

Revisión del estado físico de la primera fase de la ciclo-infraestructura del municipio de  
Bucaramanga

Camilo Andrés Chinchilla López y Mayerlith Johanna Muñoz Vásquez

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Sandra Milena Cote Vargas

Ingeniera Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2020

## DEDICATORIA

A Dios por ser mi padre y mi confidente, por regalarme cada extraordinario día para cumplir mis metas.

A mi amada madre Yenny Xiomara López Romero por brindarme su apoyo incondicional y enseñarme a no doblegarme ante las adversidades guiándome con su amor para lograr mis metas.

A mi padre Wilmar Chinchilla Vélez por enseñarme la importancia de la responsabilidad y por el sacrificio entregado a diario durante estos años para que no me faltara nada y cumplir con un sueño.

A mi adorada abuela Esperanza Romero Becerra por ser ese motivo de alegría y de alivio frente a dificultades que con un abrazo todo apacigua.

A mi tía Liney Chinchilla Vélez por mostrarme que aprovechando mis capacidades y reconociendo mis defectos siempre es posible mejorar para entregar lo mejor de mí.

A mi querida Laura Trespalacios Garcés porque estuviste a mi lado en los momentos más difíciles, siempre siendo una voz de aliento que ofrecía un mensaje de esperanza y motivación.

A mis abuelos Benito y Rocio, por estar siempre en los momentos importantes de mi vida y ser un ejemplo de superación, con sus sabios consejos han contribuido en mi crecimiento personal.

CAMILO ANDRÉS CHINCHILLA LÓPEZ

## DEDICATORIA

A mi madre Bernarda Vásquez Báez por animarme día a día a ser mejor en mis estudios y a superarme mostrándome habilidades propias que yo misma ignoraba.

A mi padre Jaime Muñoz Iglesias por impulsarme y retarme a cumplir metas que no contemplaba, con su carácter fuerte y retador. Y por brindarme todo lo necesario para poder culminar mis estudios.

A mis hermanos Jaime Alberto Muñoz Vásquez y Oscar Andrés Muñoz Vásquez que en mi proceso educativo me acompañaron y me brindaron las ayudas necesarias para poder completar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis amigos, quienes me ayudaron y me dieron sus palabras de aliento en los momentos difíciles, y con quienes compartí esta gran etapa de mi vida, que me brindaron espacios de risas y a la vez me abrazaron en momentos de llanto y no me dejaron decaer.

Al Ingeniero Mecánico Leónidas Vásquez quien me dio palabras alentadoras y de esperanza en un momento en donde tenía miedo de continuar, y que con sus exigencias me enseñó a esforzarme por lo que quiero y que, aunque se vea un camino difícil siempre lo podré superar paso a paso.

Mayerlith Johanna Muñoz Vásque

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad industrial de Santander y a la escuela de ingeniería civil, alma mater en que fuimos privilegiados de realizar nuestra formación como ingenieros en pro de contribuir en la construcción de un mejor futuro para nuestra sociedad.

A nuestra directora de proyecto, la ingeniera Sandra Milena Cote Vargas por ser esa guía excepcional con la cual contamos durante todo el desarrollo de nuestra tesis, aportando su conocimiento, orientación y confianza.

A todos los maestros que en cada una de las asignaturas nos brindaron sus conocimientos y experiencias que día a día iremos aplicando y reconociendo como profesionales.

**Tabla de contenido**

Introducción .....	14
1. Antecedentes .....	16
1.1. Importancia de la ciclo-infraestructura .....	16
1.2. Ciclo infraestructura en Bucaramanga.....	17
1.3. Estadísticas sobre el uso de la bicicleta en Bucaramanga .....	19
1.4 Primer gran encuesta sobre uso de la bicicleta .....	19
2. Pavimento.....	24
2.1. Daños en el pavimento.....	24
2.2. Pavimentos flexibles .....	25
2.2.1. Daños en pavimentos flexibles.....	25
2.3. Pavimentos rígidos.....	28
2.3.1. Daños en pavimentos rígidos .....	28
3. Señalización Vial .....	31
3.1. Señalización Horizontal.....	32
3.2. Señalización Vertical .....	34
4. Tipologías de la ciclo-infraestructura.....	38
4.1. Vías ciclísticas .....	38
4.1.1. Ciclo ruta.....	39
4.1.2. Ciclo-banda .....	40
4.2. Vías ciclo-adaptadas .....	41

4.2.1. Carril ciclo-preferente .....	41
4.2.2. Banda ciclo-preferente .....	42
4.2.3. Calle con transito calmado .....	42
4.2.5. Circulación contraflujo.....	44
4.2.6. Uso autorizado de vías y zonas peatonales .....	45
4.3. Ventajas e inconvenientes del tipo de ciclo-infraestructura .....	46
5. Metodología .....	49
5.1. Levantamiento y procesamiento de daños en el pavimento .....	50
5.1.1. Recolección de la información.....	50
5.1.2. Procesamiento de la información .....	51
5.2. Levantamiento y procesamiento de la señalización horizontal.....	52
5.2.1. Recolección de la información.....	52
5.2.2. Procesamiento de la información .....	52
5.3. Levantamiento y procesamiento de la señalización vertical.....	53
5.3.1. Recolección de información.....	53
5.3.2. Procesamiento de la información .....	54
6. Revisión de los resultados de la inspección de campo.....	55
6.1. Estado del pavimento.....	55
6.2. Estado de la señalización horizontal .....	63
6.3. Estado de la señalización vertical .....	67
7. Conclusiones .....	73

CICLO-INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA	7
8. Recomendaciones.....	75
Bibliografía .....	77
Apéndices.....	79

**Lista de Figuras**

Figura 1 Mayor Aplicación de la encuesta .....	20
Figura 2 Género encuestado.....	20
Figura 3 Tiempo de uso de la bicicleta .....	21
Figura 4 Tipo de uso de la bicicleta .....	21
Figura 5 Razón por la cual se usa la bicicleta.....	22
Figura 6 Respuesta a la pregunta realizada.....	22
Figura 7 Cambio al pictograma de bicicleta utilizado actualmente.....	35
Figura 8 Señales reglamentarias del Manual de Señalización Vial con el nuevo pictograma propuesto.....	36
Figura 9 Señales preventivas del Manual de Señalización Vial con el nuevo pictograma.....	36
Figura 10 Señales de servicios generales del Manual de Señalización vial con el nuevo pictograma.....	37
Figura 11 Ciclo ruta en calzada .....	39
Figura 12 Ciclo ruta bidireccional .....	39
Figura 13 Ciclo banda unidireccional en la calzada .....	40
Figura 14 Ciclo-banda unidireccional sobre andén .....	40
Figura 15 Carril ciclo-preferente .....	41
Figura 16 Bandas ciclo preferentes.....	42
Figura 17 Calle con transito calmado .....	43
Figura 18 Carril Bici-Bus.....	44
Figura 19 Calle con contraflujo .....	44
Figura 20 Vía peatonal compartida en zona verde.....	46
Figura 21 Convenciones de Google My Maps .....	50

Figura 22 Consulta del estado del pavimento en K0+880-K0+890.....	51
Figura 23 Consulta del estado de la señalización horizontal en K0+010-K0+020.....	53
Figura 24 Consulta del estado de la señalización vertical K0+130-k0+140.....	55
Figura 25 Tipo de pavimento de la ciclo-infraestructura.....	56
Figura 26 Tipo de ciclo-infraestructura en el pavimento rígido .....	57
Figura 27 Estado del pavimento rígido .....	57
Figura 28 Daños en el pavimento rígido.....	58
Figura 29 K0+000-K0+010 .....	58
Figura 30 Tipo de ciclo-infraestructura en el pavimento flexible.....	59
Figura 31 Estado del pavimento flexible .....	60
Figura 32 Daños en el pavimento flexible .....	61
Figura 33 K1+210-K1+220 .....	62
Figura 34 Señalización horizontal encontrada.....	63
Figura 35 Estado físico de la señalización horizontal.....	64
Figura 36 Mantenimiento para la señalización horizontal.....	66
Figura 37 K1+430-K1+440 .....	66
Figura 38 Tipo de señales .....	68
Figura 39 SR-01 K2+320-K2+323,7 .....	69
Figura 40 Estado físico de la Señalización Vertical .....	70
Figura 41 Mantenimiento requerido por la Señalización Vertical deteriorada71Figura	42
Mapa Completo en Google My Maps.....	72
Figura 43 Mapa guía Google My Maps .....	76

**Lista de tablas**

Tabla 1 Daños tipo fisura en pavimentos flexibles .....	26
Tabla 2 Deformaciones en pavimentos flexibles .....	26
Tabla 3 Daños superficiales en pavimentos flexibles .....	27
Tabla 4 Daños de capas estructurales en pavimentos flexibles.....	27
Tabla 5 Otros daños en pavimentos flexibles .....	28
Tabla 6 Grietas y agrietamientos en pavimentos rígidos .....	29
Tabla 7 Daños en juntas de pavimentos rígidos.....	29
Tabla 8 Deterioro superficial en pavimentos rígidos .....	30
Tabla 9 Otros daños en pavimentos rígidos .....	30
Tabla 10 Principales ventajas e inconvenientes de las vías ciclistas .....	47
Tabla 11 Principales ventajas e inconvenientes de las vías ciclo-adaptadas.....	48
Tabla 12 Severidad de los daños .....	62
Tabla 13 Estado físico de la señalización horizontal .....	65
Tabla 14 Tipo de señales encontradas en el levantamiento .....	68
Tabla 15 Estado físico de la Señalización Vertical .....	70
Tabla 16 Mantenimiento requerido por la señalización deteriorada.....	71

### Lista de Apéndices

Apéndice A. . Tramo 1. Entre la glorieta caballo de Bolivar y la carrera 28 con calle 34 .....	79
Apéndice B. Tramo 2. Sobre la carrera 28 entre calles 21 y 14 .....	79
Apéndice C. Tramo 3. Sobre la carrera 30 hasta la quebrada seca y la calle 21 entre carreras 30 y 29.....	80
Apéndice D. Tramo 4. Sobre la calle 29 entre carreras 30 y 32 .....	80
Apéndice E. Tramo 5. Sobre la carrera 30 entre calles 32 y 29.....	81
Apéndice F. Tramo 6. Sobre la calle 32 entre carreras 27 y 30 parque de los niños.....	81
Apéndice G. Formato para levantamiento de información de pavimento .....	82
Apéndice H. Formato para levantamiento de información de señalización horizontal ... ..	82
Apéndice I. Formato para levantamiento de información de señalización vertical .....	83

## Resumen

<b>Título:</b>	Revisión del estado físico de la primera fase de la ciclo-infraestructura del municipio de Bucaramanga *
<b>Autor:</b>	Camilo Andrés Chinchilla López Mayerlith Johanna Muñoz Vásquez**
<b>Palabras clave:</b>	Revisión, inspección visual, señalización vial, malla vial, ciclo-infraestructura.
<b>Descripción:</b>	

En el presente trabajo de investigación se realiza una revisión física detallada del estado actual de la malla vial, señalización vertical y horizontal presente en el tramo de la primera fase de la ciclo-infraestructura existente en la ciudad de Bucaramanga el cual está ubicado entre la entrada principal de la Universidad Industrial de Santander y el Parque de los niños. Esta revisión se realizó por medio de 3 levantamientos en campo los cuales se hicieron tomando datos en tramos de cada 10 metros; el primer levantamiento consistió en la medición de los tramos y toma de datos con respecto al estado del pavimento, apoyándonos en la adaptación propia de los formatos teniendo en cuenta las especificaciones del manual de inspección visual para pavimentos flexibles y el manual de inspección visual de pavimentos rígidos, emitidos por el instituto nacional de vías (INVIAS) , en el segundo levantamiento se tomaron fotografías de los tramos y se recopiló la información detallada sobre el estado físico de la señalización horizontal y vertical usando adaptaciones propias de los formatos emitidos por el Ministerio de Transporte y convenios con la Universidad Pontificia Javeriana; teniendo en cuenta las especificaciones de la Guía de ciclo-infraestructuras para ciudades colombianas emitida por el Ministerio de Transporte. Los datos se procesan por medio del software ArcGIS, posteriormente se crea el mapa en la plataforma Google My Maps donde pueden ser consultados en tiempo real el estado de los componentes de la ciclo-infraestructura. Finalmente, se realiza la revisión del estado teniendo en cuenta los datos recopilados, se puede evidenciar un buen estado respecto a la malla vial y falencia en cuanto a la señalización vertical por lo cual se recomienda realizar un estudio con mayor profundidad.

---

\*Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Sandra Milena Cote Vargas. Ingeniera Civil, M.Sc.

### Abstract

- Title:** Physical status review of the first phase of the cycle-infrastructure of the municipality of Bucaramanga \*
- Authors:** Camilo Andrés Chinchilla López  
Mayerlith Johanna Muñoz Vásquez\*\*
- Keywords:** Review, visual inspection, road signs, road mesh, cycle infrastructure.

### Description:

In this research project, a detailed physical review of the current state of the road network, vertical and horizontal signaling present in the section of the first phase of the existing cycle-infrastructure, which is located between the main entrance building of the Industrial University of Santander and the Children's Park in the city of Bucaramanga. This review was carried out by means of three surveys in the field which were carried out by taking data in sections of every 10 meters; The first survey consisted of measuring the sections and collecting data regarding the state of the pavement, relying on the proper adaptation of the formats taking into account the specifications of the visual inspection manual for flexible pavements and the visual inspection manual of pavements. In the second survey, photographs of the sections were taken and detailed information on the physical state of the horizontal and vertical signage was compiled using adaptations of the formats issued by the Ministry of Public Works, issued by the National Highway Institute (INVIAS). Transportation and agreements with the Universidad Pontificia Javeriana; considering the specifications of the Cycle-Infrastructure Guide for Colombian cities issued by the Ministry of Transportation. The data is processed by means of the ArcGIS software, subsequently the map is created on the Google Maps platform where the status of the cycle-infrastructure components can be consulted in real time. Finally, a review of the state is carried out taking into account the data collected, it can be evidenced a good state regarding the road network and deficiency in terms of vertical signaling, for which it is recommended to carry out a study in greater depth.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Sandra Milena Cote Vargas. Civil Engineer, M.S.c.

## Introducción

Actualmente el medio ambiente es uno de los temas con mayor importancia a nivel mundial, el parque automotor de las ciudades es uno de los factores más contaminantes del aire y que afecta directamente a toda la población, debido a la necesidad de transportarse de un lado a otro en el menor tiempo posible y que este es uno de los campos que sostienen la economía, es imposible considerar disminuir la producción de estos, por lo cual, se buscan soluciones de mayor viabilidad y beneficio para el medio ambiente y la salud de las diferentes poblaciones, como el mayor uso de medios de transportes no contaminantes como la bicicleta, patineta, monopatín etc. Junto a esto se presenta la necesidad de la construcción de un espacio específico para el tránsito de los usuarios de estos medios de transporte alternos para proteger su integridad y asegurar una movilidad óptima y segura.

El crecimiento de la población y el desarrollo económico de Bucaramanga trae consigo dificultades que sus habitantes deben afrontar a diario, una de ellas y probablemente común a todos los ciudadanos es la deficiente movilidad en algunas vías principales de la ciudad, esto puede darse por distintos factores que entre otros podemos encontrar, mala calidad del transporte público masivo, accidentes de tránsito, las bajas velocidades promedios de las vías trayendo como consecuencia una incapacidad de que los habitantes de la ciudad puedan trasladarse de un sitio a otro. Dada la necesidad de mejorar la movilidad en la ciudad y a su vez incentivar en habito saludable que es el uso de la bicicleta que va a beneficiar a toda la comunidad ya que es una forma económica, saludable e innovadora de transporte se requiere una ciclo-infraestructura que aporte desde el punto de vista de la movilidad a la facilidad de llegar de un sitio a otro.

Dada la importancia de acrecentar el nivel de servicios de la ciclo-infraestructura, para que esta cumpla con el funcionamiento óptimo para brindar seguridad a la hora de utilizarla propios

y turistas, se manifiesta la idea de conocer cuál es el estado y el funcionamiento de los tramos de dicha vía para generar un plan que identifique, controle y lleve un seguimiento a agentes que puedan afectar el cómodo tránsito de los usuarios en la vía, teniendo como apoyo las normas y guías publicadas por el ministerio de transporte y el instituto nacional de vías (INVIAS).

## **1. Antecedentes**

### **1.1. Importancia de la ciclo-infraestructura**

La bicicleta actualmente está recobrando mucha popularidad debido a los problemas ambientales que actualmente perjudican nuestros ecosistemas y nuestra salud, en varios países se están implementando programas para promover el uso de este vehículo para reducir el uso y producción de gases contaminantes, sin duda una gran alternativa para el uso de un transporte; pero también hay un beneficio personal; hoy en día, la bicicleta ya no es solo un implemento para hacer deporte, un pasatiempo o un simple medio de transporte; se ha convertido en una forma concreta de ayudar al medio ambiente. Esta realidad, ha transformado a la bicicleta en uno de los principales medios de transporte ecológico.

Montar en bicicleta ayuda a disminuir la congestión de las calles; ayuda a tener una mejor calidad de vida a través del ejercicio, ayuda a no contaminar el aire; ya que no emite ninguno de los gases que afectan a la calidad del aire urbano, hecho que ayuda a reducir los niveles de contaminación en la ciudad; ayuda a darle un respiro a la gente, sobre todo en ciudades con alto tráfico y contaminación acústica; ayuda a disminuir el impacto del hombre al cambio climático, puesto que no emite gases de efecto invernadero, ayudando así a preservar las condiciones óptimas de la atmosfera. (ALCALDIA DE BUCARAMANGA, 2017)

La importancia de generar infraestructura de alta calidad para todos los modos de transporte alternativo radica que, en Colombia desde ya hace más de un siglo, los colombianos han utilizado la bicicleta como medio de transporte. Este vehículo se ha convertido en un medio de recreación y, con el paso del tiempo, en un modo para apropiarse de distintos espacios tanto rurales como urbanos. Su papel como medio de transporte ha sido importante para mejorar el acceso al trabajo, la educación, los bienes y servicios.

Teniendo en cuenta que para el desarrollo de las ciudades hoy en día se debe atender las necesidades de movilidad segura y eficiente de las personas, las ciudades deben garantizar a sus habitantes una infraestructura adecuada para el uso de la bicicleta u otro medio alternativo de transporte. Con la implementación de una infraestructura orientada a los medios de transporte alternativos se generaría un incentivo en el uso de estos, mejorando así el ordenamiento del tránsito en la ciudad, disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero y disminuyendo los riesgos asociados a sedentarismo. (Ministerio de transporte de Colombia, 2016).

## **1.2. Ciclo infraestructura en Bucaramanga**

El municipio de Bucaramanga carecía de infraestructuras apropiadas para la circulación segura en medios alternativos de transporte y la inseguridad vial para el tránsito de peatones y bici-usuarios era alta por falta de vías para el transporte seguro en bicicleta.

Actualmente el municipio de Bucaramanga cuenta con pocas de vías apropiadas para los usuarios de bicicleta, lo que dificulta el uso de medios alternativos de transporte generando grandes problemas de movilidad, saturación del transporte público, represamiento vehicular, y altos índices de accidentalidad en usuarios de bicicletas. Adicionalmente esta situación genera efectos indirectos en el medio ambiente y en la salud de los habitantes del municipio, ya que por causa del alto tráfico que diariamente circula por la ciudad se están generando daños ambientales y enfermedades respiratorias que afectan la calidad de vida de la población. El porcentaje de personas que acuden al trabajo por medios alternativos como bicicleta o a pie es aproximadamente del 3%, lo que refleja un desinterés de la comunidad por el uso de medios alternativos de transporte.

El Municipio de Bucaramanga, en observancia, y específicamente teniendo en cuenta la situación de movilidad que se vive actualmente, busca aumentar el número de kilómetros de ciclo rutas para transporte urbano con el fin de incentivar el uso de medios alternativos como bicicleta.

La construcción del corredor ciclista UIS-Parque de los niños en el municipio de Bucaramanga con sus 2570 metros lineales de ciclo-infraestructura trajo como principal beneficio dotar a la ciudad con vías destinadas a la circulación de medios de transporte no motorizados, contribuyendo así con la movilidad de la ciudad y brindándole a los habitantes la posibilidad de utilizar medios alternativos de transporte que ayuden a la conservación del medio ambiente y al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

La iniciativa pretendió interconectar sectores de la ciudad para que los ciclistas tengan sus propias vías y no arriesguen sus vidas al enfrentar el denso tráfico de la ciudad en los siguientes sectores (ALCALDIA DE BUCARAMANGA, 2017):

- Tramo 1: Entre la glorieta caballo de Bolívar y la carrera 28 con calle 14. (Anexo A)
- Tramo 2: Sobre la carrera 28 entre calles 21 y 14. (Anexo B)
- Tramo 3: Sobre la carrera 30 hasta la quebrada seca y la calle 21 entre carreras 30 y 29. (Anexo C)
- Tramo 4: Sobre la calle 29 entre carreras 30 y 32. (Anexo D)
- Tramo 5: Sobre la carrera 30 entre calles 32 y 29. (Anexo E)
- Tramo 6: Sobre la calle 32 entre carreras 27 y 30 parque de los niños. (Anexo F)

### **1.3. Estadísticas sobre el uso de la bicicleta en Bucaramanga**

En Bucaramanga, en el año 2016 no se contaba con cifras precisas de cuantas personas usaban la bicicleta. Los datos oficiales que se tenían eran los de las encuestas de percepción ciudadana “Bucaramanga como vamos” que hablan de 2% de uso en el año 2014 y del 1% de uso en el año 2015.

También el BID, en su informe Bici-ciudades 2013, entregó estadísticas de personas que usan la bicicleta en Bucaramanga (0,6%) con base en cifras que nos fueron solicitadas de acuerdo con el número de personas que participan en los Ciclo paseos Urbanos y de fuentes secundarias consultadas. Por lo cual se decidió hacer una encuesta con mayor organización.

### **1.4. Primer gran encuesta sobre uso de la bicicleta.**

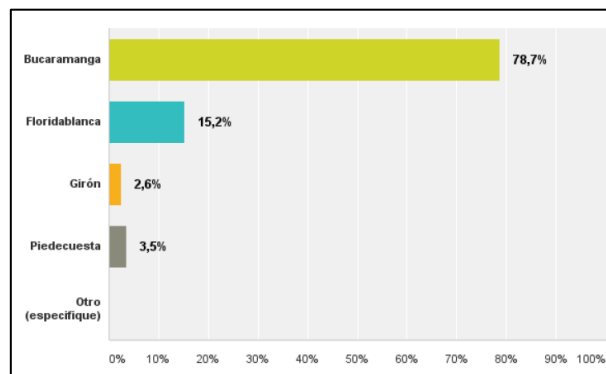
Esta encuesta fue realizada en Bucaramanga y toda su Área Metropolitana en el año 2016 entre el 26 de enero y el 6 de noviembre. Se realizo por medios on-line y entrevistas personales, se encuestaron 1054 personas obteniendo 986 respuestas completas.

La encuesta se realizó con el fin de segmentar y caracterizar la población que usa la bicicleta en Bucaramanga y su Área Metropolitana de acuerdo con variables simples.

**Municipio de residencia.**

Figura 1

*Mayor Aplicación de la encuesta*

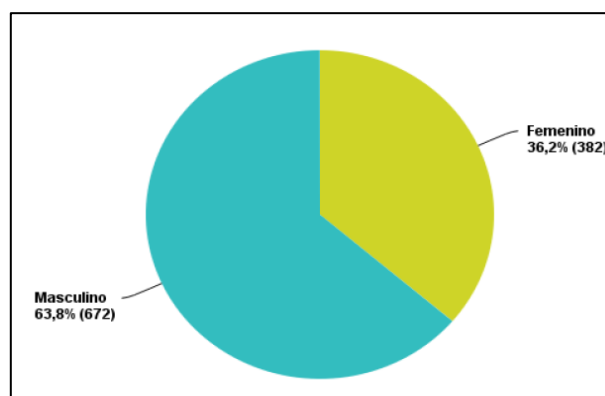


Nota: (Corporación para el fomento y desarrollo de la cultura de la bicicleta y otras alternativas de movilidad sostenible - Ciclaramanga, 2016)

✓ **Género.**

Figura 2

*Género encuestado*

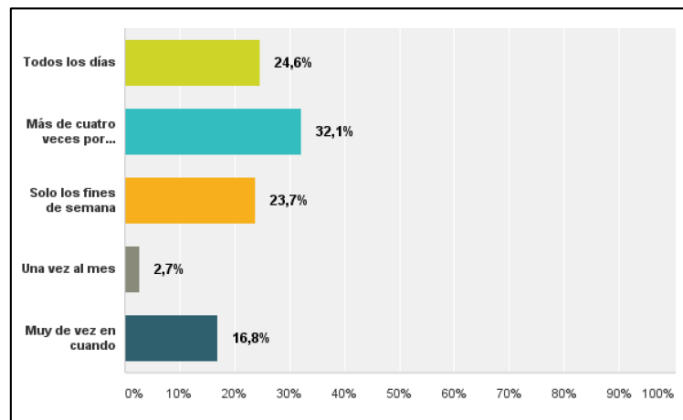


Nota: (Corporación para el fomento y desarrollo de la cultura de la bicicleta y otras alternativas de movilidad sostenible - Ciclaramanga, 2016)

✓ **Frecuencia de uso de la bicicleta.**

Figura 3

*Tiempo de uso de la bicicleta*

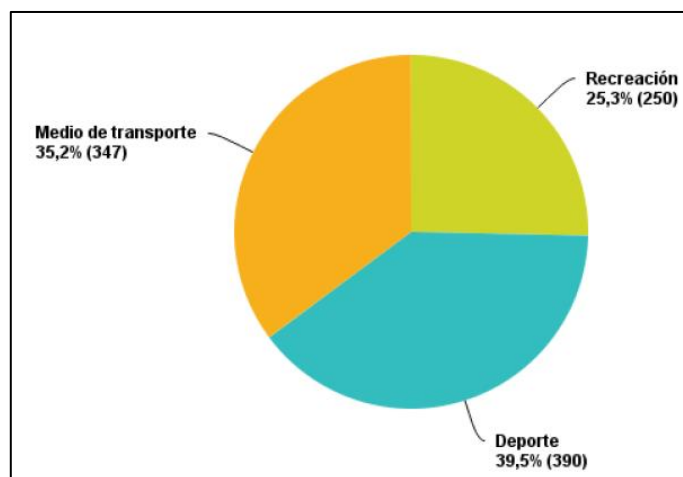


Nota: (Corporación para el fomento y desarrollo de la cultura de la bicicleta y otras alternativas de movilidad sostenible - Ciclaramanga, 2016)

✓ **Objetivo de uso.**

Figura 4

*Tipo de uso de la bicicleta*

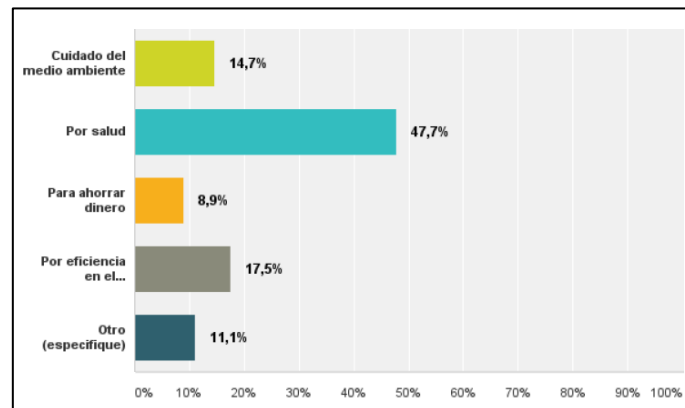


Nota: (Corporación para el fomento y desarrollo de la cultura de la bicicleta y otras alternativas de movilidad sostenible - Ciclaramanga, 2016)

✓ **Principal razón de uso de la bicicleta.**

Figura 5

*Razón por la cual se usa la bicicleta*



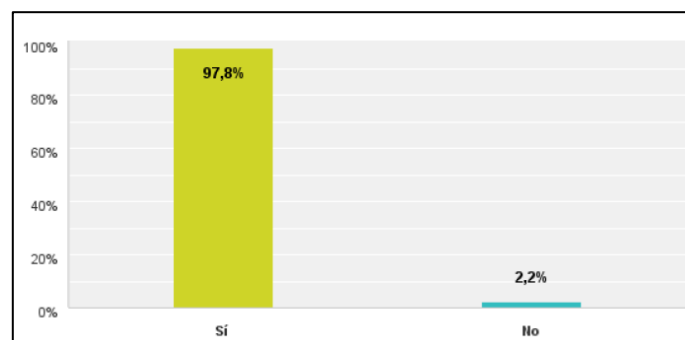
Nota: (Corporación para el fomento y desarrollo de la cultura de la bicicleta y otras alternativas de movilidad sostenible - Ciclaramanga, 2016)

✓ **Necesidad de la ciclo-infraestructura.**

Si existiera ciclo-infraestructura adecuada, ¿usaría la bicicleta como medio de transporte?

Figura 6

*Respuesta a la pregunta realizada*



Nota: (Corporación para el fomento y desarrollo de la cultura de la bicicleta y otras alternativas de movilidad sostenible - Ciclaramanga, 2016)

La mayoría de la población que usa la bicicleta en Bucaramanga y su Área Metropolitana se concentra en las edades comprendidas entre 18 y 35 años, con un 73,7% del total de los encuestados.

Los hombres siguen siendo los que más utilizan la bicicleta con un 63,8% frente a un 36,2% de las mujeres.

Los estratos que más usan la bicicleta en el AMB son el 3 y el 4 con un 78,8% sumados.

La mayoría de los encuestados (56,7%) utiliza la bicicleta más de cuatro veces por semana. En Bucaramanga, el 33,5% de los hombres la usa todos los días, mientras que solo el 15,8% de las mujeres la utiliza a diario.

Solo el 35,2% de los encuestados usan la bicicleta como medio de transporte; como deporte y recreación la utiliza el 64,8% sumados. En Bucaramanga, el uso de la cicla como opción de transporte llega al 38,0%.

De lejos, la salud es la principal razón por la que los encuestados utilizan la bicicleta. En el rango de edades entre los 25 y los 35 años este factor ocupa el 51,7%, mientras que para el rango de 18 a 25 años solo llega al 34,8%.

El transporte público (taxi, bus y Metrolínea) con un 33,3% sumado es la opción preferida para transportarse por los encuestados. En el estrato 3 caminar y la moto son las opciones preferidas con un 54,2% sumado, mientras que para el estrato 4 el vehículo particular ocupa la primera opción con un 25,6%.

La falta de infraestructura es la principal razón para no usar la bicicleta; la pendiente de las calles y el clima son razones con poca popularidad, contrario a lo estimado por percepción. Tanto para hombres como para mujeres, la inseguridad es el segundo factor de influencia en la decisión de no usar la bicicleta para transportarse.

En el estrato 3, en el rango de 18 a 25 años, el uso de la bicicleta como opción de transporte llega al 48,8%, mientras que para el estrato 4, en el rango de 25 a 35 años el 56,1% de los

encuestados usa la bicicleta para hacer deporte. (Corporación para el fomento y desarrollo de la cultura de la bicicleta y otras alternativas de movilidad sostenible - Ciclaramanga, 2016)

De acuerdo con la anterior encuesta sobre el uso de la bicicleta en Bucaramanga y su área metropolitana, la falta de una infraestructura adecuada para ciclistas, sumada a la inseguridad eran los principales factores que reducían esta alternativa de transporte en la región.

## **2. Pavimento**

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (Montejo, 2002)

### **2.1. Daños en el pavimento**

Los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, no fallan o colapsan repentinamente, sino que lo hacen en forma gradual y progresiva. La continúa acción fundamentalmente de las sollicitaciones del tránsito y clima siempre tienen una manifestación en la superficie del pavimento. Se entiende por “daño” o “falla” en un pavimento toda indicación de un desempeño insatisfactorio del pavimento, es decir, todo apartamiento de un comportamiento definido como “perfecto”. (Ministerio de obras públicas y comunicaciones., 2016)

## **2.2. Pavimentos flexibles**

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Montejo, 2002)

### **2.2.1. Daños en pavimentos flexibles**

Según el manual de inspección visual para pavimentos flexibles los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en cuatro categorías:

- Fisuras.
- Deformaciones.
- Perdida de capas estructurales.
- Daños superciliares.
- Otros daños.

Dentro de cada categoría existen diferentes deterioros que se originan por diversos factores, algunos los cuales se han establecido mediante la revisión bibliográfica y otros mediante evaluación de campo y ensayos de laboratorio. (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia., 2006)

A continuación, se relacionan el nombre de cada categoría, con las fallas que se presentan dentro de esta, con su abreviatura y la manera en que se mide su severidad.

Tabla 1

Daños tipo fisura en pavimentos flexibles

Fisuras				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Fisuras longitudinales (m)	FL	Abertura < 1 mm o selladas.	Abertura 1-3 mm sin sello, algunas fisuras la cruzan.	Abertura > 3mm posee alto desgaste, algunas fisuras la cruzan, causan vibración al vehículo.
Fisuras transversales (m)	FT			
Fisuras en juntas de construcción (m)	FCL, FCT			
Reflexión de juntas de pavimentos rígidos (m)	FJL, FJT			
Fisuras de media luna (m2)	FML			
Fisuras de borde (m)	FBD			
Fisuras en bloque (m2)	FB	Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidas y están conformados por fisuras < 1mm o selladas sin desgaste en ellas.	Bloques definidos por fisuras 1-3mm o sin sellante, con desgaste leve.	Bloques bien definidos por fisuras > 3mm que presentan alto desgaste.
Piel de cocodrilo (m2)	PC	Serie de fisuras longitudinales paralelas con abertura de hasta 3 mm, principalmente en la huella.	Las fisuras han formado bloques que tiene ligero desgaste en los bordes.	Área con bloques sueltos de bordes desgastados, puede existir bombeo.
Fisuras por deslizamiento de capas (m2)	FDC	Fisuras < 1 mm o selladas.	Fisuras 1-3 mm, pueden existir agrietamientos alrededor con aberturas menores a 1mm.	Fisuras > 3 mm pueden existir agrietamientos entre las fisuras con aberturas mayores a 1 mm.
Fisuración incipiente (m2)	FIN	Sin grados de severidad asociados.		

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia., 2006)

Tabla 2

Deformaciones en pavimentos flexibles

Deformaciones				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Ondulaciones (m2)	OND	Altura < 10 mm.	Altura 10-20 mm.	Altura > 20 mm.
Abultamiento (m2)	AB			
Hundimiento (m2)	HUN	Altura < 20 mm.	Altura 20-40 mm.	Altura > 40 mm.
Ahuellamiento (m2)	AHU	Altura < 10 mm.	Altura 10-25 mm.	Altura > 25 mm.

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia., 2006)

Tabla 3

Daños superficiales en pavimentos flexibles

Daños Superficiales				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Desgaste superficial (m2)	DSU	Perdida de la textura de la superficie, con irregularidades hasta de 3 mm.	Profundidad de las irregularidades entre 3 mm y 10 mm, se observa el agregado grueso, el vehículo experimenta vibración y ruido.	Ha comenzado a desintegrarse la superficie, presenta desprendimientos evidentes partículas sueltas sobre la calzada.
Perdida del agregado (m2)	PA	Se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0,15 m.	Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0,05m y 0,15 m.	Desprendimiento extensivo de agregados con separaciones menores a 0,05 m, superficie muy rugosa, se observan agregados sueltos.
Pulimento del agregado (m2)	PU	Sin grados de severidad asociados.		
Cabezas duras (m2)	CD	Sin grados de severidad asociados.		
Exudación (m2)	EX	Se hace visible en la superficie en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.	exceso de asfalto libre que conforma una película cubriendo parcialmente los agregados.	cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, aspecto húmedo de intensa coloración negra.
Surcos (m2)	SU	Sin grados de severidad asociados.		

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia., 2006)

Tabla 4

Daños de capas estructurales en pavimentos flexibles

Daños De Capas Estructurales				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Descascaramiento (m2)	DC	Atura < 10 mm.	Altura 10-25 mm.	Altura > 25 mm.
Bache o hueco (m2)	BCH	Profundidad < 25 mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.	Profundidad entre 25-50 mm, afecta incluso la capa asfáltica.	Profundidad > 50 mm, llega a afectar la base granular.
Parqueo (m2)	PCH	El parche esta en muy buen condición y se desempeña satisfactoriamente.	El parche presenta algunos daños de severidad baja a media y deficiencia en los bordes.	El parche presenta daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia., 2006)

Tabla 5

Otros daños en pavimentos flexibles

Otros Daños				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Corrimiento vertical de la berma (m, h)	CV	Altura < 6 mm.	Altura 6-25 mm.	Altura > 25 mm.
Separación de la berma (m, s)	SB	Ancho < 3 mm.	Ancho 3-10 mm.	Ancho > 10 mm.
Afloramiento de agua (m)	AFA	Sin grados de severidad asociados.		
Afloramiento de finos	AFI	Sin grados de severidad asociados.		

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia., 2006)

### 2.3. Pavimentos rígidos

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. (Montejo, 2002)

#### 2.3.1. Daños en pavimentos rígidos

Según el manual de inspección visual para pavimentos rígidos los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido fueron agrupados en cuatro categorías generales:

- Grietas.
- Deterioro de las juntas.
- Deterioro superficial.
- Otros deterioros.

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría, presentados a continuación, presentan su nombre, su nivel de severidad, las unidades de medición y sus abreviaturas. Los niveles de severidad son criterios adoptados para diferenciar la gravedad del daños, estos se basan fundamentalmente en la apreciación del grado de deterioro que pueda presentar cada daño en particular, en términos generales las severidades adoptadas son baja, media y alta. (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia, 2006)

Tabla 6

## Grietas y agrietamientos en pavimentos rígidos

Grietas y Agrietamiento				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Grietas longitudinales (m)	GL	Abertura<3mm	Abertura de 3-10mm	Abertura>10mm
Grietas transversales (m)	GT			
Grietas de esquina (m)	GE			
Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP			
Grietas en bloque o múltiples (m2)	GB	SIEMPRE ALTA		
Grietas en pozos o sumideros (m2)	GA	Abertura<3mm	Abertura de 3-10mm	Abertura>10mm

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia, 2006)

Tabla 7

## Daños en juntas de pavimentos rígidos

Juntas				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Separacion de juntas (m)	SJ	<3mm	3-25mm	>25mm
Deficiencia del sellado transversal (m)	DST	L<0.5m	0.5-2.0m	>2.0m
Deficiencia del sellado longitudinal (m)	DSL			

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia, 2006)

Tabla 8

## Deterioro superficial en pavimentos rígidos

Deterioro Superficial				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Desportillamiento transversal (m)	DPT	Abertura<5cm	Abertura entre 5-15cm	Abertura>15cm
Desportillamiento longitudinal (m)	DPL			
Descascaramiento (m2)	DE	SIN SEVERIDAD		
Pulimento (m2)	PU	Facilemete perceptible	El area pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
Desintegracion (m2)	DI	SIN SEVERIDAD		
Cabezas duras (m2)	CD	SIN SEVERIDAD		
Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	h<6mm	h entre 6-13mm	h>13mm
Levantamiento localizado transversal (m)	LET	h<5mm	h entre 5-10mm	h>10mm
Levantamiento localizado longitudinal (m)	LEL			
Parches (m2)	PCHA, PCHC	Bueno	Daños leves y medios, asentamiento <5mm	Daños severos, asentamiento>5mm
Hundimientos o asentamiento (unidad)	HU	No genera molestia (rebote) al conductor	Genera poca molestia (rebote) al conductor	Causa reduccion de velocidad

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia, 2006)

Tabla 9

## Otros daños en pavimentos rígidos

Otros Daños				
Tipo De Daño	Cod. Daño	Severidad		
		Baja	Media	Alta
Fisuracion por retraccion (tipo malla) (m2)	FR	Sin descascarar	desca<10%	desca>10%
Fisuras ligeras de aparicion temprana (m2)	FT	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamientos y descascaramiento
Fisuracion por durabilidad (m2)	FD	SIN SEVERIDAD		
Bombeo transversal (m)	BOT	El agua es expulsda sin arrastrar finos	Existe una pequeña cantidad de material bombeado en las juntas	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento
Bombeo longitudinal (m)	BOL			
Ondulaciones (m2)	ON	Genera un rebote leve al vehiculo	Genera rebote al vehiculo con algo de incomodidad	Genera un rebote excesivo al vehiculo, requiere reducir la velocidad

Nota: (INVIAS, Universidad Nacional de Colombia, 2006)

### 3. Señalización Vial

Una buena ciclo-infraestructura, independientemente de su tipología, debe disponer de una señalización única, completa y coherente que permita su regulación de forma eficaz.

Debe tenerse en cuenta que Colombia tiene un Manual de Señalización Vial publicado en 2015 (Ministerio de Transporte, 2015) después de una extensa consulta con diferentes actores, el cual fue aprobado por resolución gubernamental y es por tanto de obligado cumplimiento incluyendo los parámetros que da la Guía de Ciclo-infraestructura colombiana de 2016.

Los materiales utilizados en la señalización vial están regidos por las normas:

- NTC 1360
- NTC 1102
- ASTM D 1535
- ASTM G 154
- ASTM D 2244
- ASTM D 711
- NTC 559
- NTC 561
- NTC 845-2
- MELC 12.77
- MELC 12.03
- NTC 557
- NTC 1323
- NTC 1786
- NTC 1227

- UNE 48-238
- ASTM D 868
- ASTM D 870
- ASTM D 70

### 3.1. Señalización Horizontal

La señalización horizontal (líneas y figuras aplicadas sobre el pavimento) tiene como objetivo, aplicadas a la movilidad en bicicleta, satisfacer una o varias de las siguientes funciones:

- ✓ Delimitar carriles de circulación.
- ✓ Separar sentidos de circulación.
- ✓ Indicar el borde de la calzada.
- ✓ Reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, la parada y el estacionamiento.
- ✓ Completar o precisar el significado de las señales verticales y semáforos.
- ✓ Guiar y orientar a los usuarios.

A diferencia del Manual de señalización en la guía se distinguen tres grupos de marcas viales o señales horizontales en función de su forma, posición en la vía y valor:

#### ✓ **Líneas longitudinales**

- Líneas de Eje Central:
- Estas líneas se utilizan para marcar la separación de los carriles para bicicletas.
- Líneas de eje central continua
- Indica a los usuarios la prohibición de adelantar o girar.
- Líneas de eje central segmentadas:

- Se emplean en los tramos en los que el adelantamiento y los giros están permitidos.
- Línea de canalización
- Separa la ciclo-infraestructura del tránsito motorizado, cuando se sitúa sobre la calzada.
- Línea de canalización continua:
- Cuando la demarcación indique un límite que no se puede sobrepasar se empleará un trazo continuo.
- Línea de canalización segmentada:
- Cuando la demarcación indique un límite que sí se puede sobrepasar, se empleará un trazo segmentado.
- Banda de protección:
- Las bandas de protección se delimitarán con una línea segmentada de trazos y brechas de 1 m de longitud y 0,15 m de grosor, tanto en vías urbanas como interurbanas.
- Paso para ciclistas:
- Cuando una vía ciclista cruza una vía convencional se delimita con líneas segmentadas, constituidas por cuadrados blancos de 40 cm de lado y separados también por brechas de 40 cm.

✓ **Líneas transversales.**

Se desarrollan en perpendicular al sentido de circulación de la vía.

Se utilizan en cruces a nivel de una vía para bicicletas con vías utilizadas por vehículos motorizados o por peatones, para indicar el lugar antes del cual las bicicletas deben detenerse.

✓ **Símbolos y leyendas.**

Los mensajes consignados en el pavimento se deben realizar preferiblemente por medio de símbolos.

- **Pictograma**

La demarcación de las ciclo rutas se debe complementar con un pictograma de bicicleta de color blanco en el pavimento. El pictograma de la bicicleta sirve para indicar bandas reservadas para ciclistas y los pasos ciclistas.

- **Flechas**

Sirven tanto para marcar vías ciclistas unidireccionales como bidireccionales.

- **Ceda el paso**

Indica el lugar de detención para cumplir con la parada reglamentaria, sin obligación de detención, antes de incorporarse a otra vía.

- **Pare**

Indica el lugar de detención para cumplir con la parada reglamentaria antes de incorporarse a otra vía. (Ministerio de transporte de colombia, 2016)

### **3.2. Señalización Vertical**

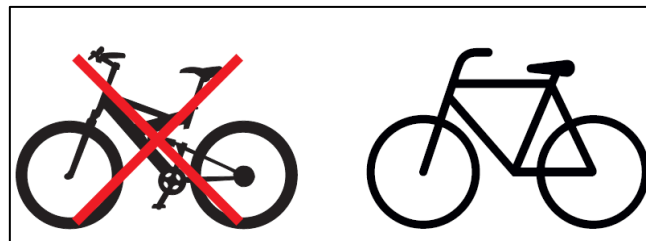
La función de las señales verticales es reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir de peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. (Ministerio de Transporte, 2015)

Las señales verticales se deben construir con los colores especificados para cada una de ellas. Los colores se definirán sobre la base de coordenadas cromáticas y deben estar dentro de los polígonos correspondientes, formados por cuatro vértices definidos en el Diagrama Cromático CIE 1931 según se establece en la norma ASTM D-4956. Ver Figura 2.1-1 Coordenadas Cromáticas y la Tabla 2.1-1 – Coordenadas Cromáticas (de día) ASTM D-4956 y Tabla 2.1-2 Coordenadas Cromáticas (de noche) ASTM D-4956. Ver Norma Técnica Colombiana 4739. (Ministerio de Transporte, 2015)

El cuerpo de señalización de Colombia para el pictograma usado será ahora el de una bicicleta de diseño mucho más neutro, con la que se pueda identificar cualquier ciudadano y que traslade una idea de desplazamiento en bicicleta que no esté ligada a un uso concreto. Se adopta entonces el pictograma de bicicleta utilizado internacionalmente.

Figura 7

*Cambio al pictograma de bicicleta utilizado actualmente*



Nota: (Ministerio de transporte de colombia, 2016)

#### ✓ **Señales Reglamentarias**

Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de estas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. (Ministerio de Transporte, 2015)

Figura 8

*Señales reglamentarias del Manual de Señalización Vial con el nuevo pictograma propuesto*



Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

✓ **Señales Preventivas**

Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Figura 9

*Señales preventivas del Manual de Señalización Vial con el nuevo pictograma*



Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

### ✓ **Señales Informativas**

Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

Figura 10

*Señales de servicios generales del Manual de Señalización vial con el nuevo pictograma*



Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

### ✓ **Señales Complementarias**

Son necesarias para regular comportamientos que no se habían previsto en el manual, como la circulación a contraflujo, y para dar también cobertura a tipologías de infraestructura de nueva incorporación, como las vías de tránsito calmado o velocidad reducida.

#### **4. Tipologías de la ciclo-infraestructura**

se diferencia entre dos tipos de espacios de circulación de bicicletas, en función de su relación con los otros usuarios de la vía pública: las vías ciclistas propiamente dichas y las vías ciclo-adaptadas.

##### **4.1. Vías ciclísticas**

Las vías ciclistas son espacios reservados exclusivamente a la circulación de bicicletas, que no se traslapan con el espacio de otros usuarios y cuya variedad viene determinada por los siguientes criterios:

Su relación con otros modos en la movilidad (integración/segregación)

Su trazado (parques o vías)

Sus elementos de segregación (marca vial, bolardos, bordillos continuos)

Segregación física: elementos físicos que impiden o dificultan salir o entrar a una vía segregada.

Segregación visual: elementos visuales (marcas viales, delineadores de tránsito, color o textura del pavimento) que delimitan las vías segregadas.

#### 4.1.1. *Ciclo ruta*

Las ciclo rutas son vías reservadas exclusivamente para la circulación en bicicleta, segregadas físicamente del resto del tránsito (motorizado) y también de los peatones. Las ciclo rutas pueden transcurrir al nivel de la calzada, al nivel del andén o a un nivel intermedio, pero siempre llevan algún tipo de segregación física. Pueden ser unidireccionales o servir para los dos sentidos circulatorios (bidireccionales).

Figura 11

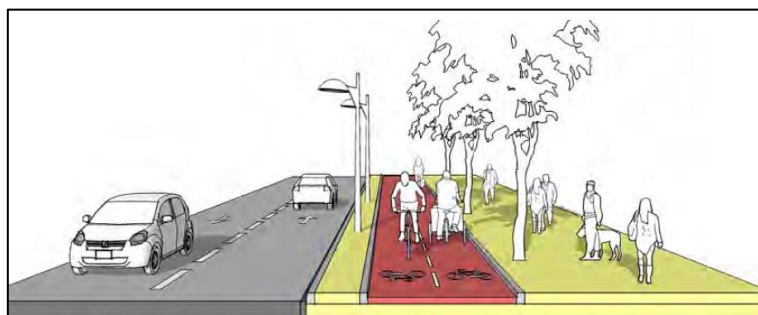
##### *Ciclo ruta en calzada*



Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

Figura 12

##### *Ciclo ruta bidireccional*



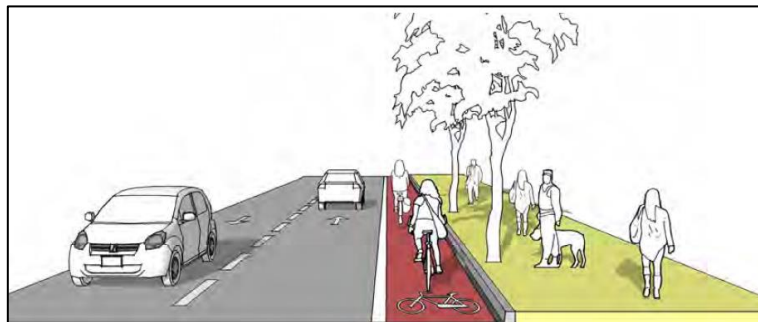
Fuente: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

#### 4.1.2. *Ciclo-banda*

Los ciclo-banda son vías reservadas exclusivamente para la circulación en bicicleta segregadas visualmente, es decir, a través de marcas viales, color y otros dispositivos indicativos de su especialización. Pueden transcurrir a nivel de la calzada o formar parte del andén, aunque en ese caso debe justificarse rigurosamente, pues genera conflictos con los peatones que deben ser evitados desde la propia concepción de la ciclo-infraestructura.

Figura 13

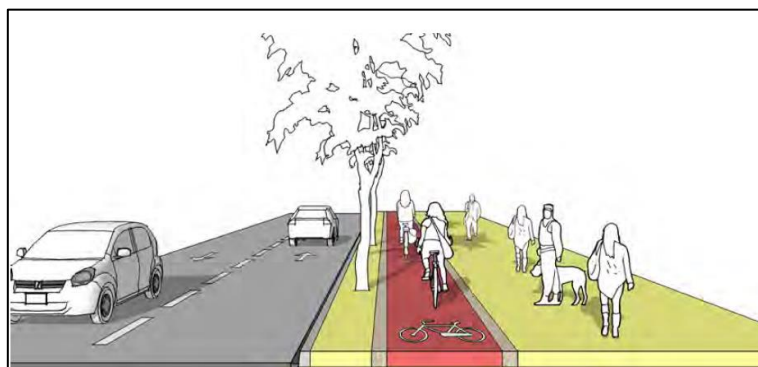
*Ciclo banda unidireccional en la calzada*



Nota: (Ministerio de transporte de colombia, 2016)

Figura 14

*Ciclo-banda unidireccional sobre andén*



Nota: (Ministerio de transporte de colombia, 2016)

## 4.2. Vías ciclo-adaptadas

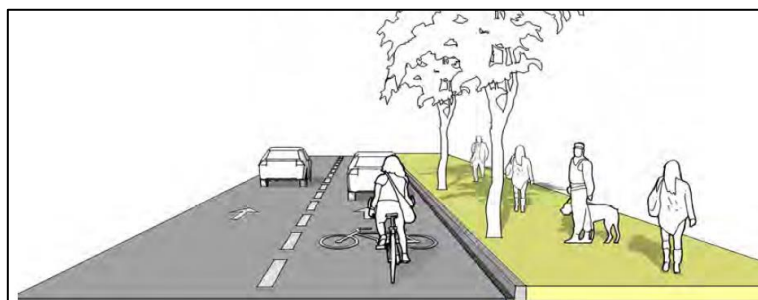
Se han identificado cinco fórmulas principales para acondicionar desde el punto de vista de la ciclo-inclusión los perfiles viales, es decir, para mejorar la seguridad, comodidad, directividad, coherencia y atractivo del desplazamiento en bicicleta, aunque no se le ofrezcan bandas de uso exclusivo. Todas esas fórmulas tienen en común el uso compartido de la calzada con el tránsito motorizado, o la autorización del uso de la infraestructura peatonal.

### 4.2.1. Carril ciclo-preferente

El concepto del uso compartido se aplica a un carril de la calzada, habitualmente en calles de múltiples carriles. En el carril ciclo-preferente el ciclista tiene el derecho de circular en paralelo o en el centro del carril y los vehículos motorizados tienen que adaptar su velocidad a la de la bicicleta.

Figura 15

*Carril ciclo-preferente*



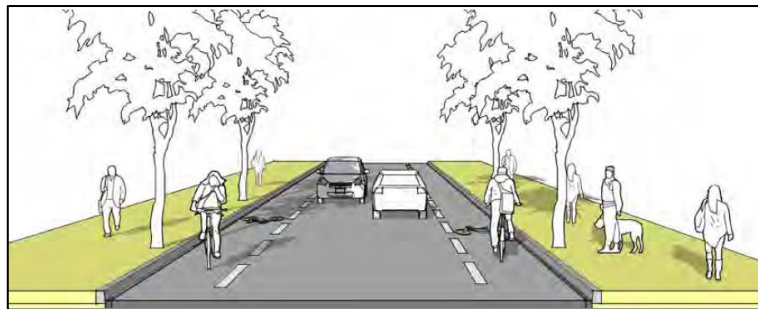
Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

#### 4.2.2. *Banda ciclo-preferente*

Se trata de una banda de la calzada dedicada a la bicicleta, pero que excepcionalmente puede ser utilizada por parte del resto de los vehículos. Son unidireccionales y se señalizan mediante una línea discontinua. Dado que excepcionalmente son transitables por parte de los vehículos motorizados, el carril de éstos se puede reducir a lo estrictamente necesario para circular de forma segura, consiguiendo de esta manera una calzada mucho más ajustada en comparación con secciones de ciclo-bandas.

Figura 16

*Bandas ciclo preferentes*

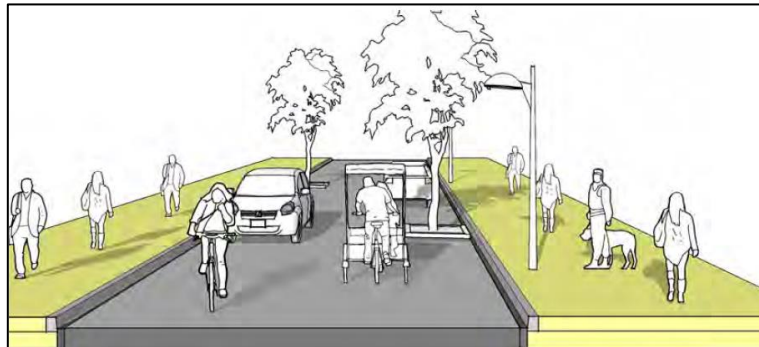


Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

#### 4.2.3. *Calle con tránsito calmado*

En calles con poco volumen de tránsito y velocidades moderadas, la circulación en bicicleta por la calzada puede ser segura y cómoda y, por lo tanto, una opción idónea de ciclo-inclusión.

Figura 17

*Calle con transito calmado*

Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

#### **4.2.4. Carril Bus-Bici**

La experiencia internacional muestra que es posible y conveniente en determinadas circunstancias que los ciclistas compartan el espacio reservado a los vehículos de transporte colectivo y, en particular, los carriles bus. Para ello es necesario que se garantice la comodidad y seguridad de ambos modos y que se aclare el modo en que circulan, adelantan y realizan las paradas.

Figura 18

*Carril Bici-Bus*

Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

**4.2.5. Circulación contraflujo**

El concepto de contraflujo ciclista, que permite que la bicicleta pueda circular en los dos sentidos de la calle. Los contraflujos sin segregación son aplicables en calles con poco tránsito y velocidades bajas, por lo cual estas soluciones suelen ser limitadas a las calles con tránsito calmado.

Figura 19

*Calle con contraflujo*

Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

#### ***4.2.6. Uso autorizado de vías y zonas peatonales***

Los espacios concebidos para la estancia y la movilidad peatonal no se deben mezclar con el tránsito de bicicleta por la inseguridad y la incomodidad que suelen generar estas situaciones tanto a peatones como ciclistas. No obstante, excepcionalmente puede haber tejidos urbanos muy impermeables al tránsito ciclista en los que se podría autorizar el uso de algunos espacios peatonales por parte de los ciclistas con determinadas condiciones. Los casos más habituales de esta opción son:

vías peatonales en espacios libres o zonas verdes en áreas urbanas.

vías y caminos en zonas rurales.

calles o áreas peatonales de los centros urbanos.

La idoneidad de esta autorización en vías peatonales por espacios libres o caminos rurales está en función de la demanda, el tipo de uso y el espacio disponible. Como regla general, se puede afirmar que es mejor segregar a peatones y ciclistas si se trata de una conexión o un eje importante de la ciclo-red o si se prevé un tránsito importante de ciclistas y peatones.

Figura 20

*Vía peatonal compartida en zona verde*



Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

#### **4.3. Ventajas e inconvenientes del tipo de ciclo-infraestructura**

Ante la variedad de vías ciclistas y vías-ciclo-adaptadas surge la pregunta ¿cuál es la mejor infraestructura para los ciclistas? Para responder a esa cuestión hay que decir, en primer lugar, que cada tipología tiene unas virtudes e inconvenientes a considerar. (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

Tabla 10

## Principales ventajas e inconvenientes de las vías ciclistas

Tipología	Ventajas	Inconvenientes
<b>Ciclorruta</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Máxima comodidad y relajación para ciclistas entre intersecciones .</li> <li>2. Máxima seguridad entre intersecciones y máxima capacidad de atracción de nuevos usuarios.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menor visibilidad entre ciclistas y otros vehículos en intersecciones en caso de no contar con diseño adecuado.</li> <li>2. Máxima ocupación del espacio.</li> <li>3. Relativamente cara.</li> <li>4. Nueva barrera para el peatón si transcurre al nivel del andén.</li> </ol>
<b>Ciclobanda-calzada</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. facilidad de implantación.</li> <li>2. costo mínimo de implantación y reposición.</li> <li>3. flexibilidad de uso por parte de ciclistas.</li> <li>4. buenas condiciones de visibilidad en intersecciones.</li> <li>5. permite circular en modo seguro a altas velocidades.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. propensión al uso indebido por vehículos circulando o estacionados.</li> <li>2. fricción con las paradas de autobús.</li> <li>3. baja percepción de seguridad, especialmente para ciclistas con poca experiencia.</li> <li>4. mayor exposición de ciclistas a emisiones contaminantes y acústicas.</li> <li>5. aumento del ancho de la calzada, puede conducir a secciones urbanísticamente desequilibradas.</li> </ol>
<b>Ciclobanda-andén</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. relativamente sencilla y barata para implantar.</li> <li>2. Aprovecha y refuerza los cruces peatonales.</li> <li>3. atractiva para nuevos usuarios con escasa experiencia.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conflictividad con peatones.</li> <li>2. Incomodidad para ciertos usos estanciales y recreativos del espacio peatonal.</li> <li>3. No contribuye al calmado del tráfico, por lo tanto, no es tan útil a efectos de un cambio en el modelo de movilidad.</li> <li>4. Puede general una errada cultura de la movilidad, en la que se asocia bicicleta y peatón excluyendo a las personas que utilizan la bicicleta del resto de la malla vial.</li> </ol>

Nota: (Ministerio de transporte de colombia, 2016)

Tabla 11

Principales ventajas e inconvenientes de las vías ciclo-adaptadas

Tipología	Ventajas	Inconvenientes
<b>Carril ciclopreferente</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. costo mínimo.</li> <li>2. máxima flexibilidad para ciclistas.</li> <li>3. buena visibilidad del ciclista.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Percibido como inseguro por parte de los usuarios menos experimentados.</li> <li>2. Menos atractivo que las vías segregadas (exposición a la contaminación), a no ser que el volumen del tránsito sea bajo.</li> </ol>
<b>Banda ciclopreferente</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo muy bajo.</li> <li>2. Gran flexibilidad de uso por parte de las bicicletas.</li> <li>3. facilita la moderación del tránsito al reducir los anchos del espacio de circulación motorizada.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Percibida como insegura por parte de ciclistas con poca experiencia.</li> <li>2. Puede requerir el complemento de otras medidas de moderación del tránsito (velocidad, volumen)</li> <li>3. menos atractiva que las vías segregadas, a no ser que el volumen del tránsito sea reducida.</li> </ol>
<b>Calle con tránsito calmado</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo mínimo.</li> <li>2. Máxima flexibilidad para ciclistas.</li> <li>3. Atractiva también para peatones.</li> <li>4. Buena visibilidad del ciclista.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sólo es percibida como segura si las medidas del tránsito calmado que la acompañan son efectivas.</li> </ol>
<b>Carril Bus-Bici</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. costo mínimo.</li> <li>2. Fácil implementación.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Percibido como inseguro por parte de usuarios menos experimentados.</li> <li>2. Reducción de la velocidad comercial de los autobuses.</li> <li>3. Conflictos en las paradas.</li> </ol>
<b>Contraflujo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. costo mínimo.</li> <li>2. máxima flexibilidad para ciclistas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puede ser percibido como inseguro.</li> <li>2. Es necesario explicar la medida (sobre todo a los conductores de vehículos motorizados mediante campañas de información).</li> </ol>
<b>Vía, calle o zona peatonal con circulación ciclista autorizada</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo mínimo.</li> <li>2. Puede mejorar la permeabilidad de la malla vial y la accesibilidad en bicicleta</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conflictividad potencial con los peatones.</li> <li>2. Posible aumento de la inseguridad percibida por parte de algunos grupos de peatones.</li> <li>3. Reducción de la velocidad en los desplazamientos en bicicleta.</li> <li>4. Puede generar una errónea cultura de la movilidad, en la que se asocia bicicleta y peatón excluyendo a las personas que utilizan la bicicleta del resto de la malla vial.</li> </ol>

Nota: (Ministerio de transporte de Colombia, 2016)

## 5. Metodología

la metodología para realizar el diagnóstico por medio de la inspección visual de la primera fase la ciclo-infraestructura en el municipio de Bucaramanga consistió en 3 fases: demarcación de la vía, inspección visual del pavimento y de la señalización horizontal como vertical y el procesamiento de los datos.

- Demarcación de la vía

Para la demarcación de la vía previamente se trazó la ruta con Google earth y exportada a ArcGIS, esta se realizó apoyados de un odómetro, con este se dividió el trazado total en tramos de 10 metros, esto con la intención de incrementar la exactitud al momento de realizar el diagnóstico de la ciclo-infraestructura.

- Inspección visual

Posterior a la marcación de los tramos cada 10 metros, se procedió a levantar la información del estado del pavimento, señalización horizontal y señalización vertical respectivamente con su respectivo registro fotográfico, consignando la información en formatos que se adaptaron considerando lo descrito en el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos, manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, el manual de señalización vial del invias y la guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas.

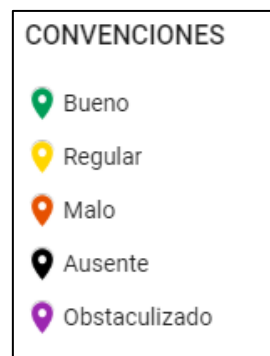
- Procesamiento de los datos

Con los datos obtenidos en el levantamiento de campo, se organizan en tablas de Excel y se editan con la finalidad de adaptarlas a un formato admisible por ArcGIS para allí

generar archivo KML el que se exportara a Google My Maps en el cual a cada tramo se le asigne su respectiva foto e información, en la imagen 15 se muestran las convenciones usadas en el mapa.

Figura 21

*Convenciones de Google My Maps*



*Nota: Google My Maps*

## 5.1. Levantamiento y procesamiento de daños en el pavimento

Teniendo en cuenta el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos y el manual para la inspección visual de pavimentos flexibles los dos de autoría del instituto nacional de vías (INVIAS) y la universidad nacional de Colombia, se adecuo un único formato donde se consignó la información de cada tramo. (Anexo G)

### 5.1.1. Recolección de la información

Para cada tramo de 10 metros se registró su abscisa inicial y su abscisa final, tipo de pavimento que se presenta (rígido o flexible), tipo de ciclo-infraestructura, estado general del pavimento (bueno, regular o malo), si presenta o no presenta daños en el tramo, el código del

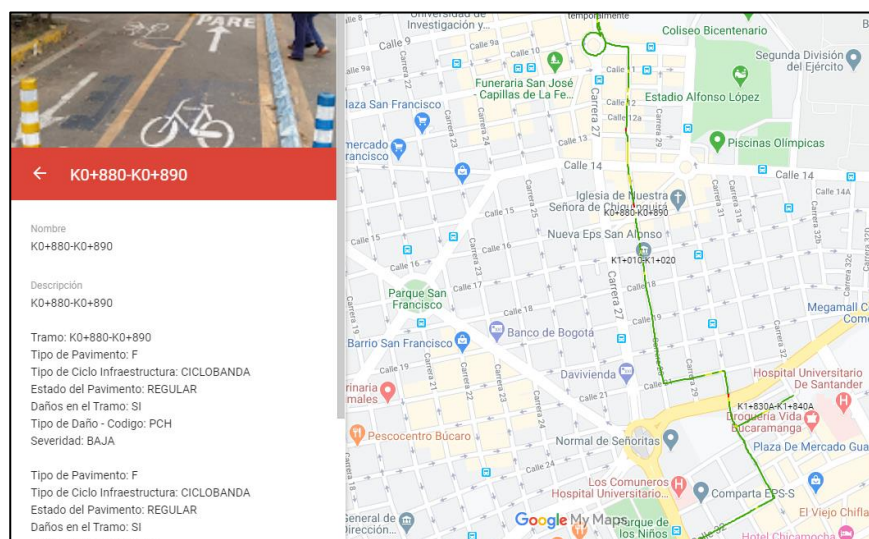
daño que se observa, la severidad asociada a cada daño (baja, media o alta), y un campo de observaciones donde se consigna información que se presenta en el tramo y que está por fuera de las características principales.

### 5.1.2. *Procesamiento de la información*

La información recolectada se organiza en una tabla de Excel, editándola de tal manera que sea admisible para exportarla al software ArcGIS, allí previamente estaba la ruta del trazado en estudio, se realizó la asignación de la información correspondiente a cada tramo. Finalmente se lleva el archivo KML a Google My Maps, en este se ubica la foto a cada tramo y por medio de colores se diferencia el estado en general del pavimento, se visualizan en verde los tramos buenos, amarillo los regulares, y en rojo los que se encontraron en mal estado.

Figura 22

*Consulta del estado del pavimento en K0+880-K0+890*



## **5.2. Levantamiento y procesamiento de la señalización horizontal**

Para el levantamiento de la información sobre el estado de la señalización horizontal se adaptó un formato donde, previamente se consultó el manual de señalización vial del año 2015 y la guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas de año 2016, ambos del Ministerio de transporte colombiano. (Anexo H)

### ***5.2.1. Recolección de la información***

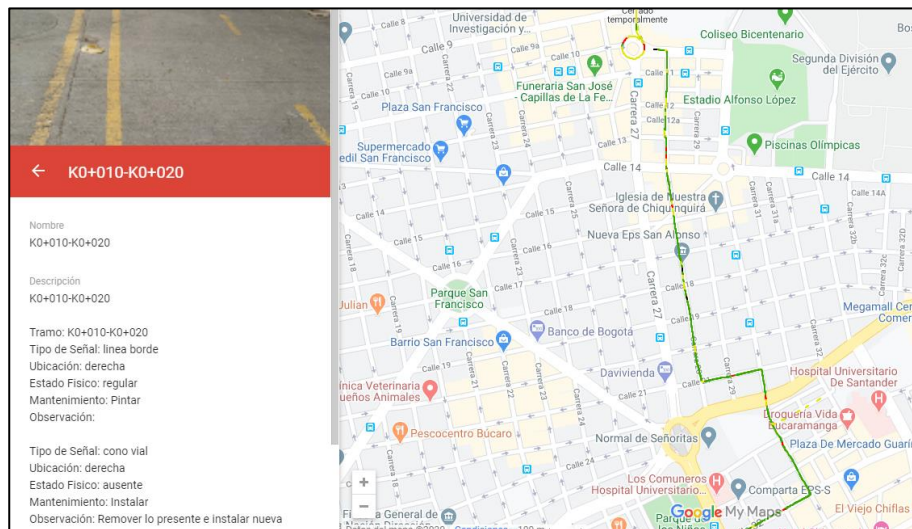
En la recolección de la información de cada tramo, se registró su abscisa inicial y su abscisa final, el tipo de señal, su ubicación respecto a la infraestructura, el estado en general de cada tipo de señal (bueno, regular, malo, ausente), el mantenimiento que se podría darle para que su estado mejorara y un campo para observaciones donde se describe alguna característica especial.

### ***5.2.2. Procesamiento de la información***

Los datos levantados en los formatos de campo se organizan y editan en tablas de Excel, con la precaución de que dicha información quede en un formato admisible para ser exportada al software ArcGIS, en donde se designa la información correspondiente a cada tramo. Finalmente se lleva el archivo KML a Google My Maps, donde a cada tramo se le asigna su respectiva foto donde se evidencia el estado de la señalización horizontal encontrada

Figura 23

*Consulta del estado de la señalización horizontal en K0+010-K0+020*



### 5.3. Levantamiento y procesamiento de la señalización vertical

Para el levantamiento de la información respecto al estado de la señalización vertical se utilizó un formato basado en los generados por Ministerio de Transporte y convenios con la Universidad Pontificia Javeriana; el cuál maneja los encabezados necesarios para tomar información de fácil recopilación visual y las características especificadas en la guía de ciclo-infraestructura vial. (Anexo I)

#### 5.3.1. Recolección de información

En esta recolección de datos, se tuvo en cuenta el mismo abscisado que se hizo al inicio de todo el proceso de recopilación de información, se tomaron las coordenadas aproximadas por medio de la ubicación que toma la aplicación “Fotos” de Google.

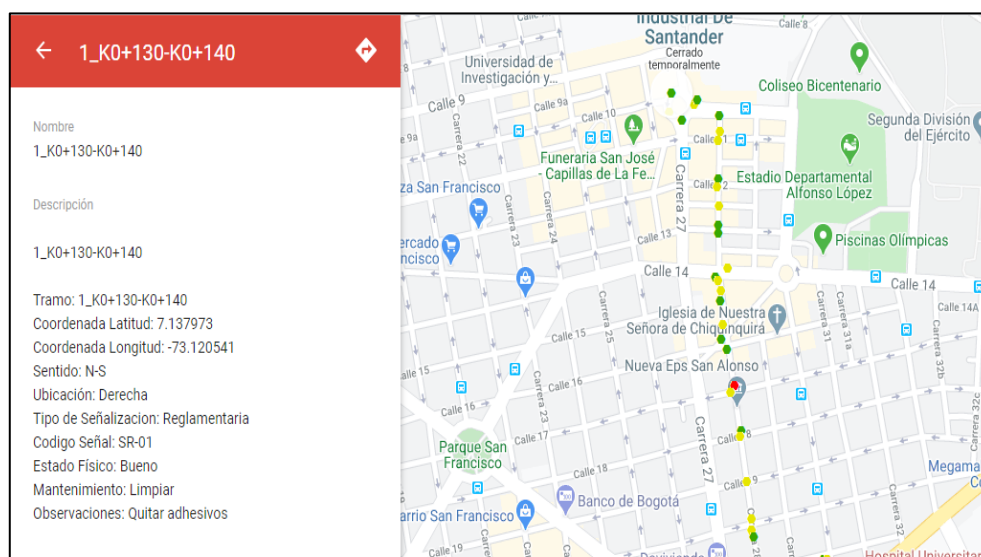
Para la recolección de información respecto al estado físico se tuvo en cuenta el tramo de abscisas en el que estaba ubicada cada señal vertical, el sentido según el recorrido que esté haciendo el ciclista (Norte-Sur UIS- Parque de los Niños o Sur-Norte Parque de los Niños-UIS) , Ubicación respecto a la ciclo-infraestructura ( Derecha o Izquierda), el tipo de señal (reglamentaria, informativa y/o preventiva), Código Señal (SR, SP, SI) , estado físico (bueno, regular, malo), el tipo de mantenimiento requerido (Limpiar, Reparar, Rocería o Pintar) y las observaciones necesarias para tener el mayor detalle posible.

### ***5.3.2. Procesamiento de la información***

Los datos recopilados en los formatos , se organizan en tablas de Excel de tal manera que sean admisibles para exportar al software ArcGIS, en donde se asigna la información correspondiente a cada punto de coordenadas obtenidas por medio de la aplicación “Fotos”, a continuación se genera un archivo KML el cual es exportado para obtener una herramienta más intuitiva para los usuarios, en la interfaz de Google My Maps en donde permite cargar en cada uno de estos puntos la imagen de cada señal tomada durante el levantamiento.

Figura 24

*Consulta del estado de la señalización vertical K0+130-k0+140*



## 6. Revisión de los resultados de la inspección de campo

Con la información recolectada, para realizar el diagnóstico del estado de pavimento, de la señalización horizontal y de la señalización vertical respectivamente, se organizó y se generaron estadísticas que se muestran a continuación

### 6.1. Estado del pavimento

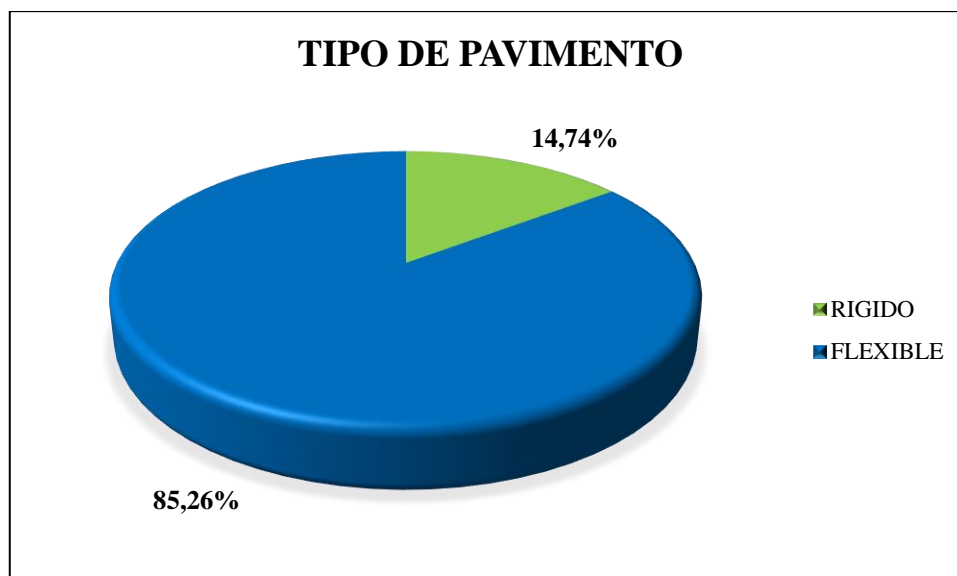
El trazado de la ciclo-infraestructura que está proyectado por la alcaldía de Bucaramanga, dice que cuenta con 2570 metros construidos, pero durante el recorrido realizado para la inspección visual se evidenció que, entre la glorieta caballo de Bolívar y la carrera 28 su conteo es doble, por ello, cuando se realizó el levantamiento de la información se sumó este tramo una vez, como consecuencia de que su identificación como parte del trazado es difícil por no contar

con señalización que lo informe, por ende, en la revisión se tienen 2523 metros aproximadamente.

En el recorrido de 2.5 kilómetros se encontró que la ciclo-infraestructura estaba compuesta por pavimento rígido y pavimento flexible, siendo la mayor parte de está construida en pavimento flexible como se relacionan sus porcentajes se muestran en la figura 25.

Figura 25

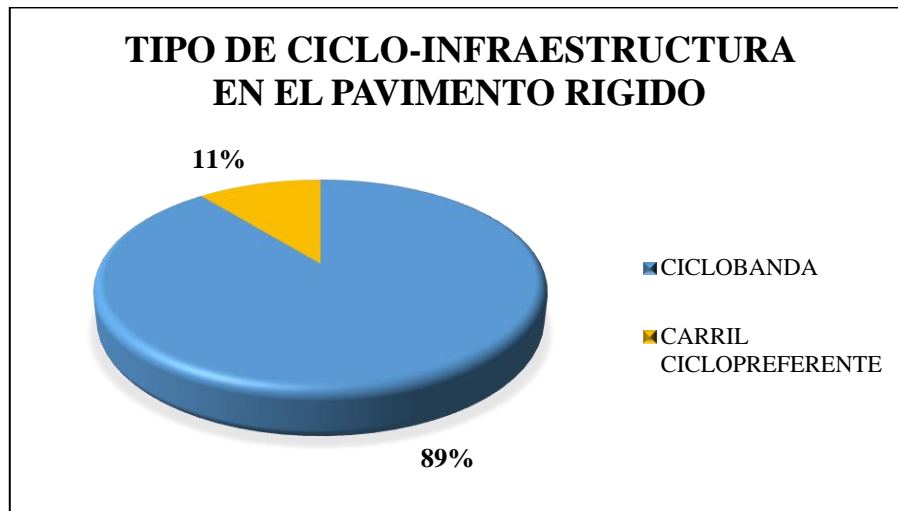
*Tipo de pavimento de la ciclo-infraestructura*



En el pavimento rígido tiene una longitud de aproximada de 373 metros, donde se pudo identificar que un 11% correspondía a carril ciclopreferente y un 89% a ciclobanda.

Figura 26

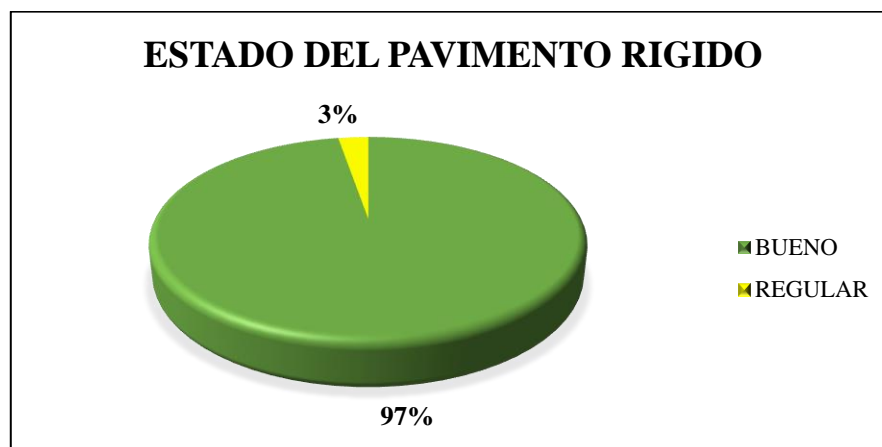
*Tipo de ciclo-infraestructura en el pavimento rígido*



El estado en general del pavimento rígido es en su mayoría bueno, sin embargo, algunos tramos tienen algunos aspectos negativos, pero no comprometen el estado en general del tramo, por ende, esto lo lleva a considerarse regular.

Figura 27

*Estado del pavimento rígido*



Teniendo en cuenta el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos, se clasificaron según el código del daño que correspondía al hacer la inspección visual, así en los casi 373 metros del pavimento rígido se encontraron fallas como desintegración (DI), bache (BCH), descascaramiento (DE), escalonamiento de juntas (EJT) que se relacionan a continuación.

Figura 28

*Daños en el pavimento rígido*

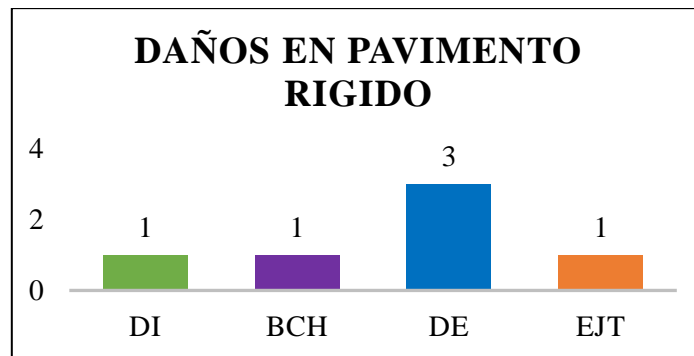


Figura 29

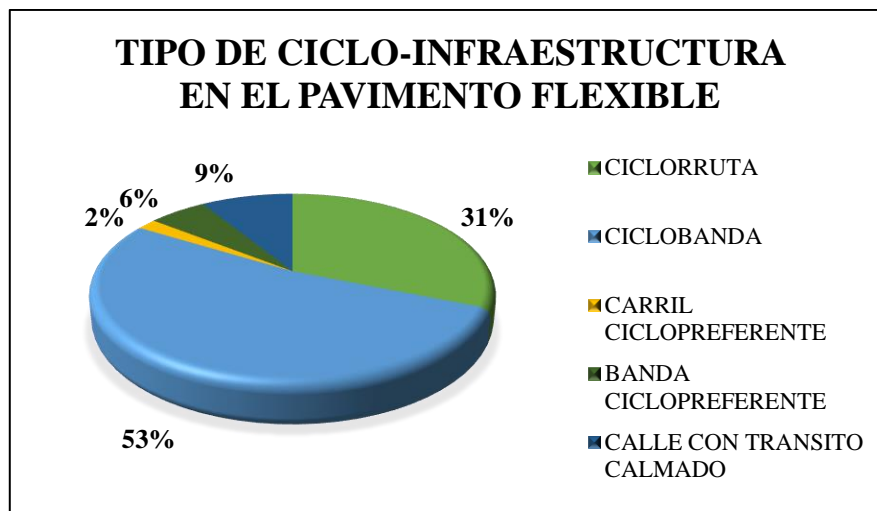
*K0+000-K0+010*



El pavimento flexible tiene una longitud aproximada de 2.15 km, en este se encuentra, que está compuesto por ciclo ruta con 31%, ciclo banda con un 52%, carril ciclo preferente con un 2%, banda ciclo preferente con 6% y calle con transito calmado con un 9%.

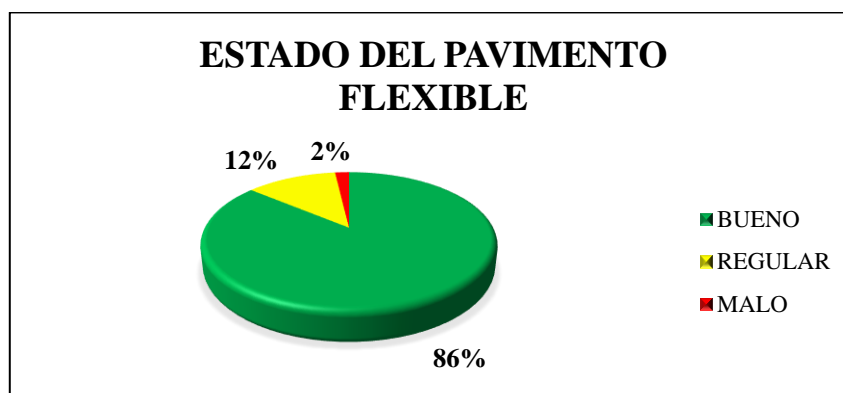
Figura 30

*Tipo de ciclo-infraestructura en el pavimento flexible*



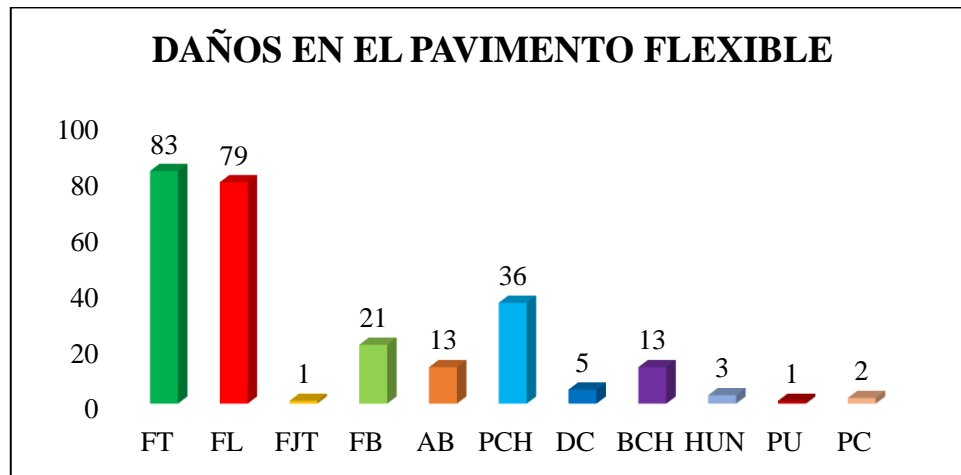
El estado en general del pavimento flexible es bueno, sin embargo, en algunos tramos se encontraron daños de consideración, que llevaron a que la calificación asignada al tramo fuera regular e incluso en algunos se evidencio un elevado deterioro que su estado se juzgó como malo.

Figura 31

*Estado del pavimento flexible*

Para la clasificación de los daños que se encontraron en el pavimento flexible se utilizó como guía el manual para la inspección visual para pavimentos flexibles del INVIAS donde este, tiene una lista de los daños con su respectivo código. En el recorrido se encontraron 257 daños de consideración. Donde se hallaron, fisuras transversales (FT), fisuras longitudinales (FL), Reflexión de juntas de pavimentos rígidos transversal (FJT), fisura en bloque (FB), abultamiento (AB), parcheo (PCH), descascaramiento (DC), bache (BCH), hundimiento (HUN), pulimento del agregado (PU) y piel de cocodrilo (PC), en la gráfica 13 se relacionan, el código de daño con la cantidad de veces que se computo en la inspección realizada.

Figura 32

*Daños en el pavimento flexible*

Cada daño tiene una severidad asociada (ver tabla 12), que puede ser baja media o alta, la calificación de esta depende de la afectación que genere en el ciclista, siendo baja donde este no percibe el daño, media donde ya el daño genera cierta vibración que el percibe, y alta se le asignó a los daños que son evidentes a simple vista, donde el bici-usuario debe reducir su velocidad para sortear el daño.

Tabla 12

Severidad de los daños

CODIGO DEL DAÑO	SEVERIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
FT	49%	25%	25%
FL	41%	25%	34%
FJT	100%	0%	0%
FB	52%	24%	24%
AB	31%	31%	38%
PCH	36%	42%	22%
DC	0%	80%	20%
BCH	31%	38%	31%
HUN	33%	0%	67%
PU	0%	100%	0%
PC	50%	50%	0%

Figura 33

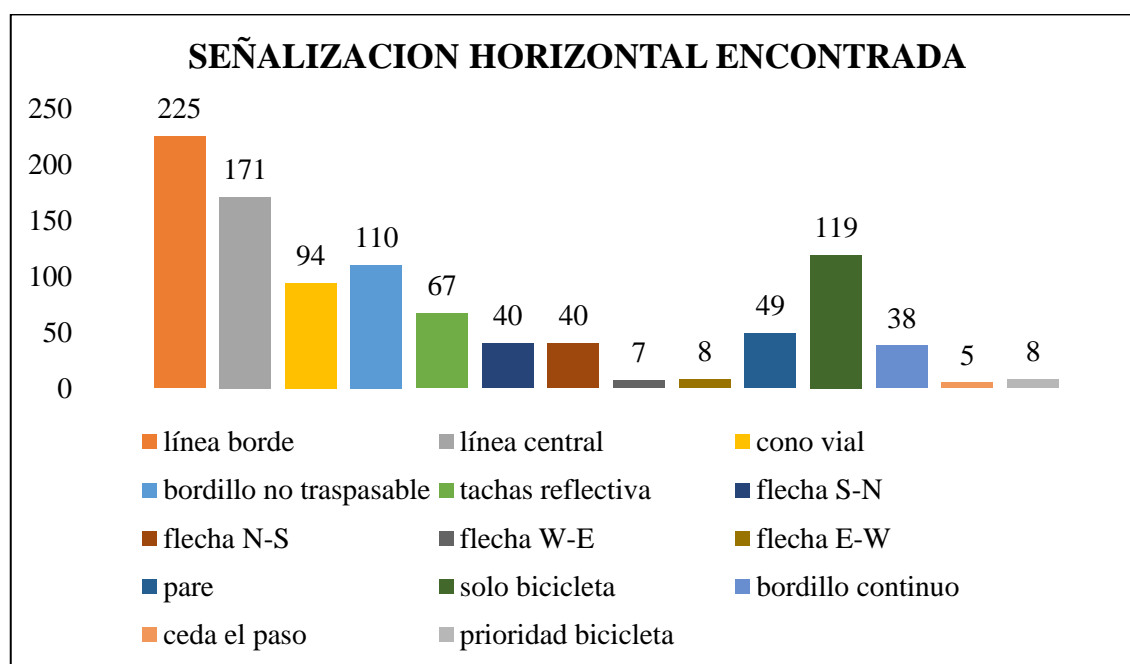
*K1+210-K1+220*

## 6.2. Estado de la señalización horizontal

Del levantamiento realizado por medio de la inspección visual de la señalización horizontal se encontraron líneas de borde, líneas centrales, conos viales, bordillos no traspasables, tachas reflectivas, flechas y pictogramas, todos estos teniendo en cuenta el manual de señalización vial y la guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. Se aclara que la señalización encontrada en cada tramo no es la misma.

Figura 34

*Señalización horizontal encontrada*

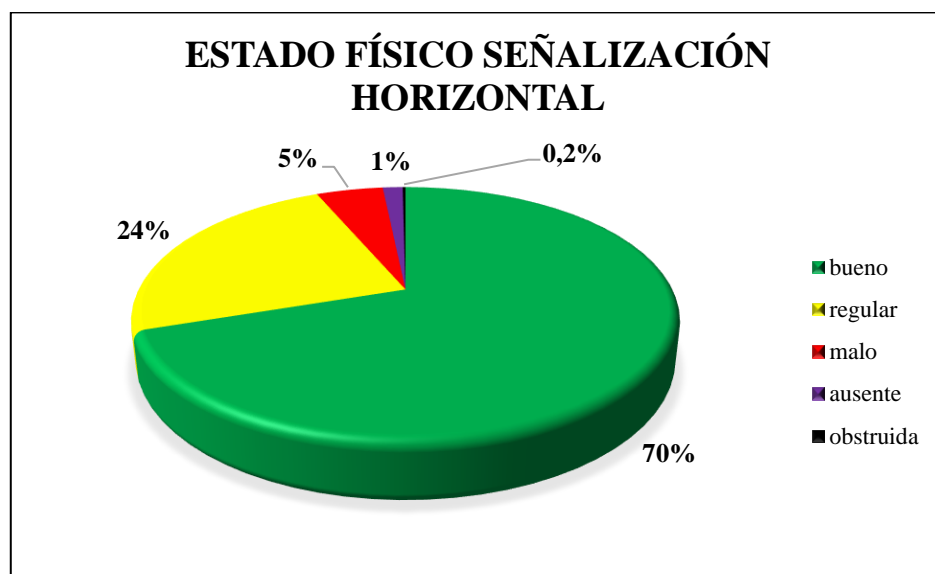


La clasificación de su estado físico que se le dio a las señales fue de bueno cuando la señal estaba claramente definida o el dispositivo no presentaba ningún tipo de avería, regular cuando la señal se percibía borrosa, presentaba desgaste o cuando el dispositivo se encontraba con algunas averías pero no se comprometía su funcionamiento, malo se le asignó a las señales que presentaban un desgaste tal, que la señal se notaba incompleta o cuando el dispositivo

presentaba daños que afectaban su funcionamiento y obstruida cuando por elementos ajenos a la ciclo-infraestructura, su visibilidad se ve afectada. En algunos casos se encontró evidencia que en el sitio previamente estaba ubicada una señal o un dispositivo para la regulación del tránsito, se le asignó una calificación de ausente, dado que, al no existir es erróneo clasificar su estado en los ya mencionados. En el estado físico en general se encontró que el 70% de la señalización es buena, el 24% regular, el 5% es malo, 1% ausente y obstruida con un ínfimo 0.2%.

Figura 35

*Estado físico de la señalización horizontal*



Cada tipo de señal que se encontró durante el recorrido presenta diferentes calificaciones como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13

Estado físico de la señalización horizontal

Tipo de señal	Estado físico			
	Bueno	Regular	Malo	Ausente
línea borde	36%	52%	11%	1%
línea central	78%	20%	1%	0%
cono vial	84%	9%	2%	5%
bordillo no traspasable	88%	5%	2%	4%
tachas reflectiva	87%	4%	4%	4%
flecha S-N	78%	20%	3%	0%
flecha N-S	80%	20%	0%	0%
flecha W-E	100%	0%	0%	0%
flecha E-W	100%	0%	0%	0%
pare	78%	16%	6%	0%
solo bicicleta	65%	28%	8%	0%
bordillo continuo	100%	0%	0%	0%
ceda el paso	80%	20%	0%	0%
prioridad bicicleta	0%	100%	0%	0%

En consecuencia, con la calificación de cada señal horizontal en su estado físico, se le asigna un mantenimiento para recuperar sus condiciones de servicio. Para el caso de los dispositivos de regulación según su avería se evalúa la viabilidad de reparar o instalar un dispositivo nuevo. En caso de las líneas de borde, las líneas centrales, las flechas y los pictogramas su mantenimiento independientemente a la calificación de su estado físico que se le fija es de pintar.

Figura 36

*Mantenimiento para la señalización horizontal*

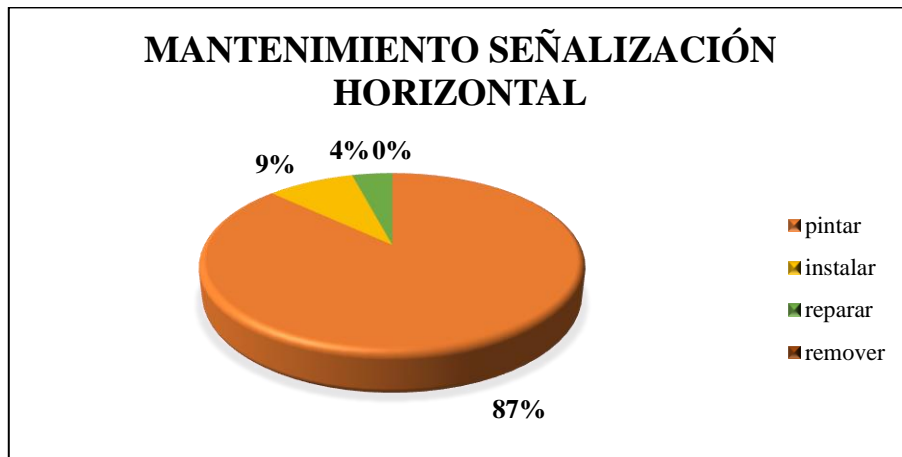


Figura 37

*K1+430-K1+440*



### **6.3. Estado de la señalización vertical**

El estado físico de la señalización vertical se realizó basados en la guía de ciclo infraestructura, clasificando las señales existentes según el tipo. Para evaluar el estado de la señal se tomó un concepto personal por lo cual posiblemente en otros estudios puede que varíen los resultados, ya que no existe una medida estándar para dicha evaluación.

Es necesario aclarar que las dimensiones no se tuvieron en cuenta debido a las condiciones en las cuales se realizó en levantamiento ya que no fue posible tomar medidas exactas.

La revisión se realizó teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Bueno: Señal sin daño alguno, sin rayones, manchas, torceduras y/o pedazos faltantes.

Regular: Daños que permitieran aun la visualización clara de la señal, y que no fueran en gran magnitud.

Malo: Daños que obstruyeran la visibilidad, o entendimiento de la señal.

Se muestra como parte de la revisión y procesamiento de resultados las siguientes gráficas y tablas de clasificación.

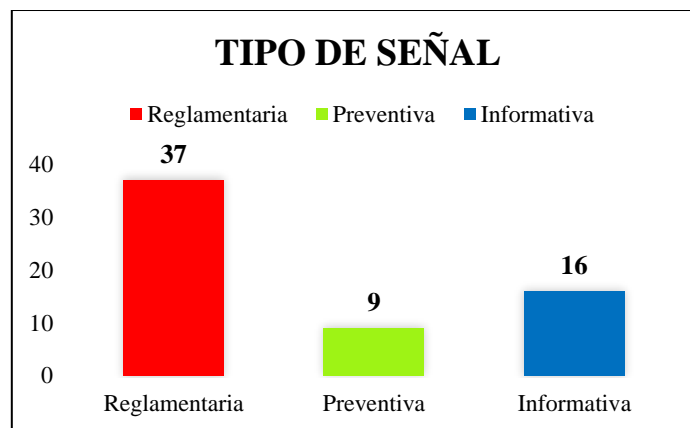
Tipo de señales encontradas en la recolección de datos, se realiza una contabilidad para detallar cual es la señal con mayor utilidad y mayor funcionamiento de las que se encuentran en la guía de ciclo-infraestructura.

Tabla 14

Tipo de señales encontradas en el levantamiento

TIPO DE SEÑAL	
Reglamentaria	37
Preventiva	9
Informativa	16

Figura 38

*Tipo de señales*

En la figura 38 se puede observar que hay mayor presencia de señales reglamentarias, las cuales se concentran en la señal SR-01 debido a que es la más necesaria con respecto a la función de las señales las cuales son para evitar accidentes.

Figura 39

*SR-01 K2+320-K2+323,7*

Estado físico de la señalización presente en el ciclo infraestructura.

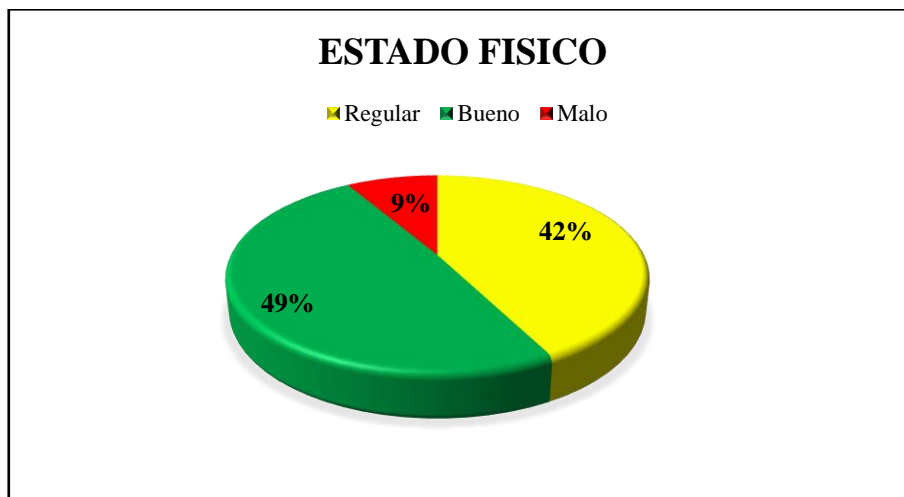
La evaluación del estado físico de las señales presentes en el levantamiento se realiza de manera visual teniendo en cuenta consideraciones personales y se hace una contabilidad para ver en general el estado físico de toda la señalización.

Tabla 15

Estado físico de la Señalización Vertical

ESTADO FÍSICO		
Regular	25	42%
Bueno	29	49%
Malo	5	9%

Figura 40

*Estado físico de la Señalización Vertical*

- ✓ Mantenimiento requerido.

Se realiza una sugerencia del mantenimiento que debe realizarse para mejorar el estado físico de la señalización vertical del primer tramo de la ciclo-infraestructura en cuestión. Considerando mantenimiento las actividades requeridas para mantener las señales actuales, como reparar, pintar, limpiar o rocería.

Tabla 16

Mantenimiento requerido por la señalización deteriorada

MANTENIMIENTO		
Limpiar	14	38%
Rocería	7	19%
Pintar	15	40%
Reparar	1	3%

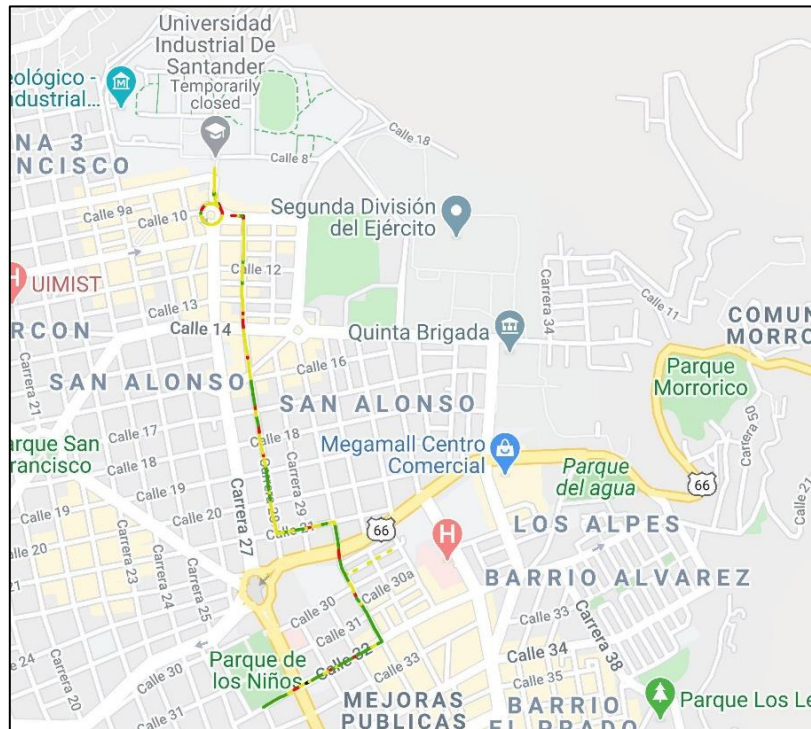
Figura 41

*Mantenimiento requerido por la Señalización Vertical deteriorada*

Como resultado final se generó un mapa interactivo en donde se recopila toda la información obtenida en los levantamientos realizados, lo cual permite a los usuarios de la cicloinfraestructura detallar el estado de la malla vial y de la señalización horizontal y vertical sin salir de sus casas, por medio de un enlace público y que permite el acceso de cualquier persona interesada en la información que este contiene. Esta herramienta es apta para toda persona con conocimiento en el uso de un computador o un teléfono inteligente.

Figura 42

Mapa Completo en Google My Maps



Nota: tomado de

<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1IEVpIaJ5d3czGZif01Ed4uRHFmnZ6WIS&ll=7.130621666959609%2C-73.11479420506976&z=16>

## 7. Conclusiones

En la revisión de la normativa vigente en Colombia llevada a cabo, se buscó englobar el conocimiento respecto a la ciclo-infraestructura y sus componentes, con la intención de realizar una correcta evaluación y así presentar unos resultados confiables.

Después de analizar la información que se recolectó durante las inspecciones visuales realizadas a la ciclo-infraestructura se concluye que:

El estado de la señalización horizontal tiene un 70% en buen estado, no obstante, en los tramos compartidos por la bicicleta y los motorizados que funcionan como conexión de la ciclo-infraestructura se observa ausencia y/o gran deterioro en las señales que indican la prioridad del ciclista, lo cual expone su integridad física.

Con respecto a la revisión realizada al estado físico de la señalización vertical, se pudo observar un estado aceptable con un 49% de señales en buen estado y un 42% regular, resaltando que del último porcentaje en su gran mayoría, el daño es debido a falta de mantenimiento como rocería o pintura, al igual que el porcentaje mínimo que se encuentra en mal estado; por lo tanto se recomienda realizar una revisión con mayor enfoque para determinar un periodo de tiempo definido para la realización de dicho mantenimiento, ya que la ausencia u obstrucción de señales verticales pueden ocasionar accidentes fatales.

Por su parte, el estado del pavimento rígido que hace parte de la ciclo-infraestructura, casi en su totalidad se encuentra en buen estado con un 97% , por su parte, el pavimento flexible, cuenta con un 86% de sus tramos en buen estado, sin embargo, en algunos, se identifican daños que al momento de la inspección no impiden ni dificultan el tránsito de los usuarios, sin embargo, contemplando el deterioro de los materiales debido a factores como el tiempo, el uso y las condiciones climáticas entre otras, se considera un aumento significativo en el porcentaje

de daños; adicionalmente sin el mantenimiento adecuado este crecimiento se daría a mayor velocidad, afectando la movilidad de los usuarios.

Finalmente, en la revisión del estado actual de la malla vial y señalización de la primera fase de la ciclo-infraestructura del municipio de Bucaramanga, se encontraron tramos con alto deterioro en los elementos que la componen, pese a ello, a nivel general su estado se considera bueno.

## 8. Recomendaciones

Teniendo en cuenta el estado regular en que se encontró el pavimento, se recomienda que se le dé a cada daño su debido tratamiento para brindar una mayor comodidad y seguridad a la integridad física del usuario.

Basados en el resultado del análisis realizado se encontró que la señalización horizontal presenta un buen estado a nivel general, no obstante, se recomienda llevar a cabo acciones de mejora como:

- Pintar nuevamente las líneas de borde, las líneas centrales, las flechas, los pictogramas y símbolos en donde sea necesario.
- Remover los dispositivos que su avería comprometa su funcionamiento e instalar uno nuevo.
- Instalar los dispositivos para regulación del tránsito en los lugares que se evidencia que fueron abruptamente retirados y/o dañados.

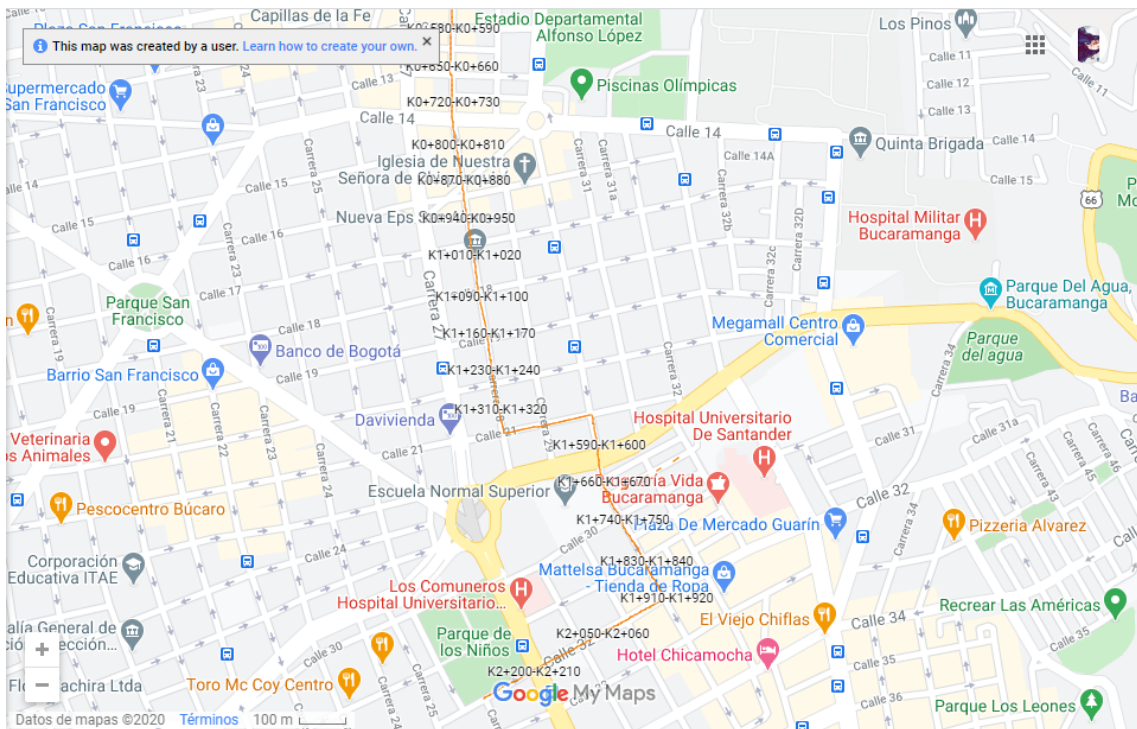
Conjuntamente, se evidencia la necesidad de realizar un estudio enfocado en el tipo de señalización vertical adecuada que se debe instalar, junto con las mejoras y mantenimientos que se deben realizar para adecuar de manera segura y reglamentaria la primera fase de la ciclo-infraestructura de Bucaramanga. Así pues, contribuyendo a la movilidad en la ciudad y asegurando un buen desarrollo en la segunda fase de esta la cual se está ejecutando actualmente.

Para finalizar y darle valor al aprovechamiento de las herramientas tecnológicas que están al alcance de la mayoría de la población, representado en sus teléfonos inteligentes, con la ayuda de estos se puede consultar el estado físico de la primera fase de la ciclo-infraestructura en el municipio de Bucaramanga ingresando al siguiente enlace:

Enlace de Google My Maps del inventario vial de la primera fase de la ciclo-infraestructura en la ciudad de Bucaramanga.

Figura 43

*Mapa guía Google My Maps*



Nota: tomado de <https://www.google.com/maps/d/u/1/viewer?ll=7.1300791678099795%2C-73.11726892357068&z=16&mid=1IEVpIaJ5d3czGZif01Ed4uRHFmnZ6WIS>

### Bibliografía

Alcaldía de Bucaramanga . (28 de 10 de 2017). *Prensa BGA*. Obtenido de Prensa BGA:  
<https://www.bucaramanga.gov.co/noticias/obras-de-los-ciudadanos-alcaldia-inicio-la-construccion-de-26-kilometros-de-cicloruta/>

Alcaldía de Bucaramanga (2017). *SECOP I*. Obtenido de SECOP I:  
<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-175133>

Alcaldía de Bucaramanga. (2017). *SECOP I*. Obtenido de SECOP I:  
<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-175133>

Consejo de directores de carreteras de iberia e iberoamerica. (2002). *Catalogo de deterioros de pavimentos flexibles*.

Corporación para el fomento y desarrollo de la cultura de la bicicleta y otras alternativas de movilidad sostenible - Ciclaramanga. (14 de Noviembre de 2016). *Ciclaramanga*. Obtenido de Ciclaramanga:  
<https://sites.google.com/site/ciclaramanga/noticias/encuestasobreusodelabicicletaenbucaramanga>

google. (s.f.).

[https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1IEVpIaJ5d3czGZif01Ed4uRHFmnZ6WIS&ll=7.130621666959609%2C-](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1IEVpIaJ5d3czGZif01Ed4uRHFmnZ6WIS&ll=7.130621666959609%2C-73.11479420506976&z=16)

[73.11479420506976&z=16https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1IEVpIaJ5d3czGZif01Ed4uRHFmnZ6WIS&ll=7.130621666959609%2C-](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1IEVpIaJ5d3czGZif01Ed4uRHFmnZ6WIS&ll=7.130621666959609%2C-73.11479420506976&z=16)

[73.11479420506976&z=16.](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1IEVpIaJ5d3czGZif01Ed4uRHFmnZ6WIS&ll=7.130621666959609%2C-73.11479420506976&z=16)

INVIAS, Universidad Nacional de Colombia. (Octubre de 2006). Manual de inspección visual para pavimentos rígidos. *Manual de inspección visual para pavimentos rígidos*. Bogota D.C., Colombia.

INVIAS, Universidad Nacional de Colombia. (Octubre de 2006). Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. Bogota D.C., Colombia.

Ministerio de obras públicas y comunicaciones. (2016). Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación*. Republica Dominicana.

Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización Vial 2015. *Dispositivos uniformes para la regulación del transito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*. Republica de Colombia.

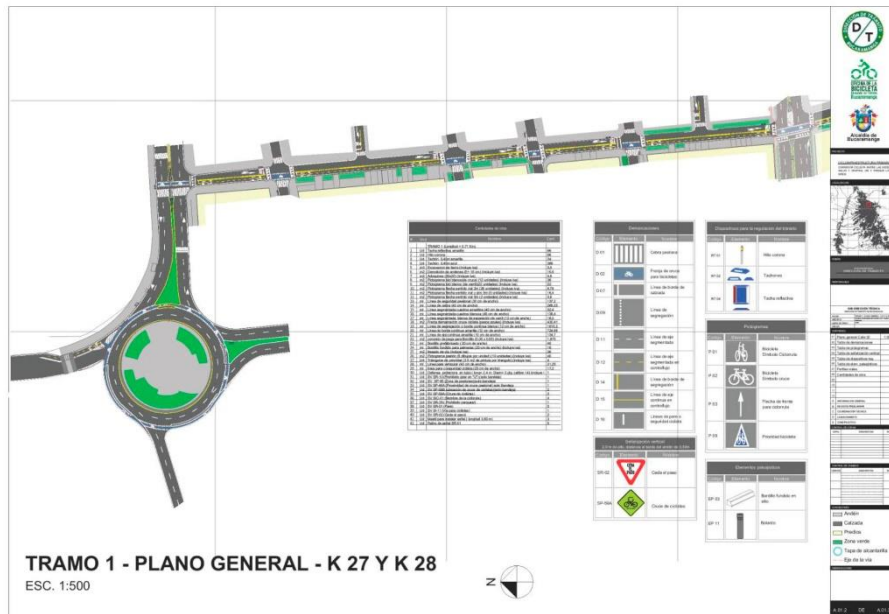
Ministerio de transporte de colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. Bogotá D.C: C. Pardo & A. Sanz,.

Montejo, A. (2002). *Montejo A. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogota D.C.: Universidad Católica de Colombia.

### Apéndices

#### Apéndice A. Tramo 1. Entre la glorieta caballo de Bolivar y la carrera 28 con calle 34

##### Anexo A. Tramo 1: Entre la glorieta caballo de Bolívar y la carrera 28 con calle 14.



Fuente: (ALCALDIA DE BUCARAMANGA, 2017)

#### Apéndice B. Tramo 2. Sobre la carrera 28 entre calles 21 y 14

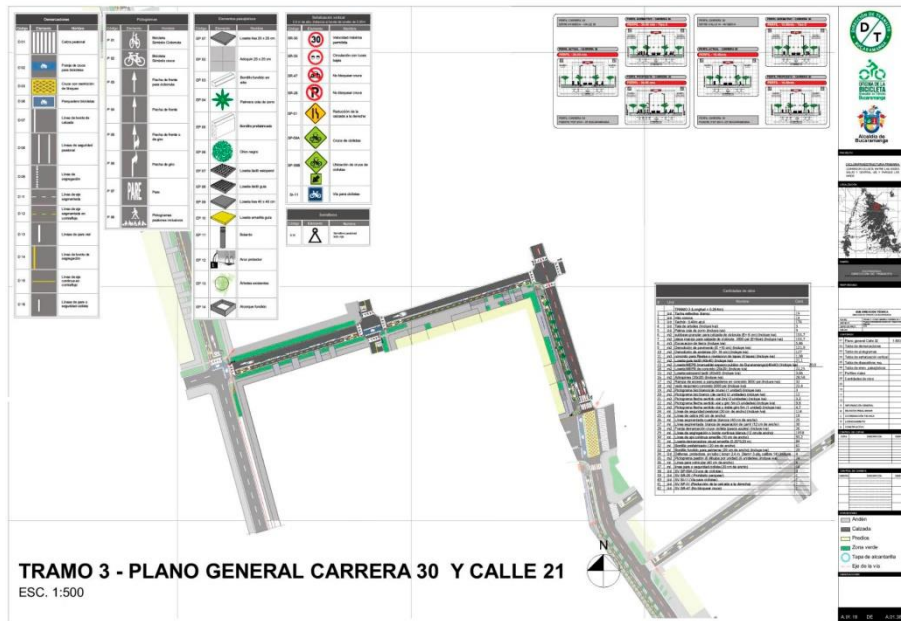
##### Anexo B. Tramo 2: Sobre la carrera 28 entre calles 21 y 14.



Fuente: (ALCALDIA DE BUCARAMANGA, 2017)

Apéndice C. Tramo 3. Sobre la carrera 30 hasta la quebrada seca y la calle 21 entre carreras 30 y 29

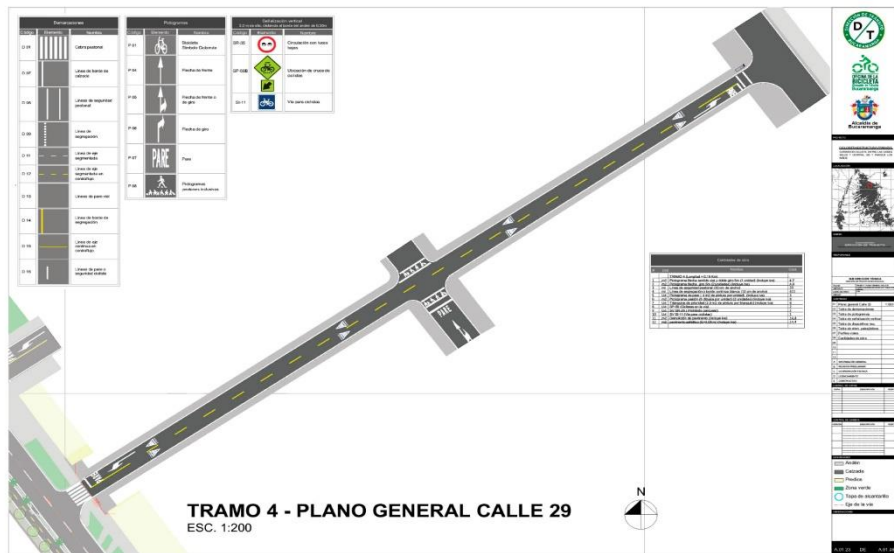
Anexo C. Tramo 3: Sobre la carrera 30 hasta la quebrada seca y la calle 21 entre carreras 30 y 29.



Fuente: (ALCALDIA DE BUCARAMANGA, 2017)

Apéndice D. Tramo 4. Sobre la calle 29 entre carreras 30 y 32

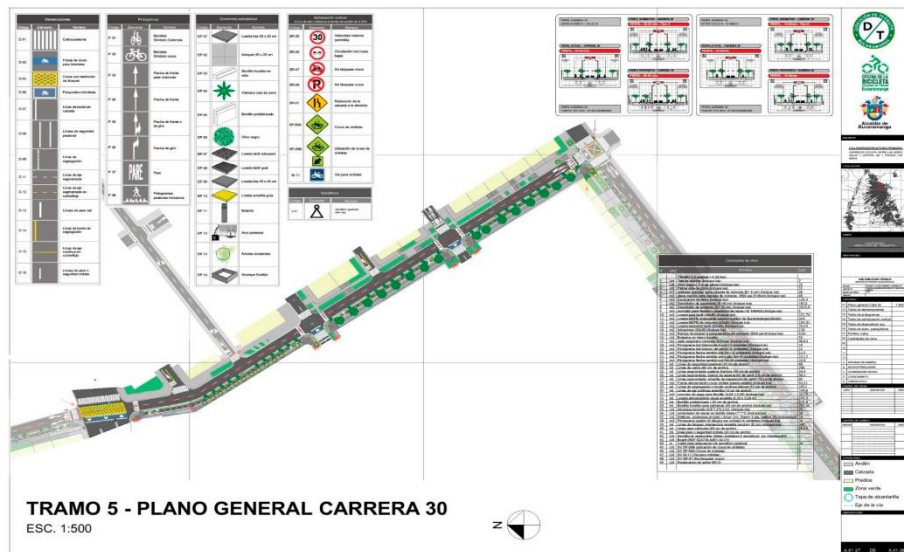
Anexo D. Tramo 4: Sobre la calle 29 entre carreras 30 y 32.



Fuente: (ALCALDIA DE BUCARAMANGA, 2017)

Apéndice E. Tramo 5. Sobre la carrera 30 entre calles 32 y 29

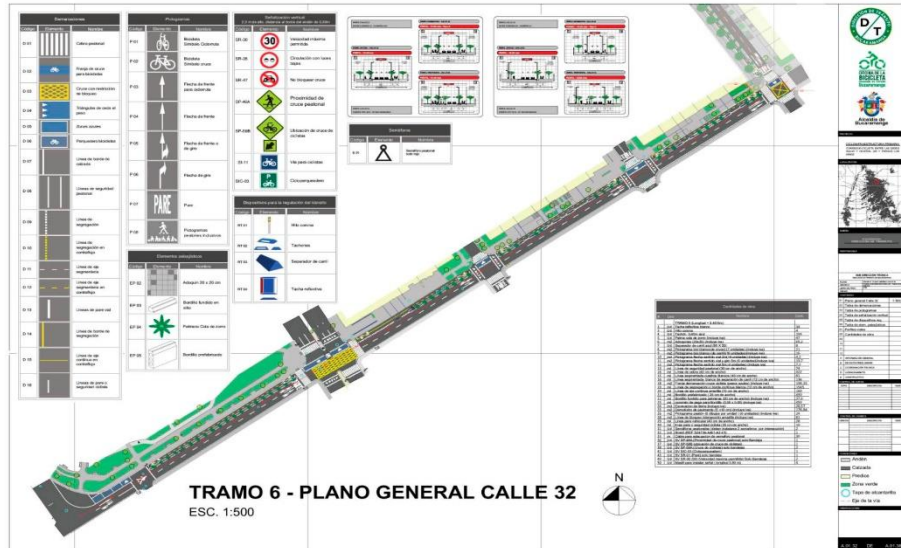
Anexo E. Tramo 5: Sobre la carrera 30 entre calles 32 y 29.



Fuente: (ALCALDIA DE BUCARAMANGA, 2017)

Apéndice F. Tramo 6. Sobre la calle 32 entre carreras 27 y 30 parque de los niños

Anexo F. Tramo 6: Sobre la calle 32 entre carreras 27 y 30 parque de los niños.



Fuente: (ALCALDIA DE BUCARAMANGA, 2017)





