

Análisis De La Movilidad, En La Elaboración De Una
Propuesta Red Vial En Ciclo-Rutas En La Localidad de Usme -
Bogotá, la Cual Permite Establecer una Interconectividad Vial
Desde la Calle 91 Sur con Carrera 14 (Caracas) Hasta la Calle
91 con Carrera 2 (AV. Villavicencio)

Yeni Paola Piza Ortiz.
Ronny Camilo Caro Martínez

Universidad La Gran Colombia.
Facultad De Postgrados.
Programa de Gerencia Financiera
Bogotá
2016

Tabla de Contenido	
Introducción	5
Abstract	6
Planteamiento del Problema	7
Línea de investigación	9
Sub-línea de investigación	9
Antecedentes	9
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
Diagnostico	11
Debilidades	11
Oportunidades	11
Fortalezas	11
Amenazas	12
Justificación	13
Una alternativa económica.....	20
Una alternativa de ingresos	21
Deficiencias.....	21
Marco de Referencia	23
Marco Jurídico	23
Marco Conceptual.....	29
Marco Teórico.....	34
Infraestructuras para Bicicletas.....	35
Aplicación de Tipologías	36
Recomendaciones para Construcciones de Redes de Barrio y Locales.....	36
Diseño Geométrico	37
Pendientes	40
Radios de Curvatura.....	41
Peralte	41
Pavimentación.....	41
Tipos de pavimento.....	42
Estructuras de Fajas para Ciclista	43
Elementos de Protección.....	43
Drenaje.....	44
Señalización	44

Estacionamientos	48
Espacios requeridos	48
Diseño Metodológico.....	50
Enfoque	50
Conclusiones y Recomendaciones.....	51
Referencias.....	55
Bibliografía	56

Índice de Tablas

Tabla 1, Normatividad relacionada con el diseño y planificación de la infraestructura de transporte

Tabla 2, Marco normativo en materia de transporte en general

Tabla 3, Tipo de pistas y fajas según el manual de diseño del PMC

Tabla 4, Longitud máxima vs pendiente, datos extraídos según el manual de diseño del PMC

Tabla 5, Calculo de pendiente según su desnivel según el manual de diseño del PMC

Tabla 6, Calculo de peralte según el manual de diseño del PMC

Tabla 7, Estructura del suelo para pavimentos según el manual de diseño del PMC

Tabla 8, Tipos de pavimentos aplicados a ciclo-vías según el manual de diseño del PMC

Tabla 9, Máximas irregularidades permitidas en el suelo según el manual de diseño del PMC

Tabla 10, Tipos de estacionamiento para bicicletas

Índice de figuras

Imagen 1, tomado de periódico el espectador, el plan de Peñalosa para conseguir \$88,7 billones

Imagen 2, Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

Imagen 3, Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

Imagen 4, Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

Imagen 5, Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

Imagen 6, Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

Imagen 7, Factores por los cuales lo ciclistas no utilizan la bicicleta

Imagen 8, Tiempo promedio de los viajes

Imagen 9, Vista satelital de localidad Usme en la ciudad de Bogotá

Imagen 10, un hábitat con base en plan maestro de ciclo-rutas

Imagen 11, Sistema de ciclo-rutas de Bogotá

Imagen 12, dimensiones de una bicicleta dentro del parámetro de diseño

Imagen 13, tipo de ciclo-vías

Imagen 14, Vista satelital de localidad Usme en la ciudad de Bogotá con las interconexiones sugeridas.

Imagen 15, propuesta de focalización de antes y después de las vías principales en estudio

Introducción

La bicicleta es uno de los artefactos de invención humana para la movilidad más antiguos, empezando en el siglo XIX en Alemania el cual construyo su primer modelo construido, sin duda alguna este invento lidero una larga trayectoria de movilidad tanto en zonas rurales como urbanas alrededor del mundo. Hoy en día en el siglo XXI la bicicleta forma una de las partes fundamentales de la vida de las personas rurales como de áreas urbanas para desplazarse de un lugar a otro, las personas lo pueden utilizar para ir a trabajar, ir a estudiar o para ahorrar dinero, este método de movilidad sustentable genera un gran impacto en la sociedad y en el medio ambiente, esto se debe al hecho de que este artefacto no genera emisiones contaminantes como otros sistemas de trasporte si lo hacen. En áreas urbanas la bicicleta provee muchos beneficios para la movilidad de las personas durante horas de bastante tráfico, también la bicicleta puede moverse más fácil a través de las calles y ayuda a mejorar la salud de la persona y su presupuesto. Teniendo en cuenta que la bicicleta requiere un espacio pequeño para la movilidad en la ciudad de Bogotá se originó un plan permanente para las ciclo-vías, ciclo-rutas o ciclo carriles exclusivos para mejorar la movilidad en la ciudad. Este proyecto llamado “formar ciudad” creada por la alcaldía de ese entonces, la ciudad autorizo la construcción de aproximadamente 344km de las líneas exclusivas para bicicletas ((IDU), 2004). A pesar de que Bogotá es una de las ciudades con la mayor cantidad de ciclo-rutas distribuidas alrededor de la ciudad, algunas de estas ciclo-rutas no está conectadas la una con la otra lo que limita la movilidad, contemplando esta problemática, este documento provee un diseño de interconexión geométrico entre dos líneas viales importantes en Bogotá, esto generara una continuidad para la ruta actual de ciclo-rutas.

Abstract

Bicycle is one of the oldest artifacts of human invention for mobility. Starting in the 19th century, Germany had its first built model. Without a doubt, this invention would lead to a long trajectory of mobility in rural and urban areas around the world. Today in the 21st century, the bicycle is a fundamental part of peoples' life both in rural and urban areas to move from one place to another. People can use it for going to work, to study or to save money. This sustainable mobilization method generates a great impact in society and the environment. This is due to the fact that this artifact doesn't generate polluting emissions (carbon monoxide and dioxide) like other transportation systems do. In urban areas, the Bicycle provides a lot of benefits for peoples mobility during high traffic hours due to the fact that it takes less time compared to motorized vehicles. Also, the bicycle can move a lot easier through the streets and it helps improve a person's health and their budget. Taking into account that bicycles require a small space for mobility, the city of Bogota created a permanent plan for exclusive bikeways and bike lanes to improve mobility in the city. This project named "create city" created by city hall authorized construction of approximately 344km of exclusive bicycle lanes in the 90's (IDU, 2004). Although Bogotá is one of the cities with the highest amount of bikeways distributed throughout the city, some of these bikeways aren't connected between one another which limits mobility. Contemplating this issue, this document provides a geometric interconnection lane design between two important bikeways in Bogotá. This will generate a continuity for the actual bikeway path.

Planteamiento del Problema

¿Cuáles son los efectos de la elaboración de una propuesta vial de ciclo-rutas en la localidad de Usme?

Bogotá es una ciudad en constante crecimiento, lo que genera una serie de dificultades que afectan principalmente a los ciudadanos, una de ellas tiene que ver con la movilidad de los capitalinos, la cual se ve afectada por factores como el tráfico lento, accidentes de tránsito, sedentarismo, sistemas de transporte masivo insuficiente, entre otros, generando un problema de movilidad de vehículos automotores, y dificultades para los desplazamientos de los ciudadanos de un sitio a otro; así mismo se observa la carencia en la promoción de la cultura del uso de las ciclo-rutas como forma innovadora de transporte, que permitiría minimizar dichas situaciones, y que además hacen parte de sanas costumbres beneficiando la salud, la recreación, el deporte y el transporte ecológico.

Por ejemplo, la conectividad y cobertura de la actual red de ciclo-rutas no son suficientes para ofrecer a los usuarios de la bicicleta un recorrido seguro y coherente desde el origen hasta el destino de su viaje. Las vías de la ciudad no son ciclo-incluyentes, lo que quiere decir que cuando se comparte la vía con otros usuarios como buses, camiones y carros particulares, el ciclista no cuenta con la prioridad ni las condiciones de seguridad apropiadas para transitar. Por esto es cuestionable afirmar que Bogotá sea una ciudad amigable con el uso de la bicicleta. De acuerdo con cifras de la Secretaría Distrital de Movilidad citadas en el diagnóstico de la promoción de la bicicleta en Bogotá, realizado en el marco de la “Estrategia integral para el uso de la bicicleta en ciudades de América Latina”, el 80% de los accidentes que involucran bicicletas, ocurren en malla vial sin ciclo-ruta.

Línea de investigación

Desarrollo económico y calidad de vida

Sub-línea de investigación

Biodiversidad e inversión sustentable y sostenible

Antecedentes

Los sistemas y medios de transporte siempre van a estar ligados a la función vital del desarrollo del ser humano, ya que éstos permiten su transitar cotidiano como parte de su quehacer diario en el objetivo de trasladarse de un lugar a otro. En este sentido, la dotación de redes de ciclo-rutas cumple un rol fundamental en otorgar más y mejores condiciones de circulación tanto a los ciclistas como a usuarios los de los otros modos, cumpliendo con el doble objetivo de avanzar hacia la formalización de la bicicleta como modo de transporte y de generar incentivos para su uso habitual por parte de los ciudadanos.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la movilidad vial en la localidad de Usme en la que se permita establecer interconectividad vial de las ciclo-rutas desde la calle 91 sur con carrera 14 (caracas) hasta la calle 91 con carrera 2. (AV. Villavicencio).

Objetivos específicos

- Revisión del estado actual de las posibles vías que conformaran el tramo vial de ciclo-rutas a diseñar.
- Plantear diferentes rutas viales que se acoplen a una óptima conexión con la vía existente de ciclo-rutas de la calle 91 Sur con carrera 14 (caracas) hasta la calle 91 con carrera 2 (av. Villavicencio).
- Emplear la normatividad técnica colombiana para el diseño de ciclo-rutas para el diseño geométrico de la vía.
- Generar espacios y nuevos sistemas de movilidad

Diagnostico

Se realizó un análisis de la movilidad en la localidad de Usme de la ciudad de Bogotá destacando que debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA), por el cual se puede generar una metodología y posible planificación para su intervención.

Debilidades

- El transporte público es carente, ya que no llega a todas las zonas donde hay vivienda.
- Las calles se encuentran en mal estado, para la movilidad de cualquier tipo de transporte.
- Los espacios públicos diseñado no suplen la necesidad de la localidad.
- La movilidad que conecta la ciudad (transmilenio y SITP), no llega completamente a las zonas más lejanas de la localidad.

Oportunidades

- El desarrollo vial puede ser mejorado, por medio de un buen tratamiento.
- La generación de más parques y ciclo rutas que los conecten.
- Generar conexiones con el transporte público, con el mejoramiento de las vías principales.
- Generar alternativas que conecten con las estaciones de transmilenio.

Fortalezas

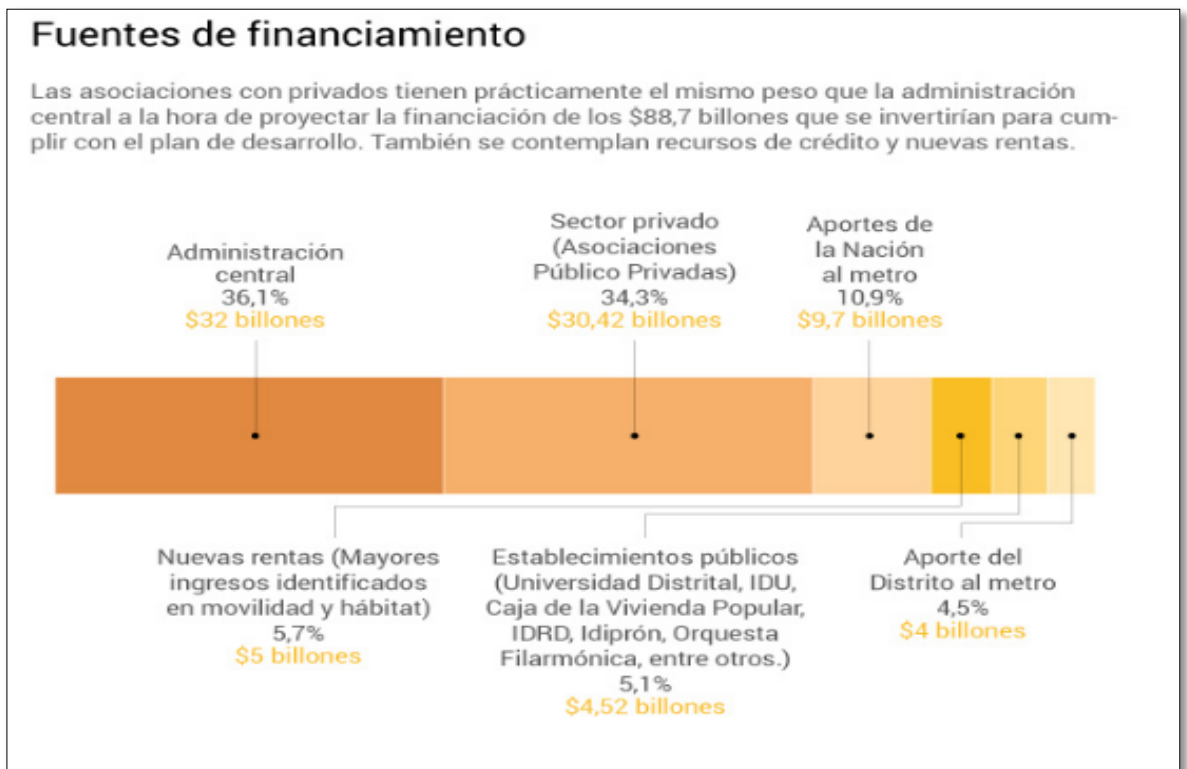
- La organización vial por medio de un diseño planificado.

- Las conexiones de transporte alternativos, generadas por medio de un tratamiento vial.
- El manejo de vías alternativas articuladas y complementarias

Amenazas

- La generación de más vivienda sin un orden vial.
- Falta de equipamientos en las zonas más lejanas de la localidad.
- La falta de calles sin espacios peatonales y sin tratamiento alguno.
- Conexiones incompletas con el transporte público.

Justificación



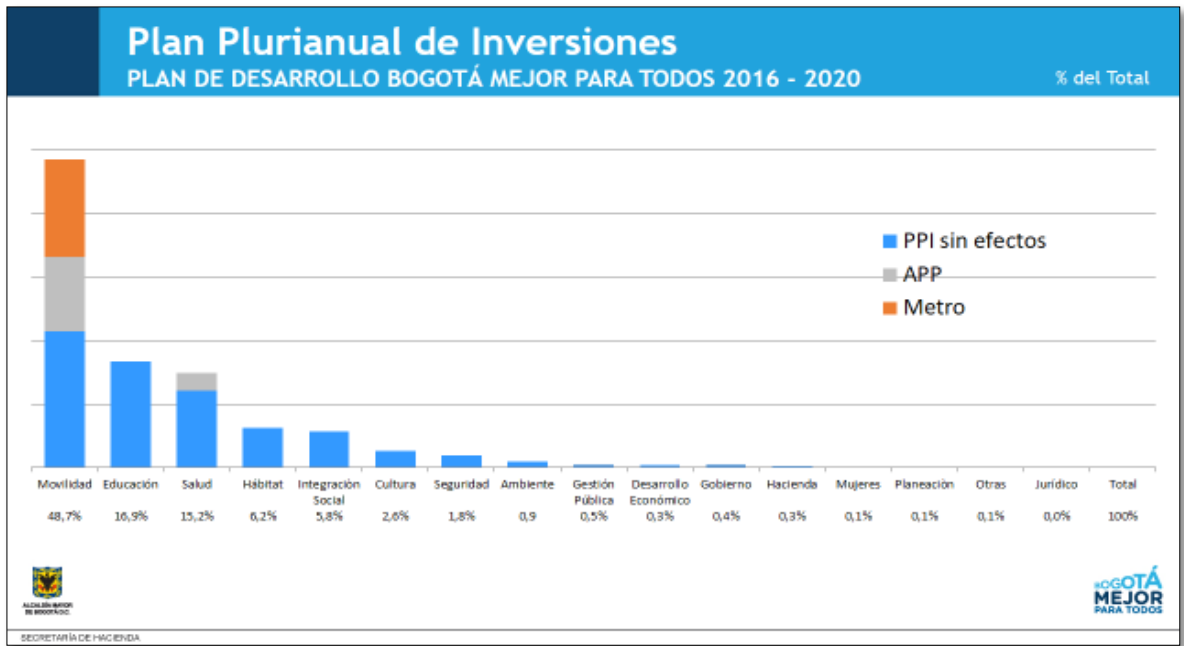
Nota: Tomado de: Periódico El Espectador “El plan de Peñalosa para conseguir \$88,7 Billones”

De acuerdo a la imagen anterior se puede identificar que para recaudar los \$88,7 billones el distrito tiene como prioridad principal y con una participación del 70,4% del 100% sobre la administración central y del recaudo del sector público para un total de recaudo presupuestado de \$62,42 billones, identificando que se realice una buena gestión de la inversión en los puntos críticos de la ciudad teniendo en cuenta y la prioridad del proyecto en la ejecución de vías e inversión en la ciclo-rutas. Aun deja un claro enfoque que hay mayor porcentaje que en la construcción del metro.

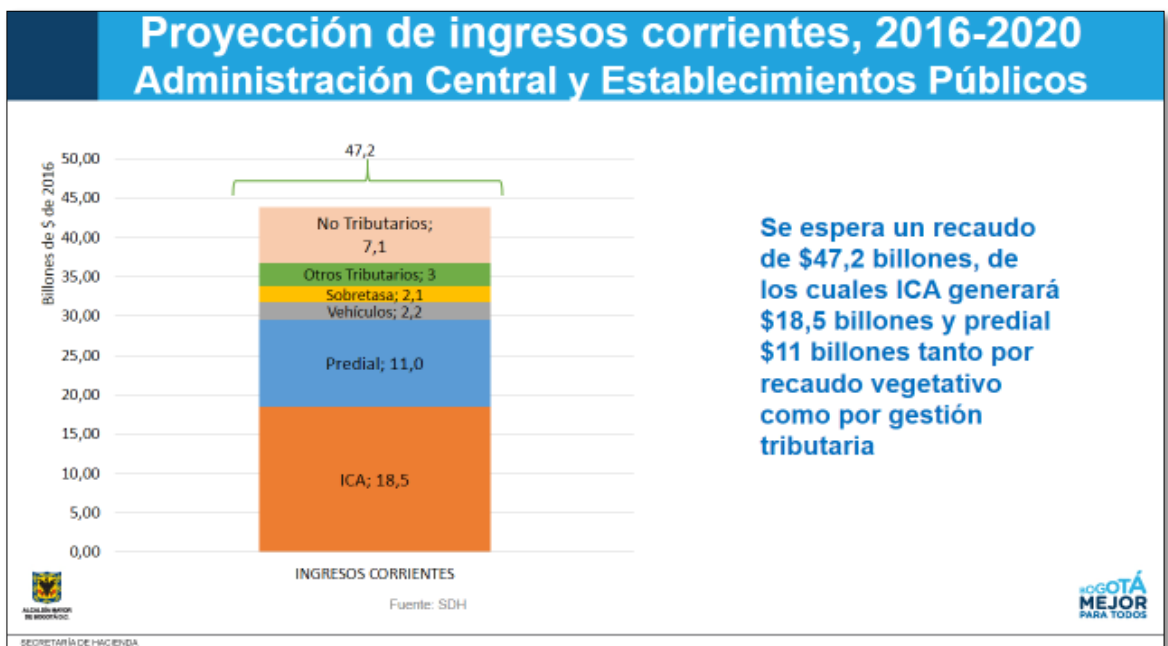


Nota: Tomado de: Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

En la imagen anterior demuestra que del 100% de la inversión que hay presupuestada para la ciudad de Bogotá dentro del periodo 2016-2020 del mandato y alcalde Enrique Peñalosa, cerca del 45% de esta inversión estará destinada para la movilidad, en lo que se denota que dentro de este rubro se tiene contemplado la generación y construcción de más vías para las ciclo-rutas, lógicamente hay prioridad, en el mejoramiento y construcción de nuevas vías, y varios ítems importantes para el mejoramiento vial.



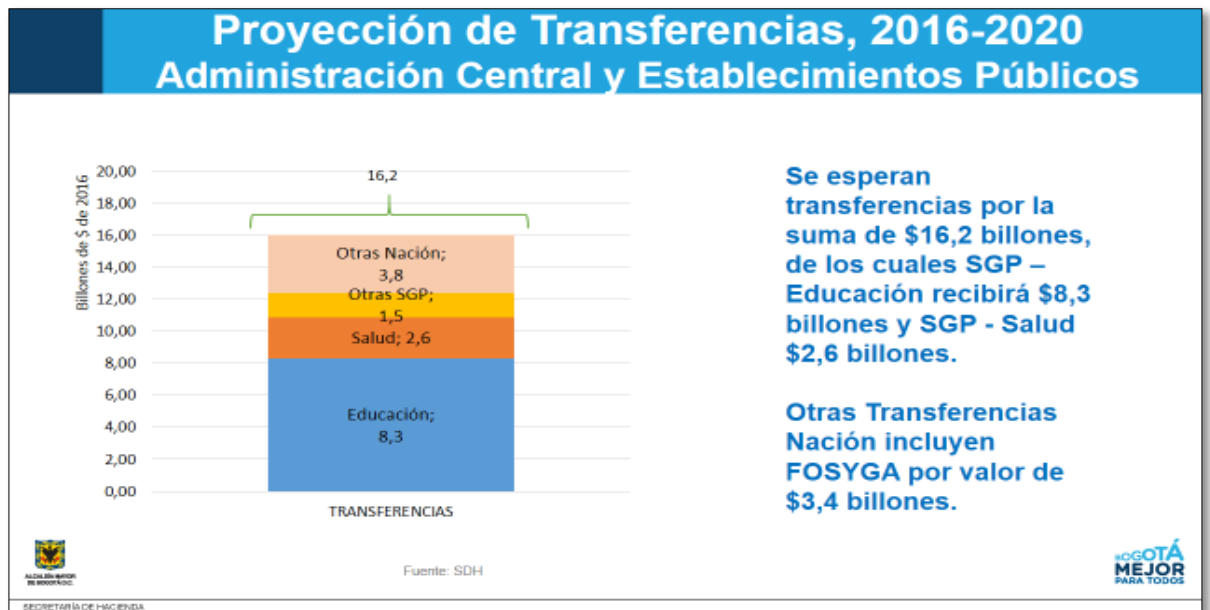
Nota: Tomado de: Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020



Nota: Tomado de: Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

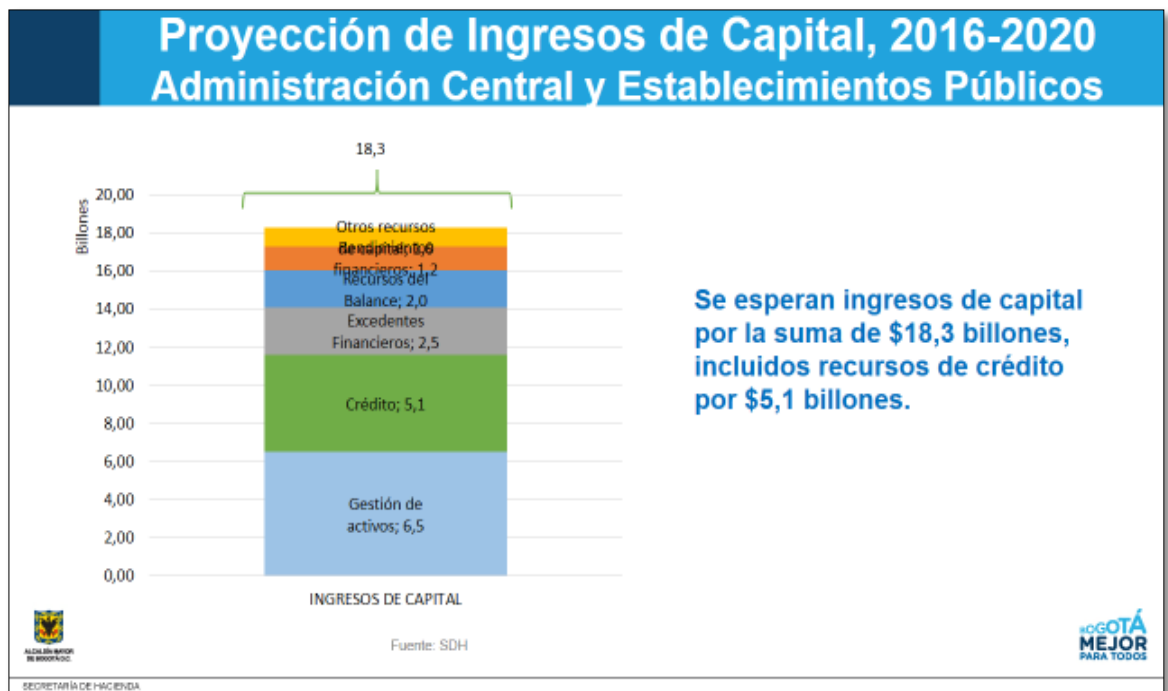
Las proyecciones de ingresos corrientes se manifiestan principalmente en el recaudo de varios impuestos a nivel distrital se denominan por su recaudo en el corto plazo es decir menor o igual a un año, uno de los más importantes y que se enfoca el distrito es el del ICA, este se obtiene por la obtención de ingresos generados por las diferentes compañías o empresas que están ubicadas en Bogotá y se obtiene bimestralmente,

adicionalmente y también importante es el predial este es de periodo anual y se calcula según el avalúo de cada predio.



Nota: Tomado de: Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

Por otro lado, se identifica en la imagen anterior la proyección de transferencias por parte del sector público y de la administración central, al ser un recaudo menor que el de los ingresos corrientes, son controlados por el mismo distrito como son el FOSYGA y son enfocados a la educación y a la salud.



Nota: Tomado de: Recursos para Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020

En la proyección de ingresos de capital por parte del distrito provienen de la venta de bienes de larga duración, como los bienes inmuebles tales como terrenos, edificios, vehículos, etc. que son del Estado; venta de intangibles como los derechos de autor, propiedad intelectual; de recuperación de inversiones y de la recepción de fondos como transferencias o donaciones.

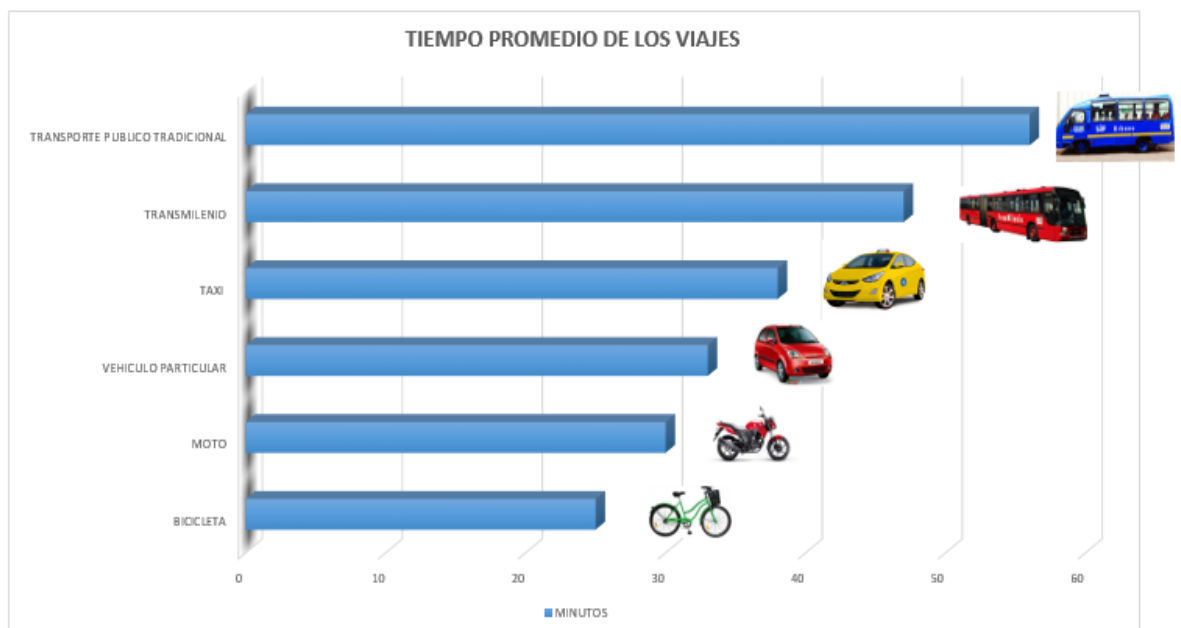
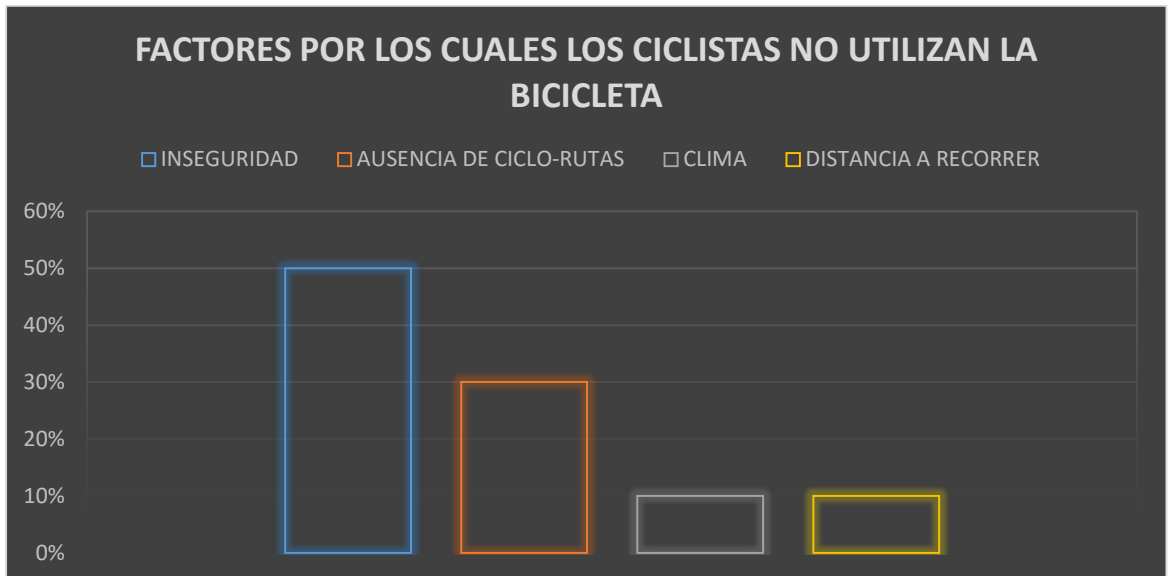
Estos fondos son destinados a realizar proyectos de inversión, aporte local de proyectos financiados con crédito externo y adquisiciones de bienes de capital, como es el caso de la construcción de vías.

Es necesario destacar que este tipo de inversiones, por ser de carácter público, están insertas en el Plan de Desarrollo de Bogotá, y por lo tanto deben cumplir con el requerimiento de estimar un indicador de rentabilidad social que permita cumplir a su vez con el objetivo de velar por la eficiencia en la utilización de los recursos públicos.

En este contexto, el presente documento corresponde a la definición de una

metodología para la formulación y evaluación de proyectos de habilitación de planes maestros de ciclo-rutas en el contexto urbano, lo que no obsta a que las herramientas en ella definidas puedan ser aplicadas también en redes suburbanas e interurbanas. En lo que respecta a la formulación de planes maestros, la presente metodología propone la utilización de una matriz de atributos que tiene por objetivo seleccionar, a través de un análisis cualitativo, aquellos ejes que cumplen con las condiciones ideales para acoger una facilidad ciclo-vial, tanto en términos de atender a la demanda actual y potencial, como de proveer una oferta adecuada. Por su parte, en lo que respecta a la evaluación, se reconocen que los beneficios de generar este tipo de infraestructura son múltiples y diversos, dentro de los cuales destacan los siguientes: Disminución de accidentes de ciclistas producto de la segregación de los flujos, reducción de emisiones, de material particulado y contaminación ambiental, mejora en el estado de salud de los usuarios de bicicleta, con la consecuente disminución de gastos del Estado en este ítem y la disminución del ausentismo laboral asociado, ahorros de tiempo de viaje de los ciclistas, producto de la segregación de los flujos Ahorros de tiempo de viaje de los usuarios que se traspan del modo caminata, reducción de tiempo de viaje de los usuarios de los otros modos de transporte producto de la segregación de los flujos. Esta metodología se concentra en las últimas dos fuentes de beneficios identificadas previamente, debido principalmente a que corresponden a aquellos beneficios para los cuales se cuenta con herramientas metodológicas previas, que permiten cuantificarlos y valorizarlos monetariamente y por lo tanto obtener a partir de ellos un indicador de rentabilidad económico social. Será desafío de posteriores estudios avanzar en la evaluación socioeconómica de este tipo de proyectos y en la adecuada consideración y medición de estos y otros beneficios. Finalmente, cabe señalar, que la evaluación social de proyectos de ciclo-rutas es

independiente y complementaria a la evaluación de los proyectos viales de mejoramiento o de habilitación de vías, cuando un proyecto de ciclo-ruta está integrado a estos últimos dado que, en las metodologías aplicables a dichos estudios, los proyectos de ciclo-rutas no se encuentran apropiadamente internalizados en la estimación de beneficios.



Nota: <http://www.dinero.com/actualidad/noticias/articulo/ccb-promueve-uso-bicicleta/184825>

Diariamente se realizan 9.5 millones de viajes en vehículos privados incluida la bicicleta. Sobre éste total de viajes, la bicicleta atiende el 6%, superando la moto con 4%, el transporte informal con 2% y el transporte intermunicipal con 1%. La participación del Automóvil es del 19%. Los viajes a pie y en bicicleta son más frecuentes en los hogares de estratos 1, 2 y 3.

Una alternativa económica

Quizás lo que hace más llamativo de las ciclo-rutas son sus bajos costos de implementación desde la perspectiva económica.

Ante la baja inversión de capital que requiere el montaje de las Ciclo-vías, inicialmente pintura y más adelante, si se quiere, separadores, se le estaría dando solución indirecta a una serie de problemas económicos y sociales que afronta la población de la capital, al utilizarse aquellos recursos de capital sobrantes en el equipamiento urbano necesario para aumentar el nivel de vida de la parte de la población bogotana que se clasifica como pobre.

Más adelante se puede pensar en otras inversiones del proyecto, financiación de ciclas, parqueaderos, adecuación de vías, talleres, dispositivos para primeros auxilios, etc. Son mínimos, los cuales serían aportados por la Administración Distrital sin tener que caer nuevamente en la deudomanía o costumbre de endeudarnos, que tantos trastornos económicos causa al país. Se hace necesario entonces, ante la apreciación anterior, crear nuestras propias soluciones productivas y tecnológicas para no comprometer aún más el presupuesto nacional. Esta sería una salida de la Capital frente a la dependencia económica y tecnológica.

Una alternativa de ingresos

Si se tiene presente que se gasta mensualmente por lo menos un valor equivalente al subsidio de transporte, se tendría que se podría generar un ahorro mensual que al año cubriría el valor comercial de la bicicleta normal y a partir de ese momento se generaría un ahorro continuo. Por convenios o mediante la creación de formas económicas autogestionarias o asociativas se podría destinar, un valor equivalente al subsidio de transporte como mecanismo amortizado del costo de la máquina, o sea, cada uno tendría acceso a una bicicleta y a los doce meses siguientes cada uno abonaría el monto del subsidio de transporte, hasta cancelar el valor total de la bicicleta.

Se buscaría a través de las tecnologías locales y controlables, la flexibilidad en las estructuras de producción y la orientación productiva hacia las energías renovables, armonizar lo humano, lo técnico, y lo natural sin crear un antagonismo entre desarrollo y medio ambiente. Las ciclo-rutas permanentes son una salida, una alternativa que humaniza el transporte público haciéndolo sociable, donde al individuo se comunica, se recrea, hace ejercicio y es más libre.

Cerca del 30% del presupuesto público se destinará en los próximos cuatro años a diversificar los modos de transporte sostenible en la ciudad, mediante la renovación y reorganización de rutas de buses y paraderos; la ampliación del sistema Transmilenio; la construcción de nuevas rutas de uso exclusivo para bicicletas (ciclo-rutas); la transición hacia el uso de buses eléctricos y los estudios de la primera línea del metro.

Deficiencias

La red de ciclo-rutas, que inicialmente se construyó a gran velocidad, aún permanece inconclusa y no tiene conectividad, segregación ni continuidad perpetua. La disponibilidad de ciclo-parqueaderos es insuficiente, y la ciudad debe adaptarse mejor

a las bicicletas. Igual de desconexas son las alamedas y los andenes, Señalización de ciclo-ruta y demarcación, Falta de desagüe e iluminación, Seguridad. Sumado el inadecuado comportamiento de los usuarios, que desconocen las normas y generan conflictos de seguridad vial.

La utilización de medios de transporte como buses articulados, taxis, vehículos particulares, motocicletas, son los medios que comúnmente son utilizados en el área urbana de la ciudad de Bogotá. A esto, se suman las ciclo-rutas que hoy en día se han convertido en el medio más eficiente a nivel nacional e internacional para movilizarse en forma eficiente, económica y amigable con el medio ambiente. Es por eso que llevar a cabo un análisis de operación del sistema de ciclo-rutas en la ciudad de Bogotá en la localidad de Usme que permita no sólo diagnosticar su modo de operación actual, el estado de las rutas, la concurrencia o frecuencia de uso, entre otros, sino que permite identificar formas para potencializar su uso.

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

Marco de Referencia

Marco Jurídico

NORMATIVIDAD RELACIONADA CON EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE	
Decreto 798 de 2010	<p>Reglamentación de los estándares urbanísticos básicos para el desarrollo de los equipamientos y los espacios públicos, necesarios para su articulación con los sistemas de movilidad, principalmente con la red peatonal y de ciclorrutas que complementen el sistema de transporte y se establecen las condiciones mínimas de los perfiles viales al interior del perímetro urbano de los municipios y distritos que hayan adoptado plan de ordenamiento territorial. Algunos artículos relevantes:</p> <p>Artículo 7. Elementos de los perfiles viales. Artículo 8. Estándares para andenes Artículo 9. Estándares para ciclorrutas Artículo 11. Estándares para los cruces peatonales a desnivel Artículo 12. Construcción del Perfil Vial. (Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)</p>
Ley 1083 de 2006	<p>Por medio de esta ley "se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible" pero principalmente la movilidad sostenible. En ella se define la necesidad de dar prelación a los "modos alternativos de transporte" que incluyen los peatones y bicicletas, y se asigna a los alcaldes municipales a adoptar mediante Decreto los Planes de Movilidad (Congreso de Colombia, 2006).</p>
Decreto 1504 de 1998	<p>Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los Planes de Ordenamiento territorial. Define los componentes de los perfiles viales, así como los elementos complementarios del espacio público dentro de los que incluyen elementos de señalización vial para prevención, reglamentación, información, marcas y varias. El artículo 5 habla de elementos complementarios del espacio público dentro de los que incluye elementos de señalización vial para prevención, reglamentación, información, marcas y varias. (Decreto 1504 de 1998: Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial., 1998)</p>
Decreto 1538 de 2005	<p>Se refiere a a) El diseño, construcción, ampliación, modificación y en general, cualquier intervención y/u ocupación de vías públicas, mobiliario urbano y demás espacios de uso público; y b) El diseño y ejecución de obras de construcción, ampliación, adecuación y modificación de edificios, establecimientos e instalaciones de propiedad pública o privada, abiertos y de uso al público. En su artículo 8 establece definiciones clave como rampa, vado, vías de circulación peatonal, paramento, símbolos de accesibilidad, accesibilidad en las vías públicas (entre otros). (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)</p>
Ley 388 de 1997	<p>Ley de ordenamiento territorial: Además de las disposiciones generales en materia de aprovisionamiento de los sistemas estructurantes en el desarrollo urbano y territorial, (entendiendo la infraestructura de soporte como uno de esos sistemas estructurantes), establece la obligatoriedad que tienen todos los planes de ordenamiento municipal (POT), planes básicos de ordenamiento territorial (PBOT) o esquemas de ordenamiento municipal (EOT) de señalar y delimitar en forma detallada por lo menos la localización de la Infraestructura para vías y transporte a partir de un ejercicio de planificación. (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Desarrollo Económico, & Ministerio del Medio Ambiente, 1997)</p>

Tabla 1.

MARCO NORMATIVO EN MATERIA DE TRANSPORTE EN GENERAL	
Ley 86 de 1989	Obligatoriedad de prestar un servicio de transporte masivo de pasajeros que sea eficiente y que prevea el crecimiento y desarrollo urbano del territorio y buscar desestimular la utilización superflua del automóvil. (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1989)
Ley 310 de 1996	Política Nacional de Transporte Urbano: Define lineamientos de política de la Nación para su participación en los proyectos de transporte masivo de pasajeros, en donde habla de la cofinanciación nacional para beneficio de los municipios. (Ministerio de Transporte & Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1996)
Documento CONPES 3167	El CONPES específicamente como instrumento de política se refiere al mejoramiento del servicio de transporte público urbano de pasajeros. Para la utilidad de la presente guía, contiene información como: <ul style="list-style-type: none"> » Medidas de gestión de tráfico y transporte: Estímulo al uso del transporte no motorizado, mediante dotación de equipamiento adecuado como señalización, parqueo de bicicletas, campañas educativas, peatonalización de vías, etc. » Ejemplos de causas frecuentes de reducción en la capacidad de la infraestructura de transporte en ciudades colombianas » Competencias legales de las autoridades locales en materia de transporte. (Anexo 5). » (Departamento Nacional de Planeación, 2002)
Ley 769 de 2002	Código Nacional de Tránsito y Transporte de Colombia. En éste se definen los vehículos, normas de circulación para ellos y otros aspectos de tránsito y tráfico del país. El capítulo V se refiere a ciclistas y motociclistas y sus normas de circulación, el artículo 95 a normas específicas para el uso de bicicletas y triciclos. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002)
Ley 1239 de 2008	Ley por la que se modifican los artículos 106 y 107 del Código Nacional de Tránsito en lo que atañen a las velocidades de los vehículos (Congreso de la República de Colombia, 2008)
MARCO NORMATIVO EN MATERIA DE DESARROLLO URBANO	
Decreto 879 de 2008:	Artículo. 14: Todos los planes de ordenamiento municipal (POT), planes básicos de ordenamiento territorial (PBOT) o esquemas de ordenamiento municipal (EOT) están obligados a señalar y delimitar en forma detallada por lo menos la localización de la Infraestructura para vías y transporte. Nota: los POT, PBOT o EOT son un mismo instrumento que cambia de nombre y alcance según el tamaño del municipio. (Ministerio del Interior y de Justicia & Ministerio de Comercio Industria y Turismo, 2008)

Tabla 2.

En efecto, el Gobierno Nacional incluyó por primera vez a la bicicleta de manera explícita en un plan de gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Ley 1753 de 2015 Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 Todos por un nuevo País, 2015)², tanto en su documento de Bases como en el articulado de la Ley en los siguientes artículos:

- Financiación de sistemas de transporte público: se pueden realizar inversiones soportadas en “estrategias de articulación y fomento de la movilidad en medios no motorizados” (Artículo 31).
- Apoyo a los sistemas de transporte: se pueden apoyar las soluciones de transporte público de pasajeros con “acciones orientadas a incrementar y regular el uso de modos no motorizados y de energías limpias (entendidos como el viaje a pie, bicicleta o tricimóvil, entre otros), integración con otros modos y modalidades, especialmente en zonas de última milla” (Artículo 32).
- Estímulos para el uso de la bicicleta y los tricimóviles no motorizados para lo cual el Ministerio de Transporte “realizará acciones tendientes a promover el uso de modos no motorizados y tecnologías limpias, tales como bicicleta, tricimóviles y transporte peatonal en todo el territorial nacional” (Artículo 204). El mismo artículo establece que el Ministerio de Transporte diseñará, en el plazo no mayor de dos años, “una metodología para incluir en los futuros proyectos de interconexión vial las condiciones en las que debe incluirse infraestructura segregada (ciclo-rutas) en zonas de alto flujo de ciclistas en entornos intermunicipales, ingresos a grandes ciudades, contornos o variantes urbanas, zonas de alta velocidad o de alto volumen de tráfico. En cuanto al marco normativo, hay que destacar la publicación en 2015 del Manual de Señalización Vial (Ministerio de Transporte, 2015), consecuente con el Plan Nacional de Seguridad Vial (2013-2021) (Ministerio de Transporte, 2014). El manual pretende, como su subtítulo indica, establecer dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo-rutas de Colombia.

Dentro de la normatividad hay que resaltar las velocidades máximas permitidas, las cuales están establecidas de la siguiente manera en la Ley 1239 de 2008 (Congreso de la República de Colombia, 2008): “Artículo 106. Límites de velocidad en vías urbanas

y carreteras municipales. En las vías urbanas las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público o particular será determinada y debidamente señalizada por la autoridad de Tránsito competente en el distrito o municipio respectivo. En ningún caso podrá sobrepasar los 80 kilómetros por hora.

El límite de velocidad para los vehículos de servicio público, de carga y de transporte escolar, será de sesenta (60) kilómetros por hora. La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta (30) kilómetros por hora.

“Artículo 107. Límites de velocidad en carreteras nacionales y departamentales. En las carreteras nacionales y departamentales las velocidades autorizadas para vehículos públicos o privados, serán determinadas por el Ministerio de Transporte o la Gobernación según sea el caso teniendo en cuenta las especificaciones de la vía. En ningún caso podrán sobrepasar los 120 kilómetros por hora.

Para el servicio público, de carga y de transporte escolar el límite de velocidad en ningún caso podrá exceder los ochenta (80) kilómetros por hora. Será obligación de las autoridades mencionadas, la debida señalización de estas restricciones.

“Parágrafo. La entidad encargada de fijar la velocidad máxima y mínima, en las zonas urbanas de que trata el artículo 106 y en las carreteras nacionales y departamentales de que trata este artículo, debe establecer los límites de velocidad de forma sectorizada, razonable, apropiada y coherente con el tráfico vehicular, las condiciones del medio ambiente, la infraestructura vial, el estado de las vías, visibilidad, las especificaciones de la vía, su velocidad de diseño, las características de operación de la vía". (Congreso de la República de Colombia,2008)

Este último párrafo de la normativa, referido a la necesidad de establecer límites de velocidad coherentes con el contexto de la vía, es fundamental para considerar diversas opciones de ciclo-inclusión apoyadas en la adaptación del sistema vial a la circulación cómoda y segura de las bicicletas.

Como consecuencia del marco normativo vigente, la planificación y construcción de ciclo-infraestructura puede depender de varias instituciones encargadas de los siguientes ámbitos de la intervención pública:

Planificación general de la ciudad y, en ocasiones, definición de estándares de diseño generalmente a través de Planes de Ordenamiento Territorial, Esquemas de ordenamiento Territorial y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (Secretarías de Planeación o equivalentes).

Definición de políticas de movilidad, regulaciones y señalización (Secretaría de Movilidad o de Tránsito, según sea el caso).

Construcción de la infraestructura y, hasta cierto punto, definición de estándares de diseño (Secretaría de Infraestructura, Instituto de Desarrollo Urbano o sus equivalentes).

Gestión de sistemas de transporte masivo.

Debido a esta pluralidad en responsabilidades, a veces es difícil definir cuál entidad está a cargo de cada tipo de intervención. En el caso de Bogotá la ciclo-infraestructura ha sido planeada, diseñada y/o implementada por la Secretaría de Planeación Distrital (planeó), Secretaría de Movilidad (planeó, diseño, implementó – “ciclocarriles”), Instituto de desarrollo Urbano (planeó, diseño, implementó – “ciclo-rutas”) e incluso otras entidades a cargo de recreación (IDRD, a cargo de parques de la ciudad) o de

acueducto (EAAB, a cargo de rondas de ríos y demás cuerpos de agua, quienes han construido ciclo-rutas) y el ente gestor de TransMilenio (diseñó y/o aprobó diseños para lo que el IDU construyó). En este sentido, es importante que las entidades tengan una coordinación adecuada para implementar ciclo-infraestructura que responda a una política general, una red específica y unos estándares de diseño para poder monitorear resultados.

También es importante garantizar coordinación con entidades de servicios públicos que estén a cargo de otras intervenciones de infraestructura complementaria como instalación de postes, paraderos de transporte público y demás.

Por todo esto, es importante la creación de un plan de ciclo-infraestructura que defina, entre otros componentes, una ciclo red que responda a las demandas actuales y futuras de los usuarios, así como la estructuración de planes, programas y proyectos de intervención a mediano y largo plazo. Este plan debe estar articulado con el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio o similar (POT, EOT, PBOT) y adoptarse como un plan maestro. Este proceso ya lo ha realizado el Área Metropolitana del Valle de Aburrá consu Plan Maestro Metropolitano de la Bicicleta (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Elejalde López, & Martínez Ruíz, 2015), y Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá & Instituto de Desarrollo Urbano, 1998) mediante el desarrollo de un Plan Maestro de ciclo-rutas en 1999 que no fue adoptado por decreto y actualmente está en proceso de reformulación.

Marco Conceptual

El desarrollo del proyecto se efectuará en la localidad 5 de Bogotá, siendo esta la segunda en extensión y como unidad político administrativa, se encuentra subdividida en 7 UPZ's, 279 barrios y 14 veredas. En gran parte del territorio de Usme se destinó para uso residencial y por ende su malla vial existente es bastante confluida. Ahora bien, las grandes vías arteriales de Usme que son la Av. Villavicencio, la Av. Caracas, la Av. Boyacá, incluyen con un ciclo carril para bicicletas, pero en la actualidad tienden a ser insuficientes en la movilidad local.

De esta manera el diseño de ciclo-ruta a generar permite la conectividad de dos puntos importantes para el flujo de bicicletas provenientes de las zonas residenciales del centro de Usme. Como se muestra en la figura (imagen 2) el diseño de la ciclo-ruta permitirá la conexión entre la Av. Villavicencio y la Av. Caracas.

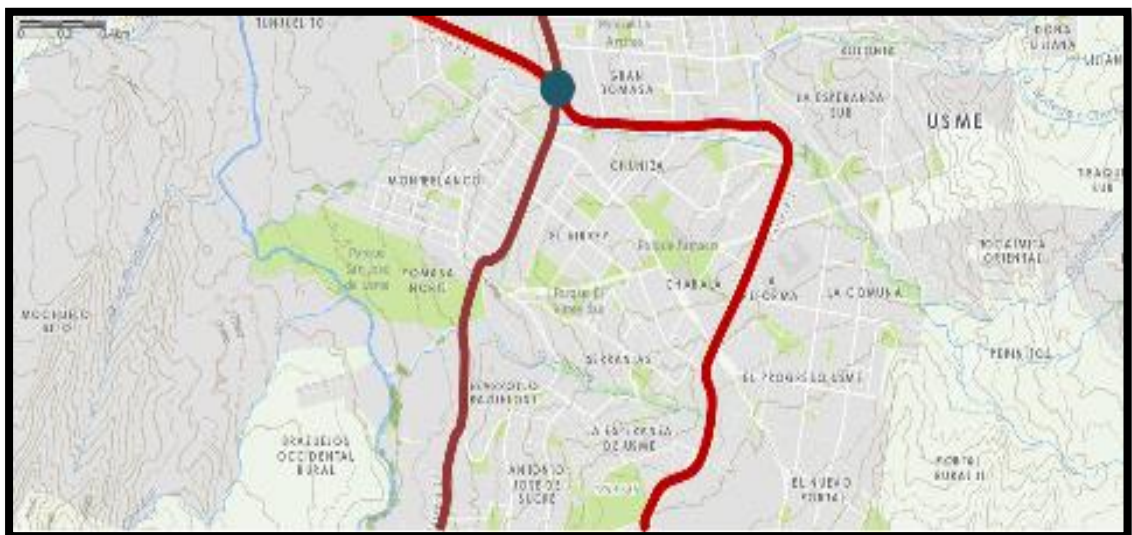


Imagen 2 satelital de la localidad Usme y de sus principales vías.

El 23 de julio de 2015 se presentó las propuestas que cambiarían la movilidad de Bogotá ya que esta es una de las ciudades más grandes y complejas del país, movilizarse es difícil y requiere soluciones para que la gente pueda transitar por ella.

La consultora Steer Davies Gleave, contratado por ProBogotá Región, planteó nueve temas fundamentales que cambiarían la movilidad de la ciudad y así mejorar el bienestar de los bogotanos.

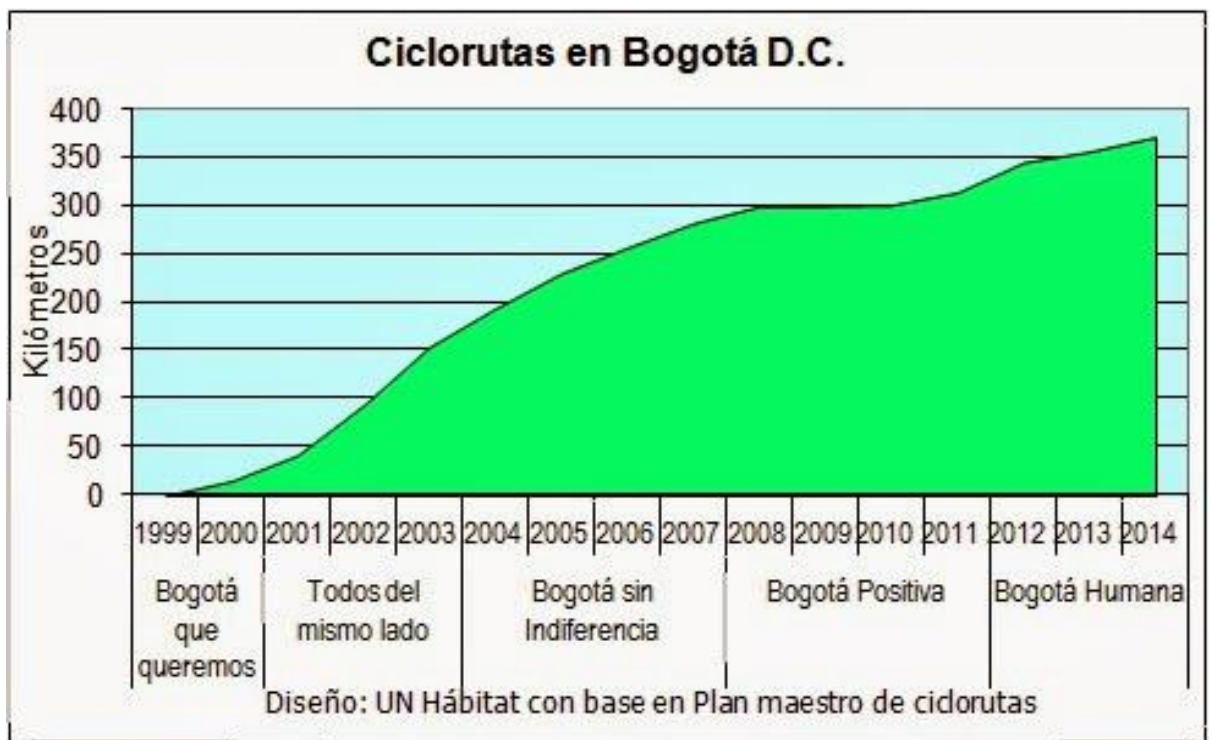
- Intervenciones al SITP
- Mejorar los cruces claves
- Acceso de los buses a los portales
- Primero los buses
- Controlar el parqueo en la vía
- Tecnología para la movilidad
- Ciclo-rutas conectadas y señalizadas
- Información, respeto y cultura
- Primero la vida

De los nueve temas planteados en el estudio queremos enfocarnos en el de ciclo-rutas conectadas y señalizadas ya que según el estudio realizado nos plantea textualmente: “Bogotá tiene una política de movilidad que deja clara la preferencia de la bicicleta sobre otros medios de transporte motorizados y cuenta con personal dedicado al tema en sus Secretarías de Movilidad, Desarrollo Urbano, Recreación y Deporte, y de Educación coordinando actividades y formulación de proyectos” pero al evaluar la infraestructura se evidencia las siguientes problemáticas.

El 15 de diciembre de 1974 se da inicio a la construcción de ciclo-rutas en la ciudad. En Bogotá actualmente se encuentran construidos cerca de 354 km en los que diariamente se realizan 611.472 viajes. Actualmente en el corredor peatonal de la carrera séptima se ofrece el préstamo gratuito de bicicletas públicas. Para el 2016, Bogotá espera tener 6 ‘bicicorredores’ y un sistema de alquiler de bicicletas público

con parqueaderos y conexiones con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP).

La extensión más grande de una ciudad Iberoamericana, con el cual se instrumentó un sistema de transporte alternativo limpio y democratizante en el uso del espacio público.



<http://ciclorutas.blogspot.com.co/>

Desde el año 1999 ha presentado un incremento muy importante en la construcción de Kilómetros y lo que se analiza desde esta perspectiva es que cada vez se están necesitando más vías para bicicletas. Y que el gobierno ha puesto en su plan de mejoramiento vehicular esta alternativa como medio de transporte y mejorar los hábitos.

Para el año 2015 se proyecta construir 108 kilómetros adicionales de bicarriles en Bogotá, para que las bicicletas puedan compartir las vías de los vehículos, se implementarán en dos fases. La primera incluye las localidades de Usaquén,

Chapinero, Fontibón, Engativá, Barrios Unidos y Suba. En el segundo grupo están Santa Fe, San Cristóbal, Los Mártires, Ciudad Bolívar, Puente Aranda, Usme, Tunjuelito, Bosa, Kennedy, Teusaquillo, Antonio Nariño, La Candelaria, y Rafael Uribe. La inversión será de 11 millones de dólares, a un costo promedio de US 100.000 por kilómetro.

Es por esto que Bogotá necesita mayor inversión en ciclo-rutas que conecten puntos principales a través de puentes o túneles y e incluso la implementación de semáforos para bicicletas, con las rutas muy bien demarcadas e incluso con la implementación del pavimento colorado para diferenciarlo del pavimento corriente para los conductores distraídos. Las ciclo-rutas actuales están muy desconectadas las unas de las otras.

Según el IDU, “la red de vías se extenderá 20 kilómetros más en los próximos años, para un total de 374 km, con una inversión de 9.465 millones de pesos. Además, según Tomás Pachón, director de Espacio Público de la entidad, para este cuatrienio se invertirán 14.745 millones de pesos en el mantenimiento del sistema de ciclo-rutas, que involucran equipamiento urbano y espacio público .Según el proyecto del plan de desarrollo urbano 2016-2020 se tienen contemplado los siguientes proyectos:

- Avenida San José (AC 170) desde Avenida Cota (AK 91) hasta Avenida Ciudad de Cali (AK 106)
- Troncal Carrera 7a desde la Calle 32 hasta la Calle 170.
- Troncal Calle 100 TRANSMILENIO desde la Carrera 7 hasta la Av. Suba. Av los Cerros desde la Av. Comuneros hasta la Av. Troncal Juan Rey
- Construcción de 120 Km. nuevos de ciclo-ruta. Aumentar en 30% el número de kilómetros recorridos en bicicleta



Sistema de ciclo-rutas en la ciudad de Bogotá

Esta grafica representa los puntos y conexiones que pueden tener las diferentes vías de ciclo-rutas a lo largo de la ciudad de Bogotá

Marco Teórico

Para la movilidad de bicicletas desde los sectores netamente residenciales hasta el desemboque a una vía principal que presente una línea de ciclo-rutas ya establecida. Se debe tener un planeamiento que consiste en conocer los factores internos que determinan la movilidad de los vehículos dentro de los diferentes tipos de vías en la localidad, y más específicamente en los barrios adyacentes del área de intervención del diseño de la ciclo-ruta.

En todo caso para incluir el enfoque de los componentes del tráfico vehicular, el peatonal y de las bicicletas, hay que considerar unas especificaciones para el mejor desarrollo de los bici-carriles a diseñar. Según el manual del PMC (plan maestro de ciclo-rutas) establecido por el IDU de la alcaldía de Bogotá, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipos de infraestructuras para bicicletas
- Criterios para la aplicación de tipologías
- Recomendaciones para la construcción de las redes locales y de barrio
- Diseño geométrico
- Pavimentación
- Elementos de protección
- Color del pavimento y acabados
- Drenaje
- Señalización

- Ciclo-rutas recreacionales
- Iluminación
- Estacionamientos (Portales – Usme (Av. Caracas) Tunal (Av. Villavicencio))

Infraestructuras para Bicicletas

Para la elaboración de una infraestructura para bicicletas se tiene en cuenta cuatro tipos de bici carriles para dar mejor facilidad y viabilidad a la movilización de este medio de transporte dependiendo el estado del espacio público a intervenir, estas cuatro infraestructuras son:

- Ciclo-rutas en sitio propio o andén: los bici-carriles están de forma separada o aislada de la vía vehicular, ya que se construyen sobre un andén a cualquier lado de la vía o hasta en el centro de la calzada.
- Ciclo-rutas en vías compartidas: este modo de infraestructura permite designar una parte de la vía vehicular para compartirla con la movilidad de las bicicletas dándole prioridad a ellas, de este modo las bicicletas obtienen una parte de la calzada para su desplazamiento, presentando su debida demarcación, señalización y delimitación adyacente a la vía vehicular.
- Bulevar para bicicletas: esta infraestructura se adecua en una calle con bajos volúmenes de tráfico, de esta manera se indica prioridad a las bicicletas e intenta generar niveles menores de automóviles en la zona, en este caso la señalización predomina y enfatiza la prioridad a bicicletas, pero aun así el paso de vehículos también está permitido.

- Vías compartidas para bicicletas: en las vías compartidas, los vehículos y las bicicletas comparten un mismo ancho de carril, siendo que cada uno debe respetar el espacio del otro, se debe tener más precaución en el momento del adelanto.

Aplicación de Tipologías

Para la aplicación de un diseño de infraestructura vial para bicicletas hay tener en cuenta unas dimensiones mínimas de tránsito y maniobrabilidad para el usuario, de este modo las características que deben establecerse en el trazado del recorrido a parte de la definición de la sección, los anchos de carril, anchos de calzada y propiedades inherentes del carril como los separadores son requisito para el buen diseño geométrico de esta. De igual forma deben tenerse en cuenta los siguientes criterios ((IDU), 2004).

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

Recomendaciones para Construcciones de Redes de Barrio y Locales.

En la construcción de redes locales a excepción de algunos casos particulares, el desarrollo de esta no implica grandes costos, pero aun así se fijan ciertos parámetros a tener en cuenta. Resaltaremos las más importantes a tener en cuenta.

- Condiciones de velocidad, tráfico y topografía del terreno.

- Verificar si puede generar una conexión con redes principales
- Establece demanda en el barrio o zona de intervención.
- Se determina si es una ruta que cumpla de forma directa el desplazamiento para el acceso a diferentes sitios de interés como colegios, áreas recreativas, lugares de trabajo.

Diseño Geométrico

En el diseño geométrico se establecerán todos los parámetros establecidos por el manual de diseño de ciclo-rutas implementado por el IDU y la alcaldía distrital. El enfoque del diseño geométrico es poder estructurar todos los parámetros necesarios para que el ciclista pueda recorrer los carriles sin sentirse inseguro al transitar y que cumpla con los pertinentes sistemas de señalización y los espacios adecuados con los peatones y/o carros.

Espacio útil: Es el primer parámetro a tener en cuenta para el correcto diseño del ciclo carril, para ello se establecen las siguientes dimensiones ((IDU), 2004): Ancho 1,00 metro, Largo 1,75 metros, Alto 2,250 metros.



Dimensiones de una bicicleta dentro del parámetro de diseño PMC. Fuente Freddy Giovanni Calderón Moreno

Pistas y fajas: son el método de señalización y demarcación para que el ciclista tenga siempre prioridad en vías compartidas con vehículos o con peatones, estas 30 pistas o fajas pueden ser de una dirección o de dos direcciones siendo la ultima una de las alternativas más usadas cuando se cuenta con espacios reducidos. Es claro indicar que en la construcción de los anchos tanto en la vía vehicular como en los andenes o bulevares, la separación del tráfico de bicicletas mediante señalizaciones u obstáculos es imprescindible. Los tipos de pistas y fajas se contemplan de la siguiente manera.



Tipo de Ciclo vía: pista y faja. Fuente Freddy Giovanni Calderón Moreno

- Pistas: variable según su volumen de tráfico
- Faja tipo I: vías en las que no se bordea zonas de paqueo
- Faja tipo II: vías en las que se bordea zonas de paqueo
- Faja tipo III: vías protegidas por un separador
- Faja tipo IV: localizadas entre la línea de paqueo y un canal de tráfico motorizado.

Tipo de vía	Sentido	volumen (bicicletas X día)	ancho efectivo (m)	Ancho con un obst. (m)	Ancho con dos obst. (m)
pista	unidireccional	<1500	2,25	2,75	3,25
	unidireccional	> 1500	2,5	3	3,5
	bidireccional	<1500	2,75	3,25	3,75
	bidireccional	> 1500	3	3,5	4
faja tipo I	unidireccional	> 1500	2,25	2,75	---
	unidireccional	≤1500	1,5	2	---
	bidireccional	>1500	3	3,5	---
	bidireccional	≤1500	2,75	3,25	---
faja tipo II	unidireccional	> 1500	2,5	3	---
	unidireccional	≤1500	1,75	2,25	---
	bidireccional-A	>1500	3	3,5	---
	bidireccional-B	>1500	3,25	3,75	---
	bidireccional-A	≤1500	2,75	3,25	---
	bidireccional-B	≤1500	3	3,5	---
faja tipo III	unidireccional	> 1500	2,5	3	---
	bidireccional	>1500	3	3,5	---
	bidireccional	≤1500	2,75	3,25	---
faja tipo IV	unidireccional	> 1500	2	2,5	---
	unidireccional	≤1500	1,5	2	---

Tabla 3. Tipo de pistas y fajas según el manual de diseño del PMC

Existe otro tipo de vías para ciclistas, la cual es las “aceras-bici” que planean una circulación de bicicletas y peatones de manera superpuesta en la que se genera un conflicto con los implícitamente implicados ya que plantea un sistema de diseño y estructura diferente en la que no se evidenció como una solución eficaz para la movilidad. De este modo el único modo que no se tendrá en cuenta es este método ya que en la ciudad de Bogotá no se ha planteado ni un solo tramo de este sistema de infraestructura y por lo cual no es indispensable el usarlo para generar una innovación para la movilidad, siendo que no se conocerán los efectos que proporcionara dicha infraestructura planteada

De igual manera existen otros factores a la hora de construir dicho proyecto, pero como en el proyecto solo se determina el diseño geométrico de la ruta, no tendremos en cuenta ninguna otra observación.

Velocidad de Diseño

Para la implementación del parámetro de velocidad hay que determinar el radio, el ancho, la señalización y el peralte de las curvas de la vía, pero en condiciones normales (terreno plano, pavimento asfáltico y clima neutro) la velocidad de diseño oscila entre el 20 y 30 Km/h siendo la última la más adecuada para efectos de seguridad vial, también se diseña según la longitud de la pendiente ya que el descenso de esta plantea un aumento de velocidad considerable por lo cual el ciclista debe tener la sensación de seguridad mientras transcurre este tramo de vía. La variación de diseño en la velocidad con respecto a la longitud se presenta en el siguiente cuadro:

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	50 km/h	55 km/h
9	45 km/h	55 km/h	60 km/h

Tabla 4. Longitud máxima vs pendiente, datos extraídos según el manual de diseño del PMC. Fuente PMC

Pendientes

Para el diseño de la pendiente en la vía se deben considerar dos parámetros; el esfuerzo del ciclista para escalarlas y los parámetros de seguridad en los descensos, de esta manera se establece la siguiente tabla:

desnivel a superar (m)	Pendiente (%)	
	normal	máxima
2	5	10
4	2,5	5
6	1,7	3,3

Tabla 5. Calculo de pendiente según su desnivel, extraído según el manual de diseño del PMC. Fuente PMC

En el diseño de una vía con una pendiente determinada, se puede establecer hasta un 3% de pendiente de manera continua, de igual forma hay que evitar una pendiente del 6% en tramos largos ya que puede generar fatiga en los ciclistas.

Radios de Curvatura

Los radios de curvatura de las vías para ciclistas se definen por medio de los parámetros de; fricción de la bicicleta, el tipo de terreno y la velocidad de diseño. En general los radios de curvatura son iguales a los de las vías para vehículos motorizados, pero en los casos en los que se presenta una intersección se suelen adoptar radios de pequeños aproximadamente de 3 a 5 metros, o en su defecto se elimina la curva y se esclarece la señalización pertinente.

Peralte

Para la construcción del peralte se deben tener en cuenta dos recomendaciones; en caminos unidireccionales el porcentaje de peralte nunca debe exceder el 12% y en caminos bidireccionales el 8%. De igual manera en casos donde el peralte exige un ancho en función al radio de curvatura se presenta la siguiente tabla.

Radio de curvatura	Sobre ancho requerido (pendiente entre 0% y 3%)
24 a 32 m	250 mm
16 a 24 m	500 mm
8 a 16 m	750 mm
0 a 8 m	1000 mm

Tabla 6. Calculo del peralte, extraído según el manual de diseño del PMC. Fuente PMC

Pavimentación

En el diseño de construcción del pavimento se tiene en cuenta los siguientes elementos; la granulometría de rodadura, su impermeabilidad, su propiedad antideslizante y su aspecto. Las vías para bicicletas no necesitan grandes estructuras

asfálticas ya que no ejerce en el piso altos esfuerzos físicos por ende su estructura es similar a la de los peatones. Su estructura se compone de:

Sub-base; este debe ser relleno compactible, en capas de 15cm de la densidad máxima del próctor modificado.

Base; los materiales para esta deben ser libres de materia orgánica y su granulométrica está indicada en la siguiente tabla

Capa de rodadura: la capa de rodadura puede ser de cualquier tipo, pero para su selección debe tener; resistencia, cohesión, durabilidad uniformidad e impermeabilidad.

tamiz (mm)						tamiz (mm)	
tamiz	28	20	14	5	1,25	350	80
%	100	90-100	68-93	33-60	19-38	9-17	2-8

Tabla 7. Estructura del suelo para pavimentos, extraído según el manual de diseño del PMC. Fuente PMC

Tipos de pavimento

Algunos de los pavimentos que pueden ser utilizados para la construcción de vías de ciclistas son:

Pavimento a base de concretos hidráulicos	Concreto mezclado in situ
	Concreto en placas prefabricadas
	Bloques prefabricados en concreto
Pavimentos bituminosos	Tratamiento superficial simple
	Concreto asfáltico

Tabla 8. Tipos de pavimento aplicados a Ciclovías, según el manual de diseño del PMC. Fuente PMC

También existe otro tipo de pavimento que se emplea en la construcción de las vías para ciclistas, y es el asfalto industrial, aunque no es muy empleado ya que para su elaboración se requiere de equipos especializados para su confección y elaboración.

Estructuras de Fajas para Ciclista

En el caso de que las vías para los ciclistas se comprendan en la rodadura de una vía vehicular existente, se tienen que tomar las siguientes medidas seguridad y confort para asegurar una superficie más agradable.

- El nivel de los pozos o sumideros debe estar al nivel de la rodadura.
- Las juntas del pavimento deben estar en buenas condiciones
- La superficie de la rodadura debe estar limpio de cualquier objeto o material granular que pueda ocasionar algún accidente
- Cualquier irregularidad presente en la rodadura debe ser eliminada o mitigada
- La orientación de las hendiduras de los drenajes debe ser perpendicular al sentido del tráfico, además que estas hendiduras no deben tener una abertura muy amplia

orientación de la irregularidad	hendiduras	proyecciones
paralelas	1,3 cm de ancho	1,0 cm de alto
perpendiculares	1,3 cm de ancho	2,0 cm de alto

Tabla 9. Máximas irregularidades permitidas en el suelo, según el manual de diseño del PMC. Fuente PMC

Elementos de Protección

La implementación de estos elementos se contempla para la seguridad y el embellecimiento de la Ciclovía, de igual manera para cada caso, bien sea para las pistas o fajas los elementos pueden diferir por cuestiones de espacio y de utilidad. Según la intensidad del tráfico y la velocidad de diseño son utilizados los siguientes elementos.

- Bolardos o delineadores: vías de tráfico medio y velocidades medias
- Barandas metálicas: vías de tráfico alto y velocidades altas

- Barreras de insonorización tráfico: intenso con contaminación sonora
- Cercas vivas: vías de alta velocidad
- Color de pavimento y acabados

Lo más recomendable para un tránsito adecuado es que la demarcación, color y textura del pavimento sea de un color diferente para destacar en el espacio urbano. Es importante que los acabados tengan propiedades de resistencia y durabilidad en la intemperie para que los costos de mantenimiento y en general sean menores. Las pinturas en elementos metálicos deben ser anticorrosivas y lectroestáticas para garantizar su durabilidad.

De igual forma para cada tipo de acabado se sugiere los siguientes colores

- Superficies metálicas: Acabado color amarillo, verde selva, naranja y rojo.
- Banda de rodamiento: Color rojo, terracota y azul
- Elementos de concreto: Acabado natural
- Adoquines y losetas: Acabado de fábrica según composición del diseño urbano.

Drenaje

El drenaje de las vías para ciclistas será de la manera más natural posible, ajustándose lo más posible a la topografía del terreno y evitando redes de drenaje y disposición de aguas lluvias. Cuando las vías estén en los laterales de las vías vehiculares se dejará el porcentaje establecido por la vía y en el caso de las Ciclovías tipo pistas siempre se dejará una inclinación del 2% para evitar estancamientos de agua en la vía.

Señalización

Como todo diseño de infraestructura vial, es primordial el desarrollar e implementar una buena distribución o implementación de la señalización para los múltiples acontecimientos que se presenten en la vía y que necesiten de una ayuda visual para informar al ciclista de cualquier situación. A diferencia de las vías motorizadas, el buen diseño geométrico de la vía permite que no exista muchos elementos de señalización que genera en si contaminación visual y desorden en su propósito. También para facilidad del ciclista la mayoría de la señalización vigente es de carácter simbólico que textual, así el ciclista recibe el mensaje más fácil y rápido que si fuera de manera textual. De esta manera se presentan las señalizaciones más utilizadas en las Ciclovías.

Señales verticales:

- Circulación prohibida SR-22
- Ciclo-ruta SR-37
- 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
- Vehículos en la Ciclo-ruta SPC-01

- Ciclo parqueadero SIC-03
- Fin de Ciclo-ruta SIC-04
- Inicio de Ciclo-ruta SIC-05
- Zona compartida bicicletas - peatones SIC-06
- Inicio ciclo banda SIC-07
- Fin de ciclo banda SIC-08

En cuanto a la señalización horizontal el manual de diseño establece que las demarcaciones del pavimento con pintura de diferentes colores van empleados para la situación o acontecimiento presente en el que se encuentra la vía o el terreno donde se encuentre el ciclista. Así los siguientes son las formas de señalización más comunes y las más empleadas en las Ciclo-vías.

- Intersecciones: se demarca en el pavimento un ancho de cruce variable que será mínimo de 2 metros para vías unidireccionales y de 2,8 metros para vías bidireccionales
- Señalización en pistas: se demarca en el pavimento una bicicleta para enfatizar el tránsito de los ciclistas por esa vía, para el caso de una intersección se demarca una línea blanca de 25cm de ancho de manera continua con obstáculos remontables como tachones o prismas, así los conductores de vehículos motorizados enfatizan la prioridad a los ciclistas.
- Islas de refugio: ubicadas en la esquina de las intersecciones delimitan el pavimento de manera efectiva para que el ciclista pueda hacer maniobras de giro.

- Corredores pintados: delimitan el corredor para incrementar su visibilidad ya que con grandes volúmenes de tráfico es más difícil verlos, de esta manera estos corredores son recubiertos con pintura de otro color al del pavimento además de ser fluorescente
- Líneas de pare: es un delimitador que se demarca en las intersecciones con el fin de alertar a los conductores de la presencia de ciclistas esperando el cambio de la luz roja del semáforo, para la demarcación adecuada de esta, se debe trazar 2 metros delante de la línea de pare de los vehículos motorizados, esto con el fin de evitar conflictos cuando el conductor esté dispuesto a girar a la derecha.

Iluminación

El entorno de iluminación será a disposición de diseño, teniendo en cuenta que debe ser estudiada para la comodidad del ciclista y de los demás entes que transiten cerca de la Ciclovía, de igual forma en lugares donde sea necesario la implementación de estas.

La pista o las fajas deben estar bien iluminadas ya que el ciclista tiene que percibir cualquier anomalía o particularidad que se encuentre en la Ciclovía, de igual manera en el caso de las vías motorizadas, la iluminación permite que los conductores se percaten de los ciclistas en circulación.

En las intersecciones es importante generar una buena iluminación 50 metros antes del cruce para que los conductores tengan tiempo de percatarse de la presencia de un ciclista mientras atraviesa el cruce.

Estacionamientos

El uso de la bicicleta está unido a la creación y construcción de estacionamientos, ya que los ciclistas se perjudican al no encontrar una zona de disposición de bicicletas una vez llegado a su destino, por ello en la creación de bici parqueaderos hay que tener en cuenta la demanda de usuarios y la ubicación más eficiente para dichos estacionamientos.

En la construcción de bici parqueaderos se tienen en cuenta dos alternativas; las de estacionamiento a larga o corta duración. Teniendo en cuenta que para algunos usuarios el tiempo de parque de una bicicleta va ligado al tiempo de ocupación del usuario, que puede ser una diligencia en un sitio de interés cercano o la permanencia en horas de trabajo o estudio. Esta diferencia de tiempo supone una diferencia en su diseño, ya sea en el tiempo de exposición a la intemperie o la vulnerabilidad a un robo. En el caso de que el bici parqueadero sea una conexión con otro sistema de transporte como el bus, metro o el Transmilenio, los estacionamientos deben estar equipados con vigilancia y cubiertos para brindarle a el ciclista un estado de confort y bienestar para su sistema de movilización.

Espacios requeridos

Para la estimación de los espacios que se necesitan en la construcción de los ciclo parqueaderos hay que tener en cuenta tres factores; el tipo de instalación, el máximo de número de personas que utiliza la instalación en un tiempo determinado y la ubicación de la construcción. De igual forma según el manual de diseño de ciclo-rutas se puede diseñar un estacionamiento de bicicletas según esta tabla.

TIPO DE INSTALACIÓN	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2
Escuelas Primarios y Secundarias	1 Espacio por cada 20 m ² de aula + 1 Espacio por cada 800 m ² de oficina	10% del número de estudiantes + 3% del número de empleados
Universidades	1 Espacio por cada 20 m ² de aula + 1 Espacio por cada 800 m ² de oficina	6% del número de estudiantes + 3% del número de empleados
Paseos Urbanos	1 Espacio por cada 400 m ²	6% de los espacios de automóviles
Calles Comerciales	5 Espacios cada 200 m de frente de almacén	1 Espacio por cada 300 m ² de espacio comercial.
Tiendas de Esquina	2 ó 4 Espacios	
Centros Deportivos y Recreacionales	12% de los espacios de automóviles	1 Espacio por cada 100 m ²
Edificios de Oficina	1 Espacio por cada 800 m ²	4% de los espacios de automóviles
Cines, Teatros y Restaurantes	1 Espacio por cada 35 sillas	10% de los espacios de automóviles
Plantas Manufactureras	4% de los espacios de automóviles	3% del número de empleados
Proyectos Multifamiliares	1,5 espacios por apartamento	1 por cada dos alcobas
Áreas de Descanso		
<ul style="list-style-type: none"> • <1.500 ciclistas/día • >1.500 ciclistas/día 	5 Espacios 10 Espacios	

Tabla 10. Tipos de estacionamiento para bicicletas, según el manual de diseño del PMC. Fuente PMC

Diseño Metodológico

Enfoque

El enfoque de la investigación es de carácter cualitativo y cuantitativo en donde el fin es centrarse en ir formando el diseño adecuado y la generación del tramo vial que interconectara las vías existentes que se encuentran en la localidad de Usme.

Conclusiones y Recomendaciones

El análisis de la movilidad en la localidad de Usme de la ciudad de Bogotá para la interconexión entre Vial Desde la Calle 91 Sur con Carrera 14 (Caracas) hasta la Calle 91 con Carrera 2 (AV. Villavicencio), se implementaron diferentes estilos de infraestructura vial, entre los cuales tenemos. Pistas bidireccionales, Vías compartidas bidireccionales con vehículos motorizados, Vías compartidas bidireccionales con peatones y vehículos livianos, Vías en las que se bordea zonas de parqueo, Vías bidireccionales compartidas con peatones. De igual forma en cada una de los diferentes tipos de terreno y condiciones presentes en vía, el diseño geométrico alcanzo una totalidad de 3,240 metros de longitud con un abarcamiento de 8 barrios de la localidad de Usme y la iluminación y rehabilitación del tramo de ciclo-Ruta existente de la avenida Villavicencio y la Avenida Caracas (carrera 14). Se concluye que el trazado y diseño de la ciclo-ruta no interfiere en gran medida la malla vial existente ya que mucho del recorrido se implementó en vías de un solo sentido para vehículos y otras vías que no son principales y su flujo o tráfico vehicular es bajo, también se implementó el diseño en vías compartidas para peatones respetando un ancho de movilización adecuado para el ciclista y el peatón, por último se adecuaron 2 tramos para el diseño de pistas en andenes donde es exclusivo el uso de bicicletas.

De esta manera se hace evidente la facilidad con la que el diseño de ciclo-rutas puede coexistir con la malla vial existente para vehículos motorizados y de igual forma puede presentar una nueva forma de desplazamiento para los residentes de la zona, así por medio de diferentes tipos de infraestructura vial y sujetándose a las condiciones del terreno existente, el diseño de las ciclo-rutas plantea una alternativa bastante asequible para su implementación y desarrollo en una ciudad tan caótica en cuestión

de movilidad el cual los ciudadanos de esta localidad se van a beneficiar en cuanto a lo económico, mejoramiento y rendimiento de tiempos, bienestar y salud.

En el diseño final con la modelación se puede apreciar el resultado final del modelo del antes y el después de las principales vías como se puede visualizar en la imagen 15.

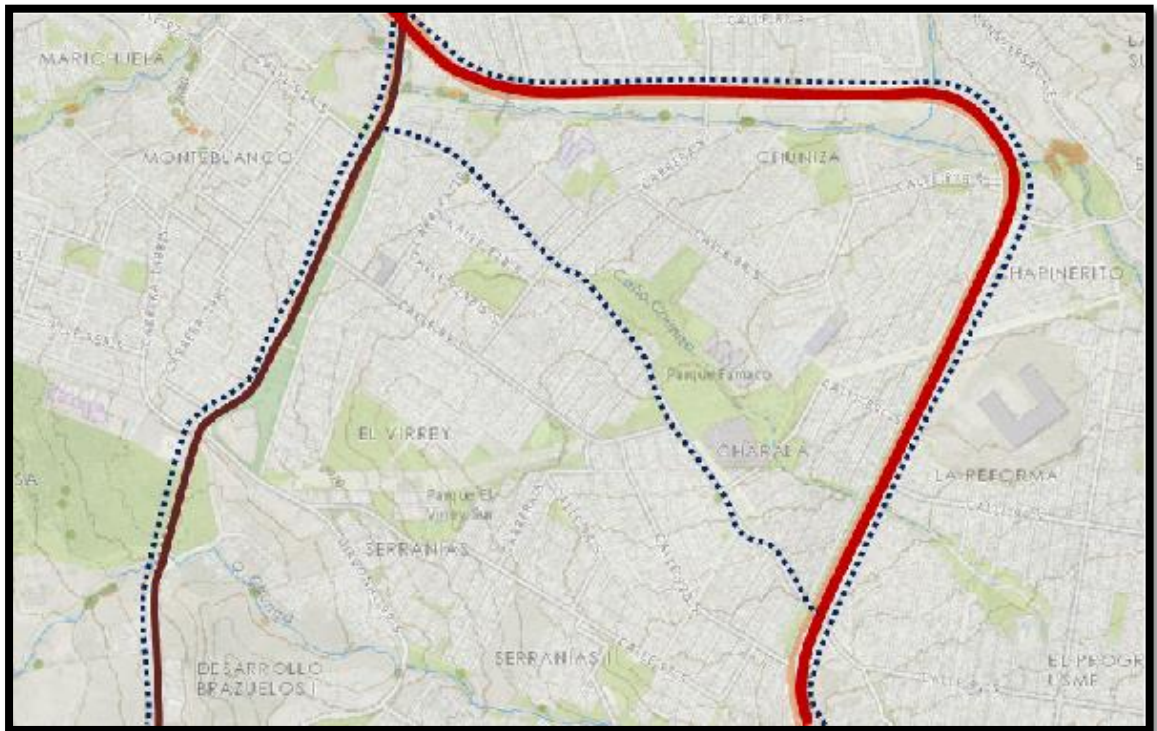


Imagen satelital de la localidad Usme y de sus principales vías con la construcción de las interconexión de ciclorutas.

Recomendaciones

Todos estos factores que influyen en la movilidad, deben estudiarse individualmente, y ser analizados con el objetivo de encontrar soluciones complementarias que logren el bienestar general aprovechando los espacios que generan los “observatorios” que son fuente para el análisis de estos hechos cambiantes y por tanto para la solución a los inconvenientes que pueden presentarse. Rescatar los procesos de cultura

ciudadana, para esto es necesario estudiar las percepciones de los individuos, sus hábitos, su forma de concebir ciudad, que depende de sus niveles de educación, de sus sitios de origen; recordemos la connotación cosmopolita de nuestra capital; depende también de la capacidad de expansión productiva de la ciudad y por supuesto de la percepción que tienen con respecto a la administración distrital.

Otro aspecto que es relevante y que actualmente se está estudiando es el tema de la movilidad sostenible que involucra un equilibrio entre los factores ambientales, económicos, sociales y culturales, buscando mejorar el desplazamiento de los individuos dentro de un marco de calidad y agilidad en sus comunes traslados, lo cual implica nuevas estrategias que deben ser formuladas dentro de los planes de desarrollo de la ciudad. También es determinante la incorporación de los costos económicos y sociales en las políticas, planes y proyectos, de tal manera que se garantice la equidad, eficacia y eficiencia en la inversión de recursos y en los resultados con fines sociales y de mejoramiento en la calidad de vida de los ciudadanos.

Avenida Villavicencio

Antes



Después



Carrera 14 (Avenida Caracas)

Antes



Después



Calle 91, conexión Parque Virrey Sur

Antes



Después



Referencias

- Revista semana sostenible (2016/01/18). Bogotá es la ciudad con más kilómetros de ciclo vías en América Latina. <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/bogota-es-la-ciudad-con-mas-kilometros-de-ciclovias-en-america-latina/34445>.
- Periódico El Espectador (2016/03/30). Top 10 de problemáticas que más agobian a bici usuarios en Bogotá. <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/top-10-de-problematicas-mas-agobian-biciusuarios-bogota-articulo-624525>
- Periódico El Espectador (2016/03/01). El plan de Peñalosa para conseguir \$88,7 billones. <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/el-plan-de-penalosa-conseguir-887-billones-articulo-619774>
- Soler, Y. (1992) Revista Prisma de estudiantes de la Universidad Nacional de Bogotá. Recuperado de <http://ciclorutas.blogspot.com.co/>
- El bogotano (AÑO) Sistema de ciclo-rutas. www.elbogotano.com/2011/10/10/sistema-de-ciclo-rutas.
- El inversor y la construcción, (2014/09/29). Ciclo vías, una tendencia que se consolida. Recuperado de <http://comercioyjusticia.info/elinversorylaconstruccion/informacion-general/ciclovias-una-tendencia-que-se-consolida/>
- Sanguino, A. (2015/04/21) Incentivar el uso de la bicicleta necesita mas que un día sin carro. Recuperado de [informe_movilidad_en_bicicleta_en_bogota.pdf](http://informe.movilidad.gov.co/informe_movilidad_en_bicicleta_en_bogota.pdf)
- <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/ciclo-rutas/?wpdmdl=923>
- (Bogotá, 2003/01/14, pág. 35) (ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Acuerdo 79 (de Enero 14) de 2.003. Bogotá: Imprenta Distrital, 2.003. p. 35. Artículo 100, Capítulo 6, “Por el cual se expide el código de policía de Bogotá, D.C.)
- Camara de Comercio (2009/08) Movilidad de bicicleta en Bogotá. Recuperado de [file:///E:/5054_informe_movilidad_en_bicicleta_en_bogota.pdf](http://informe.movilidad.gov.co/informe_movilidad_en_bicicleta_en_bogota.pdf)
- Revista Dinero (2013/09/24) CCB promueve el uso de la bicicleta. <http://www.dinero.com/actualidad/noticias/articulo/ccb-promueve-uso-bicicleta/184825>

Bibliografía

Claudia Dangond-Gibson, Jean-François Jolly, Alejandra Monteoliva y Fernando Rojas -

(2013). Del transporte a la movilidad urbana en Bogotá. Más que un problema.

Museo de la Fotografía (Bogotá), Fotomuseo, Instituto de Desarrollo Urbano (Bogotá).

(2007). Bogotá se mueve a todo pulmón: CicloRutas modernas y humanas. 19-10.

Bolger, A., & Giorgi, F. Trimmomatic: A Flexible Read Trimming Tool for Illumina NGS

Data. URL <http://www.usadellab.org/cms/index.php>.

Giardine, B., Riemer, C., Hardison, R. C., Burhans, R., Elnitski, L., Shah, P., ... &

Nekrutenko, A. (2005). Galaxy: a platform for interactive large-scale genome analysis. *Genome research*, 15(10), 1451-1455.