

**DISEÑO FUNCIONAL DE CARRIL-BICI EN LA VIA QUE CONDUCE AL “ECO-
PARQUE CERRO EL SANTISIMO”**

**CARLOS ANDRES VILLABONA FRANCO
JOSE DAVID ORTIZ BERMUDEZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
2018**

**DISEÑO FUNCIONAL DE CARRIL-BICI EN LA VIA QUE CONDUCE AL “ECO-
PARQUE CERRO EL SANTISIMO”**

**CARLOS ANDRES VILLABONA FRANCO
JOSE DAVID ORTIZ BERMUDEZ**

DIRECTOR

ING. MILLER HUMBERTO SALAS

VISTO BUENO DIRECTOR: _____

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
2018**

NOTA DE ACEPTACION

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

A Dios, que me dio la vida, la bendición y oportunidad de poder estudiar la carrera que elegí para mi vida. Por darme la paciencia, salud, sabiduría, y una familia que me impulsaba a diario para emprender y culminar este logro tan importante en mi vida.

A mis padres Carlos Arturo Villabona y Luz Marina Franco por todos los valores e ideales que con el pasar del tiempo me transmitieron para poder ser la persona que soy hoy. Por todo el amor, esfuerzo y sacrificio que hicieron para poder cumplir este anhelado sueño en familia. A mi abuela María Carmen Olave quien es mi mayor motivación y bendición.

DEDICÒ

Carlos Andrés Villabona Franco

TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	14
2.	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	15
3.	OBJETIVOS.....	16
3.1.	Objetivo general.....	16
3.2.	Objetivos específicos.....	16
4.	JUSTIFICACION	17
5.	ALCANCE	19
6.	MARCO TEÓRICO.....	20
6.1.	GENERALIDADES	20
6.1.1.	Pirámide de modos	22
6.1.2.	Evitar – Cambiar – Mejorar.....	23
6.1.3.	Empujar y halar.....	25
6.2.	Ciclo-inclusión	26
6.2.1.	Aspectos de una política ciclo-inclusiva	26
6.2.2.	Factores de una política ciclo-inclusiva.....	28
6.2.3.	Participación ciudadana	29
6.3.	TIPO DE CICLORUTAS	30
6.3.1.	Vías no segregadas o compartidas	30
6.3.2.	Vías segregadas	32
6.4.	TIPO DE RUTAS.....	35
6.5.	TIPOS DE USUARIOS.....	36
6.6.	LA CIENCIA DEL CICLISTA.....	38
6.6.1.	Fuerzas	38
6.6.2.	Energías.....	38
6.7.	ADAPTACIÓN DE LA RED VIAL.....	39
6.8.	REQUISITOS BÁSICOS DE LAS CICLORRUTAS.....	41
6.9.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CICLORRUTAS	43

6.10.	<i>METODOLOGÍA DE DISEÑO</i>	45
6.10.1.	<i>Parámetros de diseño</i>	46
6.10.2.	<i>Dimensiones básicas</i>	51
6.11.	<i>SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL</i>	54
6.11.1.	<i>Señales verticales</i>	54
6.11.2.	<i>Demarcación horizontal</i>	61
6.11.3.	<i>Semáforos</i>	69
6.11.4.	<i>Resguardos</i>	70
6.11.5.	<i>Alumbrado</i>	71
7.	<i>METODOLOGÍA</i>	74
7.2.	<i>ANALISIS DEL TERRENO</i>	82
7.3.	<i>DISEÑO DE LA CICLORRUTA</i>	87
8.	<i>PRESUPUESTO</i>	95
9.	<i>CONCLUSIONES</i>	96
10.	<i>RECOMENDACIONES</i>	99
11.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	100
12.	<i>ANEXOS</i>	102

Lista de tablas

1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	14
2.	<i>DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA</i>	15
3.	<i>OBJETIVOS</i>	16
3.1.	<i>Objetivo general</i>	16
3.2.	<i>Objetivos específicos</i>	16
4.	<i>JUSTIFICACION</i>	17
5.	<i>ALCANCE</i>	19
6.	<i>MARCO TEÓRICO</i>	20
6.1.	<i>GENERALIDADES</i>	20
6.1.1.	<i>Pirámide de modos</i>	22

6.1.2.	<i>Evitar – Cambiar – Mejorar</i>	23
6.1.3.	<i>Empujar y halar</i>	25
6.2.	<i>Ciclo-inclusión</i>	26
6.2.1.	<i>Aspectos de una política ciclo-inclusiva</i>	26
6.2.2.	<i>Factores de una política ciclo-inclusiva</i>	28
6.2.3.	<i>Participación ciudadana</i>	29
6.3.	<i>TIPO DE CICLORUTAS</i>	30
6.3.1.	<i>Vías no segregadas o compartidas</i>	30
6.3.2.	<i>Vías segregadas</i>	32
6.4.	<i>TIPO DE RUTAS</i>	35
6.5.	<i>TIPOS DE USUARIOS</i>	36
6.6.	<i>LA CIENCIA DEL CICLISTA</i>	38
6.6.1.	<i>Fuerzas</i>	38
6.6.2.	<i>Energías</i>	38
6.7.	<i>ADAPTACIÓN DE LA RED VIAL</i>	39
6.8.	<i>REQUISITOS BÁSICOS DE LAS CICLORRUTAS</i>	41
6.9.	<i>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CICLORRUTAS</i>	43
6.10.	<i>METODOLOGÍA DE DISEÑO</i>	45
6.10.1.	<i>Parámetros de diseño</i>	46
6.10.1.1.	<i>Velocidad de diseño</i>	46
6.10.1.2.	<i>Radio de curvatura</i>	46
6.10.1.3.	<i>Pendientes</i>	47
6.10.1.4.	<i>Vehículo de diseño</i>	48
6.10.1.5.	<i>Distancia de visibilidad y de frenado</i>	49
6.10.1.6.	<i>URBANISMO Y PAISAJISMO</i>	50
6.10.1.7.	<i>Plan de manejo ambiental</i>	50
6.10.1.8.	<i>ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO Y MEMORIAS DE CÁLCULO</i>	51
6.10.1.9.	<i>CRITERIOS PARA LA APLICACIÓN DE TIPOLOGÍAS</i>	51
6.10.2.	<i>Dimensiones básicas</i>	51
6.11.	<i>SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL</i>	54

6.11.1.	<i>Señales verticales</i>	54
6.11.1.1.	<i>Función:</i>	55
6.11.1.2.	<i>Características de las señales verticales para ciclorrutas</i>	55
6.11.1.3.	<i>Tamaño</i>	55
6.11.1.4.	<i>Ubicación</i>	56
6.11.1.5.	<i>Retro reflexión</i>	57
6.11.1.6.	<i>Señales Reglamentarias</i>	57
6.11.1.7.	<i>Señales preventivas</i>	58
6.11.1.8.	<i>Señales informativas</i>	59
6.11.2.	<i>Demarcación horizontal</i>	61
6.11.2.1.	<i>Dimensiones</i>	61
6.11.2.2.	<i>Retrorreflexión</i>	61
6.11.2.3.	<i>Color y otras características</i>	61
6.11.2.4.	<i>Líneas longitudinales</i>	62
6.11.2.4.1.	<i>Líneas Longitudinales para Ciclorrutas</i>	62
6.11.2.4.2.	<i>Líneas Longitudinales para Ciclobandas</i>	65
6.11.3.	<i>Semáforos</i>	69
6.11.4.	<i>Resguardos</i>	70
6.11.5.	<i>Alumbrado</i>	71
	<i>Iluminación para vías urbanas para bicicletas:</i>	72
	<i>Iluminación para vías interurbanas para bicicletas:</i>	72
7.	METODOLOGÍA	74
7.1.	ENCUESTA A LA COMUNIDAD	74
7.2.	ANÁLISIS DEL TERRENO	82
7.3.	DISEÑO DE LA CICLORRUTA	87
7.3.1.	<i>Consideraciones de diseño</i>	87
7.3.2.	<i>Parámetros de diseño</i>	88
	● <i>Pendiente</i>	88
	● <i>Radio de Curvatura</i>	88
	● <i>Ancho de calzada existente</i>	88

•	<i>Recomendaciones infraestructura interurbana</i>	88
•	<i>Vehículo de diseño</i>	89
•	<i>Dimensiones del ancho de la vía</i>	90
•	<i>Sección transversal bandas ciclo preferentes – Ascenso</i>	90
•	<i>Sección transversal uso compartido – Descenso</i>	91
7.3.3.	<i>Trazado en planta.</i>	92
•	<i>Pendientes longitudinales y transversales</i>	93
	<i>Pendiente descendiente (Uso Compartido)</i>	93
8.	<i>PRESUPUESTO</i>	95
9.	<i>CONCLUSIONES</i>	96
10.	<i>RECOMENDACIONES</i>	99
11.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	100
12.	<i>ANEXOS</i>	102

Lista de figuras

<i>Figura 1. Pirámide de modos [2]</i>	18
<i>Figura 2. Esquema Evitar – Cambiar – Mejorar [2]</i>	19
<i>Figura 3. “Empujar y Halar” en transporte [1]</i>	20
<i>Figura 4. Esquema modelo de ciudad [2]</i>	21
<i>Figura 5. Factores de una política ciclo-inclusiva [1]</i>	23
<i>Figura 6. La escalera de la participación [1]</i>	24
<i>Figura 7. Requisitos básicos [1]</i>	36
<i>Figura 8. Dimensiones básicas ciclorruta unidireccional y bidireccional [3]</i>	49
<i>Figura 9. Ubicación de señales verticales [4]</i>	52
<i>Figura 10. Señales Reglamentarias [4]</i>	53
<i>Figura 11. Señales preventivas [4]</i>	54
<i>Figura 12. Señales informativas [4]</i>	55
<i>Figura 13. Ejemplo de señalización de ciclovía [4]</i>	55
<i>Figura 14. Línea de eje central continúa [4]</i>	58
<i>Figura 15. Líneas de eje central segmentado [4]</i>	58
<i>Figura 16. Ubicación de bolardos [4]</i>	59
<i>Figura 17. Otras líneas longitudinales [4]</i>	60
<i>Figura 18. Líneas longitudinales segmentadas [4]</i>	61
<i>Figura 19. Cruce controlado por señal ceda el paso [4]</i>	62
<i>Figura 20. Cruce controlado por señal Pare [4]</i>	62
<i>Figura 21. Demarcación para intersección de vías con semáforos. [4]</i>	63
<i>Figura 22. Demarcación para intersección de ciclovías con semáforos [4]</i>	64
<i>Figura 23. Cabezales de semáforos para ciclistas [4]</i>	65
<i>Figura 24. Formato de encuesta (Fuente propia)</i>	69
<i>Figura 25. Pregunta No. 1 (Fuente propia)</i>	70
<i>Figura 26. Pregunta No. 2 (Fuente propia)</i>	70
<i>Figura 27. Pregunta No. 3 (Fuente propia)</i>	71
<i>Figura 28. Pregunta No. 4 (Fuente propia)</i>	72
<i>Figura 29. Pregunta No. 5 (Fuente propia)</i>	72
<i>Figura 30. Pregunta No. 7 (Fuente propia)</i>	74
<i>Figura 31. Pregunta No. 8 (Fuente propia)</i>	74
<i>Figura 32. Pregunta No. 9 (Fuente propia)</i>	75
<i>Figura 33. Pregunta No. 10 (Fuente propia)</i>	75
<i>Figura 34. Sección transversal Ascenso</i>	84
<i>Figura 35. Espacio de circulación</i>	85
<i>Figura 36. Sección transversal Descenso</i>	85

Lista de ecuaciones

<i>Ecuación 1. Energía cinética</i>	34
<i>Ecuación 2. Energía potencial</i>	34
<i>Ecuación 2. Energía mecánica</i>	34
<i>Ecuación 3. Distancia de visibilidad</i>	44

Lista de imágenes

<i>Imagen 1. Vía / Carril compartido [En línea: https://devitoriaalmundo.wordpress.com]</i>	26
<i>Imagen 2. Ciclocarril [2]</i>	27
<i>Imagen 3. Ciclovía [En línea: https://www.nuevamujer.com]</i>	28
<i>Imagen 4. Cicloacera [En línea: http://www.circulaseguro.com]</i>	29
<i>Imagen 5 – Segundo tramo</i>	76
<i>Imagen 6 – Segundo tramo</i>	76
<i>Imagen 7 – Segundo tramo</i>	77
<i>Imagen 8 – Segundo tramo</i>	77
<i>Imagen 9 – Primer tramo</i>	78
<i>Imagen 10 – Segundo tramo</i>	78
<i>Imagen 11 – Primer y segundo tramo</i>	80
<i>Imagen 12 – Primer Tramo</i>	80

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: DISEÑO FUNCIONAL DE CARRIL-BICI EN LA VÍA QUE CONDUCE AL "ECOPARQUE CERRO EL SANTISIMO"

AUTOR(ES): JOSE DAVID ORTIZ BERMUDEZ, CARLOS ANDRES VILLABONA FRANCO

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): MILLER HUMBERTO SALAS

RESUMEN

Este proyecto de grado busca beneficiar a la comunidad del Municipio de Floridablanca a través de la propuesta de un carril-bici en la vía que conduce al "Eco parque cerro del santísimo", para esto se realizarán encuestas a los habitantes con el fin de identificar las necesidades que se presentan en la zona como también se visitará y revisará la estructura vial existente con el fin de determinar las falencias y condiciones en la que se encuentra esta ruta. Se propondrá el diseño geométrico de una ciclorruta como una alternativa de infraestructura vial para un medio de transporte sostenible como lo es la bicicleta; esta ruta en particular es frecuentada por deportistas que practican ciclismo así como también usuarios que desean mejorar su calidad de vida y lo practican de forma recreativa por consiguiente la implementación de este proyecto garantizará seguridad y comodidad a los usuarios actuales como también atraerá la visita de turistas y habitantes a recorrer la ruta.

PALABRAS CLAVE:

ciclorruta, usuario, sostenibilidad, bicicleta

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: FUNCTIONAL DESIGN OF LANE-BIKE ON THE ROAD THAT LEADS TO THE "ECO-PARQUE CERRO EL SANTISIMO"

AUTHOR(S): JOSE DAVID ORTIZ BERMUDEZ, CARLOS ANDRES VILLABONA FRANCO

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: MILLER HUMBERTO SALAS

ABSTRACT

This grade project seeks to benefit the community of the Municipality of Floridablanca through the proposal of a bike lane on the road that leads to the "ECO-PARQUE CERRO EL SANTISIMO", for this surveys will be conducted to the inhabitants in order to identify the needs that are presented in the area as well as visit and review the existing road structure in order to determine the shortcomings and conditions in which this route is located. The geometrical design of a cycle path will be proposed as an alternative road infrastructure for a sustainable means of transport such as the bicycle; This particular route is frequented by sportsmen and women who practice cycling as well as users who wish to improve their quality of life and practice it recreationally. Therefore, the implementation of this project will guarantee safety and comfort to current users as well as attract tourists. and inhabitants to travel the route.

KEYWORDS:

bike path, user, sustainability, bicycle

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

La principal motivación para la realización de este proyecto es la necesidad que se ha generado en el municipio de Floridablanca de ofrecer a la comunidad una ciclo-infraestructura que les permita conectarse con el centro turístico CERRO DEL SANTÍSIMO. Lo anterior se encuentra soportado tanto en los recorridos realizados en la zona como también a las encuestas realizadas en la comunidad; por esta razón se hace indispensable presentar una propuesta viable como solución y fuente de mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Para llevar a cabo este proyecto de grado nos hemos acercado a la comunidad como fuente de información y punto de referencia ya que son ellos los directos beneficiarios con la realización de proyecto, además se realizará un estudio y diagnóstico detallado del estado actual de vía con el fin de recopilar la información necesaria para el diseño y como meta última ofrecer al municipio la solución más viable en cuanto precios, trazado vial adecuado para los usuarios y amigable con el medio ambiente.

2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la movilidad sostenible es una tendencia, cada día son millones de personas las que desean realizar un cambio positivo en su estilo de vida y optan por la bicicleta como su medio de transporte principal. Este medio de transporte ofrece una gran cantidad de beneficios de los cuales se destacan: economía ya que es un transporte económico, su eficacia, permite fácil accesibilidad y maniobra, contribuye con el mejoramiento de la condición física y salud de los usuarios, y una de las más importantes es una alternativa amigable con el medio ambiente.

En el caso particular de Colombia el tema de las ciclorrutas es relativamente nuevo y está en funcionamiento en pocas ciudades, el país aún no cuenta con un manual de diseño para este tipo de vías, sin embargo en el último año se han publicado manuales y guías con información detallada. En el caso de Floridablanca, no existe estructura vial para el ciclista, lo cual genera conflictos entre los diferentes tipos de usuario.

La construcción del “Eco-parque cerro el santísimo” ha impactado de forma positiva la demanda turística de la zona, sin embargo, debido a que las condiciones actuales de la vía que comunica a Floridablanca con el Eco- parque se encuentra en muy mal estado, los habitantes se restringen de hacer uso de la misma, es entonces donde nace la necesidad de ofrecer una solución viable al Municipio con el objetivo de ofrecer una infraestructura vial de excelente calidad que fomente la inclusión social, el deporte, la salud y el turismo en la zona.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Diseñar y analizar técnicamente una ciclo-infraestructura en la vía que conduce al “Eco-Parque Cerro Del Santísimo”. Basándose en estudios previos de movilidad sobre los ciclistas que transitan por el sector.

3.2. Objetivos específicos

- Conocer en general los hábitos y necesidades de los bici-usuarios que transitan por esta ruta de manera general mediante encuestas que se realizaran en el tramo escogido.
- Analizar la topografía del terreno, mediante levantamientos topográficos realizados en enero del 2013 por el contratista (G.S.J. Topografía), para el proyecto “Eco-Parque Cerro El Santísimo”.
- Diseñar una ciclo-infraestructura como alternativa de solución y mejoramiento de necesidades para todos los usuarios de bicicleta en la vía que conduce al “Eco-Parque Cerro El Santísimo”.
- Realizar un análisis de precios unitarios (APU). Con fin de diagnosticar la viabilidad del proyecto

4. JUSTIFICACION

El uso de la bicicleta además de brindar múltiples beneficios en la salud de las personas es también un incentivo turístico en este importante sector sociocultural, además de esto las emisiones de dióxido de carbono con cada ciclista que se suma a la nueva era de las bicicletas disminuye drásticamente, lo que se traduce en un beneficio medioambiental fundamental para mejorar la calidad de vida de las personas.

En Bucaramanga el gobierno ha impulsado la implementación de una ciclo-infraestructura, con la construcción de 2.6 kilómetros de ciclo-rutas que conectaran a la biblioteca Gabriel Turbay con la Universidad Industrial De Santander. Se inicia esta propuesta de transporte diferente, principalmente por medio de sectores universitarios y a futuro de una manera más global. El estado demuestra su preocupación y motivación hacia nuevas formas de transporte verde, sin embargo, para lograr los objetivos esperados hace falta más iniciativa, inversión y cultura ciudadana.

El diseño de esta ciclo-infraestructura busca proporcionar ventajas ambientales turísticas y económicas, mejorando la movilidad a través del uso de la bicicleta, beneficiando al medio ambiente e incentivando ante la sociedad el uso de esta misma con un fin recreativo. Actualmente encontramos variedad de ciclistas que transitan por este tramo y debemos brindar la seguridad y comodidad que estos requieran, para esto se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Un ancho de carril exclusivo, para la circulación de ciclistas en ambos sentidos.
- Garantizar que los ciclistas y automóviles se perciban el uno al otro con suficiente tiempo y espacio para cualquier reacción, garantizando la seguridad en sus recorridos.
- Señalización apropiada y legible para brindar comodidad al maniobrar y garantizar la seguridad en esta vía.

Esta ruta en particular presenta una gran demanda por aquellos usuarios aficionados al ciclismo, es común encontrar grupos de ciclistas tanto de día como de noche como también grupo de corredores; los fines de semana gran cantidad de habitantes y turistas se programan para visitar el Eco-parque en su tiempo libre. Lo anterior permite evidenciar la importancia de presentar una propuesta para la construcción de la ciclorruta que conecte a Floridablanca con el “Eco-Parque Cerro Del Santísimo”.

5. ALCANCE

El motivo principal para la realización de este proyecto es el de beneficiar a la comunidad del Municipio de Floridablanca, se realizarán encuestas a los habitantes con el fin de identificar las necesidades que se presentan en la zona como también se visitará y revisará la estructura vial existente con el fin de determinar las falencias y condiciones en la que se encuentra esta ruta. Se pretende realizar el diseño geométrico de una ciclorruta que conecte a Floridablanca con el Eco-parque Cerro del Santísimo lo que generará un impacto positivo en toda la comunidad. A través de este proyecto se estará generando una infraestructura vial adecuada con su correspondiente señalización e iluminación fomentando el uso de medios de transporte sostenibles como la bicicleta; esta ruta en particular es frecuentada por deportistas que practican ciclismo así como también usuarios que desean mejorar su calidad de vida y lo practican de forma recreativa por consiguiente la implementación de este proyecto garantizará seguridad y comodidad a los usuarios actuales como también atraerá la visita de turistas y habitantes a recorrer la ruta.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. GENERALIDADES

En un mundo cada vez más urbanizado se hace necesario que las ciudades promuevan y generen políticas y campañas de movilidad sostenible remarcando la importancia de la sostenibilidad ambiental, social, económica y urbanística. La bicicleta se convierte en una de las alternativas más efectivas y económicas para el mejoramiento de la calidad de la vida urbana, trayendo gran cantidad de beneficios a los usuarios. [1]

Como individuos los beneficios directos son una mejor salud, bienestar personal como también colectivo al ser consciente de la participación en la preservación del medio ambiente. Desde la perspectiva social reactiva los espacios públicos y autonomía en los desplazamientos; en la parte del manejo del tráfico ayuda reduciendo la congestión vehicular y mejora la seguridad vial. Otros beneficios son:

- La bicicleta reduce los tiempos de viaje.
- La bicicleta es un medio de transporte económico y versátil.
- La bicicleta promueve hábitos de vida saludables.
- El uso de la bicicleta mejora la seguridad vial.
- El uso de bicicleta reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero al reducir el uso de vehículos motorizados.

La bicicleta por sí sola no resuelve las problemáticas de una ciudad, sin embargo es una alternativa económica y eficaz en el proceso de aplicar la movilidad sostenible; su uso diario beneficia a la ciudad de las siguientes maneras:

- Genera mayor equidad social
- Mejora la calidad del aire, al reducir emisiones contaminantes
- Ofrece mayor accesibilidad, si se implementa un diseño de la vía orientada a los usuarios de bicicleta y peatones.
- Reducción en la tasa y severidad de accidentes
- Promueve la integración ciudadana

- Mejora la salud y bienestar de los usuarios
- Libera espacio en la ciudad, lo que permite la recuperación de espacio público

En ocasiones particulares la bicicleta es una mejor opción para realizar viajes como lo son distancias menores a 9 kilómetros si el usuario hace uso de la bicicleta a diario o de 5 kilómetros en condiciones favorables.

Otra de las ventajas que se pueden resaltar del uso de la bicicleta es que permite la integración con el transporte público puede ser en los lugares de estacionamiento en las paradas de bus, estaciones de metro o inclusive pueden cargarse dentro de los vehículos.

Desde el punto de vista del usuario, existen diferentes opiniones sobre el uso de la bicicleta, los factores más relevantes para las personas son:

- La familiaridad con el medio de transporte
- La destreza en el manejo de bicicleta
- Condiciones particulares de salud (limitaciones)
- Edad y género
- Características del entorno

Este último aspecto es crucial ya que ante un entorno adverso es predecible una cantidad mínima de usuarios que opten por transportarse en bicicleta, y en cambio, si se diseñan y adecuan estructuras viales de calidad y mayor cobertura el número de usuarios incrementa de forma significativa.

Además, es importante tener presente que existen diferentes usos de la bicicleta, puede ser un medio de transporte recreativo, deportivo como también puede usarse para desplazarse al trabajo, el estudio, cargar bienes y/o medio de trabajo. Por esta razón una estrategia común pero efectiva es realizar campañas de promoción del uso de la bicicleta para todos; en especial los niños ya que resulta más efectivo sensibilizar a los ciudadanos desde pequeños para que crezcan siendo conscientes de los beneficios que ofrece el uso de la bicicleta tanto personal, social como ambientalmente hablando.

Las personas en el grupo de 15 a 25 años son claves para fomentar el uso de la bicicleta en el día a día ya que permite realizar viajes más rápidos y genera bienestar, lo que generaría la reducción en el uso de vehículos motorizados.

Este grupo podría extenderse hasta la edad de 35 años; sin embargo el grupo de 35 a 40 años es menos probable a que cambien sus hábitos de viaje pero pueden concientizarse a darle prioridad y respetar a los usuarios de bicicleta.

La movilidad urbana genera muchos retos en términos sociales, ambientales y económicos, es por esto que es un proceso complejo para las ciudades ser eficientes y sostenibles. La conciencia ambiental es un tema relativamente nuevo por esta razón la bicicleta no ha sido considerada como una opción viable de transporte para los ciudadanos. Otro factor importante es la falta de infraestructura vial y políticas inadecuadas que genera poco uso de la bicicleta y aumento en los usuarios de vehículos motorizados. [2]

6.1.1. Pirámide de modos

Esta figura se ha utilizado para reflejar y describir los modos de transporte prioritarios y sus características, la idea central es que los modos de mayor consumo energético, velocidad e impactos en general dan prioridad a aquellos que tengan mayor vulnerabilidad y sostenibilidad.



Figura 1. Pirámide de modos [2]

Esta figura da prioridad a los modos de transporte no motorizados, a los peatones y seguidamente los usuarios de bicicleta; los modos anteriores son aquellos que producen menor cantidad de efectos adversos y además, resultan siendo los más económicos. Es necesario analizar temas como el gasto energético y emisiones, el costo de cada medio y su eficiencia en el espacio urbano. [2]

6.1.2. Evitar – Cambiar – Mejorar

Las campañas y políticas de sostenibilidad vial deben contemplar los siguientes conceptos:

- **Evitar:** consiste en reducir los viajes en forma general, esto se logra a través de adecuados planes de ordenamiento territorial enfocados en los usos del suelo, densidad poblacional, reducción de distancias y frecuencia de viajes.

Otra opción viable es usar la tecnología para realizar el trabajo reemplazando los viajes por reuniones virtuales.

- **Cambiar:** consiste en la creación e implementación de campañas y políticas que prioricen los modos de transporte sostenibles, resaltando los beneficios que ofrece a los usuarios. El resultado es generar viajes de bajas emisiones y alta eficiencia.
- **Mejorar:** consiste en la utilización e implementación de tecnologías amigables con el medio ambiente, limpias, sencillas y eficientes que permitan la reducción del consumo energético y emisiones contaminantes. [2]

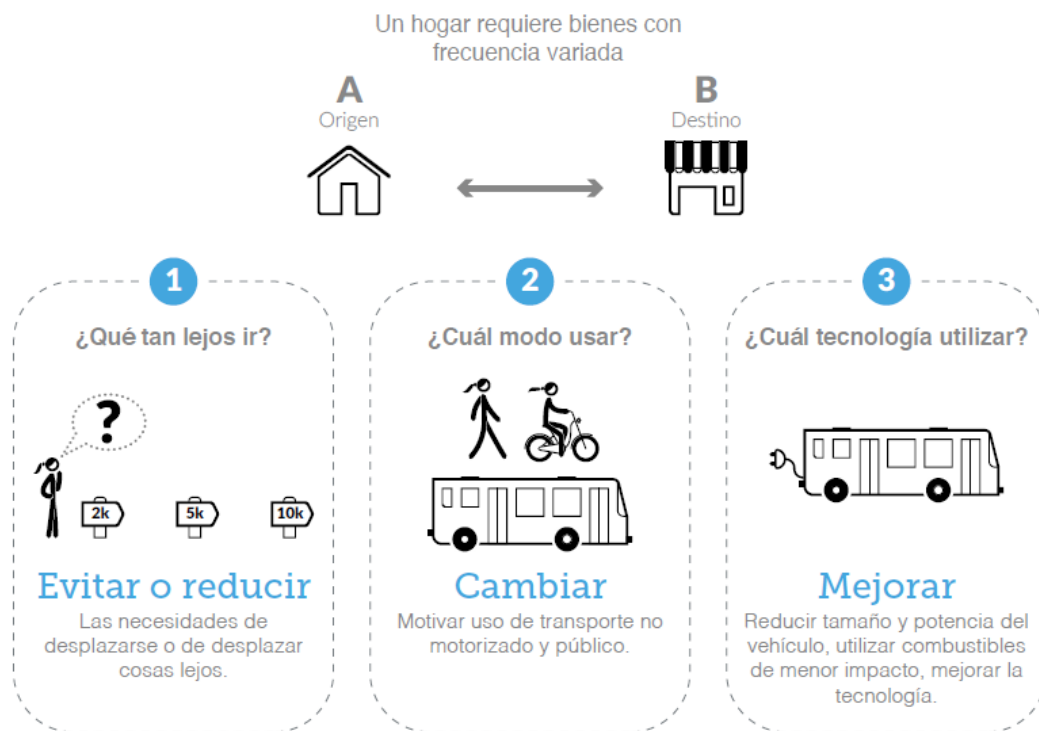


Figura 2. Esquema Evitar – Cambiar – Mejorar [2]

6.1.3. Empujar y halar

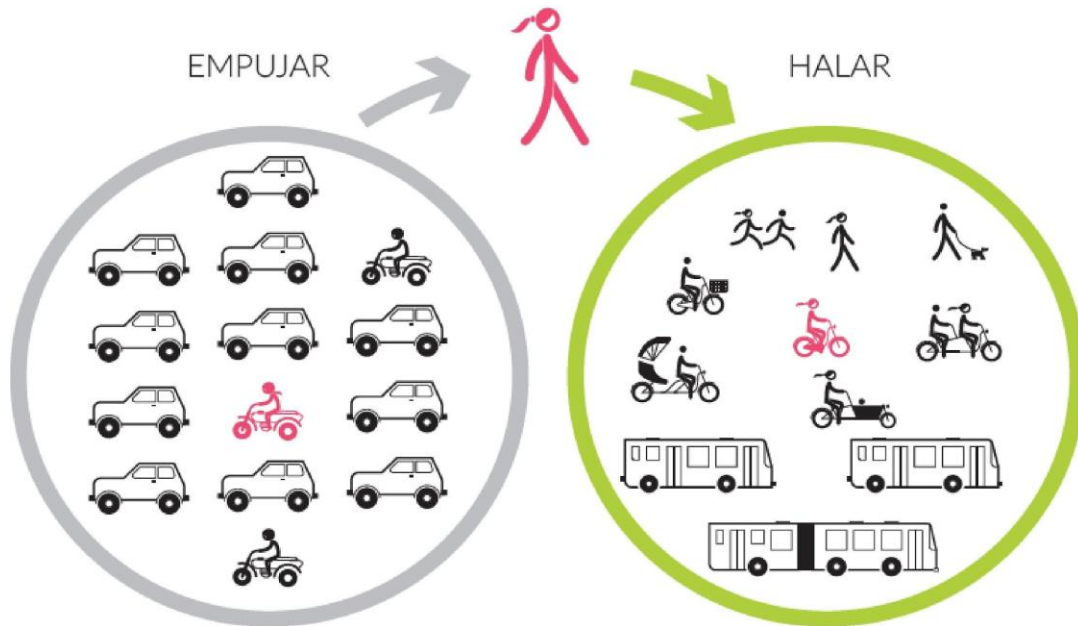


Figura 3. “Empujar y Halar” en transporte [1]

- **Empujar:** Consiste en el conjunto de medidas físicas, regulatorias y fiscales para la reducción del uso exponencial del automóvil particular. Como ejemplo esta: la sobretasa al combustible, cobros por congestión o contaminación, cobros de estacionamiento y políticas de racionalización del uso del automóvil en general. En Colombia ya se implementan algunas de estas medidas tanto a nivel nacional como a nivel local, aunque todavía podría generar más opciones a partir de las nuevas regulaciones que se han generado en los últimos años.
- **Halar:** Consiste en políticas enfocadas al mejoramiento de las condiciones físicas, regulatorias y demás para el transporte público, la bicicleta y los peatones. En Colombia se han implementado estas medidas de mejoramiento del transporte público a través de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM), los Sistemas Estratégicos de Transporte Público (**SETP**) y los Sistemas Integrados de Transporte Público (SITP), además, se ha empezado a formular políticas concretas para bicicletas y peatones. [1]

6.2. Ciclo-inclusión

La implementación de políticas de movilidad sostenible, es decir, una ciudad donde la mayor cantidad de viajes se realizan a pie o en bicicleta es directamente proporcional al aumento de la seguridad y la calidad de vida de los usuarios como en la disminución de emisiones y consumo energético.

Con la intención de generar propuestas más innovadoras y efectivas donde se prioriza el uso de la bicicleta, se han creado conceptos como la “ciclo-inclusión”.

En el proceso de adaptación de las ciudades los temas principales han sido la priorización del cambio climático y su capacidad de resiliencia a desastres. La bicicleta se convierte en la opción más práctica contra eventualidades climáticas gracias a su versatilidad; además en términos de resiliencia la bicicleta es un servicio de movilidad eficaz ya que permite a los usuarios transportarse de forma más libre. [2]

6.2.1. Aspectos de una política ciclo-inclusiva

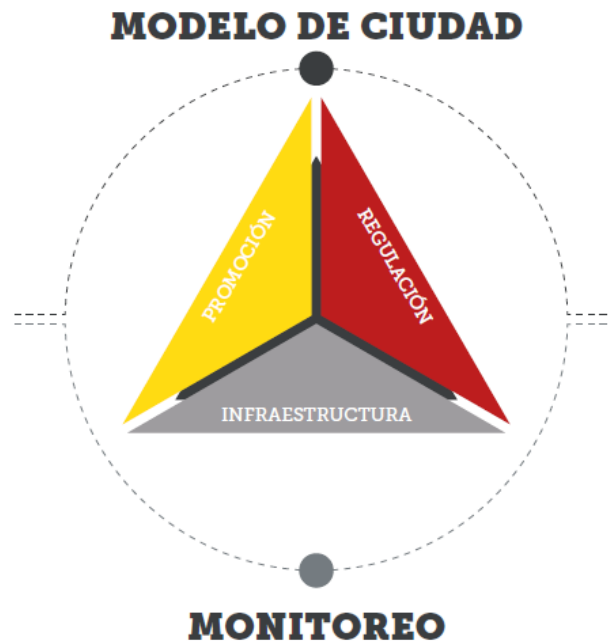


Figura 4. Esquema modelo de ciudad [2]

- **Modelo de ciudad:** hace referencia a una ciudad que ya tenga en uso la bicicleta como medio de transporte y que está fomentándolo a través de planes de ordenamiento, maestros de movilidad, planes de gobierno, campañas sociales y demás.
- **Infraestructura:** hace referencia al diseño, implementación y construcción de infraestructura que sea adecuada para andar en bicicleta, específicamente a una red completa de infraestructura para la movilidad de los usuarios en toda la ciudad; por esta razón se debe poseer una señalización horizontal y vertical adecuada, calle de bajas velocidades, estacionamientos seguros, sistemas de alquiler de bicicletas, bicitaxis, entre otros.
- **Regulación e instituciones:** hace referencia a la seriedad con que se implemente la movilidad sostenible en el gobierno, contemplando todos los costos en sus presupuestos, tanto de infraestructura como mantenimiento. En el caso particular de Colombia el ministerio de transporte debe implementar las políticas ciclo-inclusivas a lo largo de todo el territorio.
- **Promoción, educación:** hace referencia a las estrategias educativas y promoción de la bicicleta que se aprueben y gestionen por el gobierno, como también las iniciativas ciudadanas que busquen fomentar el uso de la bicicleta pero al mismo tiempo enseñe a los ciudadanos acerca de su correcto uso, derechos y deberes, interpretación de las señales.
- **Monitoreo y seguimiento:** hace referencia al uso e interpretación de los indicadores de uso de la bicicleta, demanda de viajes, percepción ciudadana, el ahorro energético, entre otros. Lo anterior facilita un control (monitoreo) constante en tiempo permitiendo definir metas a corto, mediano y largo plazo. La información recolectada sirve como antecedentes y verificación de la efectividad de las políticas ejecutadas. [2]

6.2.2. Factores de una política ciclo-inclusiva



Figura 5. Factores de una política ciclo-inclusiva [1]

- **INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS:** esta política se enfoca en las características físicas de la red vial que garantizan espacios seguros y cómodos para el usuario, tanto en la infraestructura como en otros servicios, un ejemplo es las áreas de estacionamiento.
- **PARTICIPACIÓN CIUDADANA:** esta política hace referencia a la interacción e intercambio de información en la comunidad: usuarios, no usuarios, instituciones gubernamentales, entre otros; con el fin de promover el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible.
- **ASPECTOS NORMATIVOS Y REGULACIÓN:** esta política se refiere a los decretos, leyes y normativas generales que regulan y controlan el uso de la bicicleta como medio de transporte urbano sostenible.

- **OPERACIÓN:** esta política se enfoca al análisis de los aspectos relacionados con el uso de la bicicleta y los servicios que facilitan el uso de bicicletas públicas. Además lleva el seguimiento a través de medidores cualitativos y cuantitativos, los impactos positivos que genera este medio de transporte sostenible, entre otros. [1]

6.2.3. Participación ciudadana



Figura 6. La escalera de la participación [1]

La participación juega un papel crucial en las políticas de bicicletas para lograr que una ciudad sea ciclo-inclusiva. Particularmente en el caso de la promoción de la movilidad en bicicleta, puesto que conlleva al cambio del modelo urbano de desplazamientos, entendido como un proceso en el que se ha de alumbrar una nueva cultura de la movilidad. No se trata únicamente de modificar la infraestructura para hacerla más amigables para la bicicleta, sino de extender nuevos comportamientos y hábitos en el modo de desplazamiento.

La participación no es un concepto establecido de forma clara en la legislación colombiana a excepción de algunos casos como la regla general de la Constitución que indica en su artículo 2 entre los fines del Estado que debe se debe facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación.

En Bogotá, la Resolución 706 del 13 de marzo de 2013 establece que existe el proceso de gestión social y participación ciudadana que tiene como objetivo: «Asesorar, diseñar, implementar y evaluar la gestión social y el servicio a la ciudadanía, relacionados con los procesos misionales; en el marco de la participación ciudadana, cultura ciudadana, derecho a la ciudad y responsabilidad social aplicables a la entidad, conforme a la normatividad vigente y los ejes estratégicos del Plan de Desarrollo con el fin de vincular a la ciudadanía en el Desarrollo Urbano de Bogotá. [1]

6.3. TIPO DE CICLORUTAS

6.3.1. Vías no segregadas o compartidas

Estas vías están caracterizadas por poseer condiciones de velocidad baja y volumen de tráfico motorizado mínimo; es por esta razón que permiten mantener o recuperar el orden, la seguridad y garantizan una buena convivencia y mejor calidad de vida entre los usuarios. (Figura 1. Pirámide de modos)

En este tipo de vías los ciclistas pueden interactuar y circular con los diferentes usuarios, siempre en el mismo sentido de circulación de los motorizados. Para este tipo de vías se recomienda una velocidad máxima de 30 km/h. Los ejemplos más comunes de estas vías son aquellas que se encuentran al interior de los barrios y/o zonas residenciales, como también en centros históricos; es decir, vías con bajos volúmenes vehiculares (hasta 10.000 vehículos/día). Se clasifican en dos tipos:

- **Vía compartida o Carril compartido**

El ciclista es la prioridad en este tipo de vía, los usuarios pueden circular tranquilamente por el centro de la calzada con un riesgo muy mínimo de accidentalidad ya que las velocidades máximas permitidas son de 20 km/h para motocicletas, entre otros.

Se tiene presente la premisa de: a menor velocidad mayor seguridad. Algunas de las características son: una sección vial reducida y/o elementos de reducción de velocidad que obligue a los motociclistas a andar a bajas velocidades, un caso particular es la señalización horizontal y vertical la cual debe ser clara y estar ubicadas en puntos clave informando a los diferentes usuarios el límite de velocidad y la prioridad del ciclista.

Para casos donde hay más de un carril, se prioriza el carril más lento (el derecho) para la circulación de ciclistas y motociclistas, se recomienda un ancho de carril de 2.7 metros permitiendo que los carros rebasen a los ciclistas. Para las vías compartidas de un solo carril se recomienda un ancho mínimo de 4 a 4.3 metros permitiendo que los carros rebasen a los ciclistas sin riesgo de accidentes. [2]



Imagen 1. Vía / Carril compartido [En línea: <https://devitoriaalmundo.wordpress.com>]

- **Ciclocarril**

Este tipo de vía consiste en una franja delimitada de la calzada que se adecua para la circulación de bicicletas, siempre en sentido unidireccional. Se delimita por una o dos líneas y la señalización horizontal es un pictograma de bicicleta y una flecha indicando el sentido de circulación. Se recomienda pintar el pavimento de esta franja de un color contrastante que mejore la visibilidad de los ciclistas.

Estas vías se usan para reducir al mínimo las secciones de las calzadas en vías locales y para obligar a la reducción de velocidades por parte de los motociclistas.

Debe garantizarse además la existencia de ciclovías cercanas que permitan la circulación en el sentido opuesto y mayor conectividad.

Las dimensiones mínimas para ciclocarriles está entre 1.40 y 1.80 metros además de 0.6 metros de espacio de delimitación. La velocidad máxima recomendada para los carriles adyacentes es de 40 km/h y un ancho de 3 metros. [2]



Imagen 2. Ciclocarril [2]

6.3.2. Vías segregadas

Este tipo de vías conforman la red principal de la infraestructura ciclovial, permitiendo conectar diferentes áreas de la ciudad y generalmente cubren largas distancias. Las velocidades pueden ser superiores a 40 km/ y se recomiendan en vías arteriales o colectoras.

Pueden ser unidireccionales o bidireccionales dependiendo de las características de la zona; se identifican como espacios reservados únicamente para la circulación en bicicleta que pueden integrarse a la calzada, vereda o separador central o lateral. La señalización horizontal se realiza con una pintura distinto y contrastante, segregadas del tránsito motorizado y los peatones. [2]

- **Ciclovía**

Este tipo de vía se encuentra integrado al nivel de la calzada, al separador lateral o al separador central. Su uso es muy frecuente ya que garantiza una ruta directa y

más cómoda para el ciclista, reduciendo los conflictos en las intersecciones entre los diferentes usuarios.

Cuando es unidireccional se prefiere ubicar al costado derecho de la vía ya que facilita la circulación en el mismo sentido del flujo vehicular y la integración a una nueva calle al cambiar de dirección. Además, garantiza mayor costo eficiencia ya que son inversiones de bajo costo, de rápida implementación y ofrecen comodidad y seguridad a los ciclistas.

Las bidireccionales se recomiendan para avenidas donde el paso a nivel de un lado a otro es complicado y requiere circulación en ambos sentidos en un mismo costado; también se ubican en alamedas, parques o corredores verdes donde las intersecciones y giros son mínimos y los conflictos entre usuarios son menores. La señalización es crucial en las intersecciones ya que los ciclistas necesitan mayor maniobrabilidad al integrarse a otras vías. [2]



Imagen 3. Ciclovía [En línea: <https://www.nuevamujer.com>]

- **Cicloacera y Ciclo senda**

Este tipo de vías están integradas a la vereda o secciones compartidas con peatones, por esta razón deben localizarse en áreas de flujo peatonal bajo y garantizar el ancho mínimo para una circulación cómoda y segura para los diferentes usuarios (peatones y ciclistas).

En el caso de *cicloaceras* se debe reducir al mínimo los cambios de nivel con rampas con pendientes altas o la instalación de pasos pompeyanos además de solucionar con detalle cada intersección de la ruta para mantener como prioridad a los peatones que hacen uso en las veredas. Este tipo de vía está vinculada con parques lineales, malecones, alamedas, corredores verdes o cualquier otra infraestructura donde no circulan motociclistas.

Las *ciclosendas* son la infraestructura que resulta más atractiva desde el punto de vista paisajístico, en calidad de aire y sombra para los usuarios. Normalmente se implementan en áreas distintas a los perfiles viales como parques lineales, alamedas, bordes de cuerpos con agua, entre otros; interactuando con los peatones pero al mismo tiempo acortando recorridos y brindando mayor continuidad y conectividad. [2]



Imagen 4. Cicloacera [En línea: <http://www.circulaseguro.com>]

Para el caso de Colombia la infraestructura referente a usuarios de bicicleta se puede clasificar de la siguiente manera:

Tabla 1. Conceptos básicos de categorías [1]

CATEGORIA	DEFINICION
Ciclo- infraestructura	Conjunto formado por la infraestructura pensada para la bicicleta y los complementos que la hacen funcional para este vehículo
Ciclorred	Conjunto de tramos e intersecciones viales ciclo-inclusivas
Vía ciclista	Vía exclusiva para la circulación de bicicletas
Vía ciclo-adaptada	Vía acondicionada para la circulación de bicicletas

Las vías de uso exclusivo para ciclistas pueden clasificarse en modalidades según sus características particulares de la siguiente manera:

Tabla 2. Definiciones específicas de vías ciclistas [1]

SUBTIPO	FORMA DE SEGREGACIÓN RESPECTO A LOS DEMÁS MODOS
Ciclorruta	Física (cambios de altura o instalación de elementos físicos permanentes)
Ciclo banda	Cambio de pavimento, dispositivos de canalización de tránsito (hitos, balizas, tachones, bordillos, o elementos similares), demarcación.

6.4. TIPO DE RUTAS

- **Rutas seguras:** este tipo de ruta busca evitar los conflictos que se pueden generar entre ciclistas y los demás usuarios en la vía (peatones y motorizados) y priorizan a los más vulnerables (peatones y ciclistas). Esta condición debe garantizarse con mayor cuidado en las intersecciones.

- **Rutas coherentes:** este tipo de ruta conecta los principales puntos de origen con los puntos de destino y guían a los ciclistas de manera lógica durante su recorrido, particularmente en las intersecciones. Esta condición garantiza claridad, continuidad y seguridad a los usuarios.
- **Rutas directas:** este tipo de ruta reduce el tiempo y distancia de los desplazamientos. En lo posible deben evitarse desvíos o detenciones innecesarios que puedan afectar y demanden un mayor esfuerzo físico del ciclista.
- **Rutas cómodas:** este tipo de ruta permite a los ciclistas avanzar a un ritmo constante, evitando paradas o reducciones de velocidad repetitivas y/o cambios fuertes o bruscos de nivel o de textura en la calzada, garantizando un recorrido agradable y que motiva a los ciclistas a incrementar sus viajes y frecuencia de uso.
- **Rutas atractivas:** este tipo de ruta se logra con el cumplimiento de los requisitos anteriores y se refuerza con un entorno más seguro (en términos de seguridad personal), amigables, iluminados y con manejo paisajístico adecuado (arborización). [1]

6.5. TIPOS DE USUARIOS

Los ciclistas pueden dividirse en diferentes grupos dependiendo de diversos factores como sus necesidades, rutinas y demás motivos que conlleven al uso de la bicicleta; los cinco grandes grupos son:

- **Usuario cotidiano:** es aquel que se desplaza por motivos de trabajo, estudio (colegio, universidad) u otro motivo y puede transportarse por medio de bicicletas convencionales o de carga.

- **Usuario recreativo o de paseo:** es aquel que hace uso de la bicicleta como forma de ocio, en sus tiempos libres. Generalmente recorre parques y/o caminos aprovechando las ciclovías recreativas.
- **Cicloturista:** es aquel que emplea la bicicleta para realizar recorridos largos que implican varios días de duración tanto de forma turística como recreativa.
- **Ciclista deportivo de carretera/ruta:** es aquel que hace uso de la bicicleta con fines deportivos y normalmente participa en carreras interurbanas.
- **Ciclista deportivo de montaña:** es aquel que emplea la bicicleta con fines deportivos en rutas fuera de las vías pavimentadas, por ejemplo trochas o caminos despejados.

Es claro que los requerimientos para los diferentes tipos de usuarios en función de seguridad, comodidad y calidad del servicio varían dependiendo del fin con que hacen uso de la bicicleta y a lo que normalmente están acostumbrados; esto genera además diferentes opiniones en cuanto a las características de las rutas. [1]

Tabla 3. Perfiles de los grupos de usuarios y modalidades de desplazamiento [1]

TIPO DE CICLISTA	MOTIVO PRINCIPAL DEL VIAJE	LONGITUD DEL RECORRIDO TÍPICO	MODALIDAD DEL VIAJE	VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE
Urbano cotidiano	Trabajo, escuela, compras, relaciones personales, etc	3-8 km en cada viaje de ida y vuelta	Viajes en solitario	15-20 km/h
Urbano cotidiano de carga	Bicicleta de carga como vehículo de trabajo	3-8 km	Viaje con carga como propósito principal de viaje	10 km/h
Recreativo de paseo	Ejercicio saludable	5-12 km	Viajes en parejas o pequeños grupos	10-15 km/h
Recreativo de días festivos	Acceso y disfrute de la naturaleza y el medio rural	20-40 km	Viajes familiares o en pequeños grupos	10-15 km/h
Cicloturista	Turismo de noche, disfrute de la naturaleza y patrimonio cultural	40-80 km	Viajes en solitario de parejas o pequeños grupos	15-25 km/h
Deportivo de carretera / ruta	Ejercicio intenso al aire libre	50-120 km	Viajes en solitario de parejas o pequeños grupos o pelotones	30 - 35 km/h
Deportivo de montaña	Ejercicio intenso en la naturaleza	30-50 km	Viaje sobre todo en pequeños grupos	Muy variable en función de las pendientes

6.6. LA CIENCIA DEL CICLISTA

6.6.1. Fuerzas

- **Fuerza de gravedad:** tanto el peso de la bicicleta como del ciclista poseen una fuerza que ejerce la tierra sobre ellos de forma vertical hacia abajo. Esta fuerza se calcula multiplicando la masa en unidades de peso por la intensidad de la gravedad (aproximadamente 10 N/kg).
- **Fuerza de reacción:** El terreno recibe la fuerza de gravedad pero al mismo tiempo ejerce una fuerza de reacción sobre las ruedas de la bicicleta (también conocida como fuerza normal) hacia arriba que equilibran el peso $R1 + R2 = P$.
- **Fuerza de transición:** Este ciclo comienza cuando el ciclista empuja el pedal, esta fuerza se transmite mediante la biela al eje del plato; a su vez la cadena se tensa y transmite el movimiento y la fuerza sobre el piñón y este transmite la acción al eje de la rueda trasera.
- **Fuerza de rozamiento y fuerza impulsora:** La rueda trasera siempre gira en sentido de las manecillas del reloj empujando el suelo hacia atrás por medio de la fuerza de rozamiento, por consiguiente el suelo reacciona generando una fuerza de impulsión hacia adelante. [7]

6.6.2. Energías

- **Energía cinética:** el ciclista posee energía interna que se encuentra almacenada en sus músculos la cual es obtenida a través de los alimentos que posteriormente se convierte en sustancias químicas que ayudan a contraer y expandir los músculos realizando trabajo.
- **Energía cinética:** este tipo de energía la genera el ciclista al pedalear y se calcula de la siguiente manera:

$$E_c = \frac{m * v^2}{2}$$

Ecuación 1. Energía cinética

- **Energía potencial:** esta energía se presenta cuando el ciclista se ve obligado a realizar un esfuerzo para subir cierta pendiente; una vez el ciclista se deja caer esta se transforma en energía cinética y se calcula de la siguiente manera:

$$E_p = m * g * h$$

Ecuación 2. Energía potencial

- **Energía mecánica:** este tipo de energía es el resultado de la suma de las energía cinética y potencial presente en el ciclista y se calcula de la siguiente manera:

$$E_m = E_p + E_c$$

Ecuación 2. Energía mecánica

- **Disipación de energía:** este proceso se evidencia en el momento en el que el ciclista frena; las fuerzas de rozamiento se convierten en calor, este calor se transmite al ambiente y se convierte en energía no útil. [7]

6.7. ADAPTACIÓN DE LA RED VIAL

Existen una gran variedad de alternativas para intervenir la red vial, acondicionando las calles y garantizando la circulación en bicicleta más cómoda, segura, rápida y/o atractiva sin necesidad de crear bandas de uso exclusivo ya que en ocasiones no hay espacio suficiente, no son beneficiosas o no son necesarias; a estas opciones se les conoce como “vías ciclo-adaptadas” y las principales formas son: [1]

Tabla 4. Alternativas de intervención a la red vial [1]

SUPTIPO	ADAPTACIÓN	DEFINICIÓN
Prelación de bicicleta	Banda ciclo preferente	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 usuario
	Carril ciclo preferente	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 pública (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 las ciclistas donde la circulación es segura, cómoda y atractiva gracias a que la intensidad y la velocidad del tránsito motorizado son bajas

6.8. REQUISITOS BÁSICOS DE LAS CICLORRUTAS



Figura 7. Requisitos básicos [1]

- **Seguridad**

La seguridad debe garantizarse a todos los ciudadanos tanto en los conflictos con otros vehículos o con peatones, como también a los derivados de la criminalidad. Por esta razón es importante atender tanto a la seguridad objetiva, medida por ejemplo a través de las cifras de siniestros o de delitos, como de la seguridad percibida, evaluable mediante técnicas de investigación social. Con respecto a la seguridad vial es indispensable considerar no solo la calidad de la ciclo-infraestructura en los tramos de la ciclorred, sino también el tratamiento de las intersecciones sin las cuales ésta no existe.

- **Directividad**

La directividad, se define como la búsqueda de los caminos más cortos y directos entre los diferentes orígenes y destinos de desplazamiento que debe ofrecer la ciclorred, es decir, 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; este requisito se relaciona así con el tiempo empleado por las personas para sus recorridos en bicicleta y, por tanto, con la velocidad de los mismos, con la frecuencia de detenciones y el número de intersecciones.

- **Coherencia**

Este requisito está compuesto por tres fases: la primera es la necesidad de que la ciclorred 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 se refleja en 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. Se puede lograr 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 es el grupo de percepciones que le generan al ciclista una sensación amable y estimulante con respecto al uso de la ciclorred. Para ello, se deben aprovechar los recursos paisajísticos y ambientales que ofrecen el entorno y proponer recorridos que ofrezcan bajos niveles de contaminación acústica y atmosférica. [1]

Tabla 5. Requisitos mínimos de una ciclorruta [1]

REQUISITOS	APLICACION
------------	------------

Seguridad vial	Seguridad objetiva	Evitar trazados por calles con altas velocidades e intensidad 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	minimizar los esfuerzos	Reducción de pendientes
		Reducción de puntos de paradas
		Radios adecuados en curvas
Atractividad	entorno visual	Trazado por zonas de alto valor arquitectónico o paisajístico
	calidad del aire	Trazado por zonas / calles con poco tráfico
		Trazado por zonas / calles animadas
		Trazado por zonas / calles con sombras / arbolado para mitigar la radiación solar

6.9. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CICLORRUTAS

Tabla 6. Ventajas y desventajas de las ciclorrutas [1]

TIPOLOGIA	VENTAJAS	INCOVENIENTES
Ciclorruta	Máxima comodidad y relajación para ciclistas entre intersecciones	Menor visibilidad entre ciclistas y otros vehículos en intersecciones en caso de no contar con diseño adecuado
	Máxima seguridad entre intersecciones y máxima capacidad de atracción de nuevos usuarios	Máxima ocupación del espacio
Ciclobanda-calzada	Facilidad de implantación	Relativamente cara
	Costo mínimo de implantación y reposición	<ul style="list-style-type: none"> • Propensión al uso indebido por vehículos circulando o estacionados • Fricción con las paradas de autobús • Baja percepción de seguridad, especialmente para ciclistas con poca experiencia • Mayor exposición de ciclistas a emisiones contaminantes y acústicas • Aumento del ancho de la calzada, puede conducir a secciones urbanísticamente desequilibradas
	Flexibilidad de uso por parte de ciclistas	
	Buenas condiciones de visibilidad en intersecciones	
Permite circular de modo seguro a altas velocidades		
Ciclobanda-anden	Relativamente sencilla y barata para implantar	<ul style="list-style-type: none"> • Conflictividad con peatones • Incomodidad para ciertos usos estanciales y recreativos del espacio peatonal • No contribuye al calmado del tráfico y, por lo tanto, no es tan útil a efectos de un cambio en el modelo de movilidad • Puede generar 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
	Aprovecha y refuerza los cruces peatonales	
	Atractiva para nuevos usuarios con escasa experiencia	
Banda ciclopreferente	Costo muy bajo	Percibida como insegura por parte de ciclistas con poca experiencia
	Gran flexibilidad de uso por parte de las bicicletas	Puede requerir el complemento de otras medidas de moderación del tránsito (velocidad, volumen)
	Facilita la moderación del tránsito al reducir los anchos del espacio de circulación motorizada	Menos atractiva que las vías segregadas (exposición a la contaminación), a no ser que el volumen del tránsito sea reducida

Carril ciclopreferente	Costo mínimo	Percibido como inseguro por parte de los usuarios menos experimentados
	Máxima flexibilidad para ciclistas	Menos atractivo que las vías segregadas (exposición a la contaminación), a no ser que el volumen del tránsito sea bajo
	Buena visibilidad del ciclista	
Calle de tránsito calmado	Costo mínimo	Sólo es percibida como segura si las medidas del tránsito calmada que la acompañan son efectivas
	Máxima flexibilidad para ciclistas	
	Atractiva también para peatones	
	Buena visibilidad del ciclista	
Carril busbici	Costo mínimo	<ul style="list-style-type: none"> • Percibido como inseguro por parte de los usuarios menos experimentados • Reducción de la velocidad comercial de los autobuses
	Fácil implementación	Conflictos en las paradas
Contraflujo	Costo mínimo	Puede ser percibido como inseguro
	Máxima flexibilidad para ciclistas	Es necesario explicar la medida (sobre todo a los conductores de vehículos motorizados mediante campañas de información).
Via, calle o zona peatonal con circulación ciclista autorizada	Costo mínimo	<ul style="list-style-type: none"> • Conflictividad potencial con los peatones • Posible aumento de la inseguridad percibida por parte de algunos grupos de peatones • Reducción de la velocidad en los desplazamientos en bicicleta • 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
	Puede mejorar la permeabilidad de la malla vial y la accesibilidad en bicicleta	

6.10. METODOLOGÍA DE DISEÑO

La “Guía de cicloinfraestructura para ciudades colombianas” sugiere una metodología de diseño geométrico para ciclorrutas que contempla diversos parámetros como: la velocidad de diseño, ancho de la calzada, pendientes longitudinales entre otras. Es

importante además tener en cuenta los siguientes factores según el tipo de ciclo infraestructura que se vaya a diseñar:

- Ancho adecuado de la vía, especificando los sentidos de circulación.
- Características geométricas del terreno donde se construirá la vía.
- Factores de percepción entre los usuarios de la vía y espacios adecuados para evitar cualquier tipo de accidente.
- Señalización adecuada según la norma vigente.
- Elaboración de planos, cuantificación de cantidades y entrega de presupuesto.

[1]

6.10.1. Parámetros de diseño

6.10.1.1. Velocidad de diseño

Este parámetro es el más importante en el proceso de diseño ya que a partir de él se determinan los demás parámetros como lo son el radio y la distancia de visibilidad mínima. Es necesario tener en cuenta:

Tabla 7. Velocidad de diseño según la pendiente [1]

VELOCIDAD DE DISEÑO SEGÚN LA PENDIENTE			
Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	>150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	45 km/h	50 km/h
9	45 km/h	50 km/h	55 m/h

6.10.1.2. Radio de curvatura

Este parámetro se determina tomando en cuenta la velocidad de circulación:

Tabla 8. Radio de curvatura de acuerdo a radio de velocidad de diseño [1]

Velocidad (km/h)	Radio mínimo en tramos superficie pavimentada (m)
10-20	10
30	20
40	30

Es necesario que el ciclista se incline al entrar a una curva, por esta razón la vía debe tener un ancho mayor al interior en función de su radio; en curvas de 10 metros de radio se debe ampliar 1 metro, mientras que en curvas de radio 20 metros se puede ampliar únicamente 0.5 metros. [1]

Tabla 9. Radio de vía de acuerdo a velocidad de diseño [1]

Velocidad (km/h)	Radio (m)
12	3.2
15	6.5
20	10

6.10.1.3. Pendientes

Es preferible que las pendientes en el proyecto no superen el 6%, sin embargo en algunas ocasiones por características del terreno este valor aumenta, se hace necesario garantizar un ancho adecuado para que los usuarios puedan maniobrar en ascenso y descenso, en conjunto con una buena pavimentación.

Este parámetro afecta directamente el esfuerzo necesario para ascender y la seguridad en el descenso de los ciclistas. [1]

Tabla 10. Pendientes máximas por distancia [1]

Pendientes máximas por distancia

3-6%	Hasta 500 m
6-8%	Hasta 250 m
8-10%	Hasta 90 m
Más de 10%	Hasta 30 m

Tabla 11. Pendientes: por longitud máxima tramo [1]

Pendiente longitudinal	Longitud máxima permitida del tramo
Pendiente 3 - 6%	500 m
Pendiente 6 - 13%	250 m
Pendiente 8 - 10%	90 m
Superior al 10%	30 m

En casos particulares donde la pendiente sea superior al 10% se recomienda construir tramos llanos en cada cambio de inclinación con una longitud aproximada de 30 metros, lo que permitirá al ciclista acelerar antes de volver ascender.

En el sentido transversal la vía debe tener una pendiente de 0.5% en zonas secas y 1% en zonas lluviosas para garantizar el drenaje. [1]

Tabla 12. Pendientes transversal de acuerdo localización por factor climática [1]

Localización	Pendiente Transversal
Zona seca	Mínima 0,5%
Zona lluviosa	Mínima 1% y máxima 2%

6.10.1.4. Vehículo de diseño

En el caso particular de ciclovías el medio de transporte que se debe estudiar es la bicicleta; actualmente no solo se utiliza con fines recreativos sino como alternativa de

viajes tanto particulares como de uso diario dentro de la ciudad. Actualmente en el mercado se encuentran gran variedad de bicicletas con diferentes dimensiones:

Tabla 13. Dimensión útil del vehículo de diseño [1]

Dimensión útil del vehículo de diseño (m)		
TIPO	ANCHO	LARGO
Bicicleta urbana	0.55	1.45
Bicicleta de montaña	0.65	1.62
Bicicleta de Turismo	0.55	1.71
Bicicleta de carga	0.90	2.14
Bicitaxi	1.10	2.50

6.10.1.5. Distancia de visibilidad y de frenado

Es supremamente importante tener en cuenta la distancia de visibilidad como la distancia mínima para detener el vehículo; este parámetro depende de la pendiente, condición del pavimento (seco o mojado) y la velocidad con que viene el ciclista. Los factores que se tienen en cuenta son la distancia de frenado y la distancia recorrida durante el tiempo de reacción que se supone de 2 segundos, como se muestra en la siguiente ecuación: [1]

$$S = \frac{V^2}{255 (f + G)} + 0.694V$$

Ecuación 3. Distancia de visibilidad

Dónde:

- S = Distancia de visibilidad (m)
- V = Velocidad de diseño (km/h)
- f = Coeficiente de fricción (0.25)
- G = Pendiente 10%

Tabla 14. Distancia de visibilidad y frenado [1]

	Pendiente descendente 0%		Pendiente descendente 3%		Pendiente descendente 6%	
Velocidad de diseño	Frenada (m)	Visibilidad (m)	Frenada (m)	Visibilidad (m)	Frenada (m)	Visibilidad (m)
20 km/h	20	31	25	36	30	41
30 km/h	35	52	40	57	45	62
40 km/h	50	72	55	77	60	82

La metodología para el diseño geométrico de una ciclovía contempla los parámetros específicos de diseño de acuerdo con la normativa vigente, la sección transversal y tramos característicos del diseño, además de los formatos para presentar informes, planos, cantidades, entre otros.

Es imprescindible contar con los resultados del estudio de tránsito y el levantamiento topográfico inicial como también información del área a intervenir: vías y redes existentes o futuras de servicios públicos. Una vez recolectada toda esta información se puede iniciar con el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal en concordancia con las áreas de especialidad comunes (drenaje, geotecnia, pavimentos, estructuras, manejo ambiental). [1]

6.10.1.6. URBANISMO Y PAISAJISMO

Un aspecto relevante a tener en cuenta es ofrecer una estructura que armonice con el entorno; se debe realizar un correcto diseño que permita la adecuada interacción entre los usuarios (peatones, ciclistas, motociclistas, conductores) y la infraestructura. Las zonas verdes generan espacios más confortables y llamativos para los usuarios y al mismo tiempo mitiga las consecuencias ambientales que el tráfico llegue a generar como contaminación auditiva y atmosférica. [1]

6.10.1.7. Plan de manejo ambiental

Este plan debe listar y especificar con detalle las acciones de prevención, mitigación, compensación y/o corrección que se van a implementar antes, durante y después de

la ejecución del proyecto debido a los efectos ambientales que se puedan generar.
[1]

6.10.1.8. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO Y MEMORIAS DE CÁLCULO

Se debe garantizar la entrega de los siguientes formatos:

- Detalle de cada APU del presupuesto.
- Cantidades de Obra.
- Detalle de administración, imprevistos y utilidades (AIU).
- Detalle del presupuesto de interventoría y factor multiplicador.
- Cronograma de obra.
- Proceso constructivo.
- Especificaciones generales y particulares de construcción.
- Estructuración del proyecto según la fuente de financiación. [1]

6.10.1.9. CRITERIOS PARA LA APLICACIÓN DE TIPOLOGÍAS

Para garantizar una circulación cómoda y segura la ciclorruta debe cumplir con dimensiones mínimas que permitan al usuario una correcta maniobrabilidad. En conjunto con el diseño debe definirse la existencia y ubicación de separadores, ancho de aceras, ancho de calzada y número de carriles. La guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas enuncia los siguientes parámetros fundamentales:

- Número de carriles.
- Existencia de estacionamientos.
- Pendientes e intersecciones.
- Tránsito peatonal. [1]

6.10.2. Dimensiones básicas

Se refiere al espacio libre requerido por un ciclista urbano en la ciudad para poder circular con tranquilidad, en un entorno seguro y que garantice la reducción de posibles accidentes.

Las vías ciclistas deben tener unas dimensiones que permitan tanto el tránsito seguro y cómodo de bicicletas como las maniobras de adelantamiento, encuentro, parada, etc.

Se consideran las siguientes dimensiones como referencias básicas para el conjunto bicicleta-ciclista: la altura y la longitud igual o inferior a 1,90 metros, mientras que el ancho es de aproximadamente 0,70 metros.

Se estableció como espacio de circulación básico para bicicletas convencionales 1,00 metros de ancho y 2,25 metros de altura. Sin embargo, hay que tener en cuenta la posible ampliación de esos espacios de circulación en función de las características del usuario (edad, condición física), del entorno (pendientes del tramo) o del contexto (viento).

A estos espacios se debe añadir un espacio de seguridad o de maniobra de aproximadamente 0,20 metros en cada lado (0,10 metros en espacios limitados). Con estos criterios, se recomienda que las vías de un solo sentido de circulación para bicicletas tengan 1,40 metros de ancho libre, lo que permite la circulación cómoda de una persona, aunque no sin posibilidad de adelantamientos.

Para poder circular en paralelo o facilitar los adelantamientos, el ancho debe tener un ancho mínimo de 1,60 m y para realizar estas maniobras con comodidad se debería prever una banda con 2,00 metros, que se denomina como ancho óptimo.

La sección de una vía para bicicletas que combina los dos sentidos de circulación debe tener como mínimo 2,20 m de ancho pavimentado, pero buscando aumentar la comodidad y la velocidad en el cruce de dos ciclistas la sección debe ser igual o mayor a 2,60 m.

Estas medidas son aplicables para las bicicletas estándar de dos ruedas. No obstante, existen otro tipo de bicicletas cada vez más frecuentes como, por ejemplo, los triciclos o remolques, que tienen unas dimensiones diferentes. Por lo tanto, a la hora de proyectar una vía ciclista, hay que tener en cuenta que, más allá de la demanda convencional,

puede haber otros tipos de vehículos o artilugios no motorizados como sillas de ruedas, patinetas, triciclos, etc. que se utilizan para moverse de un lugar a otro, para transportar mercancías, para hacer deporte o por simple placer y diversión.

Especialmente por sus áreas y poblaciones rurales, Colombia es un buen ejemplo de diversidad de tipos de vehículo y de usos, siendo fácil encontrar bicicletas de carga, triciclos adaptados para el transporte de viajeros y triciclos cargados con todo tipo de productos, los cuales muchas veces sobresalen por los laterales, además de carretas haladas por personas a pie que, principalmente, practican la venta ambulante.

Las bicicletas de carga (y en menor medida los triciclos) son vehículos no motorizados muy característicos del transporte de tracción humana en Colombia y, por tanto, se debe tener muy en cuenta que necesitan más espacio para circular que una bicicleta puesto que sus dimensiones son mayores. [3]

Tabla 15. Dimensiones básicas de vehículos encontrados en Colombia [3]

VEHICULO	ALTURA	LONGITUD	ANCHO
Bicicleta urbana	1.80 m	1.90 m	0.70 m
Bicicleta de carga	1.80 m	2.10 m	1.00 m
Triciclo	1.80 m	2.10 m	1.20 m
Triciclo de transporte de viajeros	1.95 m	2.70 m	1.30 m

Figura 8. Dimensiones básicas ciclorruta unidireccional y bidireccional [3]

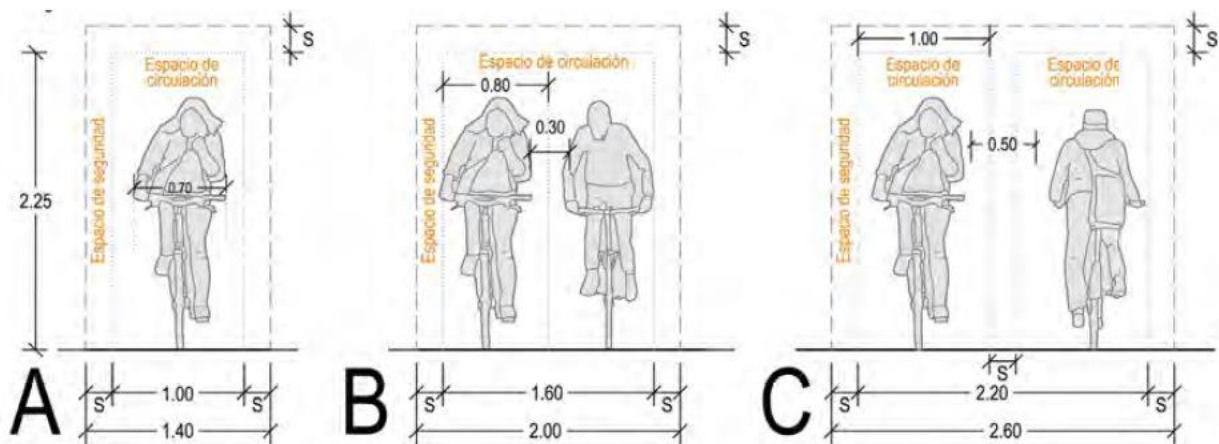


Tabla 16. Dimensiones mínimas recomendadas [1]

ANCHO RECOMENDADO (m)		ANCHO MÍNIMO (m)	
Unidireccional	Ciclorruta	1,60 - 2,00	1,5
	Ciclobanda	1,60 - 1,80	1,5
	Banda ciclo-preferente	1,5	1,25
	Carril bus - bici		
	con adelantamiento	4,5	4,25
	sin adelantamiento	3,25	3
Bidireccional	Ciclo carril		
	con adelantamiento	4,25	4
	sin adelantamiento	2,75	2,5
	Ciclorruta		2,5
	Ciclobanda - andén		2,3
	Vía peatonal con uso ciclista autorizado		3
	Calles de sentido único con contraflujo		3
Ancho mínimo de la calzada restante: ,50 m			

6.11. SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL

6.11.1. Señales verticales

Se entiende por ciclorruta a la red de vías de circulación para bicicletas, que permiten al usuario transportarse de un punto de origen a un punto de destino.

Es necesario que los sistemas de transporte conozcan, entiendan y prioricen la operación de bicicletas como un medio de transporte importante y que busquen una interacción y acoples adecuados con el tránsito vehicular para disminuir cualquier factor de riesgo de accidentalidad. Un factor a recalcar es la fragilidad de las bicicletas y la vulnerabilidad de sus usuarios por esta razón deben disponerse vías y/o sectores en la calzada que brinden seguridad.

La señalización para ciclorrutas consiste en dispositivos verticales y horizontales ubicados en las carreteras y calles de la ciudad con las siguientes características: [4]

6.11.1.1. Función:

El objetivo de los dispositivos y elementos para ciclistas es el de brindar seguridad y comodidad al tránsito de bicicletas a lo largo de la ciudad (puede ser la segregación de la vía), generando espacios adecuados y si es posible, exclusivos; considerando tanto la infraestructura necesaria como una señalización efectiva. [4]

6.11.1.2. Características de las señales verticales para ciclorrutas

Las señales asociadas al uso de bicicletas en vías con o sin dispositivos para ellas, deben cumplir tres funciones:

- Regular la circulación (señales reglamentarias)
- advertir sobre peligros (señales preventivas)
- guiar a los ciclistas a través de ciclorrutas (señales informativas)

La instalación de estas señales debe ir acompañada con su respectiva demarcación de acuerdo a las condiciones y características de la superficie existente. [4]

6.11.1.3. Tamaño

Las señales ubicadas en ciclovías solo necesitan ser percibidas por los ciclistas y/o peatones los cuales transitan a velocidades muy inferiores en comparación con los vehículos motorizados, por esta razón sus dimensiones pueden ser menores. En la

siguiente tabla se enuncian las dimensiones mínimas para señales reglamentarias y de advertencia; estas medidas pueden aumentarse para casos particulares procurando mantener las proporciones. [4]

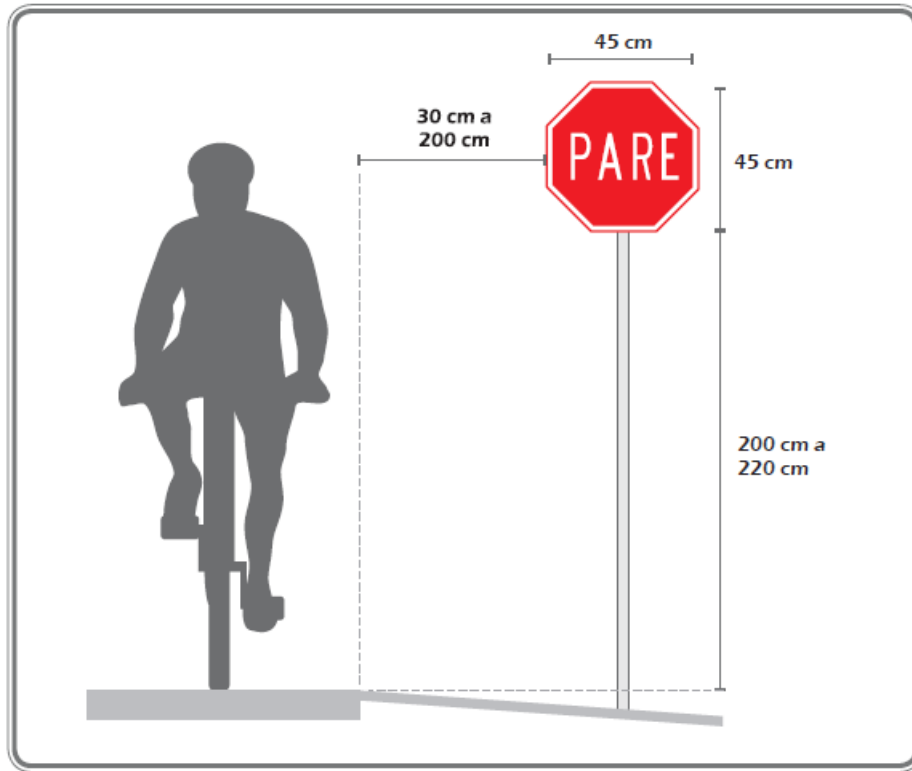
Tabla 17. Dimensiones y forma de las señales verticales [4]

TIPO DE SEÑAL	FORMA	TAMAÑO
Preventiva	Cuadrado	45 cm x 45 cm
Reglamentaria	Circulo	45 cm de diámetro
Reglamentaria SR-01 (PARE)	Octágono	45 cm de altura
Reglamentaria SR-02 (Ceda el Paso)	Triángulo	45 de lado
Informativa de servicio	Rectángulo	45 cm x 37.5 cm
Informativa de destino	Rectángulo	Depende del texto

6.11.1.4. Ubicación

El criterio principal para la ubicación de las señales verticales es colocarlas a una altura y distancia lateral que coincida con el cono de visión de los ciclistas y peatones. Se proporcionan los siguientes rangos:

Figura 9. Ubicación de señales verticales [4]



6.11.1.5. Retro reflexión

Teniendo en cuenta que la velocidad de los ciclistas es baja, la cercanía del usuario y la carencia de luces suficientemente fuerte para iluminar las señales verticales, estas no requieren ser fabricadas con materiales retro-reflectivos a excepción de aquellas que estén ubicadas en vías compartidas con tránsito de vehículos motorizados. [4]

6.11.1.6. Señales Reglamentarias

Este tipo de señales tienen como objetivo indicar a los usuarios las restricciones, limitaciones, prohibiciones presentes en la ciclorrutas. En el código general se identifican con las siglas SRC. Las señales de reglamentación aplicables para la regulación del tránsito para las ciclorrutas son: [4]

- Pare SR-01
- Ceda el paso SR-02

- Conserve la derecha SRC-01
- Obligatorio descender de la bicicleta SRC-02
- Circulación no compartida SRC-03
- Circulación prohibida de mascotas SRC-04
- Circulación compartida SRC-05

Figura 10. Señales Reglamentarias [4]



6.11.1.7. Señales preventivas

Este tipo de señales tienen como objetivo advertir a los usuarios de las ciclorrutas sobre la proximidad de una condición de riesgo, en el código general se identifican con las siglas SPC. Se deben en cuenta las siguientes señales: [4]

- Vehículos en la ciclorruta SPC-01
- Descenso fuerte SPC-02
- Ascenso fuerte SPC-03

Figura 11. Señales preventivas [4]



6.11.1.8. Señales informativas

Este tipo de señales tienen como objetivo guiar al usuario a través de información concreta referente a la identificación de localidades, destinos, direcciones, intersecciones y cruzamientos, prestación de servicios, en el código general se identifican con las siglas SIC.

Por razones de funcionalidad llevan mensajes escritos, deben utilizar letras mayúsculas, empleándose la serie D y una altura mínima de 5 cm para las letras. [4]

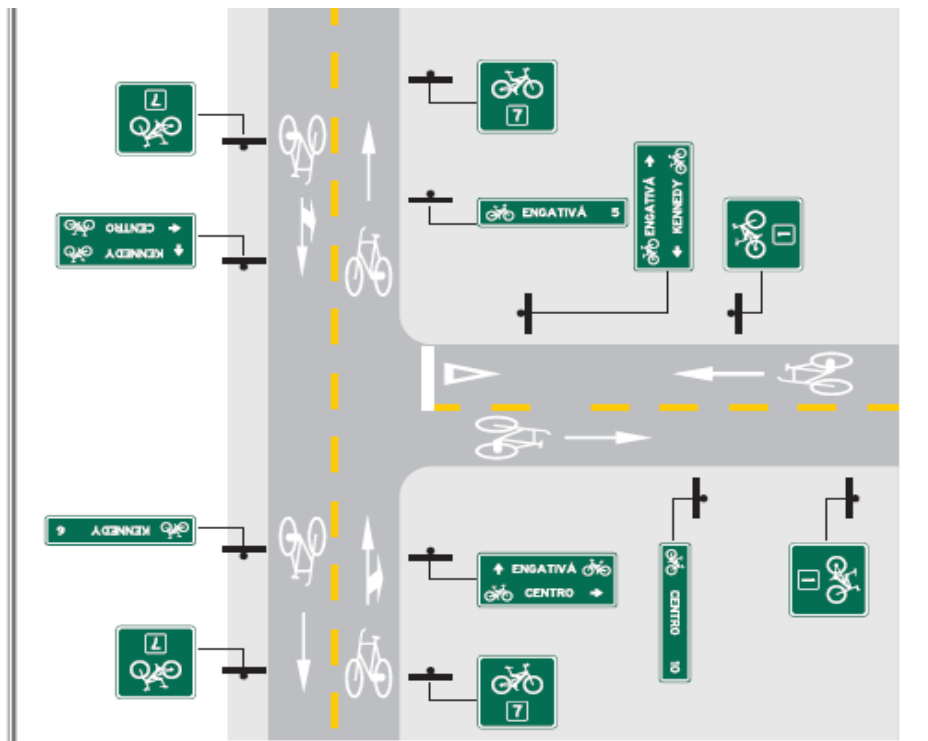
Es importante resaltar que la repetición de las señales informativas, puede ser a través de una secuencia en la ruta o ubicadas a ambos costados de la vía, le ofrece al ciclista más oportunidad para retener y visualizar la información. Las señales son: [4]

- Nombre o código de la ciclorruta SIC-01
- Dirección de la ciclorruta SIC-02
- Ciclo parqueadero SIC-03
- Fin de ciclorruta SIC-04
- Inicio de ciclorruta SIC-05
- Zona compartida bicicletas – peatones SIC-06
- Inicio de ciclobanda SIC-07
- Fin de ciclobanda SIC-08

Figura 12. Señales informativas [4]



Figura 13. Ejemplo de señalización de ciclovía [4]



6.11.2. Demarcación horizontal

Todas las ciclorrutas deben contar con las demarcaciones especificadas, estas son obligatorias a lo largo de las ciclobandas y en cruce de ciclovías con vías condicionales, deben ser demarcaciones planas de hasta 6 milímetros de altura. [4]

6.11.2.1. Dimensiones

En la siguiente tabla se enuncian las dimensiones mínimas para la demarcación de ciclorrutas:

Tabla 18. Tolerancias en las dimensiones de demarcaciones planas [4]

CARACTERÍSTICAS	PORCENTAJE
Ancho de una línea	+/- 5 %
Largo de una línea segmentada	+/- 10 % - 5%
Dimensiones de símbolos o letras	+/- 5 %
Separación entre líneas	+/- 5 %

6.11.2.2. Retrorreflexión

Las demarcaciones deben ser visibles a lo largo de todo el día y bajo cualquier condición climática, por se debe garantizar que las demarcaciones ubicadas en ciclobandas y ciclocalles se debe realizar con materiales que aseguren su retrorreflexión cuando las bicicletas circulen junto a otros vehículos motorizados. [4]

6.11.2.3. Color y otras características

La demarcación de las ciclorrutas debe ser blanca o amarilla. El color blanco se usa en líneas longitudinales con el fin de separar el tránsito del mismo sentido, en líneas de borde de pavimento, flechas, símbolos, mensajes viales y en marcas transversales. El color amarillo se usa para separar flujos de sentido contrario. [4]

6.11.2.4. Líneas longitudinales

Este tipo de líneas se utilizan en ciclovías y ciclobandas para separar flujos de distinto tipo o dirección, además indican cuándo el adelantamiento o giro está permitido. Según su ubicación se clasifican en: [4]

- Líneas Longitudinales para Ciclovías
- Líneas Longitudinales para Ciclobandas

6.11.2.4.1. Líneas Longitudinales para Ciclorrutas

Se ubican en el eje central de la ciclorruta y se utilizan para separar flujos de bicicletas con sentido de circulación opuestos. También se utilizan para indicar la senda de los ciclistas al cruzar otra vía. [4]

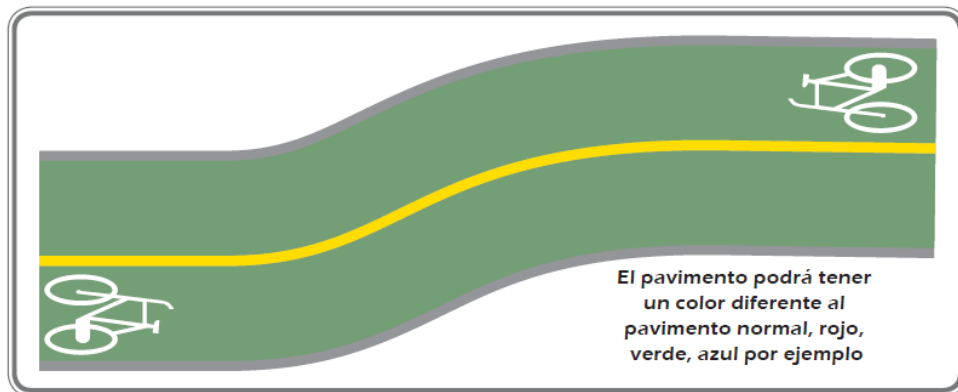
- **Líneas de Eje Central**

Son de color amarillo cuando indican el eje de una ciclorruta con tránsito en los dos sentidos. En casos especiales como transiciones en el ancho del pavimento, esta línea puede no estar en el centro geométrico de la calzada. [4]

- **Línea de eje central continua**

Cuando debido a las características geométricas y/o del entorno de un determinado sector se obstruya la visibilidad, se debe indicar a los usuarios la prohibición de adelantar o girar mediante una línea de eje central continua y debe tener un ancho mínimo de 10 cm. [4]

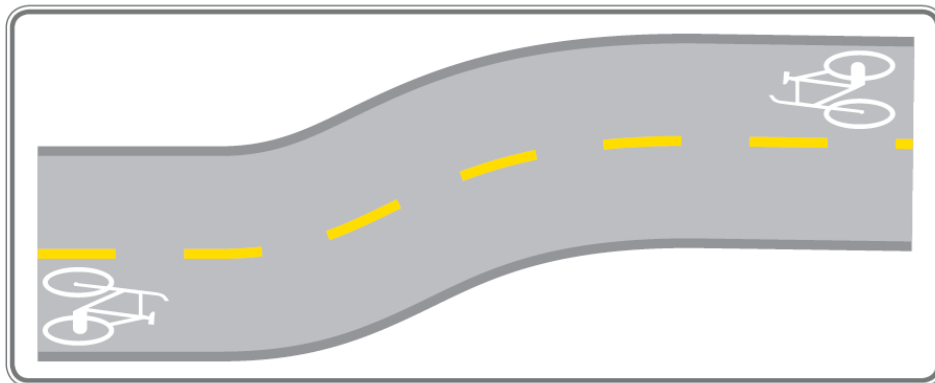
Figura 14. Línea de eje central continua [4]



- **Líneas de eje central segmentadas**

Este tipo de línea se emplea donde el adelantamiento y virajes están permitidos. Cuando este demarcada a lo largo de la ciclovía su patrón debe ser de 3 m, con una relación de 1 m demarcado seguido de una brecha de 2 m sin demarcar. El ancho mínimo es de 10 cm. [4]

Figura 15. Líneas de eje central segmentado [4]



- **Líneas de canalización de ciclobanda**

Esta línea se debe aplicar a lo largo de toda la ciclobanda, para separarla del tránsito de vehículos motorizados, cuando la calzada es compartida con la ciclorruta. Se empleará un trazo continuo, de color blanco de 40 cm de ancho y retrorreflectivo, además se deben reforzar con tachones separados cada 2 m aproximadamente o con bordillos; en casos especiales con delineadores tubulares de color amarillo. [4]

- **Líneas de segregación flujo de bicicletas y peatones**

Se debe usar una línea continua para separar la circulación entre bicicletas y peatones de color blanco y con un ancho de 12 cm. [4]

- **Otras Líneas Longitudinales**

Es importante recalcar que la ruta que siguen los ciclistas cuando una ciclovía cruza una vía convencional debe estar delimitada por líneas segmentadas, constituidas por cuadrados blancos de 40 cm de lado y separados también por 40 cm. Si la senda para ciclistas coexiste con un paso cruce peatonal, se debe intercalar entre la senda peatonal y la línea de detención de vehículos motorizados.

En vías urbanas con velocidades de 60 km/h o menos se pueden colocar topes vehiculares o bolardos para controlar la entrada de vehículos motorizados en la senda de bicicletas. [4]

Figura 16. Ubicación de bolardos [4]

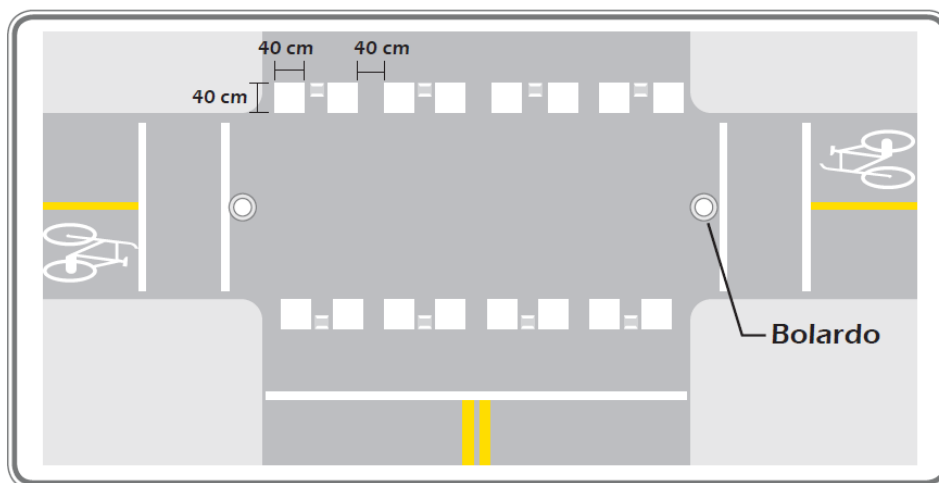
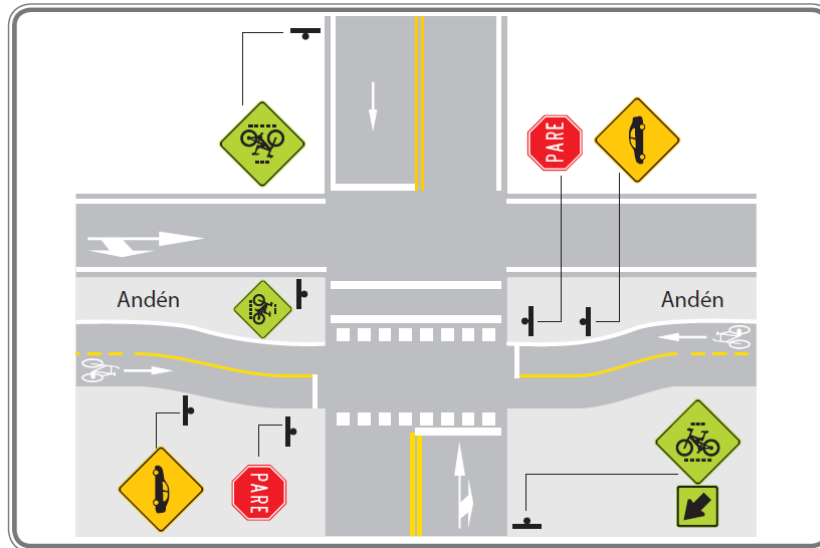


Figura 17. Otras líneas longitudinales [4]



6.11.2.4.2. Líneas Longitudinales para Ciclobandas

Este tipo de líneas se utilizan para indicar la existencia de un sector de la calzada o acera donde se permite solo la circulación de bicicletas o donde éstas tienen prioridad sobre otros vehículos. [4]

- **Líneas Longitudinales Continuas**

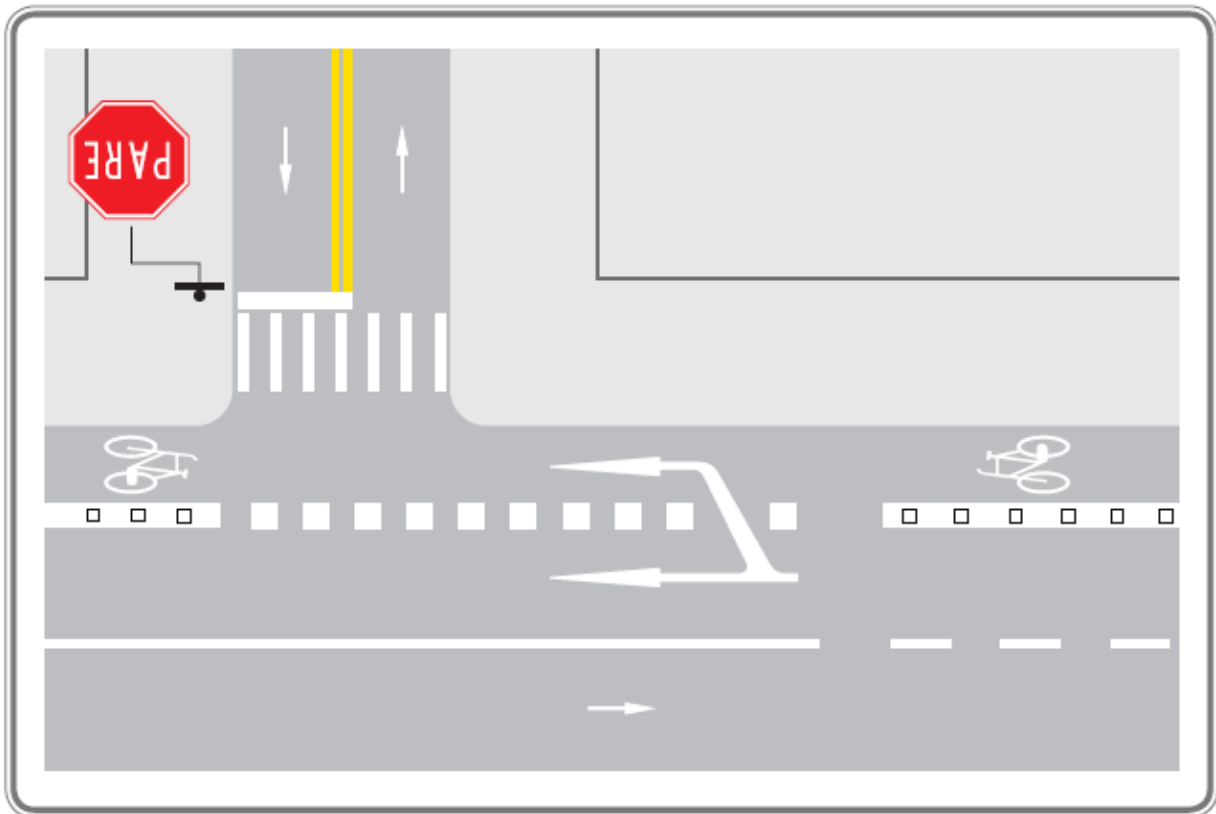
Este tipo de líneas se emplean para delimitar la zona de la calzada o andén cuyo uso está destinado únicamente a bicicletas. Su ancho mínimo, en calzadas, debe ser 40 cm. El borde adyacente a la superficie de rodadura para vehículos motorizados debe estar a 3 m, como mínimo, del sardinel opuesto. Se recomienda un ancho mínimo para la ciclobanda, medido desde el borde interno de la línea de 1,5 m.

Tratándose de ciclobandas ubicadas en andenes, el ancho de las líneas longitudinales que las delimitan puede reducirse hasta a 15 cm, o bien puede prescindirse de ellas siempre y cuando la superficie de la ciclobanda sea de un color que contraste efectivamente con el de los andenes. [4]

- **Líneas Longitudinales Segmentadas**

Estas líneas se emplean en las cercanías de intersecciones, con el fin de indicar a los conductores de vehículos motorizados dónde es permitido girar a la derecha, siempre que en la cercanía del cruce no se encuentren ciclistas utilizando la ciclobanda. Su patrón debe ser de 1 m, con una relación de 0,5 m demarcados seguidos de una brecha de 0,5 m. [4]

Figura 18. Líneas longitudinales segmentadas [4]



- **Líneas Transversales**

Este tipo de líneas se (continuas o segmentadas) utilizan en cruces a nivel de una ciclorruta con vías utilizadas por vehículos motorizados, para indicar el lugar antes del cual las bicicletas deben detenerse. Para ciclobandas y ciclovías que cruzan vías convencionales, estas demarcaciones se muestran a continuación: [4]

Figura 19. Cruce controlado por señal ceda el paso [4]

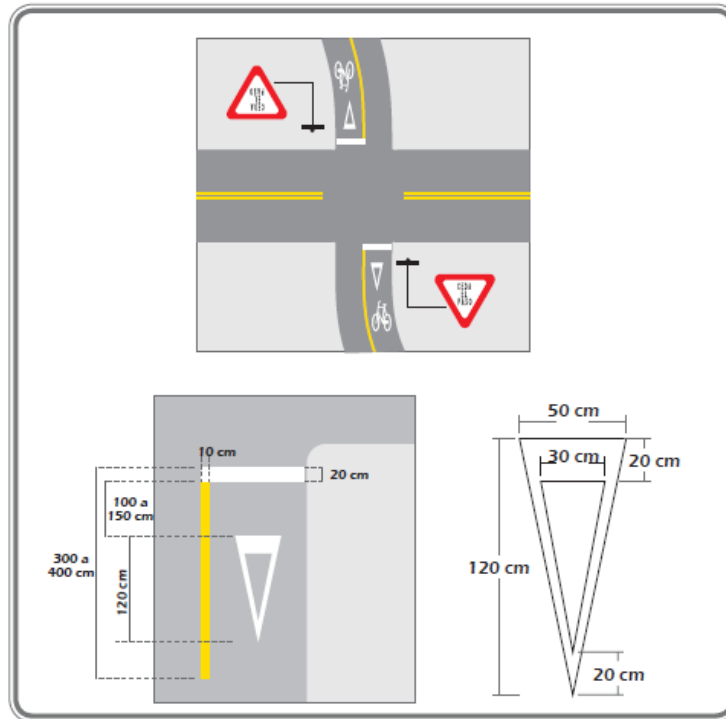
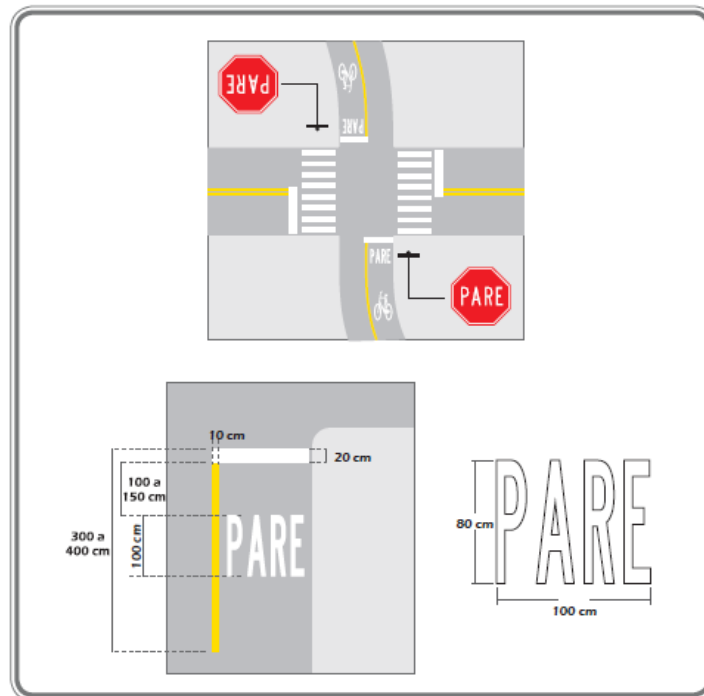
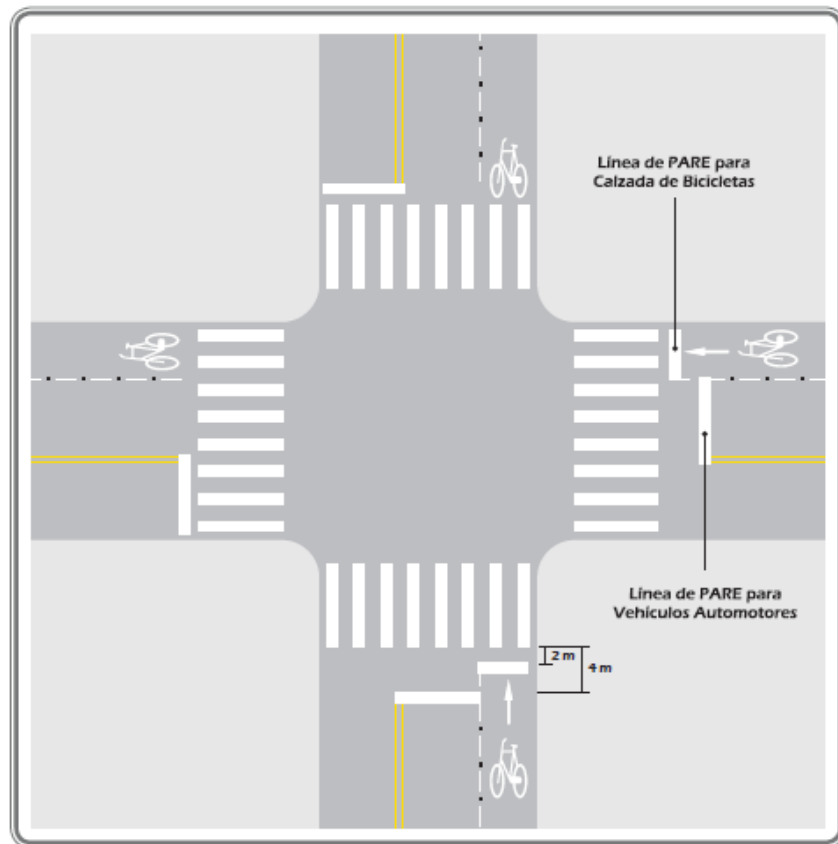


Figura 20. Cruce controlado por señal Pare [4]



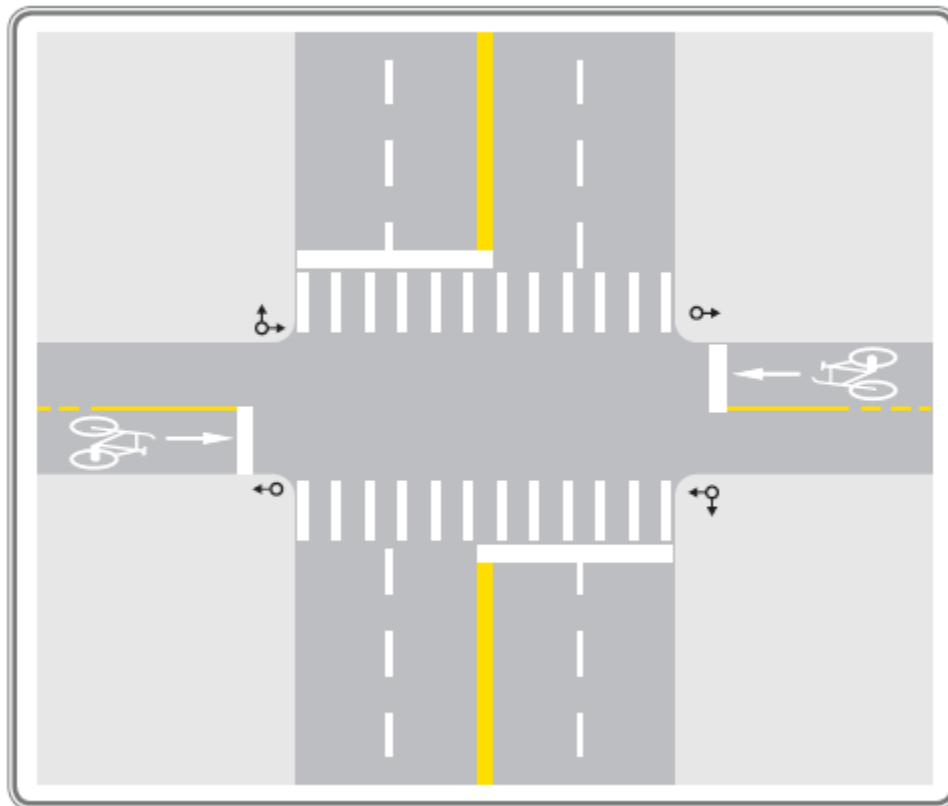
Para evitar posibles conflictos entre el tránsito de vehículos motorizados y las bicicletas en las intersecciones semaforizadas, la línea de detención de los ciclistas se debe ubicar a 2 m de del cruce y el de los vehículos motorizados a 4 m, permitiendo que los conductores de vehículos motorizados detenidos por un semáforo adviertan la presencia o posible presencia de ciclistas, antes de recibir la luz verde. [4]

Figura 21. Demarcación para intersección de vías con semáforos. [4]



Cuando la ciclorruta se localice por fuera de la calzada vehicular, la línea de detención se ubica a una distancia de 0,60 m de la última línea del paso peatonal. Cuando se intersectan ciclovías con otras vías y se decide emplear semáforos, se deben aplicar demarcaciones según lo mostrado a continuación: [4]

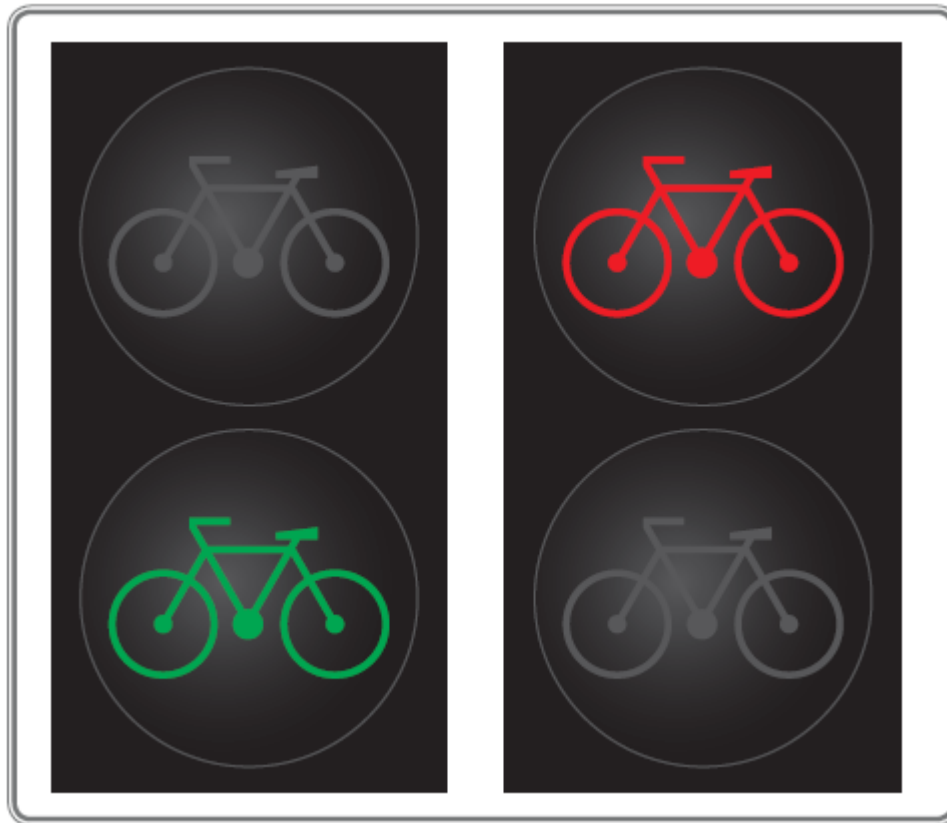
Figura 22. Demarcación para intersección de ciclovías con semáforos [4]



6.11.3. Semáforos

En general los cruces semaforizados de una ciclorruta permiten regular la circulación de los ciclistas a través de las lámparas de semáforos vehiculares y peatonales. Sin embargo, se deben instalar cabezales y lámparas especiales para los ciclistas cuando, desde la línea de parada de la ciclovía o ciclobanda, no sea posible ver al frente alguna de dichas lámparas, o cuando los ciclistas deben recibir indicaciones diferentes a las entregadas por los cabezales destinados a peatones y otros vehículos. [4]

Figura 23. Cabezales de semáforos para ciclistas [4]



6.11.4. Resguardos

El dimensionamiento de las ciclo vías deben garantizar una holgura en relación con los elementos continuos que delimitan el espacio (bordillos, bolardos, setos, vallas y muros) o elementos puntuales (señales, árboles, farolas, etc.), así como con los vehículos motorizados que circulan por la calzada o estacionados en las bandas de estacionamiento.

Este espacio se hace necesario para anticipar las variaciones en la trayectoria ciclista, por ejemplo, por la pérdida del equilibrio, el viento o el efecto de succión de los vehículos próximos. Estos espacios no son parte de la vía ciclista y no deben ser formalizados como tales. [1]

Tabla 19. Elementos de resguardo para ciclo vías [1]

ELEMENTOS		ESPACIO DE RESGUARDO	
Bordillo		≥ 0.15 m	
Espacio peatonal		≥ 0.20 m	
Elementos laterales discontinuos		≥ 0.30 m	
Elementos laterales continuos		≥ 0.40 m	
Calzada	Mismo sentido	V ≤ 50 km/h	≥ 0.40 m
		V ≤ 50 km/h	≥ 0.60 m
	Sentido contrario	V ≤ 50 km/h	≥ 0.80 m
		V ≤ 50 km/h	≥ 1.50 m
Estacionamiento en paralelo (ancho de 1,80 - 2,00 m)		≥ 0.70 m (vía entre calzada y andén o por el andén)	
Estacionamiento en transversal (con el bordillo de tope)		≥ 1.00 m (vía entre calzada y andén o por el andén)	

6.11.5. Alumbrado

Este es un aspecto crucial a la hora de diseñar una ciclorruta especialmente en aquellas vías que son principales para la movilidad cotidiana y que se vuelven indispensables para realizar viajes para trabajar o estudiar; además, en casos donde las rutas sean utilizadas en horas de la noche y/o que presenten condiciones de poca luz y escasa visibilidad. El alumbrado público exterior se vuelve necesario para garantizar una buena visibilidad al ciclista de diversas maneras como: [2]

- Permite percibir de forma adecuada la vía para bicicletas, su textura y límites
- Permite la detección de obstáculos en la vía como también la presencia de otros usuarios y/o cualquier elemento que pueda interferir en su trayectoria.
- Genera aumento en la seguridad y mejora la percepción de seguridad.
- Permite visualizar e interpretar la señalización
- Mejora la orientación y la ubicación de los lugares por donde se transita.

Iluminación para vías urbanas para bicicletas:

Sobre estas vías se apoya la movilidad de bicicletas cotidianas tanto en horarios diurnos como nocturnos, por consiguiente se hace indispensable una buena red de iluminación. En muchas ocasiones esta necesidad es suplida por el alumbrado público exterior existente, lo que asegura condiciones de alumbrado más que suficientes ya que las especificaciones de alumbrado para vehículos motorizados son mucho más exigentes. [2]

Iluminación para vías interurbanas para bicicletas:

Este tipo de vías abarca una movilidad deportiva y/o recreativa donde los viajes en horarios nocturnos son poco probables. Es necesario evaluar las necesidades que genera la zona donde se construirá pero generalmente el alumbrado puede consistir en balizas de luz tenue, las cuales evitan en zonas naturales el impacto visual propio de una luminaria convencional. [2]

Niveles de iluminación:

Para la cuantificación de la calidad de la iluminación los parámetros principales son la iluminancia (iluminación de una superficie) la cual consiste en la el flujo luminoso incidente por unidad de superficie, y tiene como unidad de medida el lux; seguidamente es la uniformidad la cual consiste en la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia media y que depende de la posición y la distancia entre los puntos de luz. Los niveles de iluminación se definen según las características particulares del entorno y de las vías adyacentes. [2]

Tabla 20. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y ciclistas. [1]

DESCRIPCIÓN DE LA CALZADA CLASE DE ILUMINACIÓN	
Vías de muy elevado prestigio urbano	P1
Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas	P2
Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas	P3
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes	P4
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.	P5
Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.	P6
Vías en donde únicamente se requiere una guía visual suministrada por la luz directa de las luminarias.	P7

Tabla 21. Requisitos mínimos de iluminación para tránsito peatonal [2]

CLASE DE ILUMINACIÓN	ILUMINANCIA HORIZONTAL (LUXES) VALOR PROMEDIO	VALOR MÍNIMO
P1	20	7,5
P2	10	3
P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	1,5	0,2
P7	No aplica	No aplica

Tabla 22. Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares [1]

CLASIFICACIÓN	CLASE DE ILUMINACIÓN	ILUMINANCIA PROMEDIO (LUXES)	UNIFORMIDAD GENERAL U O \geq %
Canchas múltiples recreativas	C0	50	40
Plazas y plazoletas	C1	30	33
Pasos peatonales subterráneos	C1	30	33
Puentes peatonales	C2	20	33
Zonas peatonales bajas y aledañas a puentes peatonales y vehiculares	C2	20	33
Andenes, senderos, paseos y alamedas peatonales en parques	C3	15	33
Ciclorrutas en parques	C2	20	40

Ciclorrutas, senderos, paseos, alamedas y demás áreas peatonales adyacentes a rondas de ríos, quebradas, humedales, canales y demás áreas distantes de vías vehiculares iluminadas u otro tipo de áreas iluminadas	C4	10	40
--	----	----	----

7. METODOLOGÍA

7.1. ENCUESTA A LA COMUNIDAD

Como principal fuente de información y con el fin de obtener resultados verídicos, se realizó una encuesta a los habitantes del área de Floridablanca acerca de la implementación y construcción de una ciclorruta que conduzca al “Eco-parque cerro el Santísimo” usando el siguiente formato:

Figura 24. Formato de encuesta (Fuente propia)

Fecha _____

Genero M F

Edad _____

1 ¿Cuál es el principal uso que le da a la bicicleta?

Deportivo

Recreativo

Medio de transporte

2 ¿Qué tan frecuente usa la bicicleta?

Todos los días

Una vez a la semana

Cada mes

Nunca

3 ¿Se siente usted en condiciones físicas para realizar esta ruta pavimentada?

Si No

4 ¿Es atractiva para usted la pendiente de la ruta?

Si No

5 ¿Que velocidad alcanza en el descenso?

30 km 40 km

50 km 60 km

6 ¿Esta de acuerdo con la construcción de una cicloruta en esta vía?

Si No

7 ¿Cree usted que la cicloruta trae beneficios a la comunidad?

Si No

8 ¿Piensa usted que de existir una cicloruta, tomaría esta ruta más seguido?

Si No

9 ¿De existir más ciclorutas, usaría más su bicicleta?

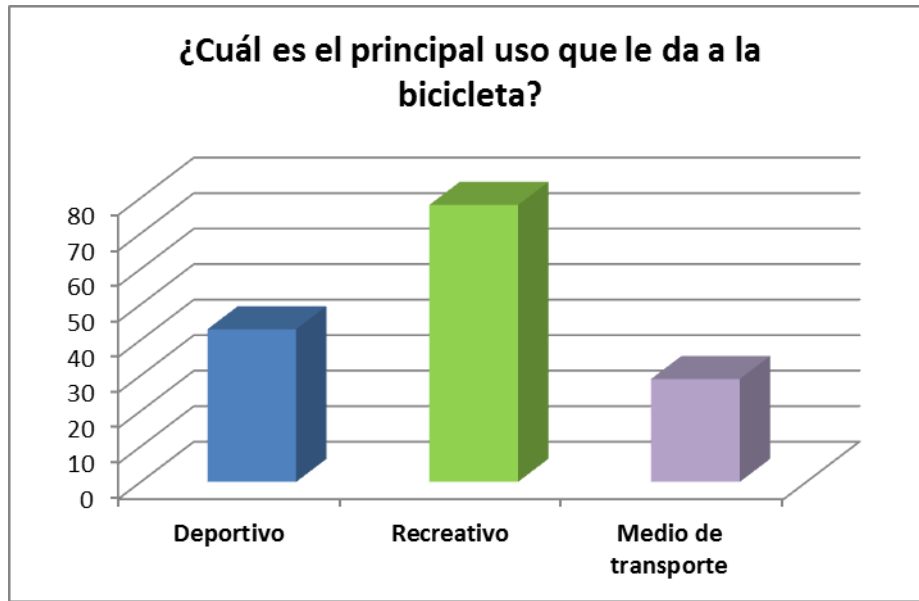
Si No

10 ¿Piensa usted que la cicloruta debe tener iluminación?

Si No

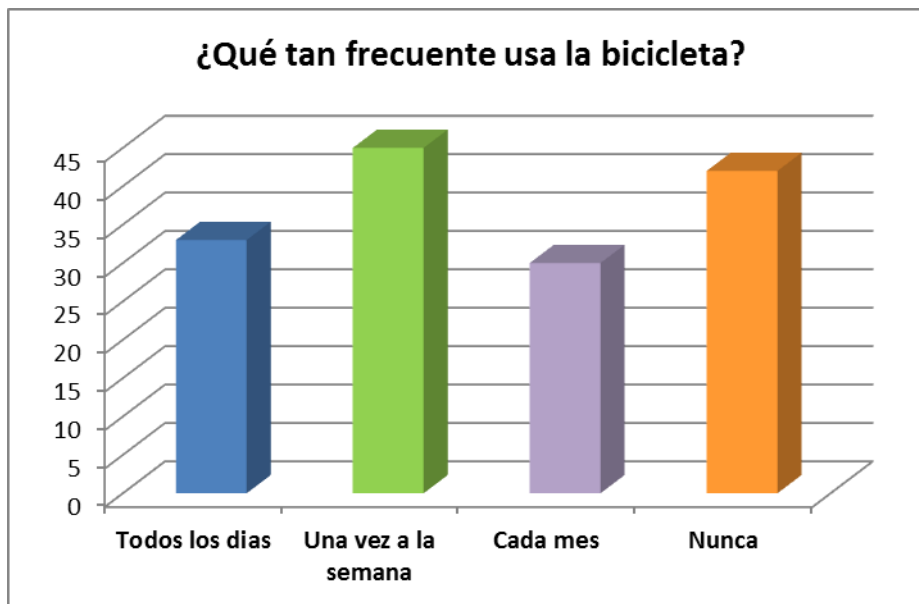
En total se encuestaron a 150 habitantes de la zona, los siguientes fueron los resultados obtenidos:

Figura 25. Pregunta No. 1 (Fuente propia)



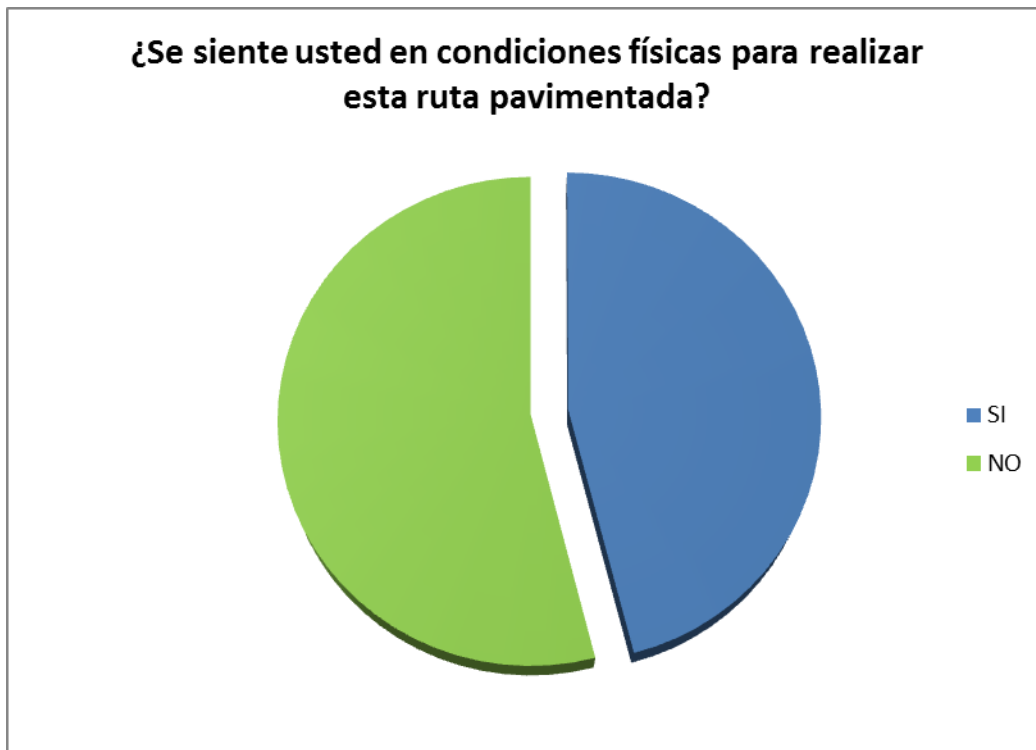
Los resultados reflejan que los habitantes de la zona usan la bicicleta con mayor frecuencia como medio recreativo, seguidamente deportivo; en los últimos meses esta tendencia ha aumentado gracias a la concientización de la comunidad por un estilo de vida más saludable y por último se encuentra el uso como medio de transporte ya que como es evidente, el área no cuenta con la infraestructura adecuada.

Figura 26. Pregunta No. 2 (Fuente propia)



Las dos respuestas más frecuentes fueron el uso de la bicicleta una vez a la semana, esto se traduce en el uso de este medio de transporte como medio recreativo en los días de descanso que corresponden a los fines de semana; otro porcentaje alto fue el nulo uso de la bicicleta, esto se debe a la falta de recursos o de prioridad por adquirir este medio de transporte.

Figura 27. Pregunta No. 3 (Fuente propia)



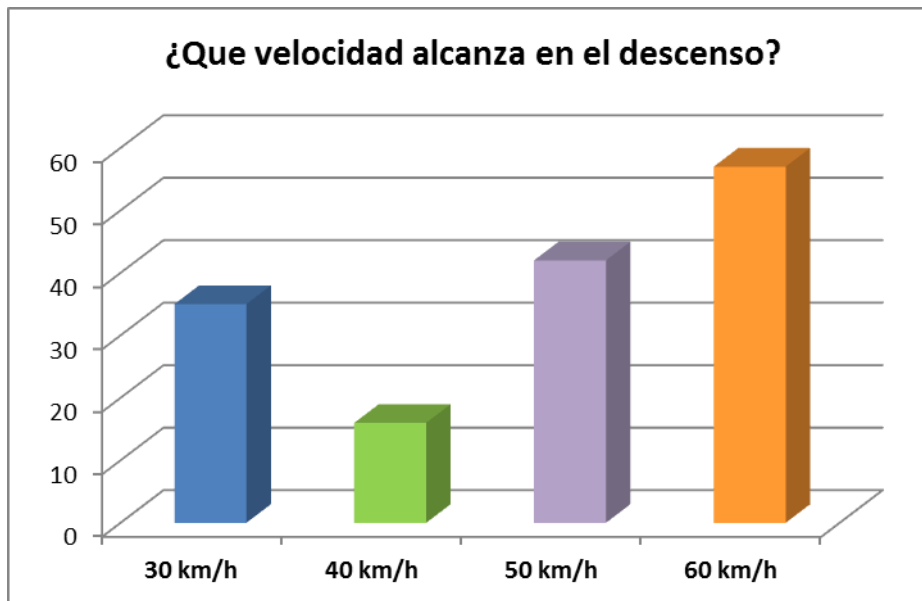
El resultado fue por poco neutral, muchos de los habitantes al conocer el tipo de pendiente que se presenta en la ruta se replantearon la respuesta según el estado físico que poseen.

Figura 28. Pregunta No. 4 (Fuente propia)



Más de la mitad de los usuarios coincidieron en que, aunque las pendientes que se presentan en la ruta son altas, esto la hace más atractiva ya que exige y permite mejorar el rendimiento deportivo y por consiguiente los resultados físicos y mentales son más eficaces.

Figura 29. Pregunta No. 5 (Fuente propia)



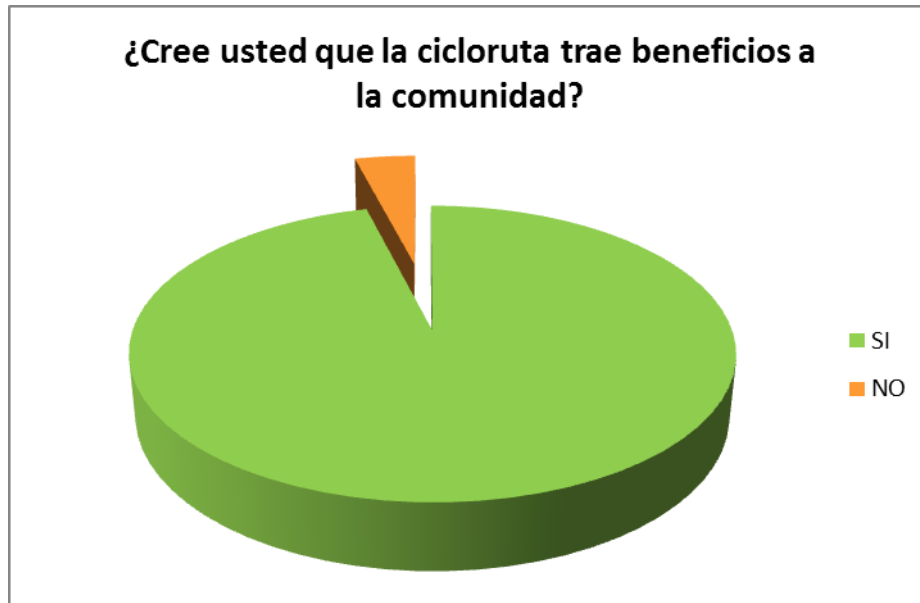
En este tipo de modalidad el ciclista aumenta su velocidad exponencialmente alcanzando velocidades de hasta 80 km/h, por esta razón la mayoría de los encuestados eligieron la velocidad de 60 km/h como velocidad promedio de descenso; otros de los habitantes comentaron que prefieren reducir la velocidad al mínimo con el fin de evitar cualquier accidente.

Pregunta No. 6 (Fuente propia)



La mayoría de los habitantes encuestados se mostraron interesados y afirmaron su completa satisfacción con la construcción de la ciclorruta ya que fomentará el uso de la bicicleta y por consiguiente, todos los usuarios tendrán una nueva alternativa de recreación y mejora de la calidad de vida.

Figura 30. Pregunta No. 7 (Fuente propia)



Los encuestados siempre recalcaron que una de las principales razones por las que se interesan y están contentos por la construcción de la cicloruta es por los beneficios que le generará a lo comunidad ya que esto abre espacios de socialización, recreación y deporte, como también concientización con respecto a hábitos saludables y mejora de la salud.

Figura 31. Pregunta No. 8 (Fuente propia)



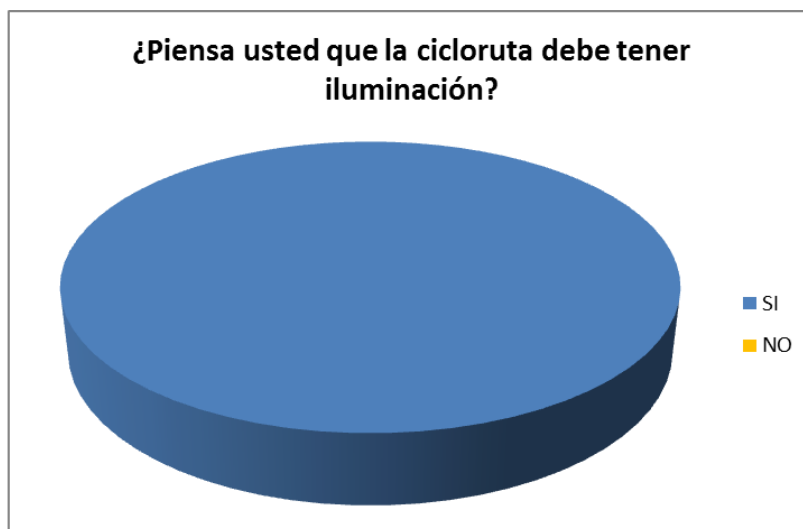
Más de la mitad de los encuestados afirmaron que de estar terminado la construcción de la ciclorruta, esta se volvería una de sus actividades recreativas y deportivas de primordiales.

Figura 32. Pregunta No. 9 (Fuente propia)



Los habitantes hicieron notorio su inconformidad con el sistema de transporte actual en la ciudad y se mostraron interesados en la implementación de la movilidad sostenible.

Figura 33. Pregunta No. 10 (Fuente propia)



Los encuestados coincidieron en un 100 % en que es indispensable el alumbrado público en la ciclorruta ya que reduce de manera drástica los riesgos de accidentalidad y vandalismo.

7.2. ANALISIS DEL TERRENO

Se realizó una visita a la vía que conduce al Eco Parque El Santísimo para realizar un registro fotográfico de las condiciones actuales de la ruta como también los medios de transporte predominantes y la cantidad de usuarios presentes en la zona. A continuación se muestran imágenes de algunas secciones de la vía:



Imagen 5 – Segundo tramo



Imagen 6 – Segundo tramo



Imagen 7 – Segundo tramo



Imagen 8 – Segundo tramo



Imagen 9 – Primer tramo



Imagen 10 – Segundo tramo

Como puede observarse en la Imagen 5, Imagen 6, Imagen 7, Imagen 8, Imagen 9 e Imagen 10 el estado actual de la vía es alarmante; si bien en algunas secciones se contemplan lo que fue una estructura de pavimento flexible, está tan deteriorado que el área de las fallas del pavimento la convierten en una ruta peligrosa tanto para vehículos motorizados como ciclistas. Las principales fallas encontradas son:

- baches
- piel de cocodrilo
- grietas de contracción
- elevaciones y hundimientos
- corrugaciones
- depresiones
- grietas de borde
- ahuellamiento
- baches
- grietas longitudinales y transversales

Las fallas anteriores junto con los sectores sin pavimentar y la falta de alumbrado público la convierten una vía de alto riesgo para los usuarios.



Imagen 11 – Primer y segundo tramo



Imagen 12 – Primer Tramo

En la Imagen 11 y la Imagen 12 se puede ver la congestión generada por el alto volumen de ciclistas en la vía en horario nocturno; esta ruta en particular resulta muy atractiva tanto para deportistas como aquellas personas que desean empezar a hacer uso de la bicicleta para mejorar su salud y calidad de vida; sin embargo como se recalca anteriormente, la gran cantidad de deficiencias, fallas y nulo alumbrado hacen necesario la presencia del cuerpo de policía y al mismo tiempo aumenta en gran manera los niveles de accidentalidad para los usuarios.

7.3. DISEÑO DE LA CICLORRUTA

7.3.1. Consideraciones de diseño

Para el diseño funcional de carril-bici en la vía que conduce al “Ecoparque Cerro el Santísimo” desde Floridablanca, se tendrán las siguientes consideraciones:

- Teniendo en cuenta la encuesta desarrollada, el turismo como actividad económica principal de la zona, y la localización el tipo de ciclo ruta será recreativo.
- Dada la demanda de tráfico actual y la topografía esta será considerada como una vía rural (Clasificación dada por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras).

Por lo anterior, la Guía de infraestructura para ciudades colombianas sugiere las siguientes consideraciones:

- La red existente de carreteras constituye un recurso muy valioso que hay que aprovechar al máximo.
- La red existente de carreteras dispone de un mantenimiento y una permanencia que la hacen fiable.
- Se debe buscar un trazado adaptado a la topografía, buscando el mínimo desnivel acumulado.

7.3.2. Parámetros de diseño

- Pendiente

Tabla 23. Pendientes vías existentes

Datos pendientes vías existentes	
Pendiente aproximada mínima	1.66%
Pendiente aproximada máxima	38%
Pendiente aproximada promedio por tramo	22.23%

- Radio de Curvatura

Tabla 24. Radios existentes

Datos Radios	
Radio aproximado mínimo vía existente	7 m
Radio aproximado máximo vía existente	360

- Ancho de calzada existente

Tabla 25. Ancho de calzada existente

Ancho de calzada	
Ancho de calzada mínimo aproximado vía existente	4 m

- Recomendaciones infraestructura interurbana

Según el conteo de tránsito realizado se obtuvo un TPD de 126 vehículos, por consiguiente, se consideran las siguientes alternativas: Uso compartido o banda ciclopreferente.

Tabla 26. Tipología de la vía del ciclista [1]

TRÁNSITO DE VEHÍCULOS POR DÍAS	VELOCIDAD MÁXIMA AUTORIZADA	TIPOLOGÍA VÍA CICLISTA
> 10000	> 100 km/h	Ciclorruta de trazado independiente
< 10000 > 7000	70 - 90 km/h	Ciclorruta (bidireccional)
< 7000 > 5000	50 -90 km/h	Ciclobanda uni o bidireccional
< 5000 > 2500	50 - 70 kmh	Banda ciclopreferente
< 2500	< 70 km/h	Uso compartido / banda ciclopreferente

Dadas las pendientes existentes, la topografía y el ancho de la calzada, se da preferencia a la seguridad de los ciclistas deportivos. Teniendo en cuenta que un ciclista tiene menores velocidades y mayor índice de paradas durante la subida, se opta por una banda preferencial en subida. Y para el descenso, dado que los ciclistas optan generalmente por bajar sus bicicletas en vehículos motorizados, se opta el uso compartido. Además, para el tramo de descenso se integrarán reguladores de velocidad para preservar la velocidad de diseño, y salvaguardar la vida de los ciclistas.

- Vehículo de diseño

La cicloruta representa una oferta adicional a la calzada, por lo tanto, los triciclos deberán usar el carril vehicular. Y se establece como vehículo de diseño la bicicleta urbana.

Tabla 27. Vehículo de diseño [1]

VEHÍCULOS	ALTURA	LONGITUD	ANCHO
Bicicleta urbana	1,80 m	1,90 m	0,70 m
Bicicleta de carga	1,80 m	2,10 m	1,00 m
Triciclo	1,80 m	2,10 m	1,20 m
Triciclo de transporte de viajeros	1,95 m	2,70 m	1,30 m

- Dimensiones del ancho de la vía

Tabla 28. Ancho de la vía [1]

		1 SENTIDO DE CIRCULACIÓN (m)	1 SENTIDO MÁS ADELANTAMIENTO (m)	2 SENTIDO DE CIRCULACIÓN (m)
Sin circulación de triciclos	Mínima	1,40	1,60	2,20
	Recomendable	1,60	2,00	2,60
Con circulación de rículos	Mínima	1,50	2,10	2,70
	Recomendable	1,70	2,30	3,20

En este contexto conviene recordar lo establecido en el Código de Tránsito de Colombia (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002) en donde se indica que el ciclista ha de circular por el borde derecho de la calzada y a menos de un metro del andén. Sin embargo, esta normativa no establece una distancia mínima a guardar para realizar la maniobra de adelantamiento, cuando este espacio es fundamental para la seguridad vial del ciclista.

- Sección transversal bandas ciclo preferentes – Ascenso

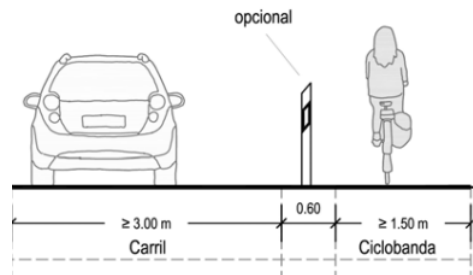


Figura 34. Sección transversal Ascenso [2]

Dada la búsqueda de funcionalidad y el tipo de usuarios de la ciclobanda se harán dos carriles para permitir el adelantamiento.

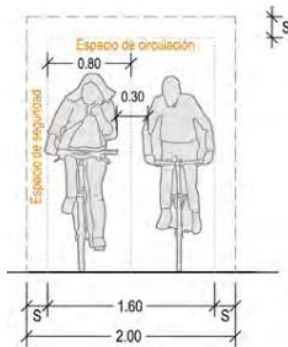


Figura 35. Espacio de circulación [2]

Para el diseño de la ciclobanda, los valores se muestran a continuación. Dado la inclinación del usuario en la ciclobanda en las curvas, el espacio de circulación será de 1.0 m.

Tabla 29. Valores de diseño

ESPACIO DE SEGURIDAD (S)		
Número de carriles	2	
Espacio circulación	1	m
S	0.2	m
Ancho mínimo requerido	2.4	>1.6m
Ancho óptimo	2.40	>=2.0m
Ancho de Carril	1.2	m

- Sección transversal uso compartido – Descenso

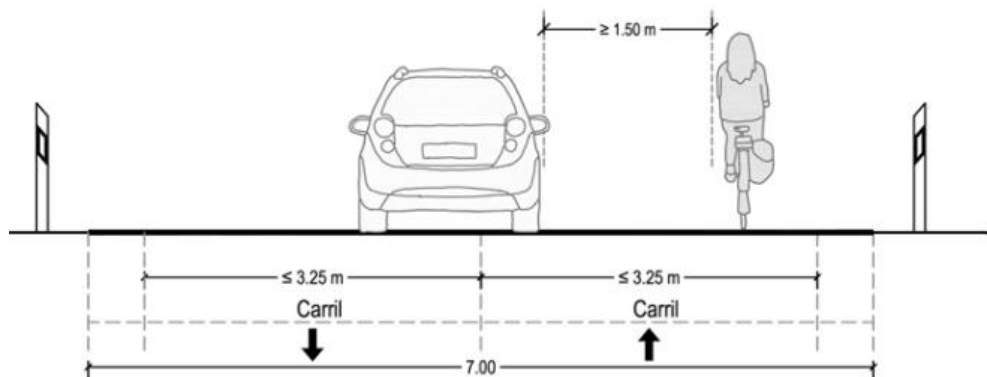


Figura 36. Sección transversal Descenso [2]

Para el diseño de carril de uso, los valores se muestran a continuación.

Tabla 30. Valores carril de uso

Vía existente	4.00 m
Número de carriles	2
destinado para uso compartido	2.00 m

7.3.3. Trazado en planta.

Dado que la ciclorruta se adaptará a la vía existente, la cual se considera según su categoría como vía terciaria con características particulares como lo son terreno montañoso; los parámetros de diseño se determinan conforme a lo establecido en el Manual de diseño geométrico de carreteras, en la sección de controles para el diseño geométrico; según la clasificación la velocidad de diseño para los tramos a diseñar es la siguiente:

Tabla 31. Velocidad de diseño de un tramo homogéneo [8]

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Primaria de dos calzadas	Plano											
	Ondulado											
	Montañoso											
	Escarpado											
Primaria de una calzada	Plano											
	Ondulado											
	Montañoso											
	Escarpado											
Secundaria	Plano											
	Ondulado											
	Montañoso											
	Escarpado											
Terciaria	Plano											
	Ondulado											
	Montañoso											
	Escarpado											

Se tomará como velocidad de diseño 30 km/h.

Tabla 32. Radios mínimos de curvas [1]

VELOCIDAD (km/h)	RADIO MÍNIMO DE CURVAS EN TRAMOS (m)	
	SUPERFICIE PAVIMENTADA (ASFALTO / CONCRETO)	SUPERFICIE DESTAPADA (GRAVILLA COMPACTADA)
20	10	15
30	20	35
40	30	70

- Pendientes longitudinales y transversales

Pendiente ascendente (Cicloruta)

Las pendientes entre 3-6% se consideran de descanso para el ciclista.

Tabla 33- Pendientes longitudinales [1]

Pendiente longitudinal	Longitud máxima permitida del tramo
Pendiente 3 - 6%	500 m
Pendiente 6 -13%	250 m
Pendiente 8 - 10%	90 m
Superior al 10%	30 m

Pendiente descendente (Uso Compartido)

Acorde a la velocidad de diseño, 30 km/h, se tomaron los siguientes valores:

Tabla 34. Valores de pendiente descendente [1]

VELOCIDAD DE DISEÑO	PENDIENTE DESCENDIENTE					
	0% FRENADA	VISIBILIDAD	3% FRENADA	VISIBILIDAD	6% FRENADA	VISIBILIDAD
20 km/h	20 m	31 m	25 m	36 m	30 m	41 m
30 km/h	35 m	52 m	40 m	57 m	45 m	62 m
40 km/h	50 m	72 m	55 m	77 m	60 m	82 m

NOTA

A partir de los parámetros anteriormente mencionados se realizó el diseño geométrico de la ciclorruta que conectará a Floridablanca con el Eco-parque Cerro del Santísimo; el archivo que contiene el diseño tanto horizontal como vertical de esta ciclorruta y su respectiva señalización se encuentra adjunto en formato DWG junto con el presente documento en el CD.

8. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO GENERAL						
PROYECTO	DISEÑO FUNCIONAL DE CARRIL-BICI EN LA VIA QUE CONDUCE AL "ECO-PARQUE CERRO EL SANTISIMO"					
ÍTEM	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	PRELIMINARES Y ADECUACIÓN DEL TERRENO					
1,1	INV Art 200-13	Desmante y limpieza	m2	6.489	\$ 4.500,00	\$ 29.200.500,00
1,2	P-01	Retiro, transporte y disposicion final de material sobrante hasta botadero autorizado	m3	29.737	\$ 20.000,00	\$ 594.736.600,00
1,3	INV Art 310-13	Conformacion calzada existente	m2	11.375	\$ 1.000,00	\$ 11.375.000,00
1,4	INV Art 210-13	Excavacion en material comun y/o conglomerado a maquina de la explanacion y	m3	67.057	\$ 9.500,00	\$ 637.039.315,00
1,5	INV Art 220-13	Terraplenes	m3	37.320	\$ 12.000,00	\$ 447.839.280,00
1,6	INV Art 800-13	Cerca de alambre de puas con postes de madera	ml	650	\$ 12.000,00	\$ 7.800.000,00
SUBTOTAL						\$ 1.727.990.695,00
2	CUNETAS					
2,1	INV Art 671-13	Concreto de 3000 psi para cunetas	m3	70	\$ 510.000,00	\$ 35.949.900,00
2,2	INV Art 640-13	Malla de refuerzo Fy= 4200 MPa	kg	2.075	\$ 5.000,00	\$ 10.375.000,00
SUBTOTAL						\$ 46.324.900,00
3	FILTROS					
3,1	INV Art 600-13	Excavaciones varias en material comun en seco	m3	5.688	\$ 20.000,00	\$ 113.750.000,00
3,2	INV Art 673-13	Geotextil Tipo NT-2400 o similar tejido	m2	11.375	\$ 6.500,00	\$ 73.937.500,00
3,3	INV Art 673-13	Material granular drenante	m3	5.119	\$ 65.000,00	\$ 332.718.750,00
3,4	P-03	Tubería perforada PVC de D= 4"	ml	3.524	\$ 32.000,00	\$ 112.768.000,00
SUBTOTAL						\$ 633.174.250,00
4	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
4,2	INV Art 330-13	Base granular	m3	1.365	\$ 100.000,00	\$ 136.500.000,00
4,3	INV Art 420-13	Riego de imprimacion con emulsion afaltica	m2	11.375	\$ 2.800,00	\$ 31.850.000,00
4,4	INV Art 450-13	Mezcla densa en caliente	m3	1.138	\$ 580.000,00	\$ 659.750.000,00
SUBTOTAL						\$ 828.100.000,00
5	SEÑALIZACION					
5,1	INV Art 700-13	Linea de demarcacion con pintura en frio	ml	7.049	\$ 2.500,00	\$ 17.622.500,00
5,2	INV Art 700-13	Marca vial con pintura en frio	m2	52	\$ 25.000,00	\$ 1.300.000,00
5,3	INV Art 710-13	Señal vertical de transito tipo 1 con lamina retrorreflectiva tipo III (75 x 75) cm	und	36	\$ 365.000,00	\$ 13.140.000,00
5,4	INV Art 701-13	Tacha reflectiva	und	7.048	\$ 7.200,00	\$ 50.745.600,00
5,5	INV Art 701-13	Hito Abatible Naranja PU	und	3.524	\$ 45.000,00	\$ 158.580.000,00
5,6	INV Art 701-13	Resalto Portatil (50cm, 8cm h)	und	20	\$ 80.000,00	\$ 1.600.000,00
5,7	INV Art 701-13	Resalto (<=50 km/h)	und	8	\$ 80.000,00	\$ 640.000,00
SUBTOTAL						\$ 242.988.100,00
COSTO DIRECTO						\$ 3.478.577.945,00
ADMINISTRACIÓN					29%	\$ 1.008.787.604,05
IMPREVISTOS					1%	\$ 34.785.779,45
UTILIDAD					5%	\$ 173.928.897,25
COSTO TOTAL						\$ 4.696.080.226

9. CONCLUSIONES

- a) A partir del levantamiento topográfico suministrado por la Alcaldía de Floridablanca se observa que la topografía de la zona donde se encuentra ubicado el “Eco-parque Cerro del Santísimo” es completamente escarpada; aunque posee un trazado vial existente que actualmente se encuentra en uso por diferentes tipos de transporte en su mayoría de carga liviana como también por ciclistas y peatones aun siendo conscientes de que se esta ruta posee altos niveles de accidentalidad debido a las pendientes del tramo en su mayoría de difícil acceso con pendientes iniciales de diseño de hasta 26%.
- b) Para el diseño de la ciclorruta se dividió la vía en dos tramos;
- El tramo uno comprendido entre el K0 + 000 hasta el K1+081.50, posee un diseño vial para una vía tipo terciaria tomando como referente el Manual de diseño geométrico de vías - INVIAS junto con los parámetros estipulados en la “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades Colombianas”; se realizó el diseño de una ciclorruta compuesta por una banda preferencial en ascenso y una carril compartido para el descenso segregado por separadores viales como también reguladores de velocidad para garantizar seguridad ya que las velocidades en este tipo de terrenos aumentan los riesgos de accidentalidad.
 - El tramo dos ya se encuentra pavimentado y va desde el K0+000 hasta K2+441.08, fue posible agregar una ciclorruta paralela a la vía existente con base en la “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades Colombianas”; para la realización de este tramo se propuso el diseño de una ciclobanda de doble carril para permitir el adelantamiento; este tramo implicó un manejo de pendientes complejo realizado a través de un sistema de escalamiento logrando suavizar las pendientes hasta un valor promedio de 12%. Al igual que el primer tramo se garantizó la completa segregación de la ciclobanda.

- c) El diseño geométrico horizontal cumple con todos los parámetros estipulados por la “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades Colombianas” con un valor de radio máximo de 10 metros, se mantuvo el ancho de calzada existente de 4 metros y para la ciclobanda se propuso un ancho de 2 metros garantizando espacio suficiente para adelantamiento; resulta importante resaltar que en las secciones verticales se presentaron movimientos considerables de tierra de hasta 20 metros y rellenos de 15 metros debido a las características naturales del terreno. Se utilizaron elementos de segregación tales como tachas reflectivas cada 0.5 metros e hitos abatibles cada metro y se ubicaron resaltos portátiles en zonas estratégicas de cada tramo.
- d) Para la realización del presupuesto se tuvo en cuenta capítulos de obra generales debido a que el alcance del proyecto garantiza únicamente el diseño geométrico de la ciclorruta; los cuales fueron: preliminares y adecuación del terreno, cunetas, filtros, estructura de pavimento flexible y señalización. Se debe dejar en claro que se tomaron valores promedio para la estructura de pavimento con una base granular de 12 cm de espesor y una mezcla densa en caliente de 10 cm de espesor obteniendo un valor del proyecto de \$ 4.696.080,226, es decir, un valor promedio por kilómetro de vía de \$1.370.000; cabe resaltar que en el cálculo de cantidades de obra se incluyó el mejoramiento y acondicionamiento de la vía existente. Este presupuesto servirá como guía general, ya que en el momento de presentar el presupuesto oficial y definitivo deben contemplarse capítulos de obra tales como obras de drenaje, obras de contención, redes de servicio: acueducto, alcantarillado y pluvial, eléctrica; entre otros y al mismo tiempo realizar los respectivos diseños.

- e) A pesar de las complicaciones que se presentaron a lo largo del diseño debido a las características del terreno natural con pendientes de hasta 35%, estas se lograron reducir o suavizar a valores entre 25% y 12% a través de la ubicación de descansos los cuales permitirán a los usuarios transitar esta vía con mayor comodidad y seguridad; es esta característica propia de la topografía de la zona lo que hace que esta ruta resulte atractiva para los deportistas que practican ciclismo y los habitantes que desean avanzar en su estilo de vida saludable.

- f) A través de este trabajo de grado se busca dar a conocer la importancia de una red de ciclorrutas y fomentar la intervención por parte del estado, en particular, la alcaldía de Floridablanca en la financiación de este tipo de proyectos los cuales están enfocados a la movilidad sostenible, medios de transporte verdes y la conservación del medio ambiente; además este tipo de infraestructura fomenta hábitos positivos en la comunidad generando integración social y el uso de bicicletas como hobby y/o deporte.

- g) Para el desarrollo del proyecto se tomó como ancho de calzada una longitud de 4 metros, ya que este parámetro era independiente del diseño de la ciclorruta; este valor se mantuvo como referencia ya que esta es la longitud real de la vía existente en el tramo que conduce al “Eco-parque Cerro del Santísimo”, sin embargo, se recomienda para este tipo de proyectos con categoría de carretera terciaria garantizar un ancho de calzada mínimo de 6 metros como lo estipula el Manual de diseño geométrico de carreteras.

10. RECOMENDACIONES

- A lo largo del proyecto se tomó como referencia la “Guía de ciclo-infraestructura para ciudades Colombianas” desarrollada por el Ministerio de Transporte. En el desarrollo del diseño geométrico fue necesario tomar los parámetros de diseño descritos en este documento sin embargo al momento de diseñar tramos con pendientes de gran inclinación con valores de pendientes mayores al 20% no se encontraron parámetros de referencia debido a que la guía únicamente describe vías con pendientes máximas del 10%. Por lo anterior resulta importante que el Ministerio de Transporte realice modificaciones en esta guía donde se incluyan los parámetros necesarios para diseñar vías con topografías escarpadas, ya que no solo en Santander sino a lo largo del país se presentan gran cantidad de locaciones con rutas de difícil acceso y condiciones extremas que requieren de diseños viales más complejos.
- Para la realización de este proyecto de grado se tomó como referencia diversas fuentes bibliográficas internacionales tales como “Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista” de Perú; se evidenció la carencia de fuentes de información en el país referentes al uso de medios de transporte amigables y movilidad sostenible lo que permite sugerir al Ministerio de Transporte la realización de estudios y posteriormente creación de normativas enfocadas en medios de transporte sostenibles ya que son una prioridad para el crecimiento eficaz y amigable con el medio ambiente para las ciudades colombianas.

11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Guía de ciclo-infraestructura para ciudades Colombianas, Ministerio de Transporte, 2016.
- [2] Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista, 2017.
- [3] Construcción de ciclo-infraestructura y servicios complementarios, Versión 2.0, Departamento Nacional de Planeación, 2017.
- [4] Manual de señalización vial. Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, Ministerio de Transporte, 2015.
- [5] “Propuesta y diseño para la implementación de un sistema de movilidad con bicicletas eléctricas en la Universidad Pontificia Bolivariana” – Trabajo de Grado, Escuela de ingenierías, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Pontificia Bolivariana - 2017.
- [6] “Ciberactivismo en la promoción de la movilidad sostenible: una guía de comunicación para incentivar el uso de la bicicleta en ciudades capitales de Colombia” – Trabajo de Grado, Escuela de ciencias sociales, Facultad de comunicación social, Universidad Pontificia Bolivariana - 2016.
- [7] “La ciencia de la bicicleta”, Alhadra Digital. [En línea] Available: <https://alhadradigital.wordpress.com/2008/05/08/273/>
- [8] Manual de diseño geométrico de carreteras, Ministerio de transporte, Instituto nacional de vías, subdirección de apoyo técnico – 2008.
- [9] Congreso de la Republica De Colombia, *LEY 1503 DE 2011*, 2011.
- [10] Alcaldia De Bucaramanga, *Construyendo movilidad*, Bucaramanga, 2017.
- [11] P. C. Rodriguez, «El Espectador,» 10 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/propuesta-del-gobierno-todas-ciudades-tengan-ciclorutas-articulo-621416>.
- [12] Alcaldia De Bogota, Manual Para Implementar Y Promocionar La Ciclo Via Recreativa, Bogota, 2009, p. 125.
- [13] Departamento Nacional De Planeacion, Construcción de ciclo infraestructura y servicios complementarios, Bogota, 2017.
- [14] Ministro Del Interior De España, *Análisis del estudio internacional sobre uso de bicicletas, actitudes y seguridad con énfasis en el uso del casco*, España: INTRAS, p. 161.

- [15] Semana Sostenible, «Sostenibilidad.Semana,» [En línea]. Available: <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/ciclorrutas-mas-espectaculares-del-mundo/37334>.
- [16] Ministerio De Vivienda y Urbanismo, *Construccion De Ciclovias*.
- [17] Gobierno De Colombia, «es.presidencia.gov.co,» [En línea]. Available: <http://es.presidencia.gov.co/noticia/160405-Mas-de-88-kilometros-de-ciclo-rutas-para-amantes-de-las-bicicletas-impulsa-el-Gobierno>.
- [18] Vanguardia Liberal, *Auge del ciclismo y riesgos en movilidad en Bucaramanga*.
- [19] Vanguardia Liberal, *Aplican nueva tecnología para mejorar la vía al Santísimo*.

12. ANEXOS