

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESUMER

PROYECTO PARA TRABAJO DE GRADO



“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DE UN TRAMO PILOTO  
DE CICLORUTA ELEVADA, SOBRE EL VIADUCTO DEL METRO DE MEDELLÍN  
ENTRE LAS ESTACIONES INDUSTRIALES Y POBLADO”

PREPARADO POR:

JONATHAN RENDÓN PATIÑO

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

LUIS HERNÁN ARROYAVE

DOCENTE

COLOMBIA

2015

## Contenido

Introducción .....	4
Resumen.....	5
Resumen ejecutivo.....	7
Abstract.....	7
1. Formulación y descripción del problema.....	8
2. Justificación del proyecto.....	8
3. Objetivos.....	10
3.1. General.....	10
3.2. Específicos.....	10
4. Limitaciones de la investigación.....	10
5. Marco de referencia .....	11
5.1. Estado del arte.....	11
5.2. Marco teórico.....	17
5.3. Marco conceptual.....	19
6. Planteamiento metodológico.....	22
6.1. Tipo de investigación.....	22
6.2. Diseño de la investigación.....	22
7. Entrega de difusión y divulgación del proyecto.....	24
8. Usuarios potenciales y sectores beneficiados .....	24
9. Formulación del proyecto .....	25
9.1. Análisis sectorial.....	25
9.1.1. Composición del sector.....	25
9.1.2. Situación histórica del sector .....	26
9.1.3. Situación actual del sector.....	28
9.1.4. Perspectivas del sector .....	29
9.1.5. Conclusión general del análisis sectorial .....	30
9.2. Análisis de mercados .....	30
9.2.1. Descripción del producto o servicio.....	34
9.2.2. Demanda .....	35
9.2.3. Oferta .....	36

9.2.4.	Precio .....	37
9.2.5.	Estrategia Comercial .....	38
9.2.6.	Conclusión General del análisis de mercados .....	38
9.3.	Análisis técnico .....	39
9.3.1.	Ingeniería del proyecto.....	39
9.3.2.	Localización .....	46
9.3.3.	Capacidad del proyecto .....	54
9.3.4.	Plan de Ejecución.....	58
9.3.5.	Análisis Organizacional y Legal .....	63
9.3.6.	Aspectos Legales.....	69
9.3.7.	Inversiones y financiación .....	69
9.3.8.	Conclusión general del análisis técnico. ....	73
10.	Evaluación del proyecto.....	74
10.1.	Evaluación financiera.....	74
10.1.1.	Supuestos y datos .....	74
10.1.2.	Cuantificación de impactos .....	78
10.1.3.	Construcción flujo de tesorería financiero y económico.....	83
10.1.4.	Construcción flujo de caja financiero y económico .....	84
10.1.5.	Construcción del estado de resultados financiero y económico.....	85
10.1.6.	Construcción del Balance General.....	87
10.1.7.	Criterios de evaluación financiera e indicadores financieros.....	87
10.1.8.	Conclusión general de la evaluación financiera.....	88
11.	Conclusión general del proyecto y recomendaciones .....	89
	Bibliografía .....	90
	Índice de Cuadros .....	93
	Índice de Figuras.....	94
	Índice de Gráficos.....	94
	Índice de Mapas .....	95

## Introducción

El uso de la bicicleta ha sido ampliamente difundido como un medio de transporte alternativo pues trae muchos beneficios a quienes suelen utilizarlo, uno de ellos y el más notorio es en la salud. Generalmente las personas que laboran en oficinas pasan la mayor parte de su tiempo inactivo frente a un computador lo que en el largo plazo puede traer fuertes consecuencias en la salud como lo son los problemas cardiacos y respiratorios. Es por ello que se han realizado esfuerzos con el fin de promover más aún su uso como alternativa ya que además de los beneficios en salud para las personas ofrece beneficios a nivel de movilidad en los centros urbanos.

La movilidad es un problema que siempre se encuentra sobre la agenda de los gobiernos tanto locales como nacionales, Medellín no es la excepción y es que debido al crecimiento de su parque automotor y al apenas reciente desarrollo vial que se está promoviendo, el caos vehicular y el tráfico suelen afectar a todos quienes se transportan por las vías de la ciudad, es por ello que se hace necesario buscar soluciones que traigan beneficios adicionales para las personas.

En Medellín existe un programa denominado EnCicla, promovido desde la Alcaldía donde de manera gratuita se alquilan bicicletas a las personas que previamente se hayan registrado para poder utilizar el sistema, este programa promueve una excelente iniciativa pero cuenta con un limitante y es la falta de vías. Es entonces un proyecto bandera para la ciudad de Medellín el empezar a generar vías para las bicicletas.

Este proyecto apoya la cultura de la bicicleta en Medellín y pretende promover y estimular el uso de la bicicleta para transporte, para fines creativos y de desplazamiento creando un tramo elevado de cicloruta sobre la vía férrea del metro entre las estaciones Industriales y Poblado, apoyando además la descongestión del Sistema Metro y de las vías principales de la ciudad.

## Resumen

La bicicleta a lo largo de su historia ha tenido diversos usos como medio de transporte, para el deporte, la recreación y el ocio, su utilización se realizaba de manera particular y privada, hasta los años 60's, cuando surgen los primeros intentos de incorporarla como alternativa de transporte público, teniendo en cuenta sus ventajas para la salud, el ambiente, el aprovechamiento del espacio y su economía.

Este medio de transporte se va consolidando cada día más como el medio de transporte del futuro, y como tal, se deben ejecutar y mantener políticas públicas que así lo avalen, y establezcan mecanismos y caminos que conlleven a la implementación de soluciones de movilidad en una ciudad que día a día, ya sea por sus obras civiles o por la gran demanda de automotores crece en su caos vehicular.

El uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, tanto para desplazamientos al lugar de trabajo o estudio, o para la recreación, se hace cada vez más frecuente en las ciudades, y por su bajo costo, poca ocupación espacial para su circulación, y a las grandes ventajas que genera para la salud física y mental de los usuarios, es sin duda una de las mejores soluciones de movilidad, sin embargo la mayoría de las vías no presentan un esquema definido para la circulación de los ciclistas, lo que genera grandes riesgos para su seguridad con respecto a otros tipos de vehículos de transporte.

Ante el gran problema de movilidad en las grandes ciudades (en este caso la ciudad de Medellín), surgen varias alternativas como soluciones, soluciones que garanticen unas

condiciones ideales para la circulación de los ciclistas, de un modo cómodo, seguro y atractivo, buscando un equilibrio entre el camino más corto y un número razonable de orígenes y destinos, una de ellas sería integrar a las ya existentes ciclorutas en Medellín, y al sistema integrado de transporte una solución dinámica, con aprovechamiento del espacio, económica y con ventajas para la salud, es por esto que se asume una investigación para la viabilidad de la construcción de una cicloruta elevada en la ciudad de Medellín.

**Palabras clave:** Cicloruta, elevada, prefactibilidad, movilidad.

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DE UN TRAMO  
PILOTO DE CICLORUTA ELEVADA, SOBRE EL VIADUCTO DEL METRO DE  
MEDELLÍN ENTRE LAS ESTACIONES INDUSTRIALES Y POBLADO”**

**Resumen ejecutivo**

El proyecto se refiere a un estudio de pre factibilidad de una cicloruta elevada sobre el viaducto del metro de Medellín entre las estaciones Industriales y Poblado del Metro. Inicialmente se plantea la formulación y descripción del problema que se pretende solucionar, se expone también la justificación del proyecto y cuáles son los objetivos del mismo. Se evalúan las limitaciones del proyecto y se expone un marco de referencia que contextualiza las condiciones del proyecto. Se genera un marco metodológico respecto a la investigación a realizar para fundamentar el proyecto y tener una base investigativa. Luego se realiza la estimación de los usuarios potenciales del sistema y se expone la formulación del proyecto empezando por un análisis sectorial, un análisis de mercados, luego el análisis técnico para evaluar la viabilidad técnica del proyecto y finalmente se expone la evaluación financiera y económica que determina la viabilidad del proyecto desde ese punto de vista y se finaliza con algunas conclusiones al respecto.

**Abstract**

The project involves a feasibility study of a high cycle route on the Medellin Metro viaduct between industrial and Poblado Metro stations. Initially the formulation and description of the

problem to be solved arises, also sets out the rationale of the project and what its objectives are. Project constraints are evaluated and then presents a framework that contextualizes the project conditions. A methodological framework is generated regarding the work to be done to support the project and have a research base. The estimate of potential users of the system is then performed and project formulation is exposed starting with a sectorial analysis, market analysis, then technical analysis to assess the technical feasibility of the project and finally the financial and economic evaluation states that determines the viability of the project from that point of view and ends with some conclusions.

### **1. Formulación y descripción del problema**

En la ciudad de Medellín actualmente contamos con un sistema de transporte integrado (Metro, metro cable, metro plus y buses integrados) al que más adelante se le sumara un tranvía; este sistema debido a la gran demanda de pasajeros, frecuentemente está colapsando, es decir, superando la capacidad instalada, ocasionando un gran caos vehicular sumado a las obras civiles ejecutadas en cada administración municipal y a la actual falta de vías, además causa una desmejora en la calidad de vida de los medellinenses perdiendo cada día más horas de nuestras vidas viajando en nuestro sistema integrado, bus o automóvil.

### **2. Justificación del proyecto**

Uno de los grandes desafíos en la actualidad en el tema de planeación urbana es el de encontrar y poner en marcha soluciones eficientes para el sistema de movilidad de las grandes ciudades del mundo, en las grandes capitales latinoamericanas se requiere de una



solución de movilidad cuyo objetivo sea no solo recorridos eficientes, sino que también se preserve la seguridad de los pasajeros y que sea amigable con el medio ambiente, para esto se requiere un proyecto ágil y complementario al sistema de transporte de la ciudad de Medellín. Es importante para su desarrollo el que sea complementario al sistema, porque se ratifica la trazabilidad de un sistema de movilidad que suma y que dará soluciones, además de ser la punta de lanza para los siguientes proyectos que se generen alrededor del sistema general de transporte en la ciudad de Medellín.

La importancia de este proyecto radica en lo esencial que sería para la ciudad, construir una solución ligera y compacta, que sea eficiente, sostenible en el tiempo, amigable con el medio ambiente y que impacte. Para todos los medellinenses será de gran alivio saber que se va a tener un proyecto dinámico que los va a beneficiar en tiempo y calidad de vida.

Además cuenta con el respaldo de políticas públicas que reconocen al menos la implementación y fijación de las mismas sobre un sistema alternativo de movilidad limpia a través del uso de la bicicleta como medio de transporte, por sus beneficios ambientales, económicos, de salud y sociales. Según Ballesteros (2012) afirma que:

Con ello se abren, como mínimo, espacios para el diálogo y la concertación de proyectos de infraestructura, los cuales deberán estar enmarcados, según el principio de gradación normativa, en las normas superiores, esto es, en la Constitución Política de Colombia de 1991, y fuertemente en lo expuesto en la Ley 1083 de 2006, el Decreto Reglamentario 798 de 2010, el Acuerdo 46 de 2006 que sustenta el POT de Medellín (Ley 388 de 1997), el Acuerdo Metropolitano 42 de 2007 para el Plan de Movilidad Metropolitano y el Acuerdo Municipal 84 de 2009 en relación a los Sistemas de Bicicleta Pública”.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. General**

Evaluar la pre-factibilidad para la construcción de un tramo piloto de cicloruta elevada, sobre las vías del metro entre las estaciones Industriales y Poblado en la ciudad de Medellín.

#### **3.2. Específicos**

Realizar un diagnóstico acerca de los hábitos de movilidad de los ciudadanos y su propensión al uso de la bicicleta como medio de transporte.

Ejecutar análisis de viabilidad del proyecto para posterior ejecución del mismo.

### **4. Limitaciones de la investigación**

Sin duda alguna la limitación más grande que tiene la investigación es que este proyecto sería de carácter público lo que implica que muchos sectores y actores influyan en su desarrollo, además que hay pocos antecedentes de la ejecución de proyectos de ciclorutas en Colombia y se hace un poco dispendioso obtener datos estadísticos y de archivo contundentes para la investigación, a esto se suma todo el marco legal que implica que un proyecto de esta envergadura tenga luz verde por parte del gobierno de turno para su ejecución, además puede resultar complicado adecuar un tramo piloto de la cicloruta elevada sin una planeación previa

sobre la red de ciclovías en la ciudad de Medellín que se integre a los sistemas de transporte ya existentes.

## **5. Marco de referencia**

### **5.1. Estado del arte**

Según Bahamonde (2014), la bicicleta se va consolidando cada día mas como el medio de transporte del futuro, y como tal se deben ejecutar y mantener políticas públicas que así lo avalen y establezcan mecanismos y caminos que conlleven a la implementación de soluciones de movilidad en una ciudad que día a día, ya sea por sus obras civiles o por la gran demanda de automotores crece en su caos vehicular.

Ante el gran problema de movilidad en las grandes ciudades (en este caso la ciudad de Medellín), surgen varias alternativas como soluciones, una de ellas sería integrar a las ya existentes ciclorutas en Medellín, y al sistema integrado de transporte una solución dinámica, con aprovechamiento del espacio, económica y con ventajas para la salud, es por esto que se asume una investigación para evaluar las posibilidades de la viabilidad de la construcción de una cicloruta elevada en la ciudad de Medellín.

En el caso bogotano, el proyecto Cicloruta fue desarrollado por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) entre los años 1995 y 1997. Desde el momento de su creación, se convirtió en uno de los programas bandera de la mayoría de gobiernos que han administrado la ciudad. El sistema

de ciclo vías se creó a través del programa “Formar Ciudad”, que buscaba otorgar mayor importancia a los Espacios Públicos de la ciudad. Según el IDU, el objetivo del sistema en su inicio era “construir un sistema de ciclo vías permanentes en el Distrito Capital que articulara el sistema hídrico y el sistema verde metropolitano y que sirviera, principalmente, como medio de recreación”

Más adelante, con el Plan de Desarrollo 1998 – 2001 “Por la Bogotá que Queremos”, el sistema de ciclo vías cobró relevancia como una alternativa de movilidad para los ciudadanos. Las ciclo vías ya no eran únicamente un tema de recreación y cuidado ambiental, ahora formaban parte integral del capítulo de Movilidad en el Plan de Desarrollo.

El sistema bogotano de ciclo vías es uno de los más extensos del mundo, con 354 km de vías construidas y 90.000 usuarios diarios. El 1.7% de la población adulta de la ciudad utiliza el sistema diariamente y 6.8% de la misma población lo hace semanalmente. La Cicloruta es un proyecto que nació como mecanismo para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos: buscaba impactar positivamente el medio ambiente, generar espacios de recreación y mejorar la imagen de la ciudad para promover el turismo. Hoy en día, CircoloRuta es un proyecto que además de promover los aspectos antes mencionados, logró convertirse en el programa bandera de la movilidad bogotana, siendo la principal alternativa de política pública en pro del transporte sostenible.

Según la Alcaldía Mayor de Bogotá (1999), la ciudad tiene un atraso de 20 años en el desarrollo de su sistema de transporte público, a pesar del avance de los últimos años en temas de infraestructura, y en políticas que reducen el nivel de tránsito y polución, como es el caso de la

Cicloruta. Algunos avances importantes que ha sufrido el sistema, son el impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos y la aceptación que ha generado, gracias a los múltiples beneficios que ofrece tanto para la población que lo utiliza a diario para ir a trabajar y hacer deporte, como para el porcentaje que lo frecuenta ocasionalmente.

Según un estudio del sistema de Ciclorutas, realizado por Ana María Ricaurte (2010), el programa es viable según un análisis de costo-beneficio, y su viabilidad está justificada tanto en términos económicos como de salud pública. El estudio hace un análisis económico desde dos perspectivas: la salud y la disponibilidad a pagar por el servicio que ofrece el sistema. Los resultados muestran que cuando se tiene en cuenta el beneficio producto de la actividad física, la razón costo-beneficio es de 2.8. Cuando se considera la disponibilidad a pagar, el coeficiente también es mayor que 1, con una razón costo-beneficio de 1.9. Esto significa que el proyecto representa un beneficio para los usuarios, quienes estarían dispuestos a pagar por el mantenimiento de este sistema público, y ven en él una fuente de salud pública. De esa manera, según, Piñareta & Pérez (2015), “el programa de la Cicloruta promueve la actividad física y brinda mayor salud y beneficios económicos que los costos totales considerados”. Así, se observa que la actualidad del programa es muy favorable en términos de su aceptación, de la inversión en infraestructura por parte de la Alcaldía Mayor y de la proyección que puede tener a futuro.

Como política el Sistema de Bicicletas Públicas del Distrito Capital, (SBP) se enmarca dentro del Plan Maestro de Movilidad (PMM) dentro del componente de Transporte no Motorizado y enmarcado dentro de los sistemas complementarios del mismo, se encuentra el Acuerdo Distrital 346 de 2008, “Por el cual se implementa el uso de la bicicleta como servicio de transporte integrado al Sistema de Movilidad del Distrito Capital” promulgado por el Concejo de Bogotá.

Los desplazamientos en bicicleta están definidos como transporte no motorizado en el PMM, y los usuarios que la utilizan (precedidos solo de los peatones), están tipificados como “usuarios más vulnerables”<sup>10</sup>. El uso de la Bicicleta pública hará parte del esquema del SITP, respondiendo a las políticas contempladas en el PMM así: Transporte público eje estructurador, Racionalización del vehículo particular, e Integración modal el PMM prioriza en la inversión de infraestructura vial, la construcción de vías destinadas a peatones y ciclo usuarios e incorpora el transporte no motorizado, como medios alternativos de alimentación del SITP desde la intermodalidad, además propone la optimización de ciclorutas, la promoción del uso de las bicicletas, y la dotación de servicios complementarios para tal fin.

En el caso de Medellín desde 1993 se realiza anualmente el evento «Por Medellín en Bicicleta» en el que en 2010 participaron unos 14.000 ciclistas de todas las edades que recorren 35 kilómetros por las principales vías de la ciudad, en solo 10 años del uso de la cicloruta en Medellín, ha sido una constante los pocos viajes que se realizan en la misma, comparados con el total de viajes realizados por los medellinenses en la ciudad, el porcentaje solo alcanza a llegar hasta un 1%.

Según Ballesteros (2012), desde el año 2001 se viene gestando desde la administración municipal el uso de la bicicleta cuando se propuso que dada las políticas universales sobre la reducción de la contaminación, el empleo de sistemas de transporte más limpios y paralelos, era pertinente promover la cultura de caminar y uso de la misma, la cual se apropiara de los espacios públicos con maneras lúdicas, convirtiendo a la bicicleta en una alternativa económica, saludable y respetuosa del medio ambiente y de los ciudadanos en general. De este propósito se

construyeron en la ciudad las primeras ciclorutas con una extensión de 21 kilómetros y se dejó la proyección de un plan de 100 kms de ciclorutas.

En el año 2004 se construyeron algunas ciclorutas que no pasaron de allí, simples infraestructuras que no lograron su propósito estratégico que era la conectividad de la red de ciclorutas como proyecto de generación de equilibrio urbano; para muestra observemos la cicloruta Carabobo entre el centro Cultural Moravia y el Museo de Antioquia.

En el año 2008 a pesar de no tener un presupuesto asignado, se observa la conexión de la cicloruta de la 70 entre la estación Estadio y la UPB, aprovechamiento que se logra en la transformación de la ciudad para los Juegos Suramericanos 2010; además de la cicloruta Las Vegas, el tramo en nuevo Occidente y algunos recreativos en el Cerro El Volador y el Parque Norte.

En el año 2011, con el respaldo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Secretaria de Transportes y Transito de Medellín se logra gestar el Programa de Bicicletas Públicas EnCicla y el Plan Estratégico de la Bicicleta de Medellín, sumando adicionalmente estrategias de promoción.

En relación al uso de la bicicleta, actualmente un 1% del total de los viajes diarios en la ciudad de Medellín se realizan en bicicleta (50.000 viajes) y un 16% a modo peatonal (800.000 viajes) según la (Alcaldía de Medellín, 2015).

En cuanto a las políticas públicas se reconoce al menos la implementación y fijación de estas políticas sobre un sistema alternativo de movilidad limpia a través del uso de la bicicleta como medio de transporte por sus beneficios ambientales, económicos, de salud y sociales. Con ello se abren, como mínimo, espacios para el diálogo y la concertación de proyectos de infraestructura,

los cuales deberán estar enmarcados, según el principio de gradación normativa, en las normas superiores, esto es, en la Constitución Política de Colombia de 1991, y fuertemente en lo expuesto en la Ley 1083 de 2006, el Decreto Reglamentario 798 de 2010, el Acuerdo 46 de 2006 que sustenta el POT de Medellín (Ley 388 de 1997), el Acuerdo Metropolitano 42 de 2007 para el Plan de Movilidad Metropolitano y el Acuerdo Municipal 84 de 2009 en relación a los Sistemas de Bicicleta Pública.

El sistema de ciclo vías en Medellín debe adoptar un papel preponderante dentro de la agenda de movilidad del gobierno municipal. La condición de movilidad en bicicleta debe ser de alta importancia dentro de la agenda pública, si se quiere construir un proyecto viable, a gran escala, que satisfaga las necesidades de movilidad de un considerable número de ciudadanos.

Para ser un sistema que le ahorra a los medellinenses alrededor de 3.800 millones de pesos al mes (Alcaldía de Medellín, 2013), por concepto de transporte, y que además genera un ahorro por la disminución del riesgo de padecer determinadas enfermedades por causa de la inactividad física; es vital darle a la Cicloruta la importancia que merece como política pública. Se debe continuar promoviendo iniciativas como los Ciclo parqueaderos y la Ciclo vía-Recreativa, además, es necesario impulsar otros proyectos que permitan integrar adecuadamente el sistema de transporte público con la bicicleta.

No hay duda de que el transporte del futuro a largo plazo en las grandes ciudades será la bicicleta, en las ciudades es un tema importante en estos días, todo debido al caos vial que genera la gran congestión de automotores como los autos y las motos, además este medio de transporte tan antiguo, genera tanto beneficios para sus usuarios como para la ciudad que promueva su uso.



Hay un interrogante importante acerca de la demanda y la oferta, es claro que si no hay usuarios que utilicen la bicicleta, la administración municipal no se verá obligada a gestionar políticas públicas para la construcción de más tramos o kilómetros en las ciclorutas, pero si no existen dichas políticas, NO habrá culturización y sensibilización acerca del uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, así pues, lo cierto es que debe ser una tarea conjunta entre los gobiernos de turno y los usuarios darle cada vez más protagonismo a la bicicleta en la ciudad de Medellín.

## **5.2. Marco teórico**

La movilidad urbana siempre ha sido un tema importante a tener en cuenta en las administraciones municipales, diferentes autores han tratado dicha temática abordándolo desde diferentes perspectivas. Gaudino (2014) señala que desde las últimas cuatro décadas del siglo XX, cuando empezó a hacerse evidente el impacto negativo del tráfico en las ciudades, las investigaciones desarrolladas han acumulado un bagaje de teorías que han sostenido en gran parte la conciencia contemporánea de técnicos y planificadores sobre un necesario cambio en el tema del tráfico en las ciudades.

Algunos teóricos clásicos sobre movilidad como Buchanan con su Tráfico en las ciudades, la teoría de Mitchell y Raskin sobre los usos del suelo y su incidencia en el tráfico urbano expuesta en Urban Traffic, A Function of Land Use, y Mumford y su libro The highway and the city, fueron importantes obras que aún hoy en día continúan vigentes dado que los avances han sido muy pocos en términos reales.

Según Mitchell & Rapkin (1954) al momento de analizar los lineamientos de movilidad urbana se debe tener en cuenta fundamentalmente el uso de la tierra y las estructuras de movimiento, es decir, los componentes de su organización espacial y temporal, esto es movimientos de las personas, de los sistemas de circulación de materiales y vehículos, de los patrones de uso de la tierra y su relación con los demás factores ya que estos confluyen en el territorio de manera desordenada ante la ausencia de un plan de movilidad.

Uno de los graves errores que se comete en la construcción de vías no dejar la puerta abierta a más construcciones, es decir, las vías deben ser diseñadas de tal manera que una nueva incorporación vial sea posible sin alterar de manera significativa el componente de movilidad.

Es necesario también tener en cuenta que existen diferentes móviles que finalmente utilizan el sistema de movilidad, en su gran mayoría estos móviles son vehículos a motor, sin embargo por el espacio que ocupan y por su papel en el cambio climático dichos vehículos no generan sostenibilidad en el largo plazo, es entonces cuando se evalúan otras alternativas de transporte.

Los autores Guillamón & Hoyos (2005), sostienen que una serie de objetivos mínimos sobre los que encauzar el proceso hacia una movilidad sostenible son:

Integrar la ordenación del territorio y la planificación del transporte con el fin de reducir la demanda del transporte, adoptar programas que favorezcan el transporte público de gran capacidad, fomentar el uso de medios de transporte no motorizados (bicicleta y marcha andando), prestar especial atención a la gestión eficaz del tráfico, el funcionamiento eficiente del transporte público y la conservación de la infraestructura de transporte, propiciar el intercambio de información entre los países y los representantes de las zonas locales y metropolitanas y reevaluar los patrones actuales de producción y consumo.

Estos teóricos discuten de igual manera que la toma de decisiones políticas sobre cuestiones relacionadas con la movilidad puede tener impactos significativos sobre la equidad social. El transporte es el medio a través del cual las personas pueden acceder a bienes, servicios y actividades para satisfacer sus necesidades. En consecuencia, en la medida que determinados colectivos se vean discriminados a la hora de acceder a los medios de transporte, también quedará limitada su capacidad de participar en igualdad de condiciones en la sociedad.

Las actuales tendencias de crecimiento de la movilidad, el desarrollo urbanístico basado en la dispersión y el imparable proceso de deslocalización productiva contribuyen a alimentar un modelo de desarrollo dependiente del vehículo privado que no hace sino incrementar las distancias y reducir la oferta modal, particularmente a los no-conductores

### **5.3. Marco conceptual**

#### **1. CICLORUTA**

Según la Alcaldía de Medellín (2010,) es un corredor vial exclusivo construido para el tránsito de ciclistas y triciclos, se encuentran sobre los andenes y separadores de corredores estratégicos y cuya función es proveer un modo alternativo de transporte.

#### **2. PROBLEMAS DE MOVILIDAD EN MEDELLIN**

Es relevante empezar aclarando que el problema coyuntural que sufren las grandes ciudades capitales del mundo en temas de movilidad, es que las urbes crecen en Mts

cuadrados, pero más crecen en densidad poblacional; el problema radica en que los ciudadanos trabajan y/o estudian lejos de sus residencias, esto implica que tengan que realizar viajes de largas distancias utilizando 2 o más medios de transporte que ofrecen la ciudades, ocasionando el caos vehicular o en su defecto el colapso de sistemas integrados de transporte (Ej.: metro de Medellín) que vemos a diario en nuestras ciudades.

### **3. MOVILIDAD SOSTENIBLE**

De acuerdo la IDAE (2006), es un concepto de movilidad que sintetiza un conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles (caminar, bicicleta y transporte público) dentro de una ciudad; es decir, de modos de transporte que hagan compatibles crecimiento económico, cohesión social y defensa del medio ambiente, garantizando, de esta forma, una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

Los siguientes son términos técnicos utilizados en la etapa de evaluación de viabilidad técnica del proyecto. Fueron tomados de (Seminario, 2004).

### **4. LOSA**

La losa es el elemento estructural que sirve para soportar el tránsito vehicular y peatonal para luego transmitir sus cargas al sistema de vigas. En estos casos la losa es cargada principalmente en la dirección transversal al tráfico.

## **5. VIGA**

Las vigas constituyen el elemento estructural que soporta la losa. En la actualidad, existen muchos tipos de vigas. Según la forma de su sección transversal, las vigas pueden ser rectangulares, tee, I, cajón, etc. Según su material las vigas más comunes pueden ser de madera, concreto o acero. A su vez, las vigas de concreto pueden ser armadas, pretensadas o postensadas.

## **6. SUBESTRUCTURA**

Las subestructuras están conformadas por los estribos y los pilares quienes tienen la función de soportar a la superestructura (vigas y losa). A su vez, los estribos y pilares transmiten sus cargas a la cimentación y ésta las transmite al terreno. Los estribos y pilares pueden ser de distintos tipos. Asimismo, la cimentación puede ser superficial o profunda (pilotes).

## **7. APOYOS**

Los sistemas de apoyos tienen la función de transmitir las cargas de la superestructura a la subestructura. Asimismo, los sistemas de apoyos restringen o admiten movimientos traslacionales o rotacionales de la superestructura. Los sistemas de juntas tienen la función de resistir las cargas externas y proveer

seguridad al tránsito sobre la brecha entre el puente y el estribo o entre dos puentes. También las juntas deben proveer una transición suave entre el puentes y las áreas adyacentes.

## **6. Planteamiento metodológico**

### **6.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo descriptiva ya que utiliza datos estadísticos obtenidos de fuentes primarias, cuyo análisis permite generar soluciones que impactan positivamente la vida de las personas. Lo que se busca principalmente es conocer situaciones o condiciones a través de una descripción de las mismas y generar una solución que remedie circunstancias particulares objetos de este proyecto.

### **6.2. Diseño de la investigación**

En la metodología utilizada para le elaboración del estudio de viabilidad para la construcción de una cicloruta elevada paralela al sistema integrado de transporte de la ciudad de Medellín se distinguen las siguientes fases:

Proceso de participación pública por fases:

FASE 1. DESCRIPCIÓN Descripción de las ciclorutas existentes, descripción de los terrenos del sistema integrado incluidos en el estudio y descripción del paisaje del ámbito de estudio.

FASE 2. DIAGNÓSTICO Identificación y valoración de los impactos geológicos, de los impactos visuales, de los impactos culturales y ambientales.

FASE 3. DISEÑO Establecimiento de medidas de integración física, paisajística, de suelos, social, cultural y visual.

En la primera fase se recoge la información sobre Personas con necesidad de desplazamiento por diversos factores dentro de la ciudad de Medellín, con edades entre 14 y 90 años, concientizadas de una ciudad en donde se pueda movilizar en bicicleta conviviendo con el tráfico actual, con sensibilización al medioambiente, que crean fuertemente en un cambio para una nueva ciudad con un medio de transporte alternativo, también se realizaran estudios investigativos integrados con datos estadísticos, de cuáles son las horas de más alto flujo de pasajeros en las estaciones involucradas en el proyecto, realizar una encuesta de percepción a los medellinenses, sobre la aceptación del nuevo medio de transporte integrado al sistema.

Se estudiarán los terrenos de las estaciones del sistema metro involucrados en la construcción, seguido por la Identificación y valoración de los impactos geológicos de los impactos visuales, y además de los impactos culturales y ambientales.

Por último, se procede al diseño de las medidas necesarias para evitar, corregir o compensar los impactos identificados en la fase anterior.

Además, paralelamente se aborda un proceso de participación pública con incidencia en las diferentes etapas del estudio de integración general.

### **7. Entrega de difusión y divulgación del proyecto**

El proyecto al ser público, se difundirá por todos los medios posibles incluyendo la difusión por los medios de alta audiencia como la televisión, además de la divulgación propia del gobierno de turno por los medios de prensa escrita, las redes sociales y la internet.

### **8. Usuarios potenciales y sectores beneficiados**

Personas con necesidad de desplazamiento por diversos factores dentro de la ciudad de Medellín, con edades entre 14 y 90 años, concientizadas de una ciudad en donde se pueda movilizar en bicicleta conviviendo con el tráfico actual, con sensibilización al medioambiente, que crean fuertemente en un cambio para una nueva ciudad con un medio de transporte alternativo.

Por estos días, están la Mesa de Movilidad no motorizada de la Secretaría de Movilidad, la Mesa Metropolitana del Área Metropolitana y la Comisión Accidental del Concejo, pero según los políticos no es proactiva, pero el plan metropolitano de la bicicleta si sería algo definitivo para llegar a una política pública, esa sería la base, es un ejercicio serio desde el Área Metropolitana con apoyo de la ONU, no se pueden copiar modelos, hay que hacer un ejercicio consciente de nuestras realidades.



## **9. Formulación del proyecto**

### **9.1. Análisis sectorial**

#### **9.1.1. Composición del sector**

Según la Alcaldía de Medellín (2015), el sector movilidad en la ciudad de Medellín ha sido muy dinámico en los últimos años. El número de vehículos que circulan en Medellín ha aumentado de forma sostenida en los últimos años. En 2013 el crecimiento del parque automotor fue del 7% en total, de 10% en el número de carros y de 5% en el número de motos. El número de vehículos por cada 100.000 habitantes pasó de 45.973 en 2012 a 48.889 en 2013 y los kilómetros de vías construidas pasaron de ser 15,4 en 2012 a 1,3 en 2013. Si el crecimiento en el número de vehículos por cada 100.000 habitantes es muy superior al de los kilómetros construidos de vías en el mismo período, es posible que las vías que actualmente se construyen no tarden mucho tiempo en saturarse, y la ciudad pueda requerir constantemente más y mayores obras de infraestructura si pretende soportar el crecimiento del parque automotor.

De acuerdo a la Alcaldía de Medellín (2015) el sistema de movilidad en la ciudad se caracteriza por ser de los mejores del país ya que contiene el primer sistema de transporte masivo que se construyó en el país llamado Metro de Medellín, este atraviesa el área metropolitana a de la ciudad de sur a norte entre los municipios de Bello y la Estrella y desde el centro al occidente de la ciudad. El sistema férreo se integra con el cable aéreo llamado metrocable y con una línea de tren ligero o tranvía que conectan los barrios del centro y oriente de la ciudad, adicional a ello

existe también el Metroplus como sistema masivo de buses articulados. Existen también compañías de buses y taxis que se integran con el servicio de buses urbanos del metro.

Adicional a los medios de transporte mencionados, existen otros que ayudan a la movilidad pero generan menos impacto por su apenas reciente uso. Diariamente en Medellín, se realizan 57.000 viajes en bicicleta y aunque el número es alto, esto solo representa el 1% de los viajes que se realizan cada día en los diferentes medios de transporte. Aunque Medellín cuente con ciclorutas, y espacios destinados para quienes usan este medio de transporte, hacen falta iniciativas tangibles para fomentar el uso de la bicicleta, así como un cambio en la concepción del problema vial del Área Metropolitana (UPB Medios, 2015).

### **9.1.2. Situación histórica del sector**

Según (El Colombiano, 2010) la movilidad en Medellín tiene sus inicios en el siglo XIX donde el transporte predominante en la ciudad eran los carros de tracción animal, hacia 1887 en enero 23 se puso al servicio de los habitantes el tranvía de mulas, también conocido como el de sangre, en 1899 Carlos Coriolano Amador Fernández, empresario y filántropo antioqueño, estrenó el primer vehículo particular que rodó por las calles de Medellín, luego en 1913 Ricardo Olano importó de Alemania algunos carros de transporte público, sin embargo, por las condiciones de las vías no pudieron ser usados. En 1919 se iniciaron los trabajos del tranvía eléctrico, hacia 1921 en octubre se inauguró la primera línea del tranvía: La América con 4.68 kilómetros. En noviembre, comenzó la operación de la línea Buenos Aires, ya en 1923 con cuatro líneas, el tranvía contaba con 12 carros y movilizaba cerca de 9.150 pasajeros diarios. En 1927 en el mes

de noviembre, entró en operación la última línea del tranvía. Se llamaba El Salvador y tenía una extensión de 2,03 kilómetros.

En la primera década de los años 20 también circuló el bus eléctrico conocido como Los Ángeles. Tenía un trayecto entre la estación del Ferrocarril de Antioquia y el barrio Los Ángeles. Ya en 1930 circulaban por las calles de Medellín algunos buses de servicio público. En 1950 el bus toma auge, debido a que era un servicio más versátil porque se podían cubrir más rutas por el crecimiento de la ciudad. Hacia 1979 se iniciaron los estudios de factibilidad para el metro de la ciudad. En 1983 el consorcio Hispano-Alemán, Metromed, fue el ganador de la adjudicación para la construcción del metro. En 1984 es autorizado el inicio de la construcción del metro para la ciudad y el primero del país. En 1992 el gobernador de Antioquia, Juan Gómez Martínez, y el alcalde de Medellín, Ómar Flórez, lograron un acuerdo en Madrid para la finalización de las obras.

Hacia 1995 a las once de la mañana del 30 de noviembre se dio inicio al servicio del metro en la ciudad con la línea A, que hace el recorrido de norte a sur, operaba con 15 estaciones desde Niquía hasta El Poblado. En 1996 a finales de febrero comienza su servicio la línea B. Conformada por 7 estaciones, que van desde el barrio San Javier hasta el centro de Medellín, a la estación San Antonio. En 2004 entró en operación la línea K, el primer metrocable. Sistema con tres estaciones: Andalucía, Popular y Santo Domingo. Tiene una extensión de 2 kilómetros. En 2008 con las estaciones Juan XXIII, Vallejuelos y La Aurora se puso en marcha el segundo metrocable de la ciudad. Se conoce como la línea J y recorre 2.9 kilómetros. Hacia 2010 con la línea L entra en operación el metrocable que lleva al Parque Arví, en el corregimiento Santa Elena de Medellín. Empalma con la línea K y es la primera línea turística del metro.

Entre el 2011 y el 2016 se construyeron dos estaciones adicionales en el sistema metro y entró en operación el metroplus (2012) y en el 2015 entró en operación el tranvía.

La historia de la movilidad en bicicleta se gesta desde el 2001 cuando con la administración municipal el uso de la bicicleta se propuso que dada las políticas universales sobre la reducción de la contaminación, el empleo de sistemas de transporte más limpios y paralelos, era pertinente promover la cultura de caminar y uso de la misma, la cual se apropiara de los espacios públicos con maneras lúdicas, convirtiendo a la bicicleta en una alternativa económica, saludable y respetuosa del medio ambiente y de los ciudadanos en general. De este propósito se construyeron en la ciudad las primeras ciclorutas con una extensión de 21 kilómetros y se dejó la proyección de un plan de 100 kms de ciclorutas.

En el año 2011, con el respaldo del Área Metropolitana del Valle de Aburra y la Secretaria de Transportes y Transito de Medellín se logra gestar el Programa de Bicicletas Públicas EnCicla y el Plan Estratégico de la Bicicleta de Medellín, sumando adicionalmente estrategias de promoción.

### **9.1.3. Situación actual del sector**

Actualmente y en relación al uso de la bicicleta, actualmente un 1% del total de los viajes diarios en la ciudad de Medellín se realizan en bicicleta (50.000 viajes) y un 16% a modo peatonal (800.000 viajes) según (Alcaldía de Medellín, 2015).

En las políticas públicas se reconocen al menos la implementación y fijación de estas políticas sobre un sistema alternativo de movilidad limpia a través del uso de la bicicleta como medio de transporte por sus beneficios ambientales, económicos, de salud y sociales. Con ello se abren,

como mínimo, espacios para el diálogo y la concertación de proyectos de infraestructura, los cuales deberán estar enmarcados, según el principio de gradación normativa, en las normas superiores, esto es, en la Constitución Política de Colombia de 1991, y fuertemente en lo expuesto en la Ley 1083 de 2006, el Decreto Reglamentario 798 de 2010, el Acuerdo 46 de 2006 que sustenta el POT de Medellín (Ley 388 de 1997), el Acuerdo Metropolitano 42 de 2007 para el Plan de Movilidad Metropolitano y el Acuerdo Municipal 84 de 2009 en relación a los Sistemas de Bicicleta Pública.

#### **9.1.4. Perspectivas del sector**

La administración municipal de la ciudad de Medellín hace un esfuerzo para continuar con proyectos que involucran la bicicleta como medio de transporte alternativo en la ciudad, incluyendo en el POT el mejoramiento de las ciclorutas existentes con 7 kilómetros pendientes por construir y una inversión de más de \$7.000.000.000 millones de pesos, y varios proyectos nuevos específicos con más de 8 kilómetros y una inversión de más de \$9.000.000.000 millones de pesos,

La bicicleta cada vez más se impone como medio de transporte ideal en las ciudades, es sostenible, seguro, económico, y saludable, es por esto que los ciudadanos del mundo, son más conscientes del daño que los automotores le hacen al medio ambiente, y están dispuestos a utilizar más la bicicleta.

Este medio de transporte en Colombia tiene un futuro probablemente promisorio, pero todavía queda mucho por hacer, por esto, es importante que aparte de la construcción de ciclorutas y del suministro de servicios asociados a la red de infraestructura se trabaje fuertemente también en

campañas de pedagogía y socialización de utilización la bicicleta como medio alternativo de movilidad en las ciudades.

### **9.1.5. Conclusión general del análisis sectorial**

Si nos comparamos con las grandes capitales del mundo en materia de movilidad en bicicleta, nos quedamos cortos, nos llevan muchos años de ventaja en este campo, el país es relativamente nuevo en vías exclusivas para este tipo de transporte, pero aparte de esto, lo más importante es que en Colombia, en las ciudades principales hay cada vez más kilómetros de ciclorutas construidas y se están trabajando en políticas que acompañen al buen recibimiento del proyecto público de bicicletas por parte de los ciudadanos, la bicicleta según estudios de diversas índoles en el mundo, fue, es y será el medio de transporte más exitoso de todos los tiempos a nivel mundial, por sus grandes beneficios no solo a la humanidad sino también al planeta, es por eso que todas las políticas públicas deberán apuntar a concientizar y socializar este tipo de proyectos que incluyan la bicicleta como medio de movilidad permanente en las ciudades, para consolidar y asegurar un futuro promisorio a la humanidad.

## **9.2. Análisis de mercados**

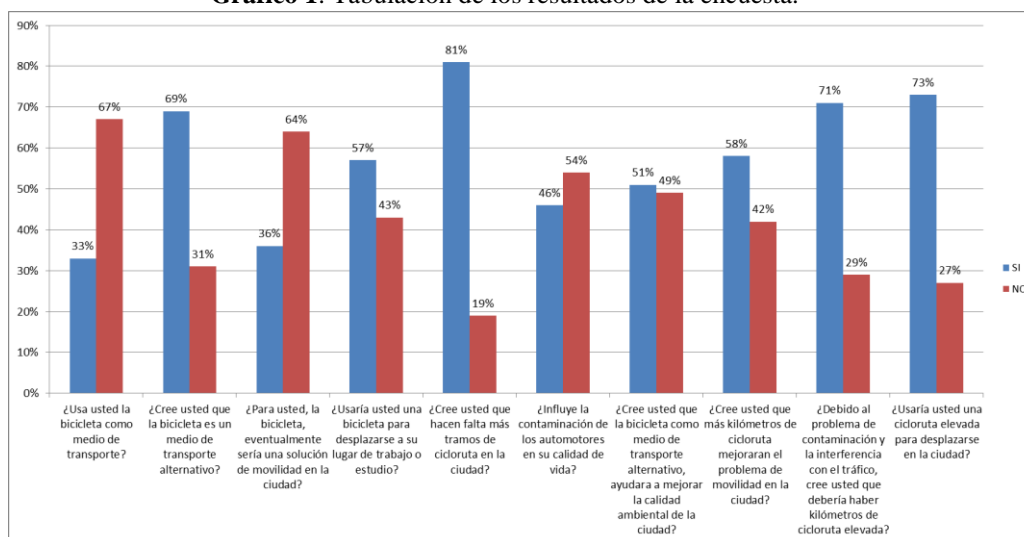
Para evaluar la disposición de las personas a utilizar el sistema se realizó una encuesta piloto a 214 personas, suponiendo una población infinita, con un error del 5%, un nivel de confiabilidad del 95% y una proporción estimada de 0,27, con lo que se obtuvo el número de muestra ya mencionado. La encuesta realizada correspondía a respuestas de SI o NO, y fue la siguiente:

**Cuadro 1:** Preguntas de la encuesta piloto realizada a 214 personas.

TABULACION DE LA ENCUESTA PILOTO - MUESTRA 214 PERSONAS
¿Usa usted la bicicleta como medio de transporte?
¿Cree usted que la bicicleta es un medio de transporte alternativo?
¿Para usted, la bicicleta, eventualmente sería una solución de movilidad en la ciudad?
¿Usaría usted una bicicleta para desplazarse a su lugar de trabajo o estudio?
¿Cree usted que hacen falta más tramos de cicloruta en la ciudad?
¿Influye la contaminación de los automotores en su calidad de vida?
¿Cree usted que la bicicleta como medio de transporte alternativo, ayudara a mejorar la calidad ambiental de la ciudad?
¿Cree usted que más kilómetros de cicloruta mejoraran el problema de movilidad en la ciudad?
¿Debido al problema de contaminación y la interferencia con el tráfico, cree usted que debería haber kilómetros de cicloruta elevada?
¿Usaría usted una cicloruta elevada para desplazarse en la ciudad?
TABULACION DE LA ENCUESTA PILOTO - MUESTRA 214 PERSONAS
Usted utilizaría la ciclo ruta para ejercicio?
Usted utilizaría la ciclo ruta para transporte a su lugar de trabajo y/o residencia ?
Usted utilizaría la ciclo ruta para transporte a su lugar de estudio y/o residencia ?

**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados obtenidos con la encuesta se exponen a continuación:

**Gráfico 1:** Tabulación de los resultados de la encuesta.

**Fuente:** Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

Por facilidad en el análisis todos los resultados se muestran en una sola gráfica. De acuerdo a la encuesta generada un 67% de las personas no utiliza la bicicleta como medio de transporte mientras que un 33% si lo hace, ello evidencia la falta de estímulos para que las personas utilicen medios de transporte no motorizados ya que contrario al uso que se le da un 69% de las personas consideran que la bicicleta es un medio de transporte alternativo, es decir, se encuentra dentro de sus eventuales opciones de movilidad mientras un 31% no la considera como un medio alternativo.

Por otro lado, un 57% de las personas consideran que la bicicleta sería una solución de movilidad en la ciudad mientras un 43% no lo considera así, al preguntarle a las personas porque no lo consideran así indicaron en su gran mayoría que la bicicleta por sí sola no es garantía de solución, debe existir una articulación con el plan maestro de movilidad de la ciudad y la infraestructura pública debe garantizar seguridad y agilidad a estos medios alternativos con vías únicamente para su uso, de fácil acceso y ubicación estratégica.

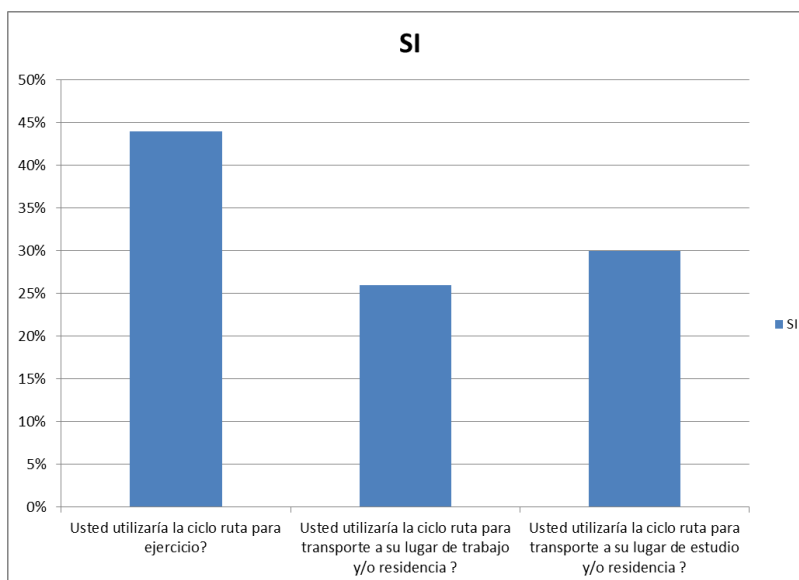
La pregunta que más demuestra lo aportativo de la encuesta el estudio de trabajo acerca de si las personas utilizarían la bicicleta para desplazarse a su lugar de trabajo o estudio obtuvo un 81% en respuesta positiva, lo que demuestra que existe una propensión de las personas a utilizar la bicicleta como medio habitual de transporte si estuvieran dadas mejores condiciones viales lo que deja entrever la posible demanda del servicio en cuestión.

También hace falta una cultura respecto al uso de la bicicleta ya que un 46% de las personas creen que si hacen falta tramos de cicloruta en la ciudad cuando el informe de la Alcaldía de Medellín (2013) dice que si, por otro lado un 54% dicen que no. Un 51% está de acuerdo en que la contaminación por automotores influye en su calidad de vida y un 58% cree que el uso de la bicicleta disminuiría dicha contaminación, tienen una percepción positiva respecto a su uso.



Se puede observar que los resultados son diversos, un 73% de las personas encuestadas estarían dispuestas a utilizar la cicloruta, sin embargo no consideran que por sí sola sea la mejor solución en la movilidad. La gran mayoría de personas no utilizan la bicicleta como medio de transporte pero estarían dispuestos a hacerlo en caso de que en la ciudad se dispongan más rutas de ciclovía.

**Gráfico 2:** Detalle de la tabulación de los resultados de la encuesta.



**Fuente:** Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

En general las respuestas fueron de aceptación ante un nuevo proyecto como el propuesto, sin embargo es necesario generar mucha más cultura al respecto. Las personas manifiestan que por sí mismo el sistema no bastaría, también se hace necesario lanzar campañas a nivel ciudad para integrar los sistemas de transporte y concientizar a las personas sobre los beneficios del transporte alternativo y activo como lo es la bicicleta.

### **9.2.1. Descripción del producto o servicio**

Tramo piloto de cicloruta elevada de más de 2 kilómetros, entre las estaciones Industriales y Poblado, que contara con dos rampas de acceso y salida, una en cada estación, será construida por encima del nivel de los rieles del sistema férreo del metro de la ciudad de Medellín.

#### **9.2.1.1. Usos**

La cicloruta es un corredor vial exclusivo construido para el tránsito de ciclistas y triciclos, cuya función es proveer un modo alternativo de transporte.

#### **9.2.1.2. Usuarios**

Personas con necesidad de desplazamiento por diversos factores dentro de la ciudad de Medellín, con edades entre 14 y 90 años, concientizadas de una ciudad en donde se pueda movilizar en bicicleta conviviendo con el tráfico actual, con sensibilización al medioambiente, que crean fuertemente en un cambio para una nueva ciudad con un medio de transporte alternativo.

#### **9.2.1.3. Presentación**

Sera un tramo piloto de cicloruta construida por encima del nivel de los rieles del sistema férreo del metro de la ciudad de Medellín, tendrá rampas de acceso y salida, además de una estación de emergencia en la mitad del trayecto de doble vía para cualquier eventualidad presentada.

#### **9.2.1.4. Composición**

Materiales de construcción de alta calidad y nuevas tecnologías.

#### **9.2.1.5. Características físicas**

Dependerá del diseño aprobado en la licitación.

#### **9.2.1.6. Sustitutos**

Cualquier medio de transporte que aplique dentro de la ciudad de Medellín.

#### **9.2.1.7. Complementarios**

Ciclorutas ya existentes, mas todo el sistema metro, que incluye: metro plus, metro cable y tranvía.

### **9.2.2. Demanda**

#### **9.2.2.1. Comportamiento histórico**

En solo 10 años del uso de la cicloruta en Medellín, ha sido una constante los pocos viajes que se realizan en la misma, comparados con el total de viajes realizados por los medellinenses en la ciudad, el porcentaje solo alcanza a llegar hasta un 1%, según (Alcaldía de Medellín, 2013).

Desde 1993 se realiza anualmente el evento «Por Medellín en Bicicleta» en el que en 2010 participaron unos 14.000 ciclistas de todas las edades que recorren 35 kilómetros por las principales vías de la ciudad.

#### **9.2.2.2. Situación actual**

Actualmente un 1% del total de los viajes diarios en la ciudad de Medellín se realizan en bicicleta (50.000 viajes) y un 16% a modo peatonal (800.000 viajes). Esto significa un muy bajo porcentaje de utilización de bicicleta en la ciudad de Medellín, por lo que le medio preferido

sigue siendo el automóvil ya que representa menos peligro y más comodidad según (El Colombiano, 2010).

### **9.2.2.3. Situación futura**

Con la construcción de más kilómetros de ciclorutas (300 km aprox.) se alcanzaría la cifra de unas 600.000 personas utilizando las vías exclusivas para bicicletas, que sería igual a las que se transportan en el sistema metro de la ciudad. Es decir, se espera que la demanda sea de 600.000 personas según (Pareja, 2015).

## **9.2.3. Oferta**

### **9.2.3.1. Comportamiento histórico**

En el 2001 la administración empezó a construir las primeras ciclorutas en Medellín con una extensión de 21 kilómetros y se dejó la proyección de un plan de 100 kms de ciclorutas. Luego hacia el año 2004 se construyeron algunas ciclorutas que no pasaron de allí, simples infraestructuras que no lograron su propósito estratégico que era la conectividad de la red de ciclorutas, ya en el 2008 a pesar de no tener un presupuesto asignado, se observa la conexión de la cicloruta de la 70 entre la estación Estadio y la UPB, aprovechamiento que se logra en la transformación de la ciudad para los Juegos Suramericanos 2010; además de la cicloruta Las Vegas, el tramo en nuevo Occidente y algunos recreativos en el Cerro El Volador y el Parque Norte.

Finalmente en el año 2011, con el respaldo del Área Metropolitana del Valle de Aburra y la Secretaria de Transportes y Transito de Medellín se logra gestar el Programa de Bicicletas Públicas EnCicla y el Plan Estratégico de la Bicicleta de Medellín.

#### **9.2.3.2. Situación actual**

Actualmente existen 40 kilómetros de ciclorutas en la ciudad lo que denota el bajo avance que se ha tenido en relación con movilidad sostenible en Medellín.

#### **9.2.3.3. Situación futura**

La Alcaldía de Medellín busca que en una década, los viajes pedaleando, aumenten al 10 por ciento. Por ello, proponen construir 360 kilómetros de ciclorutas que se unirán a las 40 que hay. Eso alcanzaría la cifra de personas que se transportan en metro en el valle de Aburrá, unas 600.000 según (Pareja, 2015).

#### **9.2.4. Precio**

Se había planteado que por ser un proyecto público social, desarrollado en la ciudad de Medellín para todos los ciudadanos que utilizan la bicicleta como medio de transporte su uso sería gratuito, sin embargo por recomendaciones externas se fija un precio por usuario que en algún momento asumiría alguna entidad, dicho precio es de 1.900 COP. Este precio se estableció en base a las actuales tarifas de transporte público en buses urbanos que rige en la ciudad.

## **9.2.5. Estrategia Comercial**

### **9.2.5.1. Publicidad y Promoción**

En relación al uso de la bicicleta, actualmente se realizan acciones para su promoción, entre ellas el Sistema de Bicicletas Públicas EnCicla que integrará algunas universidades y estaciones del Metro, la CicloVía dominical y semanal que favorece la recreación, Miércoles EnCicla que promueve en bici al trabajo y el Ciclopaseo de Días del Aire en la sensibilización a los usuarios y en reconocer la ciudad

### **9.2.6. Conclusión General del análisis de mercados.**

No hay duda de que el transporte del futuro a largo plazo en las grandes ciudades será la bicicleta, en las ciudades es un tema importante en estos días, todo debido al caos vial que genera la gran congestión de automotores como los autos y las motos, además este medio de transporte tan antiguo, genera tanto beneficios para sus usuarios como para la ciudad que promueva su uso.

Hay un interrogante importante acerca de la demanda y la oferta, es claro que si no hay usuarios que utilicen la bicicleta, la administración municipal no se verá obligada a gestionar políticas públicas para la construcción de más tramos o kilómetros en las ciclorutas, pero si no existen dichas políticas, NO habrá culturización y sensibilización acerca del uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, así pues, lo cierto es que debe ser una tarea conjunta entre

los gobiernos de turno y los usuarios darle cada vez más protagonismo a la bicicleta en la ciudad de Medellín.

### **9.3. Análisis técnico**

#### **9.3.1. Ingeniería del proyecto**

##### **9.3.1.1. Descripción técnica del producto o servicio**

La cicloruta elevada será bidireccional y contara con un tramo piloto de aproximadamente 2 kilómetros, este tramo será construido sobre los rieles del metro entre las estaciones Industriales y Poblado del Metro de Medellín.

Tendrá dos rampas de acceso, que servirán para acceder y salir de la vía elevada, existirán dos rampas de acceso en cada una de las estaciones del sistema metro de la ciudad; la infraestructura estará acompañada de cuatro postes de energía ubicados estratégicamente alrededor de todo el trayecto para abastecer de electricidad al tramo piloto en cuestiones de iluminación y demás gasto energético proyectado.

La vía elevada será de 13 mts de ancho y una capacidad para transportar 1200 ciclistas por hora, será construida con un material que apoye las políticas ambientales, además se prevee que la infraestructura sea antisísmica, tendrá columnas a lado y lado de la vía férrea que sostendrán la vía elevada, dichas columnas se ubicarán en los laterales del tramo de vía férrea, contara con

paredes laterales de metro y medio de alto tipo puente, el piso será de material tipo velódromo sin embargo las rampas de acceso se construirán con el mismo material de la cicloruta.

Es necesario también que exista un puesto de control, que contara con un descenso de emergencia, este estará en la mitad del trayecto construido para atender cualquier tipo de emergencia ocurrida en la vía elevada de la cicloruta.

### **9.3.1.2. Identificación y selección del proceso de producción**

Se tendrán en cuenta varios parámetros para la planeación del proceso de construcción:

La imagen, que debe corresponder al impacto visual y a la adaptabilidad del tramo elevado al espacio urbano, se convendría con el IDU, todo esto antes del diseño de integración y contraste.

La adaptabilidad del proyecto ejecutado es fundamental, este debe tener la capacidad de adaptarse a todas las circunstancias y retos que imponga el proceso urbano, sin necesidad de modificar sus componentes, lo cual es fundamental para conservar la homogeneidad de los proyectos de movilidad del Plan de Desarrollo Territorial.

Es necesario considerar también la facilidad de la construcción lo que se relaciona en gran medida con los materiales a utilizar, la tecnología disponible y la mano de obra además es importante también conservar un equilibrio entre la simplicidad en el ensamble y la fortaleza de la estructura.



El costo de construcción lo limitara la Secretaría de Movilidad de la Alcaldía de Medellín, dependiendo de proyectos similares anteriores y los detalles del presupuesto, se deberán reducir los costos con la fabricación industrializada de los materiales y su ensamblaje o proceso constructivo en el sitio.

Lo proyectado a futuro es que este tramo piloto no tenga costos de mantenimiento, por lo cual el diseñador deberá valorar el comportamiento de los materiales con cualquier riesgo potencial que atente contra la infraestructura del proyecto, sin embargo para garantizar la seguridad de los usuarios de este proyecto es necesario recurrir a mantenimiento preventivo cuyo costo es mitigado por lo mencionado anteriormente, además el puesto de control contará con un operador constantemente.

El proceso de producción será tipo proyecto ya que necesariamente se debe realizar una planeación y programación previa ejecución, se tendrá un proceso en cadena ya que para la realización del proyecto existen actividades dependientes de otras sobretodo por la necesidad del ensamble de piezas en el tramo elevado.

### 9.3.1.3. Inversiones en maquinaria y equipo

**Cuadro 2:** Inversiones requeridas en maquinaria y equipo.

DESCRIPCION	UND	COSTO UNITARIO
Alquiler de computador	Mes	\$500.000
Alquiler de sonómetro	Hora	\$120.000
Carrotanque	Hora	\$90.000
Compactador	DD	\$70.000
Compresor 2 martillos	Hora	\$85.000
Cortadora de concreto	Hora	\$60.000
Estructura estática	M3	\$110.000
Grúa	Hora	\$115.000
Imprimador	Hora	\$75.000
Motoniveladora	Hora	\$150.000
Pala grúa	Hora	\$180.000
Rana	Hora	\$68.000
Retroexcavadora	Hora	\$170.000
Regla vibratoria	DD	\$88.000
Volqueta	M3	\$15.000
Volqueta- cargue descargue	HORA	\$52.000
Volqueta	VIAJE	\$72.000

**Fuente:** Datos tomados de (Bienes y Bienes, 2016).

### 9.3.1.4. Descripción de materia prima, insumos y materiales

Como salvedad previa es necesario recalcar que la selección de materiales, materia prima e insumos, debe ser cuidadosamente monitoreada por el diseñador entre las condiciones para los materiales se encuentran la fácil adquisición, la larga duración y el bajo costo de mantenimiento. Se deben adquirir fácilmente, que sean de larga duración o con buena garantía y bajo costo de mantenimiento. A continuación se listan los materiales y materia prima, en general insumos para la ejecución del proyecto.

**Cuadro 3:** Inversiones en materiales e insumos.

DESCRIPCION	UND	COSTO UNITARIO
Cemento gris	bultos (50 Kg)	\$ 29.000
Arena	m <sup>3</sup>	\$ 81.895
Grava	m <sup>3</sup>	\$ 70.000
Agua	Litro	\$ 1,212
Varilla g-60 w corrugada	3/8 Pulg x 6 m	\$ 7.200
Acero - Elementos metálicos	Kg (Estandarizado)	\$ 4.269
Lámparas	Unidad	\$ 120.000
Tubos de soporte	Unidad	\$ 43.500
Pilas metálicas	Par	\$ 7.234.000
Recubrimientos	Unidad	\$ 110.000

Losas Anden	Unidad (2,25 m <sup>2</sup> )	\$ 225.000
-------------	-------------------------------	------------

**Fuente:** Datos tomados de (Bienes y Bienes, 2016).

Se tienen los costos de los insumos cotizados para el 2016 de manera unitaria, considerando que la cicloruta elevada tendrá un andén donde se podrá caminar y donde además se ubicará el puesto de control.

#### 9.3.1.5. Determinación de mano de obra necesaria

La mano de obra necesaria se determina básicamente por la complejidad de la obra y por el tiempo estimado de ejecución de la misma. Se realizarán contrataciones por prestación de servicios y cada persona contratada tendrá un costo que se expresa en la siguiente tabla:

**Cuadro 4:** Inversiones en mano de obra para ejecución del proyecto.

<b>INVERSIÓN EN MANO DE OBRA PARA EJECUCIÓN DE PROYECTO</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Arquitecto	1	\$ 7.000.000
Ingeniero civil	2	\$ 5.000.000
Topógrafo	3	\$ 3.500.000
Analista de costos y presupuesto	2	\$ 3.000.000
Diseñador Industrial	2	\$ 3.000.000

Maestro de Obra	4	\$ 2.500.000
Pintores	6	\$ 800.000
Albañiles	19	\$ 800.000
Obreros	24	\$ 800.000
Trabajadora social	2	\$ 2.500.000
Especialista ambiental	1	\$ 2.500.000
Especialista en urbanismo	1	\$ 2.500.000
Técnico electricista	3	\$ 1.300.000

**Fuente:** Datos tomados de (Bienes y Bienes, 2016).

### **9.3.1.6. Distribución espacial y requerimientos de áreas de trabajo**

Actualmente en la ciudad de Medellín se han venido emplazando diferentes estructuras de ciclorutas bajo el programa EnCicla de la Alcaldía de Medellín por lo que el espacio poco a poco se ha ido adecuando para la movilidad en bicicleta, es decir, existe un proyecto de ciudad que refuerza o apoya el proyecto acá desarrollado, sin embargo aún existe mucho por hacer por lo que las adecuaciones para el proyecto representan un reto fuerte.

La cicloruta elevada se construirá sobre todo el viaducto del Metro entre las Estaciones Industriales y Poblado, un tramo de 2,005 kilómetros de largo, el viaducto se encuentra entre el Río Medellín y la Regional, principal arteria vial de la ciudad de Medellín que la atraviesa longitudinalmente y soporta desde tráfico pesado de vehículos hasta vehículos de servicio público y particulares. La cicloruta elevada se puede delimitar entre la Calle 30 y la Calle 10. La

Regional cuenta con dos calzadas de tráfico mixto construidas en pavimento asfáltico, cada una con dos carriles de circulación con buenas condiciones de rodadura. Existe una cicloruta paralela a la Avenida Las Vegas, avenida colindante con la Regional y que hace parte de la infraestructura construida en la red de ciclorutas de la ciudad de Medellín del programa EnCicla.

Por otra parte, en el tramo de análisis no existen semáforos debido a que es una vía rápida, sin embargo existen accesos directos desde la Regional hacia la Calle 30 en la Estación Industriales y hacia la Calle 10 en la Estación Poblado.

Tampoco existen andenes ni espacios públicos debido a que es una vía meramente vehicular, sin embargo si existe señalización en los puentes para indicar la altura máxima de los mismos además de líneas de separación de carril, líneas de bordes y flechas.

### **9.3.2. Localización**

Según la (Medellín cómo vamos, 2014):

Medellín es la segunda ciudad en importancia en Colombia, y capital del departamento de Antioquia; su temperatura promedio es de 24° y está ubicada a 1.475 metros sobre el nivel del mar; cuenta con una extensión de 105 kilómetros cuadrados de suelo urbano, 270 de suelo rural y 5,2 de suelo para expansión. La ciudad está situada en el centro del Valle de Aburrá, en la Cordillera Central, y está atravesada por el río Medellín, por el norte limita con los municipios de Bello, Copacabana y San Jerónimo; por el sur con Envigado, Itagüí, La Estrella y El Retiro; por el oriente con Guarne y Rionegro y por el occidente con Angelópolis, Ebéjico y Heliconia. Según proyecciones del Departamento Administrativo

Nacional de Estadística -DANE-, Medellín cuenta en 2015 con una población de 2.464.322 habitantes, lo que la hace la segunda ciudad más poblada de Colombia. La ciudad está distribuida políticamente-administrativamente en dieciséis comunas: Popular, Santa Cruz, Manrique, Aranjuez, Castilla, Doce de Octubre, Robledo, Villa Hermosa, Buenos Aires, La Candelaria, Laureles- Estadio, La América, San Javier, El Poblado, Guayabal y Belén y cinco corregimientos: Palmitas, San Cristóbal, Altavista, San Antonio de Prado y Santa Elena. La ciudad tiene un total de 249 barrios urbanos oficiales. Como capital del departamento, alberga las sedes de la Gobernación de Antioquia, la Asamblea Departamental, el Tribunal Departamental, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Dirección Seccional de Fiscalías. También se encuentran instaladas numerosas empresas públicas, privadas e instituciones y organismos del estado colombiano.

Económicamente Medellín es una ciudad que sobresale como uno de los principales centros financieros, industriales, comerciales y de servicios de Colombia, primordialmente en los sectores textil, confecciones, metalmecánico, eléctrico y electrónico, telecomunicaciones, automotriz, alimentos y salud. La ciudad es uno de los principales centros culturales de Colombia. Medellín realiza importantes y reconocidas festividades a nivel local, nacional e internacional como lo son: la Feria de las Flores, evento anual que ofrece a los visitantes más de 140 eventos culturales, tales como: Feria Nacional Equina, Festival de Orquestas, Festival Nacional de la Trova, desfile de Autos Antiguos, Cabalgata entre otros; Festival de Poesía, este evento ha sido galardonado con el Premio Nobel Alternativo, antesala del Premio Nobel de Paz, por la fundación Right Livelihood de Suecia, y en el cual se presentan poetas de casi todo el mundo, quienes se encargan de entregar al público, de

forma gratuita, sus poemas y lectura en lugares como parques, auditorios, barrios populares y poblaciones cercanas a Medellín; Colombiamoda, es la feria de la moda más importante que se realiza en Colombia, en este evento se presentan diseñadores nacionales e internacionales famosos por sus diseños y la calidad de sus colecciones.

Esta ciudad por su relevancia en el entorno nacional se erige como una de las principales urbes del país, además se ha ganado el calificativo de innovadora luego de un pasado empañado por la violencia y el narcotráfico. Se divide políticamente en Comunas que a su vez se dividen en barrios.

### 9.3.2.1. Factores de localización

Es necesario considerar ciertos aspectos para situar la cicloruta elevada dentro del proyecto de ciudad, dichos factores se exponen como sigue:

**Cuadro 5:** Factores de localización.

<b>FACTOR</b>
Cercanía de la materia prima
Disponibilidad de mano de obra
Abastecimiento de agua y energía
Condiciones de las vías
Servicios de transporte
Flexibilidad paisajística



Accesibilidad de carga pesada
Industrialización de la zona
Cantidad de personas circulando

**Fuente:** Elaboración propia.

### 9.3.2.2. Métodos de evaluación

El método usado para la evaluación de la localización es el método de ranking de factores mediante el cual se analiza la importancia relativa de cada uno de los factores asignándoles una ponderación teniendo en cuenta la incidencia del factor sobre las operaciones, la importancia estratégica y la proyección de su relevancia.

**Cuadro 6:** Método de ranking de factores.

FACTOR	Cercanía de la materia prima	Disponibilidad de mano de obra	Abastecimiento de agua y energía	Condiciones de las vías	Servicios de transporte	Flexibilidad paisajística	Accesibilidad de carga pesada	Industrialización de la zona	Cantidad de personas circulando	Conteo	Ponderación (%)
Cercanía de la materia prima	1	0	1	1	1	1	1	0	1	6	18
Disponibilidad de mano de obra	0	1	0	1	1	1	0	1	1	5	15
Abastecimiento de agua y energía	1	0	1	1	1	1	1	1	0	6	18
Condiciones de las vías	0	1	0	1	0	1	1	1	1	5	15
Servicios de transporte	0	0	0	0	1	1	0	1	1	3	9
Flexibilidad paisajística	0	1	0	0	0	1	1	0	1	3	9
Accesibilidad de carga pesada	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	6
Industrialización de la zona	0	0	1	0	0	1	0	1	1	3	9
Cantidad de personas circulando	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Saenz, 2005).

Luego del análisis realizado es necesario considerar las posibles locaciones que cumplan con un nivel de cumplimiento de cada factor y evaluarlas como alternativas de localización, en este caso las alternativas serán las comunas de Medellín que contengan tramos del Metro de la ciudad en su ordenamiento. Para ello se puntúa cada factor con 10 si su estado es excelente, con 8 si es muy bueno, con 6 si es solo bueno, con 4 si es regular y con 2 si es deficiente, así:

**Cuadro 7:** Ponderación de los factores.

FACTOR	PONDERACIÓN	Comuna 14 Poblado		Comuna 10 La Candelaria		Comuna 4 Aranjuez	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Cercanía de la materia prima	0,176	8	1,412	6	1,059	8	1,412
Disponibilidad de mano de obra	0,147	10	1,471	8	1,176	6	0,882
Abastecimiento de agua y energía	0,176	10	1,765	8	1,412	8	1,412
Condiciones de las vías	0,147	8	1,176	4	0,588	6	0,882
Servicios de transporte	0,088	8	0,706	6	0,529	8	0,706
Flexibilidad paisajística	0,088	6	0,529	6	0,529	8	0,706
Accesibilidad de carga pesada	0,059	8	0,471	8	0,471	6	0,353
Industrialización de la zona	0,088	8	0,706	6	0,529	6	0,529
Cantidad de personas circulando	0,029	10	0,294	8	0,235	8	0,235
TOTAL	1		8,529		6,529		7,118

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Saenz, 2005).

De acuerdo con el resultado la Comuna 14 Poblado es la más adecuada para la localización del proyecto.

### 9.3.2.3. Macro localización

Si bien Medellín en sus comunas posee sistemas integrados de transporte que se relacionan directamente con la columna vertebral del mismo que es el Metro, se hace necesario evaluar las condiciones de las principales comunas con el fin de establecer la localización del proyecto. En la evaluación realizada se tuvieron en cuenta tres de las principales comunas que son la Comuna 14 – El Poblado, Comuna 10 – La Candelaria y la Comuna 4 – Aranjuez, estas tres comunas contienen estaciones de Metro fundamentales para la movilidad sin embargo cada comuna a su vez tiene necesidades y condiciones diferentes, entre las que se hace necesario favorecer la cercanía de la materia prima, el abastecimiento de agua y energía, la disponibilidad de mano de obra y las condiciones de las vías, elementos con los que la Comuna 14 –El Poblado cuenta en

buena medida debido a su cercanía con la Zona Industrial de Guayabal y por el nivel socio económico de sus alrededores.

**Mapa 1:** División político-administrativa de la ciudad de Medellín.



**Fuente:** Mapa tomado de (Alcaldía de Medellín, 2007).

Entre otras razones la Comuna 14 – El Poblado, posee un tramo plano del metro entre la Estación Industriales y la Estación Poblado que facilita realizar una prueba piloto de la cicloruta elevada. Esta condición especial permite tener menos dificultades al momento de ejecutar la obra.

**Mapa 2:** Comuna 14 - El Poblado, en la ciudad de Medellín.



**Fuente:** Mapa tomado de (Wikipedia, 2015).

Como se puede apreciar en la imagen anterior, la Comuna 14 – El Poblado se divide en diferentes barrios, la línea negra con puntos indica el recorrido del Metro y las Estaciones que contiene que en su orden de izquierda a derecha son: Estación Industriales, Estación Poblado y Estación Aguacatala.

#### 9.3.2.4. Micro localización

El objetivo de la ejecución del proyecto es la realización de un cicloruta elevada sobre el viaducto del metro el cual bordea el costado occidental de la Comuna 14 – El Poblado. Una de las dificultades técnicas más complejas corresponde a la inclusión de rampas de acceso a la cicloruta que unan el tramo elevado y la carretera para lo que se requiere la menor cantidad de curvas posible.

**Mapa 3:** Viaducto del Metro de Medellín entre las Estaciones Industriales y Poblado.



**Fuente:** Mapa tomado de Google Maps.

La cantidad de curvas no es el único criterio, lo es también la cantidad de personas que circulan por la zona. En la imagen se puede observar que a ambos costados del tramo señalado en rojo se encuentran gran cantidad de compañías e instituciones educativas que mueven diariamente un volumen importante de personas. Dentro de la Comuna 14 – El Poblado, existen dos posibilidades de tramos a tomar para la ejecución del proyecto, uno es entre la Estación Industriales y la Estación Poblado y el otro es entre la Estación Poblado y la Estación Aguacatala, sin embargo el primer tramo contiene mayor cantidad de empresas en sus laterales,

es decir, movilizan una mayor cantidad de usuarios durante todo el día, lo que se busca entonces es descongestionar el sistema metro ofreciendo una alternativa de transporte saludable como lo es la bicicleta por lo que la microlocalización del proyecto lo sitúa entre la Estación Industriales y la Estación Poblado.

### 9.3.3. Capacidad del proyecto

#### 9.3.3.1. Factores para la definición del Tamaño óptimo

Los factores para la definición del tamaño del proyecto son importantes sin embargo es necesario tener en cuenta que se trata de un proyecto piloto por lo que no obedece totalmente a las condiciones de los factores como respuesta a los mismos. Los factores son:

**Cuadro 8:** Factores para la definición del tamaño óptimo del mercado.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Mercado	Se refiere a la cantidad de usuarios de las Estaciones Industriales y Poblado y externos que serían potenciales usuarios de la cicloruta elevada.
Tecnología	Se refiere a la tecnología disponible y necesaria para ejecutar un proyecto óptimo.

Localización	Se refiere a una localización estratégica donde el impacto positivo sea mayor, lo que se define por la cantidad de empresas, fábricas, centros comerciales e instituciones educativas cercanas a la cicloruta.
Inversiones	Se refiere a la cantidad de recursos necesarios la construcción y posterior manutención del proyecto.

**Fuente:** Elaboración propia.

Todos estos factores son bien importantes y permiten estimar de manera aproximada cual será el impacto del proyecto en la zona. Es necesario hacer hincapié en que no se trata de un proyecto industrial por lo que no se define propiamente tamaño de la producción sino tamaño del proyecto

### 9.3.3.2. Tamaño del proyecto

El tamaño del proyecto pretende ubicar no solo sus dimensiones físicas sino la cantidad de usuarios que atiende teniendo en cuentas las distintas condiciones con las que se ejecutaría la cicloruta elevada, en primer lugar se presentan las dimensiones del proyecto y en según lugar se habla de su capacidad y el tamaño de personas que atendería:

**Cuadro 9:** Dimensiones del tamaño del proyecto.

<b>ELEMENTO</b>	<b>En metros (m)</b>
Sección carril 1	4,5
Sección carril 2	4,5
Anden	2,5
Altura de la baranda	1,7
Distancia entre accesos	2005
Altura subterránea	4,8
Pendiente en rampas	10%
Separador	1
Gálibo	7,8

**Fuente:** Elaboración propia.

La cicloruta elevada tendrá una longitud de 2005 metros justo desde el extremo sur de la Estación Industriales hasta la Calle 10, donde mediante las rampas de acceso volvería a la



Regional. La pendiente de las rampas será de 10% con el fin de garantizar la seguridad de los usuarios. Estas son las dimensiones del proyecto en términos de tamaño físico, ahora en términos de capacidad se realiza una estimación sobre la cantidad de personas influenciadas por el sistema directamente y se estima teniendo en cuenta que 28.000 personas circulan diariamente por la Estación Industriales (Metroplus, 2015) y que 35.000 circulan por la Estación Poblado (Metro de Medellín, 2014), así la cantidad de personas que diariamente son influenciadas por el proyecto asciende a 63.000 personas por día. Ahora, teniendo en cuenta que en Medellín el porcentaje de utilización de la bicicleta es del 1% según (Alcaldía de Medellín, 2013), se estima entonces que la cantidad diaria de usuarios potenciales para el sistema de cicloruta elevada sería de 630 al día, sin embargo si el porcentaje de utilización de la bicicleta asciende a 3% que según (Alcaldía de Medellín, 2013) es el promedio nacional entonces la cifra ascendería a 1890.

**Cuadro 10:** Usuarios potenciales de la cicloruta.

<b>USUARIOS POTENCIALES DE LA CICLORUTA</b>	
Cantidad usuarios Industriales x Día	28000
Cantidad usuarios Poblado xDía	35000
<b>Total usuarios influenciados</b>	<b>63000</b>
% uso de la bicicleta	1%
<b>Usuarios potenciales por día</b>	<b>630</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Alcaldía de Medellín, 2013), (Metro de Medellín, 2014) y (Metroplus, 2015).

### 9.3.4. Plan de Ejecución

#### 9.3.4.1. Estimación de cargas

Las cargas gravitacionales están compuestas por cargas muertas y vivas que son los diferentes elementos que componen la estructura de la cicloruta elevada incluyendo los elementos móviles, se tienen además en cuenta las cargas sísmicas y de viento con el fin de diseñar una cimentación adecuada, cálculos que se dan bajo el permiso del Código Colombiano de Diseño Sísmico de puentes.

Para este caso específico se utilizaron diferentes tipos de cargas, la primera es la carga permanente que son consideradas cargas fijas como el peso del pavimento, pasillos, barandas y barreras, además del tendido eléctrico, entre otros. A continuación se expresan los pesos propios unitarios de la estructura.

**Cuadro 11:** Pesos propios unitarios de la estructura.

Acero	7,85 tonf/m <sup>3</sup>
Hormigón	2,5 tonf/m <sup>3</sup>
Asfalto	2,2 tonf/m <sup>3</sup>
Baranda liviana	30 kgf/m

**Fuente:** Datos tomados de (Riveros, 2014).

Dentro de las cargas vivas se tienen las bicicletas y la carga móvil peatonal que se estima en 415 Kg/m<sup>2</sup>.

Se tienen también las cargas sísmicas, así la estructura debe ser verificada bajo impacto sísmico. Fundamentalmente debe cumplir que:

- Debe resistir sismos moderados en el rango elástico.
- Debe considerarse cargas sísmicas considerables.
- No se deben sobrepasar los desplazamientos basales durante la vida útil.

Las cargas de viento se pueden considerar despreciables ya que es una cicloruta elevada baja, la carga de viento corresponde a una carga que actúa sobre área expuesta de losas, vigas, pasillos y barandas.

#### **9.3.4.2. Estudios previos**

Los estudios ayudan a dimensionar los componentes de la estructura y permiten revisar el nivel de dificultad para la viabilidad de la estructura y los impactos ambientales. Se tienen entonces estudios de diferente tipo, como los estudios topográficos que se relacionan de manera directa con el viaducto del metro sobre el cual existiría la cicloruta. La vía férrea denota casi por completo las dimensiones de la cicloruta, estos estudios se generan mediante levantamientos para evaluar las características del lugar.

Por otro lado se tienen los estudios de suelo, donde se analizan cuáles son los esfuerzos que las subestructuras transfieren al terreno bajo las mismas, allí se evalúan las deformaciones fruto del comportamiento estructural de las subestructuras por lo que se hace muy necesario prestar especial atención al terreno de apoyo. Además dicho terreno ya soporta una vía férrea y el

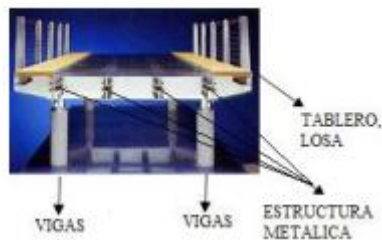
tránsito constante de metros por lo que se hace necesario evaluar el conjunto con esta condición adicional.

Los estudios de riesgo sísmico, permiten evaluar los riesgos por eventualidades sísmicas de acuerdo a la zona, al tipo de exposición entre otros elementos. El impacto ambiental es de vital importancia ya que se realiza especialmente sobre obras que requieran una licencia ambiental para su ejecución.

#### 9.3.4.3. Estructura y diseño final

Dentro de la superestructura se tiene la construcción sobre apoyo ubicada en la parte superior, estos son las losas, bóveda, vigas y en general la estructura metálica.

**Figura 1:** Super-estructura de la cicloruta.



**Fuente:** Imagen tomada de (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2010).

La superestructura se compone entonces de un tablero o losa que soporta las cargas y las armaduras como se ve en la imagen anterior.

Para esta cicloruta elevada la losa es una plancha de concreto reforzado, las vigas son por su parte el elemento estructural por excelencia y soportan los esfuerzos de componente vertical y transmiten las cargas a las pilas.

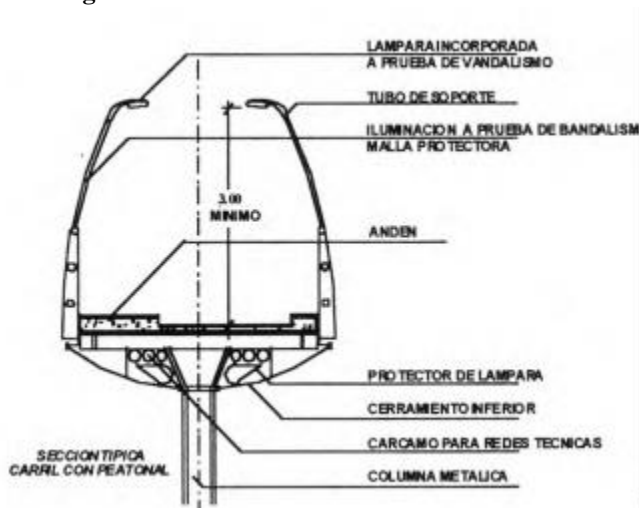
Por otro lado el acero se usa comunmente en este tipo de construcciones por soportar los esfuerzos de flexión, compresión y tracción, y se utiliza para el esqueleto o la estructura interna y para las vigas que sostienen las cargas.

Por otro lado se tienen la subestructura que son los apoyos, estribos, pilas y fundaciones. Los apoyos son conjuntos estructurales instalados para equilibrar las reacciones de la superestructura y la subestructura y permiten distribuir las reacciones sobre las áreas, además deben adecuarse a las deformaciones elásticas, términos sin generar fuerzas perjudiciales. Por su parte los estribos son muros que soporta un extremo de la superestructura de la cicloruta y transmite las cargas al suelo, sostiene el relleno de tierra y ofrece protección contra la erosión.

Las pilas brindan apoyos intermedios del puente y las fundaciones son las bases sobre las que se apoya la estructura en el terreno, para este caso las fundaciones deben ser más angostas por la limitación de espacio pero debe optimizarse dado el tipo de terreno donde se levantará la obra.

Para este caso el diseño de la cicloruta será como se aprecia en la siguiente imagen:

**Figura 2:** Corte transversal de cicloruta elevada.



**Fuente:** Imagen tomada de (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2010).

Por tratarse de un estudio de prefactibilidad el prediseño sería similar a la siguiente imagen que corresponde al SkyCycle de Londres, un diseño de cicloruta elevada sobre la vía férrea.

**Figura 3:** Prototipo del SkyCycle de Londres.



**Fuente:** Imagen tomada de (The Huffington Post, 2014).

### **9.3.5. Análisis Organizacional y Legal**

#### **9.3.5.1. Procesos Administrativos**

##### **9.3.5.1.1. Procesos de selección, reclutamiento y manejo de personal**

En términos de la gestión del talento para el proyecto es necesario considerar las hojas de vida de los candidatos elegibles que participarían eventualmente en el proyecto. Este es un proceso del cual no se encargará la dirección del proyecto ya que se puede tercerizar sin embargo las directrices son claras y se orientan en primer lugar al cumplimiento de los requisitos en términos de formación y experiencia.

Se entrevistarán las personas seleccionadas según criterios de competencias organizacionales y verificación de referencias.

Dentro de los candidatos elegidos, se conformará el grupo final que se encargará de realizar la planeación y la ejecución del proyecto, este grupo debe ser multidisciplinar y además debe ajustarse a las exigencias de cada uno de los cargos.

Cabe anotar que de este proceso se encargará el consorcio que gane la licitación para la ejecución del proyecto, es autonomía del mismo realizar el proceso de selección de personal.

#### **9.3.5.1.2. Procesos Financieros (contabilidad, pedidos y facturación, otros)**

Los procesos financieros tendrán un seguimiento por parte de la dirección desde la Secretaría de Movilidad de la Alcaldía de Medellín. El analista de costos y presupuesto debe ser un ingeniero administrador o financiero que se encargue de analizar y planear todos los pormenores desde el punto de vista financiero haciendo énfasis primero en el presupuesto que puede ser otorgado desde la Secretaría de Movilidad y segundo debe velar por la reducción de los costos manteniendo la calidad deseada de los materiales.

Es importante destacar también que todos los procesos financieros ejecutados deben ser documentados y llevados a la herramienta de libro diario con el fin de generar la contabilidad del proyecto, con esto se hace referencia a mantener actualizado los niveles de disponible, inventario, cuentas por pagar, cartera y aportes en general.

Este proyecto se financiará 100% con recursos de la Alcaldía de Medellín por lo que no habrá lugar para pasivos con costo ni préstamos bancarios de ningún tipo, todo el capital necesario para la inversión inicial será equity. Esto es un mero supuesto, para que exista un acuerdo es necesario elevar el proyecto desde el ejecutivo al consejo.

El proyecto es una obra pública que busca generar beneficios para la ciudadanía por lo tanto no es un proyecto de inversión y no cuenta con ingresos durante su período de operación.

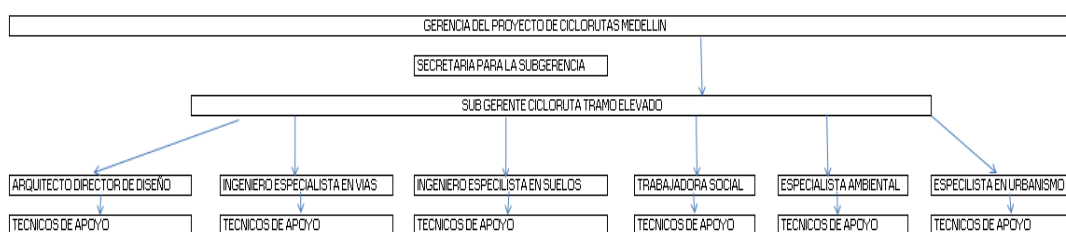


### 9.3.5.1.3. Procesos de Logística ( almacenamiento, transporte, manejo inventarios y otros)

Los procesos de logística serán directamente manejados por el consorcio que gane la licitación y son procesos propios de la ejecución del proyecto como por ejemplo el almacenamiento de la materia prima durante la etapa de construcción, el transporte de la misma hacia la zona de trabajo, entre otros son aspectos que se manejan directamente durante la ejecución del proyecto.

### 9.3.5.1.4. Estructura Organizacional (organigrama)

**Figura 4:** Estructura organizacional.



**Fuente:** Elaboración propia.

### 9.3.5.1.5. Requerimientos de Personal (perfiles y funciones)

**Cuadro 12:** Perfiles del personal requerido.

PERFIL DEL PERSONAL			
Profesión/Cargo	Descripción	Cantidad	Funciones
Director general del proyecto	Profesional especializado con experiencia específica en el cargo de cinco (5) años.	1	Dirigir el proyecto de manera general, generando indicadores de cumplimiento y entregando reportes mensuales a la Secretaría de Movilidad.
Arquitecto director de diseño	Profesional especializado con experiencia	1	Dirigir el diseño del proyecto teniendo en cuenta todas las condiciones y disposiciones de espacio y de arquitectura de la ciudad y del entorno.
Ingeniero especialista en vías	Profesional especializado con experiencia	1	Generar el diseño y la viabilidad estructural del puente sobre el que se emplazará la cicloruta.
Ingeniero especialista en suelos	Profesional especializado con experiencia	1	Estudiar los terrenos adyacentes al viaducto del metro con el fin de garantizar la estabilidad y seguridad de la obra.
Trabajadora social	Profesional universitario con experiencia	2	Realizar labores de concientización social en las industrias aledañas y en el mismo metro sobre el uso de la cicloruta.
Especialista ambiental	Profesional especializado con experiencia	1	Realizar el análisis de riesgos y mitigación de impactos ambientales cumpliendo con la normativa.
Especialista en urbanismo	Profesional especializado con experiencia	1	Presentar y dirigir las labores de cohesión urbanística y de paisajismo de la obra.
Topógrafo	Profesional especializado con experiencia	3	Efectuar levantamientos topográficos, nivelaciones y mediciones necesarias.
Pintores	Bachiller o técnico con experiencia	6	Pintar las señalizaciones, barandas, aceras y demás elementos.
Albañiles	Bachiller con experiencia específica	19	Realizar las labores netamente de construcción.
Obreros	Bachiller con experiencia específica	24	Realizar las labores complementarias y auxiliares.
Operador de puesto de control	Técnico con experiencia específica	2	Realizar labores de control y vigilancia de la cicloruta en funcionamiento.
Analista de costos y presupuestos	Profesional especializado con experiencia	2	Planificar y ejecutar financieramente el proyecto, hacer seguimiento a presupuesto.
Maestro de obra	Tecnólogo con experiencia específica	4	Dirigir la mano de obra directa para la realización de los trabajos de construcción.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 9.3.5.1.6. Requerimientos de materiales

Los materiales requeridos para la construcción de la obra se enlistan a continuación:

**Cuadro 13:** Cantidades de insumos requeridas.

DESCRIPCION	UND	Cantidad
Cemento gris	bultos (50 Kg)	27067,5
Arena	m <sup>3</sup>	2165,4
Grava	m <sup>3</sup>	3609
Agua	Litro	649620
Varilla g-60 w corrugada	3/8 Pulg x 6 m	\$ 6.683
Acero - Elementos metálicos	Kg (Estandarizado)	\$ 13.367
Lámparas	Unidad	120,3
Tubos de soporte	Unidad	120,3
Pilas metálicas	Par	40,1
Recubrimientos	Unidad	120,3
Losas Anden	Unidad (6 m <sup>2</sup> )	802

**Fuente:** Elaboración propia.

### 9.3.5.1.7. Requerimientos de tecnología

En términos de tecnología se requerirán los siguientes equipos y maquinaria:

**Cuadro 14:** Descripción de equipos y maquinarias.

DESCRIPCION	UND
Alquiler de computador	Mes
Alquiler de sonómetro	Hora
Carrotanque	Hora
Compactador	DD
Compresor 2 martillos	Hora
Cortadora de concreto	Hora
Estructura estática	M3
Grúa	Hora
Imprimador	Hora
Motoniveladora	Hora
Pala grúa	Hora
Rana	Hora
Retroexcavadora	Hora
Regla vibratoria	DD
Volqueta	M3
Volqueta- cargue descargue	HORA
Volqueta	VIAJE

Fuente: Elaboración propia.

### **9.3.6. Aspectos Legales**

#### **9.3.6.1. Tipo de organización empresarial**

Por tratarse de un proyecto público la realización no está financiada por una organización privada sino por la Alcaldía de Medellín desde la Secretaría de Movilidad.

#### **9.3.6.2. Costos asociados con asuntos Legales**

No existen costos asociados con asuntos legales salvo que el Metro de Medellín no permita una construcción sobre su viaducto u otras empresas colindantes entren a demandar a la Alcaldía de Medellín porque se sientan afectadas de un modo u otro. Esto es poco estimable ya que desde el punto de vista del proyecto no hay afectación prolongada directa tanto para personas naturales como jurídicas.

### **9.3.7. Inversiones y financiación**

#### **9.3.7.1. Inversiones fijas**

Generalmente las inversiones fijas se deprecian cuando tienen una vida útil superior a un año, es decir, la inversión en activos fijos se recupera mediante el mecanismo de depreciación. En este

caso no se realizará ningún tipo de gasto en activos fijos ya que toda la maquinaria y equipo se subcontratarán con el fin de no tener gastos innecesarios, por tanto el único activo fijo será la obra civil construida.

### 9.3.7.2. Inversiones diferidas

Se tienen como inversiones diferidas los trabajos de investigación y estudios, gastos de organización, entre otros. Las únicas inversiones diferidas tenidas en cuenta serán los gastos de administración, gastos de asistencia técnica e imprevistos ya que se supone que el personal se encuentra capacitado y no es necesario solicitar licencias.

Dentro de los gastos de administración se tendrán en cuenta los gastos de pago de honorarios únicamente pues no se incurre en gastos de crédito, cobranzas, oficina, entre otros.

**Cuadro 15:** Inversiones diferidas requeridas.

<b>INVERSIONES DIFERIDAS</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
Estudio de suelos	\$ 147.000.000,00
Estudios de urbanismo	\$ 64.000.000,00
Asistencia técnica	\$ 15.600.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 226.600.000</b>

**Fuente:** Datos tomados de (Bienes y Bienes, 2016).

Estos datos fueron obtenidos la compañía inmobiliaria y constructora Bienes y Bienes de Medellín.

### 9.3.7.3. Capital de trabajo

Dentro de la inversión en capital de trabajo se tienen en cuenta la maquinaria y equipo necesarios, además de la materia prima y los insumos y los honorarios del personal, además de capital para el primer año de funcionamiento del proyecto, así:

**Cuadro 16:** Capital de trabajo y otras inversiones.

<b>INVERSIONES</b>	
Alquiler de maquinaria y equipo	\$ 2.311.670.000,00
Materia prima e insumos	\$ 1.824.328.184,85
Honorarios	\$ 422.400.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.558.398.185</b>

<b>INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>\$ 53.200.000</b>
--	----------------------

**Fuente:** Datos tomados de (Bienes y Bienes, 2016).

El capital de trabajo corresponde según recomendaciones docentes, al primer período de funcionamiento del proyecto y dentro de este rubro no se contabilizan los alquileres, honorarios e insumos. Los egresos por el primer período corresponden a las labores de mantenimiento trimestral y a los puestos de control contratados.

#### 9.3.7.4. Alternativas de financiación.

Este es un proyecto de carácter público por lo que los recursos para la financiación saldrán directamente de las arcas de la Secretaría de Movilidad a modo de aportes sociales desde la Alcaldía de Medellín que será el capital del proyecto, es decir, no se incurrirá en créditos bancarios. El costo patrimonial de la Alcaldía de Medellín según el funcionario Hector Padilla de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público se sitúa en 16% E.A. aproximadamente.

#### 9.3.7.5. Presupuesto ingresos, costos y gastos

Este proyecto solamente contempla el impuesto de industria y comercio que se paga al desembolsar el dinero desde la Secretaría de Movilidad, según el funcionario Fredy Londoño de la Secretaría de Movilidad dicho impuesto es del 1,1% sobre el presupuesto total. El proyecto tampoco contemplará impuestos desde el punto de vista financiero ya que es un proyecto de índole social sin embargo se realiza también un análisis económico que contempla los ingresos por costos evitados, es decir, los ingresos sociales o beneficios sociales que se entregarían a la comunidad. Se tendrán gastos de administración del proyecto, así:

**Cuadro 17:** Gastos de administración.

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN				
DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO MENSUAL	MESESxAÑO	COSTO TOTAL
Operadores de puesto de control	2	\$ 800.000	12	\$ 19.200.000
Técnicos de mantenimiento	10	\$ 1.300.000	2	\$ 26.000.000
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 45.200.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia.



### **9.3.8. Conclusión general del análisis técnico.**

En términos técnicos el proyecto presenta una pre factibilidad técnica que debe ser complementada con estudios de ingeniería mucho más profundo, los retos son en verdad considerables ya que se tienen terreno blando en el lateral que limita con el Rio Medellín lo que dificulta el anclaje de las pilas y hace necesario un estudio de suelos más profundo. Otro inconveniente que se tiene son los riesgos directos de tener un cableado eléctrico debajo de la cicloruta, sin embargo este es mitigado por las barandas y malla que contienen las cargas móviles.

Una anotación adicional es que la ubicación de las rampas de acceso son un punto muy necesario de consideración adicional ya que estas conectan la cicloruta elevada con las vías internas de la regional lo que hace que sea un tanto peligroso para los ciclistas y además obliga a una reestructuración del concepto de movilidad sostenible en la ciudad.

En síntesis, desde la pre factibilidad el proyecto va bien, sin embargo es necesario considerar todos los aspectos mencionados para acentuar mejor las bases de la obra.

## 10. Evaluación del proyecto

### 10.1. Evaluación financiera

#### 10.1.1. Supuestos y datos

Para realizar el proyecto es necesario generar una lista de supuestos para condicionar algunos factores financieros y realizar una buena evaluación, los supuestos son:

1. El costo de los salarios se incrementará con la inflación.
2. Se realizará mantenimiento de la cicloruta elevada 4 veces al año, durará dos semanas cada período de mantenimiento, entonces en total al año se tendrán dos meses de mantenimiento.
3. Más que ser un supuesto, es una aclaración. Este tipo de proyectos por ser de carácter público no tributa por renta, el único impuesto que paga es el de Industria y Comercio que del 1% sobre el presupuesto del proyecto.
4. Los costos fijos del proyecto corresponden a los Servicios públicos de acueducto, electricidad y alcantarillado.
5. El costo del kW/h es de 483,6 COP según Empresas Públicas de Medellín en su página web. Las lámparas estarán encendidas 12 horas al día durante 365 días al año.
6. La inversión en capital de trabajo corresponde a los gastos y costos del proyecto en su primer año de operación a modo de provisión, estos gastos y costos equivalen a los salarios de los Operadores de puestos de control y de los técnicos de mantenimiento de la estructura.

7. La cantidad de usuarios potenciales diariamente en el sistema se estimará multiplicando la cantidad de personas que circulan diariamente entre las Estaciones Poblado e Industriales que serían el público influenciado por el porcentaje de utilización de la bicicleta según el Informe de Indicadores de Cultura Ciudadana del año 2013 de la ciudad de Medellín.
8. La cuantificación de impactos sociales positivos y negativos para una evaluación económica, crecerá con la tasa estimada de crecimiento demográfico de la ciudad de Medellín.
9. La tarifa que asumiría eventualmente una entidad será de 1900 COP ya que se estima como el precio promedio de transporte público en buses urbanos en la ciudad de Medellín.

La financiación del proyecto se realizará toda vía aportes de la Alcaldía de Medellín, es decir, no se incurrirá en deuda con bancos ni con terceros, el costo de ese capital se denomina costo patrimonial del capital, este es aportado a través de la Secretaría de Movilidad, está establecido como el 'retorno' que se espera para la sociedad sobre la inversión pública realizada, es de 16% aproximadamente según el funcionario Santiago Londoño de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de la Alcaldía de Medellín citando al Informe de la Alcaldía de Medellín (2013).

**Cuadro 18:** Composición de capital para financiamiento.

## **FINANCIAMIENTO**

Deuda (% de Activos)	0%
Costo de deuda	0%
<hr/>	
Aportes sociales (% de Activos)	100%
Costo patrimonial	16%
<hr/>	
<b>WACC</b>	<b>16%</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Alcaldía de Medellín, 2013).

Otros supuestos que se deben establecer son:

**Cuadro 19:** Supuestos para proyecciones financieras.

<b>Valor del Activo (Cicloruta elevada)</b>	\$	4.612.210.298,12
<hr/>		
<b>Vida útil del proyecto</b>	3	años
<hr/>		
<b>Vida últi cicloruta elevada</b>	20	años
<hr/>		
<b>Valor a amortizar</b>	\$	226.600.000
<hr/>		
<b>Período de amortización</b>	10	años
<hr/>		
<b>Tasa de crecimiento (g) de la anualidad perpetua</b>		5%
<hr/>		
<b>Tasa de crecimiento demográfico en Medellín</b>		1,74%

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Alcaldía de Medellín, 2013).

Los costos fijos en los que se incurrirá en todo el proyecto son:

**Cuadro 20:** Costos fijos del proyecto.

<b>COSTOS FIJOS</b>	
Costo energía por kW	\$ 483,6
Cantidad de kW por hora	0,1
Cantidad de lámparas	120
<b><i>SUBTOTAL ENERGÍA</i></b>	<b>\$ 25.481.561,04</b>
Acueducto y alcantarillado	\$ 250.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 25.731.561,04</b>

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto se estimará en 6 años por considerar esa cantidad de años suficiente para la maduración de un ciclo económico, más allá de esa cantidad de años se desconocen más aún las condiciones de la economía, los supuestos finales son:

**Cuadro 21:** Supuestos finales.

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6
Inflación	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Depreciación de Cicloruta	\$ 230.610.515	\$ 230.610.515	\$ 230.610.515	\$ 230.610.515	\$ 230.610.515	\$ 230.610.515	\$ 230.610.515
Depreciación acumulada	\$ 230.610.515	\$ 461.221.030	\$ 691.831.545	\$ 922.442.060	\$ 1.153.052.575	\$ 1.383.663.089	\$ 1.614.273.604
Valor en libros	\$ 4.381.599.783,22	\$ 4.150.989.268,31	\$ 3.920.378.753,41	\$ 3.689.768.238,50	\$ 3.459.157.723,59	\$ 3.228.547.208,69	\$ 3.007.936.688,78
Amortización de diferidos	\$ 22.660.000	\$ 22.660.000	\$ 22.660.000	\$ 22.660.000	\$ 22.660.000	\$ 22.660.000	\$ 22.660.000
Amortización acumulada	\$ 22.660.000	\$ 45.320.000	\$ 67.980.000	\$ 90.640.000	\$ 113.300.000	\$ 135.960.000	\$ 158.620.000
Valor en libros	\$ 203.940.000	\$ 181.280.000	\$ 158.620.000	\$ 135.960.000	\$ 113.300.000	\$ 90.640.000	\$ 67.980.000
Costos fijos (Servicios públicos)	\$ 25.731.561,04	\$ 26.760.823,48	\$ 27.831.256,42	\$ 28.944.506,68	\$ 30.102.286,94	\$ 31.306.378,42	\$ 31.712.660,86

Fuente: Elaboración propia con base en (Alcaldía de Medellín, 2015).

### 10.1.2. Cuantificación de impactos

Como ya se mencionó este es un proyecto que financieramente no es viable ya que no se obtendrán ingresos por conceptos de ventas o servicios sin embargo se considerarán los beneficios sociales o ingresos para la sociedad y también los egresos sociales para lo que se cuantifican los impactos, como sigue:

Primero se evaluarán la cuantificación por impactos sociales positivos, el primer impacto positivo se cuantificará mediante la metodología de costos evitados y se refiere al costo evitado por sedentarismo. El hecho de facilitar nuevas ciclorutas promueve el uso de la bicicleta como alternativa saludable de transporte, así las personas que utilicen el servicio se verán beneficiadas en salud ya que la actividad física estimula, según la OMS, un mejor funcionamiento de todos los sistemas del organismo. Al menos un 60% de la población mundial no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud. Esto se debe en parte a la insuficiente participación en la actividad física durante el tiempo de ocio y a un aumento de los comportamientos sedentarios durante las actividades laborales y domésticas. El aumento del uso de los medios de transporte "pasivos" también ha reducido la actividad física. La bicicleta se presenta entonces como un medio activo y al promover su uso se obtienen beneficios sociales que se pueden cuantificar utilizando la metodología de costos evitados. Según el funcionario Angel Bedoya de la Secretaría de Salud de la Alcaldía de Medellín citando el informe de Alcaldía de Medellín (2013), la ciudad se ahorraría aproximadamente 220.000 COP por cada habitante que no acudiera a centros de salud por problemas derivados del sedentarismo, teniendo en cuenta el área de incidencia del proyecto. Entonces este beneficio se puede estimar fácilmente y la cifra crecería con la tasa de crecimiento demográfico de la ciudad.

**Cuadro 22:** Costo evitado por sedentarismo.

Cantidad de usuarios potenciales diarios	630
Costo evitado por sedentarismo	\$ 220.000
<b>BENEFICIO SOCIAL</b>	<b>\$ 138.600.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Alcaldía de Medellín, 2015).

El segundo beneficio social sería el costo evitado por contaminación. Al generar más opciones para una movilidad sostenible el medio ambiente se ve beneficiado ya que, como se sabe, la bicicleta es un medio de transporte que no utiliza combustible en ninguna de sus formas. Se sabe que la gran mayoría de vehículos en el mundo funciona con motores a base de gasolina, lo que a su vez hace que al aire sean expulsadas grandes cantidades de partículas que favorecen el cambio climático y el calentamiento global, son partículas malas para el ambiente pues contaminan el aire que respiramos los seres vivos y en el contexto de ciudad, la sociedad en general. Al desincentivar el uso de transporte a base de gasolina y promover la movilidad sostenible a través del uso de la bicicleta y la disposición de vías para transportarse en este medio. Según, Andrés Felipe Hernández, funcionario de la Secretaría de Medio Ambiente, se estima que las personas estarían dispuestas a pagar hasta 5.000 COP adicionales en su factura con el fin de evitar problemas por la contaminación ambiental. Es un estimativo un tanto rudimentario, sin embargo es lo más aproximado dadas las condiciones. Para calcular este costo se tendrá en cuenta la cantidad de habitantes de la Comuna 14 - El Poblado, quienes serían los principales beneficiados, con este número se estima la cantidad de familias y así la cantidad de apartamentos que pagan servicios públicos en la comuna, luego esta cantidad se multiplica por 5.000 y se tiene un valor aproximado.

**Cuadro 23:** Beneficio social por contaminación.

Cantidad de habitantes Comuna 14	197.704
Cantidad de miembros por familia	4
Cantidad de familias Comuna 14	49.426
Valor dispuesto a pagar mensual	5000
<b>BENEFICIO SOCIAL</b>	<b>\$ 2.965.560.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en (El Colombiano, 2010) y (Metro de Medellín, 2014).

El tercer beneficio social es el costo evitado por ahorro de combustible. Al incentivar el uso de la bicicleta como medio activo de transporte también se promueve el cambio de medios de transporte, las personas que usan vehículo particular pueden ahorrar combustible utilizando la bicicleta como transporte sobre la cicloruta elevada. Para cuantificar este beneficio, de acuerdo a la web de finanzas personales en su artículo 'Cuando cuesta andar en bicicleta' (Finanzas Personales, 2014), una persona podría ahorrar de manera anual hasta 250.000 COP mensual sustituyendo el automóvil por la bicicleta. Ahora, según la Alcaldía de Medellín (Alcaldía de Medellín, 2013) el porcentaje de uso del automóvil en la ciudad es de 9%, de los usuarios potenciales se supone entonces que dicha proporción dejaría de usar automóvil y se estima entonces el beneficio.

**Cuadro 24:** Beneficio social por ahorro de combustible.

Usuarios potenciales	630
Ahorro por automóvil	\$ 250.000
% uso de automóvil	9%
<b>BENEFICIO SOCIAL</b>	<b>\$ 170.100.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Alcaldía de Medellín, 2013).



El cuarto beneficio social es el costo evitado por agilidad en la movilidad. El hecho de incentivar a que las personas que poseen vehículo particular utilicen la bicicleta como medio de transporte hace que en las calles existan menos vehículos circulando y esto trae beneficios para todos y todas. Según la web de finanzas personales (Finanzas Personales, 2014), evitar un trancones generaría un ahorro de 1.500.000 COP al año, esto beneficiaría al porcentaje de personas que serían usuarios potenciales y que dejaran de usar vehículo por usar bicicleta como su medio de transporte.

**Cuadro 25:** Beneficio social por agilidad en la movilidad.

Ahorro por trancón	\$ 1.500.000
Usuarios potenciales	630
% uso de automovil	9%
<b>BENEFICIO SOCIAL</b>	<b>\$ 85.050.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Alcaldía de Medellín, 2013).

Por otro lado se tiene la cuantificación del impacto negativo, por reducción de movilidad y aumento de ruido relacionado con la construcción. Cuando se está realizando la construcción se genera una reducción del espacio disponible para el tránsito de los vehículos en la vía interior de la Regional sentido Sur - Norte, lo que podría ocasionar embotellamientos, para cuantificar este impacto se tendrá en cuenta la cantidad de dinero que cada persona dejaría de ahorrar anualmente por estar en un embotellamiento, lo que se multiplicará por la cantidad de vehículos que circulan por la Regional que según el periódico El Tiempo (El Tiempo, 2014) asciende a 220.000 vehículos diariamente. Sin embargo la construcción no afectaría los 220.000 vehículos

en el año, según el funcionario Carlos David Ávalos de la Secretaría de Movilidad un proyecto de este tipo tendría un nivel de impacto de cerca del 0,0021% para la movilidad y siendo muy atrevidos se podría que incidiría en un 0,0019 adicional por contaminación auditiva, dando lugar así a la cuantificación de un segundo impacto por cuenta del ruido.

**Cuadro 26:** Cuantificación de impactos negativos.

<b>Vehiculos en Regional x Día</b>	220.000
<b>Ahorro anual por trancon</b>	\$ 1.500.000
<b>% de impacto en la movilidad de la zona</b>	0,0021%
<b>% de impacto por ruido</b>	0,0019%

<b>CUANTIFICACIÓN NEGATIVA POR MOVILIDAD</b>	\$ 2.529.450.000
<b>CUANTIFICACION NEGATIVA POR RUIDO</b>	\$ 2.288.550.000

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Alcaldía de Medellín, 2015).

### 10.1.3. Construcción flujo de tesorería financiero y económico

Se presenta el flujo de caja libre financiero, donde se consideran como ingresos la tarifa que pagarían las entidades por cada usuario que utilice el sistema diariamente durante los 365 días del año. Los ingresos se obtienen el primer año como 630 usuarios diarios por 365 días por una tarifa de 1900 COP, y para el resto de años dicho valor crecería al 1,74% que es la tasa de crecimiento demográfico de la ciudad y se ignoraría el efecto de la inflación en el precio.

**Cuadro 27:** Flujo de tesorería financiero.

Flujo de Tesorería							
Años	0	1	2	3	4	5	6
<b>INGRESOS</b>							
Ingresos por tarifas		\$ 436.905.000,00	\$ 444.507.147,00	\$ 452.241.571,36	\$ 460.110.574,70	\$ 468.116.498,70	\$ 476.261.725,78
Aportes de socios	\$ 4.883.921.319	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ 4.883.921.319</b>	<b>\$ 436.905.000</b>	<b>\$ 444.507.147</b>	<b>\$ 452.241.571</b>	<b>\$ 460.110.575</b>	<b>\$ 468.116.499</b>	<b>\$ 476.261.726</b>
<b>EGRESOS</b>							
Egresos por estudio de suelos	\$ (147.000.000)						
Egresos por estudio de urbanismo	\$ (64.000.000)						
Egresos por asistencia técnica	\$ (15.600.000)						
Egresos por alquiler de maquinaria y equipo	\$ (2.311.670.000)						
Egresos por materia prima e insumos	\$ (1.824.328.185)						
Egresos por honorarios	\$ (422.400.000)						
Impuesto de Industria y comercio	\$ (53.723.135)						
Egresos por Operadores		\$ (19.200.000)	\$ (19.968.000)	\$ (20.766.720)	\$ (21.597.389)	\$ (22.461.284)	\$ (23.359.736)
Egresos por mantenimiento		\$ (26.000.000)	\$ (27.040.000)	\$ (28.121.600)	\$ (29.246.464)	\$ (30.416.323)	\$ (31.632.975)
Costos fijos por servicios públicos		\$ (25.731.561)	\$ (26.760.823)	\$ (27.831.256)	\$ (28.944.507)	\$ (30.102.287)	\$ (31.306.378)
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$ (4.838.721.319)</b>	<b>\$ (70.931.561)</b>	<b>\$ (73.768.823)</b>	<b>\$ (76.719.576)</b>	<b>\$ (79.788.359)</b>	<b>\$ (82.979.894)</b>	<b>\$ (86.299.090)</b>
<b>SALDO FINAL DE CAJA (Capital de trabajo)</b>	<b>\$ 45.200.000</b>	<b>\$ 411.173.439</b>	<b>\$ 781.911.762</b>	<b>\$ 1.157.433.757</b>	<b>\$ 1.537.755.973</b>	<b>\$ 1.922.892.577</b>	<b>\$ 2.312.855.214</b>
<b>SALDO FINAL DE CAJA POR AÑO</b>	<b>\$ 45.200.000</b>	<b>\$ 365.973.439</b>	<b>\$ 370.738.324</b>	<b>\$ 375.521.995</b>	<b>\$ 380.322.215</b>	<b>\$ 385.136.605</b>	<b>\$ 389.962.636</b>

**Fuente:** Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

Por otro lado se tiene el flujo de tesorería económico en el cual contempla la cuantificación monetaria de los impactos positivos y negativos del proyecto, sería una valoración económica.

**Cuadro 28:** Flujo de tesorería económico.

Flujo de Tesorería							
Años	0	1	2	3	4	5	6
<b>INGRESOS</b>							
Ingresos por tarifas	\$ -	\$ 436.905.000,00	\$ 444.507.147,00	\$ 452.241.571,36	\$ 460.110.574,70	\$ 468.116.498,70	\$ 476.261.725,78
Aportes de socios	\$ 4.883.921.319	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>+Cuantificación de impactos positivos</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 3.359.310.000,00</b>	<b>\$ 3.484.783.650,00</b>	<b>\$ 3.615.121.407,75</b>	<b>\$ 3.750.515.143,37</b>	<b>\$ 3.891.164.354,92</b>	<b>\$ 4.037.276.472,68</b>
Costo evitado del sedentarismo	\$ -	\$ 138.600.000,00	\$ 141.011.640,00	\$ 143.465.242,54	\$ 145.961.537,76	\$ 148.501.268,51	\$ 151.085.190,59
Valor contingente de la contaminación	\$ -	\$ 2.965.560.000,00	\$ 3.084.182.400,00	\$ 3.207.549.696,00	\$ 3.335.851.683,84	\$ 3.469.285.751,19	\$ 3.608.057.181,24
Costo evitado por ahorro de combustible	\$ -	\$ 170.100.000,00	\$ 173.059.740,00	\$ 176.070.979,48	\$ 179.134.614,52	\$ 182.251.556,81	\$ 185.422.733,90
Costo evitado por agilidad en movilidad	\$ -	\$ 85.050.000,00	\$ 86.529.870,00	\$ 88.035.489,74	\$ 89.567.307,26	\$ 91.125.778,41	\$ 92.711.366,95
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ 4.883.921.319</b>	<b>\$ 3.796.215.000</b>	<b>\$ 3.929.290.797</b>	<b>\$ 4.067.362.979</b>	<b>\$ 4.210.625.718</b>	<b>\$ 4.359.280.854</b>	<b>\$ 4.513.538.198</b>
<b>EGRESOS</b>							
Egresos por estudio de suelos	\$ (147.000.000)						
Egresos por estudio de urbanismo	\$ (64.000.000)						
Egresos por asistencia técnica	\$ (15.600.000)						
Egresos por alquiler de maquinaria y equipo	\$ (2.311.670.000)						
Egresos por materia prima e insumos	\$ (1.824.328.185)						
Egresos por honorarios	\$ (422.400.000)						
Impuesto de Industria y comercio	\$ (53.723.135)						
Egresos por Operadores		\$ (19.200.000)	\$ (19.968.000)	\$ (20.766.720)	\$ (21.597.389)	\$ (22.461.284)	\$ (23.359.736)
Egresos por mantenimiento		\$ (26.000.000)	\$ (27.040.000)	\$ (28.121.600)	\$ (29.246.464)	\$ (30.416.323)	\$ (31.632.975)
Costos fijos por servicios públicos		\$ (25.731.561)	\$ (26.760.823)	\$ (27.831.256)	\$ (28.944.507)	\$ (30.102.287)	\$ (31.306.378)
<b>-Cuantificación de impactos negativos</b>	<b>\$ (4.818.000.000,00)</b>						
Reducción movilidad por construcción	\$ (2.529.450.000,00)						
Ruido generado por construcción	\$ (2.288.550.000,00)						
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$ (9.656.721.319)</b>	<b>\$ (70.931.561)</b>	<b>\$ (73.768.823)</b>	<b>\$ (76.719.576)</b>	<b>\$ (79.788.359)</b>	<b>\$ (82.979.894)</b>	<b>\$ (86.299.090)</b>
<b>SALDO FINAL DE CAJA (Capital de trabajo)</b>	<b>\$ (4.772.800.000)</b>	<b>\$ (1.047.516.561)</b>	<b>\$ 2.808.005.412</b>	<b>\$ 6.798.648.815</b>	<b>\$ 10.929.486.174</b>	<b>\$ 15.205.787.134</b>	<b>\$ 19.633.026.242</b>
<b>SALDO FINAL DE CAJA POR AÑO</b>	<b>\$ (4.772.800.000)</b>	<b>\$ 3.725.283.439</b>	<b>\$ 3.855.521.974</b>	<b>\$ 3.990.643.403</b>	<b>\$ 4.130.837.359</b>	<b>\$ 4.276.300.960</b>	<b>\$ 4.427.239.109</b>

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

### 10.1.4. Construcción flujo de caja financiero y económico

En primer lugar se expone el flujo de caja financiero donde se evidencian los valores reales y corrientes:

**Cuadro 29:** Flujo de Caja Libre Financiero.

Flujo de Caja Libre							
Años	0	1	2	3	4	5	6
Saldo final por año de flujo de tesorería	\$ 45.200.000	\$ 365.973.439	\$ 370.738.324	\$ 375.521.995	\$ 380.322.215	\$ 385.136.605	\$ 389.962.636
Menos aportes socios	\$ (4.883.921.319)						
Menos préstamos recibidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+ abono a capital préstamos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+ intereses préstamos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
- ahorros de impuestos por intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+ dividendos pagados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
- aportes de socios en especie	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+ Valor terminal						\$ 3.545.114.874	
<b>FLUJO DE CAJA LIBRE</b>	<b>\$ (4.838.721.319)</b>	<b>\$ 365.973.439</b>	<b>\$ 370.738.324</b>	<b>\$ 375.521.995</b>	<b>\$ 380.322.215</b>	<b>\$ 3.930.251.479</b>	<b>\$ 389.962.636</b>

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

Y el flujo de caja económico:

**Cuadro 30:** Flujo de Caja Libre Económico.

Flujo de Caja Libre							
Años	0	1	2	3	4	5	6
Saldo final por año de flujo de tesorería	\$ 45.200.000	\$ 365.973.439	\$ 370.738.324	\$ 375.521.995	\$ 380.322.215	\$ 385.136.605	\$ 389.962.636
Menos aportes socios	\$ (4.883.921.319)						
Menos préstamos recibidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Menos impactos negativos	\$ (4.818.000.000,00)						
+Impactos positivos	\$ -	\$ 3.359.310.000,00	\$ 3.484.783.650,00	\$ 3.615.121.407,75	\$ 3.750.515.143,37	\$ 3.891.164.354,92	\$ 4.037.276.472,68
+ abono a capital préstamos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+ intereses préstamos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
- ahorros de impuestos por intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+ dividendos pagados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
- aportes de socios en especie	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+ Valor terminal						\$ 40.247.628.262	
<b>FLUJO DE CAJA LIBRE</b>	\$ (9.656.721.319)	\$ 3.725.283.439	\$ 3.855.521.974	\$ 3.990.643.403	\$ 4.130.837.359	\$ 44.523.929.222	\$ 4.427.239.109

**Fuente:** Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

Se puede observar la diferencia existente entre ambos flujos de caja, en el último se cuantifican los ingresos y egresos por impactos positivos y negativos y se tiene entonces una viabilidad económica y social ya que se tienen ingresos para la sociedad.

Se evidencia que los flujos de caja tienen resultados financieros diferentes en sus beneficios netos, esta diferencia se adjudica a lo que ya se explicó. En el flujo de caja financiero dichos beneficios se dispondrían para incrementar las arcas públicas del municipio como único dueño del activo.

### 10.1.5. Construcción del estado de resultados financiero y económico.

Se tiene el Estado de Resultados financiero que contempla los ingresos y gastos/costos durante los períodos de evaluación financiera:

**Cuadro 31:** Estado de Resultados Financiero.

Estado de Resultados							
Años	0	1	2	3	4	5	6
<b>Ingresos</b>		\$ 436.905.000,00	\$ 444.507.147,00	\$ 452.241.571,36	\$ 460.110.574,70	\$ 468.116.498,70	\$ 476.261.725,78
-Costos fijos		\$ (25.731.561,04)	\$ (26.760.823,48)	\$ (27.831.256,42)	\$ (28.944.506,68)	\$ (30.102.286,94)	\$ (31.306.378,42)
-Gastos de administración		\$ (45.200.000,00)	\$ (47.008.000,00)	\$ (48.888.320,00)	\$ (50.843.852,80)	\$ (52.877.606,91)	\$ (54.992.711,19)
<b>=EBITDA</b>		<b>\$ 365.973.438,96</b>	<b>\$ 370.738.323,52</b>	<b>\$ 375.521.994,94</b>	<b>\$ 380.322.215,22</b>	<b>\$ 385.136.604,84</b>	<b>\$ 389.962.636,17</b>
-Depreciación		\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)
-Amortizaciones		\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)
<b>=EBIT</b>		<b>\$ 112.707.372,99</b>	<b>\$ 117.472.257,55</b>	<b>\$ 122.255.928,97</b>	<b>\$ 127.056.149,25</b>	<b>\$ 131.870.538,87</b>	<b>\$ 136.696.570,20</b>
-Gastos financieros		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>=Beneficios antes de impuestos</b>		<b>\$ 112.707.372,99</b>	<b>\$ 117.472.257,55</b>	<b>\$ 122.255.928,97</b>	<b>\$ 127.056.149,25</b>	<b>\$ 131.870.538,87</b>	<b>\$ 136.696.570,20</b>
-Impuestos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>=Beneficio Neto</b>		<b>\$ 112.707.372,99</b>	<b>\$ 117.472.257,55</b>	<b>\$ 122.255.928,97</b>	<b>\$ 127.056.149,25</b>	<b>\$ 131.870.538,87</b>	<b>\$ 136.696.570,20</b>

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

Por otro lado se tiene el Estado de resultados económico que contempla los impactos sociales positivos y negativos:

**Cuadro 32:** Estado de Resultados Económico.

Estado de Resultados							
Años	0	1	2	3	4	5	6
<b>Ingresos</b>		\$ 436.905.000,00	\$ 444.507.147,00	\$ 452.241.571,36	\$ 460.110.574,70	\$ 468.116.498,70	\$ 476.261.725,78
-Costos fijos		\$ (25.731.561,04)	\$ (26.760.823,48)	\$ (27.831.256,42)	\$ (28.944.506,68)	\$ (30.102.286,94)	\$ (31.306.378,42)
-Gastos de administración		\$ (45.200.000,00)	\$ (47.008.000,00)	\$ (48.888.320,00)	\$ (50.843.852,80)	\$ (52.877.606,91)	\$ (54.992.711,19)
<b>=EBITDA</b>		<b>\$ 365.973.438,96</b>	<b>\$ 370.738.323,52</b>	<b>\$ 375.521.994,94</b>	<b>\$ 380.322.215,22</b>	<b>\$ 385.136.604,84</b>	<b>\$ 389.962.636,17</b>
-Depreciación		\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)	\$ (230.606.065,97)
-Amortizaciones		\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)	\$ (22.660.000,00)
<b>=EBIT</b>		<b>\$ 112.707.372,99</b>	<b>\$ 117.472.257,55</b>	<b>\$ 122.255.928,97</b>	<b>\$ 127.056.149,25</b>	<b>\$ 131.870.538,87</b>	<b>\$ 136.696.570,20</b>
-Gastos financieros		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>=Beneficios antes de impuestos</b>		<b>\$ 112.707.372,99</b>	<b>\$ 117.472.257,55</b>	<b>\$ 122.255.928,97</b>	<b>\$ 127.056.149,25</b>	<b>\$ 131.870.538,87</b>	<b>\$ 136.696.570,20</b>
<b>+Cuantificación de impactos positivos</b>		<b>\$ 3.359.310.000,00</b>	<b>\$ 3.484.783.650,00</b>	<b>\$ 3.615.121.407,75</b>	<b>\$ 3.750.515.143,37</b>	<b>\$ 3.891.164.354,92</b>	<b>\$ 4.037.276.472,68</b>
Costo evitado del sedentarismo		\$ 138.600.000,00	\$ 141.011.640,00	\$ 143.465.242,54	\$ 145.961.537,76	\$ 148.501.268,51	\$ 151.085.190,59
Valor contingente de la contaminación		\$ 2.965.560.000,00	\$ 3.084.182.400,00	\$ 3.207.549.696,00	\$ 3.335.851.683,84	\$ 3.469.285.751,19	\$ 3.608.057.181,24
Costo evitado por ahorro de combustible		\$ 170.100.000,00	\$ 173.059.740,00	\$ 176.070.979,48	\$ 179.134.614,52	\$ 182.251.556,81	\$ 185.422.733,90
Costo evitado por agilidad en movilidad		\$ 85.050.000,00	\$ 86.529.870,00	\$ 88.035.489,74	\$ 89.567.307,26	\$ 91.125.778,41	\$ 92.711.366,95
<b>-Cuantificación de impactos negativos</b>		<b>\$ (4.818.000.000,00)</b>					
Reducción movilidad por construcción		\$ (2.529.450.000,00)					
Ruido generado por construcción		\$ (2.288.550.000,00)					
-Impuestos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>=Beneficio Neto</b>		<b>\$ (4.818.000.000,00)</b>	<b>\$ 3.472.017.372,99</b>	<b>\$ 3.602.255.907,55</b>	<b>\$ 3.737.377.336,72</b>	<b>\$ 3.877.571.292,63</b>	<b>\$ 4.023.034.893,80</b>

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

### 10.1.6. Construcción del Balance General.

Se tiene el Balance General del proyecto, allí no se encuentran salidas ni entradas virtuales de efectivo por lo que es único para todo el proyecto, se contempla el valor de los activos del proyecto y su progreso año tras año al igual que el valor del patrimonio para el municipio como accionista único.

**Cuadro 33:** Balance General del proyecto.

Balance General							
Años	0	1	2	3	4	5	6
Cuenta							
Efectivo	\$ 45.200.000	\$ 411.173.439	\$ 781.911.762	\$ 1.157.433.757	\$ 1.537.755.973	\$ 1.922.892.577	\$ 2.312.855.214
<b>TOTAL ACTIVOS CORRIENTES</b>	\$ 45.200.000	\$ 411.173.439	\$ 781.911.762	\$ 1.157.433.757	\$ 1.537.755.973	\$ 1.922.892.577	\$ 2.312.855.214
Diferidos	\$ 226.600.000	\$ 226.600.000	\$ 226.600.000	\$ 226.600.000	\$ 226.600.000	\$ 226.600.000	\$ 226.600.000
Amortización acumulada		\$ (22.660.000)	\$ (45.320.000)	\$ (67.980.000)	\$ (90.640.000)	\$ (113.300.000)	\$ (135.960.000)
<b>TOTAL ACTIVOS DIFERIDOS</b>	\$ 226.600.000	\$ 203.940.000	\$ 181.280.000	\$ 158.620.000	\$ 135.960.000	\$ 113.300.000	\$ 90.640.000
Obra Pública	\$ 4.612.121.319	\$ 4.612.121.319	\$ 4.612.121.319	\$ 4.612.121.319	\$ 4.612.121.319	\$ 4.612.121.319	\$ 4.612.121.319
Depreciación acumulada		\$ (230.606.066)	\$ (461.212.132)	\$ (691.818.198)	\$ (922.424.264)	\$ (1.153.030.330)	\$ (1.383.636.396)
<b>TOTAL ACTIVOS FIJOS</b>	\$ 4.612.121.319	\$ 4.381.515.253	\$ 4.150.909.187	\$ 3.920.303.121	\$ 3.689.697.055	\$ 3.459.090.990	\$ 3.228.484.924
<b>TOTAL ACTIVOS</b>	\$ 4.883.921.319	\$ 4.996.628.692	\$ 5.114.100.950	\$ 5.236.356.879	\$ 5.363.413.028	\$ 5.495.283.567	\$ 5.631.980.137
<b>TOTAL PASIVOS</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital	\$ 4.883.921.319	\$ 4.883.921.319	\$ 4.883.921.319	\$ 4.883.921.319	\$ 4.883.921.319	\$ 4.883.921.319	\$ 4.883.921.319
Utilidades del ejercicio		\$ 112.707.373	\$ 117.472.258	\$ 122.255.929	\$ 127.056.149	\$ 131.870.539	\$ 136.696.570
Utilidades retenidas			\$ 112.707.373	\$ 230.179.631	\$ 352.435.560	\$ 479.491.709	\$ 611.362.248
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	\$ 4.883.921.319	\$ 4.996.628.692	\$ 5.114.100.950	\$ 5.236.356.879	\$ 5.363.413.028	\$ 5.495.283.567	\$ 5.631.980.137
<b>TOTAL PASIVO + PATRIMONIO</b>	\$ 4.883.921.319	\$ 4.996.628.692	\$ 5.114.100.950	\$ 5.236.356.879	\$ 5.363.413.028	\$ 5.495.283.567	\$ 5.631.980.137
Control	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

### 10.1.7. Criterios de evaluación financiera e indicadores financieros.

En términos financieros se tienen los siguientes criterios, según los cuales se tiene un VPN negativo, una TIR del 4% que resulta muy baja, es incluso inferior al costo de capital y además

un Periodo de Recuperación de la Inversión que no se puede calcular al menos con los datos que existen ya se necesitarían proyecciones de al menos otros 15 años.

**Cuadro 34:** Criterios de evaluación financieros.

<b>TIR</b>	4%
<b>VPN</b>	\$ (1.765.777.359)
<b>PRI</b>	No aplica

**Fuente:** Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

En términos económicos y sociales se tiene:

**Cuadro 35:** Criterios de evaluación económicos.

<b>TIR</b>	61%
<b>VPN</b>	\$ 24.273.620.037

		<b>VPN</b>	<b>VPN acumulado</b>
VP 0 =	0	(9.656.721.319)	(9.656.721.319)
VP 1 =	1	3.211.451.240	(6.445.270.079)
VP 2 =	2	2.865.280.896	(3.579.989.183)
VP 3 =	3	2.556.636.318	(1.023.352.865)
VP 4 =	4	2.281.424.700	1.258.071.835
VP 5 =	5	\$ 21.198.422.200	22.456.494.035

<b>PRI</b>	<b>3,94 años</b>
------------	------------------

**Fuente:** Elaboración propia utilizando Excel de Microsoft Office.

Una TIR de 61% aproximadamente, un VPN de \$ 24.273.620.037 y un PRI de 3,94 años, lo que indica que desde el punto de vista económico y social el proyecto es viable.

### 10.1.8. Conclusión general de la evaluación financiera.

El proyecto desde el punto de vista financiero no es viable ya que nunca entrega ingresos, es un proyecto social por lo tanto lo genera rendimientos para inversionistas, desde el punto de vista económico y social tiene un rendimiento considerable que se obtiene por cuenta de la



cuantificación de los impactos propios que la obra generará en la sociedad, entonces el proyecto, al menos en la prefactibilidad es viable socialmente / económicamente pero no financieramente.

## **11. Conclusión general del proyecto y recomendaciones**

El proyecto puede poner un presente en el desarrollo de nuevas alternativas para la movilidad en la ciudad de Medellín, de hecho es algo que se está empezando a desarrollar en Europa. En Medellín, los retos son grandes debido a que la ciudad no se pensó inicialmente para lo que ahora se está requiriendo por lo que son varias las dificultades tanto técnicas como culturales que pueden empañar de una obra como la que se propone, sin embargo esto está siendo mitigado por el constante crecimiento de la ciudad tanto en personas como en número de vehículos lo que hace que se empieza a considerar otras alternativas sostenibles para la movilidad.

Específicamente en este proyecto los retos más grandes son la integración de la cicloruta elevada al sistema de movilidad de la ciudad y la ejecución de un proyecto de este tamaño sobre un viaducto del metro hace que los retos de ingeniería sean más complejos.

La recomendación es realizar un estudio profundo del proyecto de ciudad que permita hacer frente a las necesidades presentes y proyectadas y así tener una coherencia al momento de desarrollar obras de esta envergadura, es decir, evaluar el estado actual de las políticas locales respecto a la inclusión de las ciclorutas dentro del plan maestro de movilidad.

## Bibliografía

Alcaldía de Medellín. (2007). *Alcaldía de Medellín*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2015, de

Alcaldía de Medellín:

<http://arquitectura.medellin.unal.edu.co/escuelas/habitat/galeria/displayimage.php?pid=4793>

Alcaldía de Medellín. (7 de Septiembre de 2010). *Alcaldía de Medellín*. Recuperado el 25 de

Enero de 2016, de Alcaldía de Medellín:

<http://www.medellin.gov.co/transito/ciclorutas.html>

Alcaldía de Medellín. (2013). *Indicadores de cultura ciudadana*. Medellín: Alcaldía de Medellín.

Alcaldía de Medellín. (9 de Febrero de 2015). *Alcaldía de Medellín*. Recuperado el 25 de Enero

de 2016, de Alcaldía de Medellín: <https://www.medellin.gov.co/movilidad/transito-transporte/bicicleta>

Bahamonde, R. (2 de Abril de 2014). *Unidreamer*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de

Unidreamer: <http://unidreamer.es/blog/la-bicicleta/>

Ballesteros, J. (31 de Mayo de 2012). *Movicity*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2016, de

Movicity: <http://movicity.blogspot.com.co/2012/05/la-bicicleta-realidades-y-retos-para-su.html>

Bienes y Bienes. (25 de Enero de 2016). *Cotización comercial*. Medellín, Antioquia, Colombia.

El Colombiano. (29 de Noviembre de 2010). *El Colombiano*. Recuperado el 25 de Enero de

2016, de El Colombiano:

[http://www.elcolombiano.com/historico/transporte\\_da\\_cuenta\\_de\\_la\\_historia\\_en\\_medellin-JDEC\\_113684](http://www.elcolombiano.com/historico/transporte_da_cuenta_de_la_historia_en_medellin-JDEC_113684)

Gaudino, S. (25 de Marzo de 2014). *La Ciudad Viva*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de La Ciudad Viva: <http://www.laciudadviva.org/blogs/?p=22470>

Guillamón, D., & Hoyos, D. (2005). *Movilidad sostenible: de la teoría a la práctica*. Manu Robles-Arangiz Institutua.

IDAE. (2006). *Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible*. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Medellín cómo vamos. (Diciembre de 2014). *Medellín cómo vamos*. Recuperado el Diciembre de 2015, de <http://www.medellincomovamos.org/la-ciudad>

Metro de Medellín. (10 de Febrero de 2014). *Metro de Medellín*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2015, de Metro de Medellín:  
<https://www.metrodemedellin.gov.co/Ald%C3%ADa/NoticiasMETRO/Iniciodedise%C3%B1osampliacionestacionPoblado.aspx>

Metroplus. (2 de Junio de 2015). *Metroplus*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2015, de Metroplus: <http://www.metroplus.gov.co/estacion-industriales-alcanza-cifra-de-28-mil-usuarios-por-dia/>

Mitchell, R., & Rapkin, C. (1954). *Urban Traffic, A Function of Land Use*. New York.

Pareja, D. (17 de Febrero de 2015). *El Tiempo*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/uso-de-la-bicicleta-en-medellin/15258443>

Piñareta, D., & Pérez, Á. (Diciembre de 2015). *Universidad Católica de Colombia*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de

[http://repository.ucatolica.edu.co/jspui/bitstream/10983/2787/1/Integraci%C3%B3n-sistema-ciclo\\_rutas-SITP-caso-portal-80.pdf](http://repository.ucatolica.edu.co/jspui/bitstream/10983/2787/1/Integraci%C3%B3n-sistema-ciclo_rutas-SITP-caso-portal-80.pdf)

Riveros, C. A. (2014). *Universidad de Antioquia*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de Universidad de Antioquia: [https://issuu.com/bienestarudea/docs/puentes\\_2014](https://issuu.com/bienestarudea/docs/puentes_2014)

Saenz, R. (7 de Diciembre de 2005). *UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS:

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/saenz\\_ar/cap3.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/saenz_ar/cap3.pdf)

Seminario, E. (2004). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE PUENTES CON VIGAS Y LOSAS*. Piura: Universidad de Piura.

The Huffington Post. (1 de Abril de 2014). SkyCycle, London's Bike Highway Proposal, Could Revolutionize Cycling. *The Huffington Post*.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (20 de Octubre de 2010). *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia:

[http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10\\_Titulo\\_F.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_F.pdf)

UPB Medios. (2015). Medellín: la nueva era de las bicicletas. *UPB Medios*.

Wikipedia. (30 de Noviembre de 2015). *Wikipedia*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2015, de  
 Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/El\\_Poblado\\_\(Medell%C3%ADn\)](https://es.wikipedia.org/wiki/El_Poblado_(Medell%C3%ADn))

## Índice de Cuadros

Cuadro 1: Preguntas de la encuesta piloto realizada a 214 personas. ....	31
Cuadro 2: Inversiones requeridas en maquinaria y equipo. ....	42
Cuadro 3: Inversiones en materiales e insumos. ....	43
Cuadro 4: Inversiones en mano de obra para ejecución del proyecto. ....	44
Cuadro 5: Factores de localización. ....	48
Cuadro 6: Método de ranking de factores. ....	49
Cuadro 7: Ponderación de los factores. ....	50
Cuadro 8: Factores para la definición del tamaño óptimo del mercado. ....	54
Cuadro 9: Dimensiones del tamaño del proyecto. ....	56
Cuadro 10: Usuarios potenciales de la cicloruta. ....	57
Cuadro 11: Pesos propios unitarios de la estructura. ....	58
Cuadro 12: Perfiles del personal requerido. ....	66
Cuadro 13: Cantidades de insumos requeridas. ....	67
Cuadro 14: Descripción de equipos y maquinarias. ....	68
Cuadro 15: Inversiones diferidas requeridas. ....	70
Cuadro 16: Capital de trabajo y otras inversiones. ....	71
Cuadro 17: Gastos de administración. ....	72
Cuadro 18: Composición de capital para financiamiento. ....	75
Cuadro 19: Supuestos para proyecciones financieras. ....	76
Cuadro 20: Costos fijos del proyecto. ....	77
Cuadro 21: Supuestos finales. ....	77
Cuadro 22: Costo evitado por sedentarismo. ....	79

Cuadro 23: Beneficio social por contaminación. ....	80
Cuadro 24: Beneficio social por ahorro de combustible. ....	80
Cuadro 25: Beneficio social por agilidad en la movilidad. ....	81
Cuadro 26: Cuantificación de impactos negativos. ....	82
Cuadro 27: Flujo de tesorería financiero. ....	83
Cuadro 28: Flujo de tesorería económico. ....	84
Cuadro 29: Flujo de Caja Libre Financiero. ....	84
Cuadro 30: Flujo de Caja Libre Económico. ....	85
Cuadro 31: Estado de Resultados Financiero. ....	86
Cuadro 32: Estado de Resultados Económico. ....	86
Cuadro 33: Balance General del proyecto. ....	87
Cuadro 34: Criterios de evaluación financieros. ....	88
Cuadro 35: Criterios de evaluación económicos. ....	88

### Índice de Figuras

Figura 1: Super-estructura de la cicloruta. ....	60
Figura 2: Corte transversal de cicloruta elevada. ....	62
Figura 3: Prototipo del SkyCycle de Londres. ....	62
Figura 4: Estructura organizacional. ....	65

### Índice de Gráficos

Gráfico 1: Tabulación de los resultados de la encuesta. ....	31
Gráfico 2: Detalle de la tabulación de los resultados de la encuesta. ....	33

## Índice de Mapas

Mapa 1: División político-administrativa de la ciudad de Medellín.....	51
Mapa 2: Comuna 14 - El Poblado, en la ciudad de Medellín. ....	52
Mapa 3: Viaducto del Metro de Medellín entre las Estaciones Industriales y Poblado.....	53