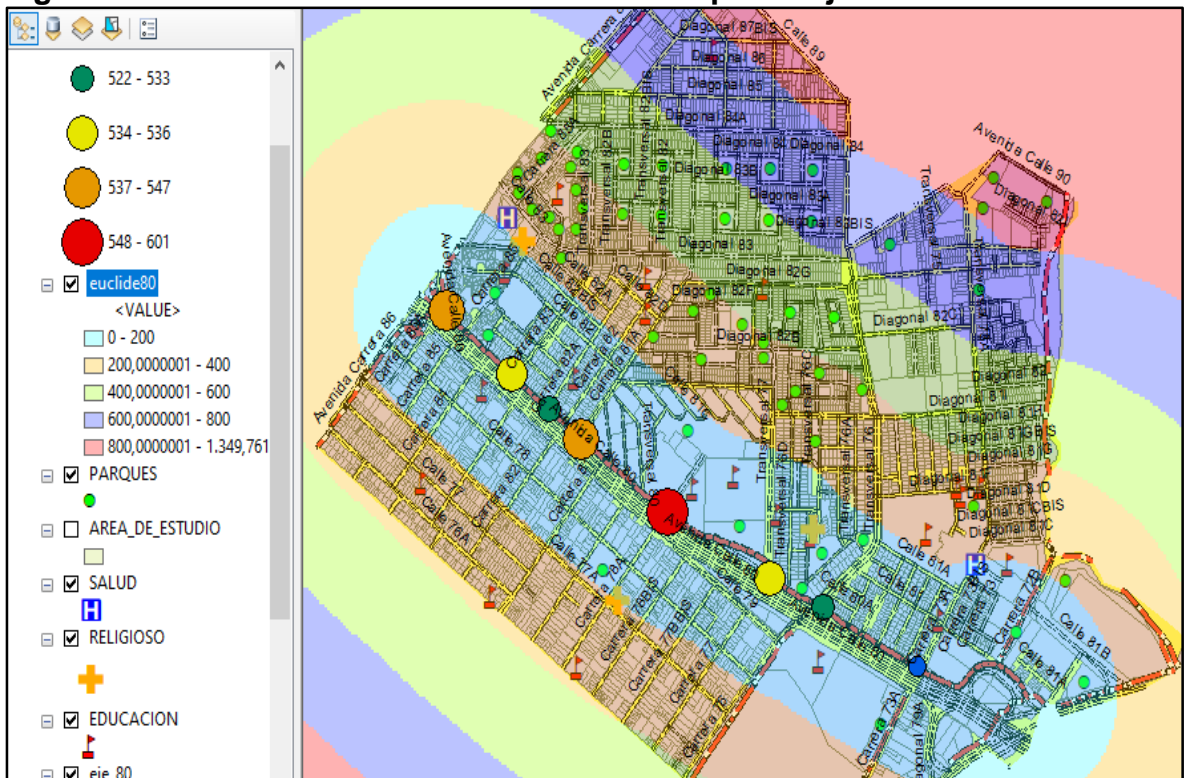
Fuente. Los Autores.

Dentro de los análisis espaciales que se pudieron obtener está el de distancia euclidiana, que mediante software como ArcGis se interpreta como una relación desde cualquier punto a un punto origen basándose en la distancia en línea recta, en el caso específico de la zona de estudio se evaluó la distancia euclidiana desde el eje del tramo de estudio (eje calle 80) hasta el límite de los barrios colindantes, el resultado obtenido se reclasificó en cinco clases en términos de distancia de:

- 0 a 200 metros
- 200,0001 a 400 metros
- 400,0001 a 600 metros
- 600,0001 a 800 metros
- Mayores a 800 metros

Las zonas de influencia en términos de distancia euclidiana se muestran en la figura 43 y se obtuvo a fin de identificar la cantidad de viviendas y el potencial de biciusuarios que pueden hacer uso del tramo objeto de estudio.

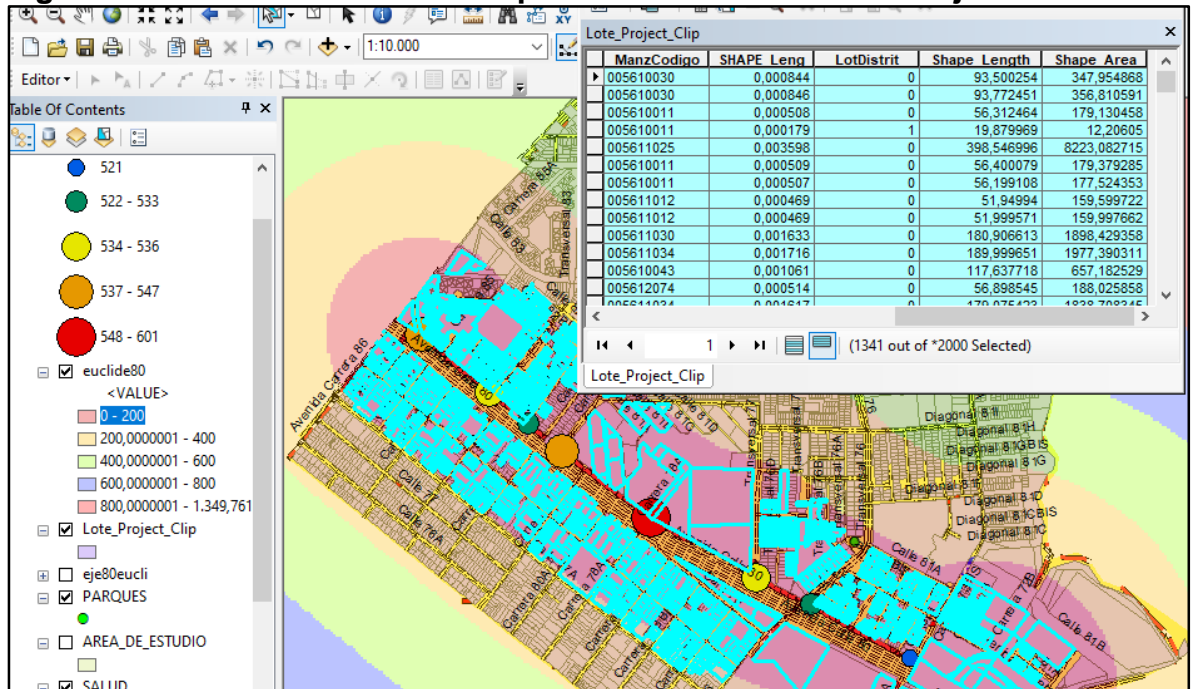
Figura 43. Análisis de Distancia Euclidiana respecto Eje de Estudio



Fuente. Los Autores.

Se realizaron algunos análisis de geoprocésamiento a partir de los cuales se identificó que existen en promedio 1341 viviendas; es decir, aproximadamente 4000 personas dentro de una zona de influencia de 200 metros a partir del eje del tramo de estudio como potenciales biciusuarios (teniendo que según el DANE el tamaño promedio de los hogares en Colombia es de 3,1 personas, disponible en (<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/como-vivimos>), como se aprecia en la figura 44

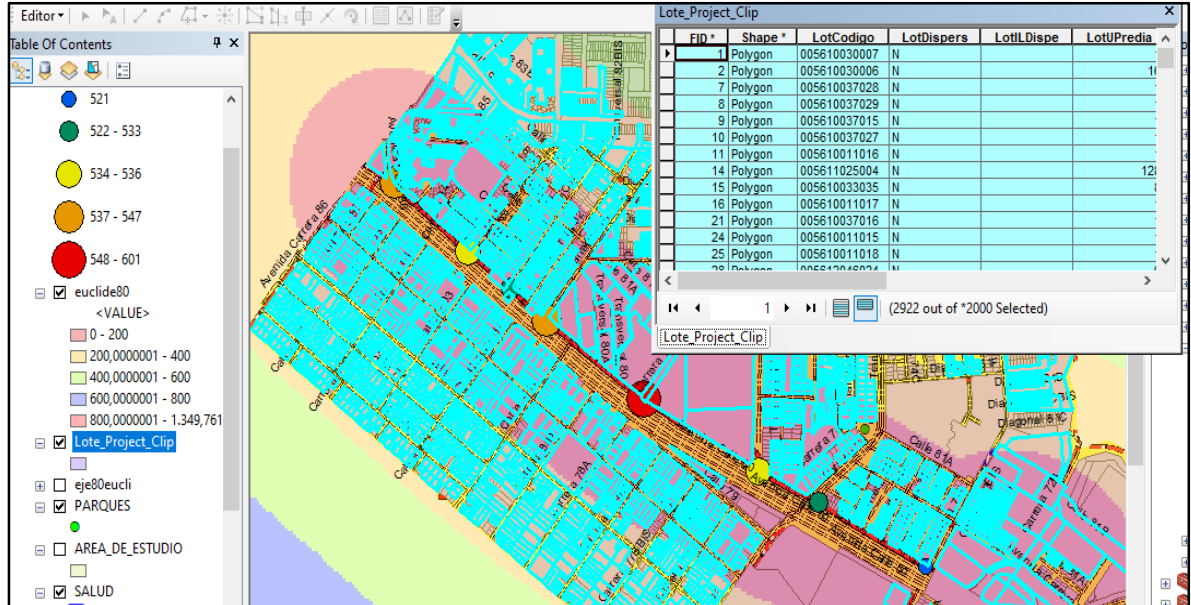
Figura 44. Cantidad de Viviendas por Distancia a 200 Metros Eje Vía



Fuente. Los Autores.

Bajo el mismo análisis teniendo en cuenta la distancia Euclidiana a partir del eje de estudio a 400 metros, se encontraron 2922 viviendas; es decir, cerca de 8766 personas como potenciales biciusuarios, como se muestra en la figura 45.

Figura 45. Cantidad de viviendas por Distancia a 400 metros Eje Vía



Fuente. Los Autores.

El análisis muestra que la demanda de biciusuarios se duplica en un rango de 200 a 400 metros de distancia al eje de la cicloruta de estudio, esto sin contar con el tráfico atraído de otros barrios y localidades; por lo tanto, es de vital importancia la proyección de la demanda de biciusuarios a fin de determinar la consistencia de la infraestructura y las posibles medidas de mitigación.

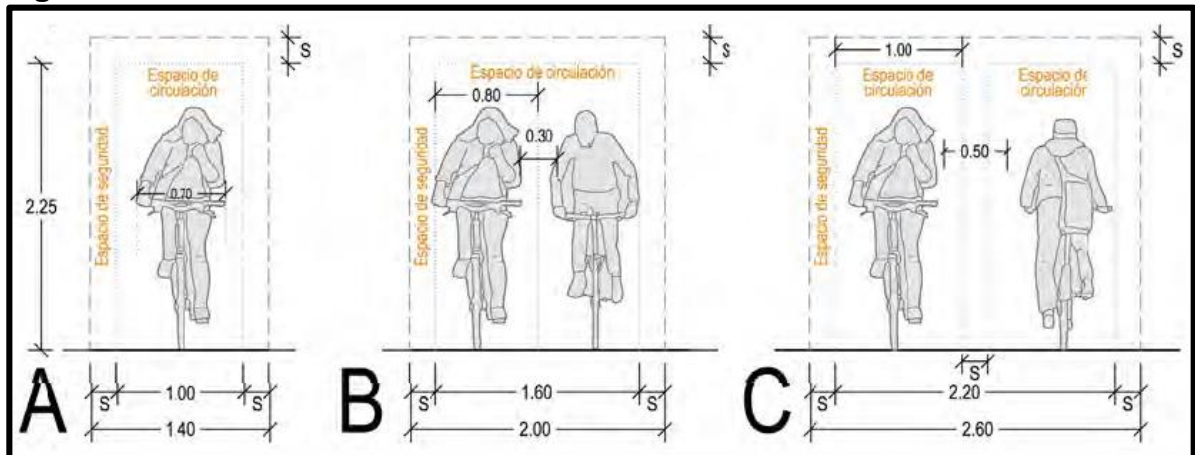
4.2 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA RESPECTO A LAS PROYECCIONES DE 5 A 10 AÑOS

Según las proyecciones realizadas en el numeral 3.3 del presente trabajo, para analizar el crecimiento de la demanda de biciusuarios, mostraron que, para un período de 5 años, es decir para el año 2024, habrá una demanda de 16.488 biciusuarios el cual es un crecimiento significativo respecto al año presente año; a su vez, la proyección a 10 años que corresponde al año 2029, muestra que la demanda aumentará a 22.915 biciusuarios, estos valores se obtuvieron según las regresiones lineales que se realizaron para los 5 y 10 años proyectados.

De acuerdo con lo anterior, y en relación al tramo de cicloruta que se analizó, la tipología de segregación correspondiente al tramo de estudio es de segregación física (dura), este término hace referencia a los elementos físicos que impiden y dificultan a los biciusuarios la salida o entrada de dicha vía segregada, lo cual conlleva a que, el trayecto de los biciusuarios por ésta vía sea más seguro que una vía de segregación visual blanda ya que, ésta sólo cuenta con una demarcación por colores o diferentes texturas sobre la malla vial, lo que genera mayor riesgo para los biciusuarios en cuanto a llevar a sufrir accidentes.

Por otra parte, existen unas dimensiones básicas que deben tener los ciclistas según la Guía de Ciclo-infraestructura Colombiana de 2016, las cuales permiten el tránsito seguro para los biciusuarios, así como la realización de maniobras de adelantamiento y parada como se puede observar en la Figura 46.

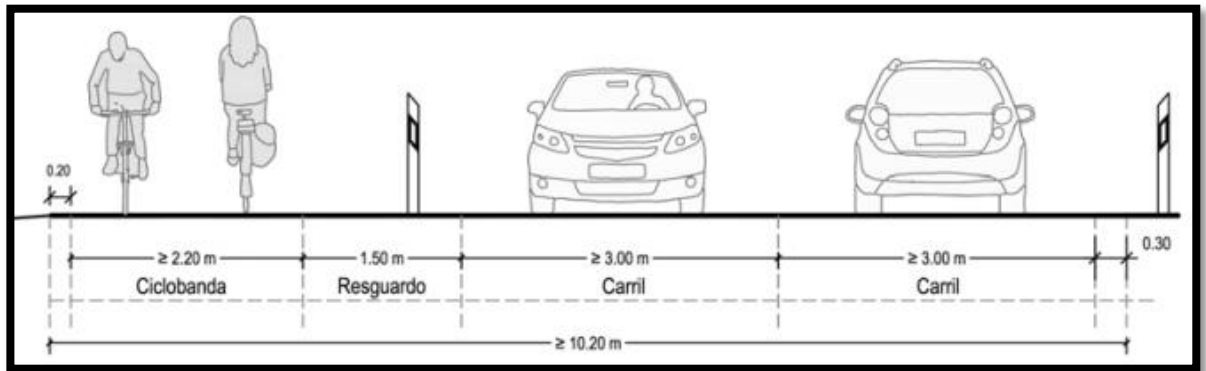
Figura 46. Dimensiones Básicas del Ciclista



Fuente. (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016)

Para el tramo de estudio según la Guía de ciclo-infraestructura, un ancho óptimo que combina los dos sentidos de circulación (bidireccional) sería como mínimo 2,20m de ancho pavimentado, criterio que "si cumple" el tramo de estudio en la actualidad; sin embargo, de acuerdo con el crecimiento que se evidencia en las proyecciones realizadas respecto a la demanda de biciusuarios, las dimensiones y la infraestructura de las cicloruta puede llegar a presentar problemas futuros en el flujo y la capacidad del tramo, referente a lo que estipula la Guía de ciclo-infraestructura colombiana del 2016 que dice que "para aumentar la comodidad y la velocidad en el cruce de dos ciclistas la sección debe ser igual o mayor a 2,60 m" (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016) aspecto que "no cumpliría" el tramo de estudio en 5 y 10 años; de igual manera, realizar una futura ampliación con estas dimensiones sería una solución que soportaría el crecimiento de la demanda de biciusuarios proyectada; otra solución sería designar ciclobandas que no posean elementos de segregación, esto para que puedan ser utilizadas parcialmente en el carril que colinda la vía del biciusuario, en la Figura 47 se presentan las dimensiones mínimas que debe tener una cicloruta de tipología bidimensional.

Figura 47. Cicloruta Bidimensional



Fuente. (Ministerio De Transporte de Colombia, 2016).

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con la inspección técnica realizada a la zona de estudio, se pudo determinar que la ciclovia de la calle entre Avenida Boyacá y Avenida Ciudad de Cali, cumple con la normatividad establecida por el Ministerio de Transporte, en cuanto a especificaciones y requerimientos técnicos de dimensiones, trazados, demarcaciones y señalizaciones de acuerdo a la demanda actual de bicisuarios, sin embargo, algunas secciones del tramo de estudio presenta deterioros en la superficie y agrietamientos severos con hundimientos, estas características son causadas por pérdida de los agregados en las capas asfálticas esto deja expuestas las capas de apoyo siendo este factor uno de los principales causantes de accidentes; también se presentan roturas transversales y longitudinales con abertura creciente, la fatiga de la estructura y ligantes asfálticos envejecidos son las causas por las que se presentan estas deficiencias, lo que puede en momentos dados, ser peligroso para los ciclistas pues, pueden ocasionar accidentes; adicionalmente se observan desgaste tanto en las líneas de demarcación que separan la sección del carril de la cicloruta con los pasos peatonales y en algunas de las señalizaciones verticales y horizontales.

En cuanto al, análisis estadístico de la demanda de bicisuarios de la cicloruta de la Av. Calle 80 entre Avenida Boyacá y Avenida Ciudad de Cali, permitió evidenciar el considerable aumento de ciclistas que transita por este tramo de la cicloruta, pasando de 4346 ciclistas en la jornada diurna y 3482 ciclistas en la jornada nocturna promedio diario en 2017 a 5788 ciclistas jornada diurna y 4611 ciclistas jornada nocturna para el año 2019, es decir un aumento aproximado de 32,97% y 23,16% respectivamente, este aumento se debe entre otras razones por la facilidad de brinda el uso de bicicleta como medio de transporte para movilizarse especialmente durante las horas pico, en donde se observa congestiones no solo en el transporte público tradicional (Transmilenio, SITP) y transporte particular, además en la reducción del tiempo en el recorrido de los trayectos, lo que para los bicisuarios es un factor determinante en la elección del medio de transporte.

Así mismo, se pudo establecer que durante la jornada diurna se ha presentado un aumento constante de bicisuarios en todo el tramo de la cicloruta analizado, mientras que en la franja nocturna se observa principalmente aumento de ciclistas en tres puntos específicos de ésta, los cuales corresponde a la Avenida calle 80 entre la carrera 73 A y la transversal 77, puntos que en la jornada diurna son los que mayor afluencia de ciclistas presenta comparado con los demás puntos de análisis, esto debido a que en éstos se encuentran ubicadas instituciones educativas y comercio, por lo que, la infraestructura de estos puntos debe considerar un mejoramiento para que tenga la capacidad suficiente de albergar la cantidad de usuarios que transite, ya que al realizar la visita de inspección a esta zonas, se pudo observar que durante las horas pico, especialmente en las intersecciones y cruces de semáforos, se presenta acumulación de ciclistas lo que puede llegar a generar accidentes.

En cuanto al análisis espacial de la zona de estudio, se pudo determinar que alrededor del trayecto se encuentran 5 barrios correspondientes a 346 manzanas, cuya población total aproximada es de 28.864 habitantes permanentes al tratarse de zona residencial; así mismo, en la zona de estudio se encuentran sitios de interés como comercio, universidad y colegios, aspectos éstos que se convierten en factores determinantes para el aumento de la demanda de bicisuarios en el corto y mediano plazo.

Adicionalmente, el tramo de la cicloruta objeto de estudio presenta varias intersecciones que la conectan con vías principales y secundarias y otras ciclovías de donde convergen bicisuarios ocasionales o no permanentes, pero que deben ser tenidos en cuenta como usuarios de el tramo de ciclovía estudiado.

Finalmente, al realizar una proyección de la demanda de bicisuarios para un periodo de 5 y 10 años respectivamente, teniendo en cuenta el comportamiento presentando durante los años 2017, 2018 y 2019 establecido en el análisis estadístico, al aumento de ciclistas para este tramo de cicloruta va a ser 16488 y 22915 bicisuarios, por tanto se debe considerar ampliar el carril para que pueda tener a capacidad suficiente de albergar esta cantidad de ciclistas para que de este modo la cicloruta siga siendo funcional y un medio de transporte eficiente.

6. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos de la investigación se recomienda realizar cuanto antes una repavimentación en las zonas que presentan deficiencias en la estructura, así como remarcación de las señalizaciones tanto verticales como horizontales.

Así mismo se recomienda realizar una investigación la cual incluya el análisis de factores incidentes en el comportamiento y/o desempeño de la cicloruta, como es la presencia de población flotante, comercio informal, analizando además el comportamiento de los bicisuarios en cuanto a cumplimiento de normas de seguridad y de tránsito para este tipo de transporte.

Por otra parte, se recomienda socializar el trabajo con la alcaldía local, ya que la metodología puede ser aplicada en otros tramos de la localidad y en otras localidades; de esta manera, se puede llegar a mejorar la conectividad de los bicicarriles al generar propuestas metodológicas para la seguridad vial de los bicisuarios.

Se recomienda estandarizar los parámetros que permiten el estudio de la infraestructura en los tramos de la cicloruta; así mismo, identificar la infraestructura que se requiere para cada tramo dependiendo la demanda de bicisuarios, por último y no menos importante, gestionar a nivel distrital programas de sensibilización vial a los bicisuarios sería una opción que impactaría de manera positiva el uso correcto de las ciclorutas en las ciudades.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldred , R., Elliott , B., Woodcock , J., & Goodman , A. (2017). Cycling provision separated from motor traffic: a systematic review exploring whether stated preferences vary by gender and age. *Transport Reviews*, 37(1), 29–55. Recuperado el 5 de Septiembre de 2019, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5259802/pdf/ttrv-37-029.pdf>
- ArcMap. (2 de Abril de 2017). *Qué es un shapefile*. Recuperado el Septiembre de 2019, de [http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm#targetText=Un%20shapefile%20es%20un%20formato,l%C3%ADneas%20o%20pol%C3%ADgonos%20\(%C3%A1reas\)](http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm#targetText=Un%20shapefile%20es%20un%20formato,l%C3%ADneas%20o%20pol%C3%ADgonos%20(%C3%A1reas)).
- Chamorro Ramírez, J., & Rodríguez Lozano, A. (2015). *Análisis de la operación del sistema de ciclorutas en la ciudad de Bogotá, comparado con los modelos aplicados en Medellín, Chile, Guadalajara, Canadá y Holanda*. Trabajo de Grado. Bogotá: Facultad de Ingeniería. Universidad Católica de Colombia.
- Ciclovias Temuco. (2017). *Qué Es Una Ciclovía* . Recuperado el 4 de Septiembre de 2019, de <https://cicloviastemuco.wordpress.com/que-es-una-ciclovía>
- City, L. V. (14 de Septiembre de 2017). *Movilidad Sostenible*. Obtenido de Linea verde: <http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/consejos-ambientales/movilidad-sostenible/que-es-la-movilidad-sostenible.asp>
- ConnectCities. (23 de enero de 2019). *CTSEMBARQ*. Obtenido de <http://www.movilidadamable.org/sistema-integrado-de-transporte>
- Danish Road Directorate. (2013). *Every accident is one too many - a shared responsibility*. Denmark: Danish Road Safety Commission.
- Dekoster, J., & Schollaert, U. (2000). *Cycling: the way ahead for towns and cities*. Luxembourg: European Communities.
- Diario El Espectador. (Marzo de 2016). *Top 10 de las problemáticas que más agobian a bicisuarios en Bogotá*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/top-10-de-problematicas-mas-agobian-bicisuarios-bogota-articulo-624525>
- Duc-Nghiem , N., Hoang-Tung, N., Kojima, A., & Kubota, H. (2018). Modeling cyclists' facility choice and its application in bike lane usage forecasting. *IATSS Research*, 42(2), 86-95. Recuperado el 5 de Septiembre de 2019, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0386111216300516>
- Ecured. (12 de Marzo de 2018). *Ciclovía*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Ciclov%C3%ADa>
- Filpboard. (20 de Noviembre de 2011). *Infraestructura y Medios de Transporte*. Obtenido de <https://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1464707>
- Fradea, I., & Ribeiroa, A. (2014). Bicycle sharing systems demand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*(11), 518 – 527.
- Gavin, M., Ghosh, B., Pakrashi, V., Barton, J., O'Flynn, B., & Lawson, A. (2011). A cycle route planner mobile-app for Dublin City. *Proceedings of the ITRN*, 1(1), 1-7.

- González, E., & Rocha, F. (2018). *Conceptos básicos de Cartografía*. Recuperado el 2 de Octubre de 2019, de Universidad Militar Nueva Granada: http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/odin/odin_desktop.php?path=Li4vb3Zhcy9pbmdlbmllcmllhX2NpdmlsL2Rpc2Vub19ncmFmaWNvX3Bvcj9jb21wdXRhZG9yL3VuaWRhZGF8xLw==#slide_3
- Grupo El Inversor y la Construcción. (29 de Septiembre de 2014). *Ciclovías, una tendencia que se consolida*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de <https://comercioyjusticia.info/elinversorylaconstruccion/informacion-general/ciclovias-una-tendencia-que-se-consolida/>
- Heydon, R., & Lucas-Smith, M. (2014). *Making Space for Cycling. A guide for new developments and street renewals*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de Cambridge Cycling Campaign: <http://www.makingspaceforcycling.org/MakingSpaceForCycling.pdf>
- Instituto De Desarrollo Urbano IDU. (2000). *Plan maestro de ciclorutas manual de diseño*. Bogotá: Consorcio Projekta LTDA,.
- Internatura. (2016). *¿Qué son las ciclovías?* . Recuperado el 3 de Septiembre de 2019, de <http://www.internatura.org/educa/bicis3.html>
- Medina, M. (15 de Febrero de 2018). *Congestión vehicular ¿un problema de movilidad?* Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de Instituto de Estudios Urbanos - IEU Universidad Nacional: <http://ieu.unal.edu.co/en/noticias-del-ieu/item/congestion-vehicular-un-problema-de-movilidad>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía ciclo infraestructura Colombia 2016*. Recuperado el Septiembre de 2019, de https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/Publicaciones
- Ministerio De Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. Bogotá: Mintransporte.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2018). *Resolución 3258 (3 de agosto de 2018). Por la cual se adopta la Guía de Ciclo—Infraestructura para Ciudades Colombianas*. Bogotá: Mintransporte.
- Mogensen, K. (27 de February de 2013). *The bicycle – the future means of transportation*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de Scenario Magazine:: <http://www.scenariomagazine.com/the-bicycle-the-future-means-of-transportation/>
- Mora Rodríguez , M., & Galviz Prada, J. (2016). *Estudio comparativo entre ciclorutas y bici-carriles en bogotá desde la infraestructura y la calidad del desplazamiento* . Trabajo de Grado. Bogotá : Facultad de Ingeniería. Universidad De La Salle .
- Municipalidad de Lima. (2017). *Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas*. Lima: Municipalidad.
- Negrete López, G., & Rodríguez Ortega, B. (Enero de 2004). *Arquitectura híbrida de acceso y visualización de datos*. Recuperado el Septiembre de 2019, de Universidad de las Américas Puebla: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/negrete_l_ga/capitulo3.pdf

- Plataforma Holandesa De Información Y Tecnología Para La Infraestructura, El Tráfico, El Transporte Y El Espacio Público CROW. . (2011). *Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas*. Ámsterdam: CROW.
- QuimiNet. . (6 de Abril de 2018). *La bicicleta como medio de transporte las ventajas de usar la bicicleta como medio de transporte*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/la-bicicleta-como-medio-de-transporte-las-ventajas-de-usar-la-bicicleta-como-medio-de-transporte-2555670.htm>
- RED T. . (21 de Mayo de 2016). *Esmarcity.es*. Obtenido de <https://www.esmartcity.es/movilidad-urbana>
- Revista Portafolio. (Junio de 2018). *El 68% de los viajes que se hacen en 'bici' en Bogotá son por trabajo*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de <https://www.portafolio.co/economia/el-68-de-los-viajes-que-se-hacen-en-bici-en-bogota-son-por-trabajo-518622>
- Rodriguez, A. (18 de Febrero de 2018). *Congestion vehicular un problema de movilidad*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de Universidad Nacional de Colombia: congestion-vehicular-un-problema-de-movilidad
- Sánchez, I. (17 de Octubre de 2017). *Apuntes de Geografía Humana*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de <http://ficus.pntic.mec.es/ibus0001/servicios/transportes.html>
- Sanchez, N. (19 de Octubre de 2018). *La bicicleta va a buen ritmo, bici-indicadores de Bogotá*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2019, de Secretaría Desarrollo Económico de Bogotá: <http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/dinamica-economica-y-distribucion/la-bicicleta-va-buen-ritmo-bici-indicadores-de-bogota>
- Secretaría de Movilidad . (10 de Abril de 2009). *Movilidad distrital*. Obtenido de <https://www.movilidadbogota.gov.co/web/>
- Secretaría de Tránsito y Seguridad Vial . (2019). *Movilidad*. Obtenido de Alcaldía de Barranquilla: https://www.barranquilla.gov.co/transito?option=com_content&view=article&id=5507&Itemid=12
- Sener, I., Eluru, N., & Bhat, C. (2014). An Analysis of Bicycle Route Choice Preferences in Texas, U.S. *Transportation*, 36(5), 511-539. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/225385511_An_analysis_of_bicycle_route_choice_preferences_in_Texas_US
- SIMUR. (2017). *Registro Bici Bogotá*. Obtenido de <https://registrobicibogota.movilidadbogota.gov.co/#/>
- Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital. (1 de Mayo de 2019). *Datos Abiertos de Bogotá*. Obtenido de IDECA: <https://portal.ideca.gov.co/la-ide-de-bogota>
- Universidad Libre. (2018). *Estudio de la Universidad Libre revela completa radiografía del uso de la bicicleta en Bogotá*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de Centro de Noticias: <http://www.unilibre.edu.co/bogota/ul/noticias/noticias-universitarias/3651->

estudio-de-la-universidad-libre-revela-completa-radiografia-del-uso-de-la-bicicleta-en-bogota

Universidad Veracruzana. (05 de 2013). *Manual Operativo para la utilización del SIG Quantum GIS*. Recuperado el Octubre de 2019, de <https://www.uv.mx/cuo/files/2013/05/Manual-QGIS-CUOM.pdf>

Vassi, A., & Vlastos, T. (2014). A review and critical assessment of cycling infrastructures across Europe. *The Sustainable City* , 1(9),. 1(9), 757 - 768.