

EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS GENERADOS EN LA MOVILIDAD
A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BRT SOBRE LA CARRERA
SÉPTIMA, ENTRE CALLE 32 Y CALLE 200, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.,
TOMANDO COMO REFERENCIA LAS EXPERIENCIAS EN LIMA, MONTEVIDEO
Y CALI

INGRID PAOLA PINEDA LÓPEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
2019

EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS GENERADOS EN LA MOVILIDAD
A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BRT SOBRE LA CARRERA
SÉPTIMA, ENTRE CALLE 32 Y CALLE 200, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.,
TOMANDO COMO REFERENCIA LAS EXPERIENCIAS EN LIMA, MONTEVIDEO
Y CALI

INGRID PAOLA PINEDA LÓPEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN
INFRAESTRUCTURA VIAL

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2019

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Bogotá D.C., Diciembre, 2019

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. RESUMEN	15
4. OBJETIVOS	16
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5. ESTADO DEL ARTE.....	17
6. METODOLOGÍA	19
6.1 CONDICIÓN ACTUAL.....	19
6.2 EXPECTATIVA CON PROYECTO	20
6.3 RESULTADOS OBTENIDOS	20
6.3.1 Evaluación multicriterio.....	20
7. EXPERIENCIAS EN AMÉRICA LATINA	21
7.1 LIMA, PERÚ.....	21
7.1.1 Condición previa a la implementación del sistema BRT	22
7.1.2 Expectativas previas a la implementación del sistema BRT	30
7.1.3 Resultados obtenidos post implementación del sistema BRT	35
7.2 MONTEVIDEO, URUGUAY	44
7.2.1 Condición previa a la implementación del sistema BRT	45
7.2.2 Expectativas previas a la implementación del sistema BRT	50
7.2.3 Resultados obtenidos post implementación del sistema BRT	56
7.3 CALI, COLOMBIA.....	61
7.3.1 Condición previa a la implementación del sistema BRT	61
7.3.2 Expectativas previas a la implementación del sistema BRT	65
7.3.3 Resultados obtenidos post implementación del sistema BRT	68
7.4 COMPARATIVO DE CIUDADES	75
8. CARRERA SÉPTIMA, BOGOTÁ, COLOMBIA	79
8.1 CONDICIÓN PREVIA A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BRT	83
8.1.1 Social	83

8.1.2	Movilidad	83
8.1.3	Ambiental	88
8.1.4	Seguridad	90
8.2	EXPECTATIVAS PREVIAS A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BRT.....	91
8.2.1	Social	91
8.2.2	Movilidad	92
8.2.3	Ambiental	96
8.2.4	Seguridad	97
8.3	RESULTADOS ESPERADOS POST IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BRT	97
8.3.1	Social	97
8.3.2	Movilidad	98
8.3.3	Ambiental	101
8.3.4	Seguridad	101
9.	EVALUACIÓN MULTICRITERIO	103
9.1	MODELO DE JERARQUÍAS ANALÍTICAS AHP	103
9.1.1	Descomposición del problema de decisión en jerarquías	103
9.1.2	Desarrollo de matrices de comparación	103
9.1.3	Desarrollo de vectores y matriz de prioridad	104
9.2	MODELO DE PUNTUACIÓN	109
10.	CONCLUSIONES	114
11.	BIBLIOGRAFÍA	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen comparativo de ciudades	75
Tabla 2 Matriz inicial, asignación de valores	104
Tabla 3 Matriz inicial, valores recíprocos	104
Tabla 4 Calculo del cuadrado de la matriz simplificada.....	105
Tabla 5 Matriz de cálculo de vectores propios	105
Tabla 6 Iteración 1.....	105
Tabla 7 Iteración 2.....	106
Tabla 8 Iteración 3.....	106
Tabla 9 Jerarquización de componentes.....	108
Tabla 10 Jerarquización y porcentajes finales.....	109
Tabla 11 Identificación de criterios	109
Tabla 12 Rangos de calificación de ítems	110
Tabla 13 Matriz multicriterio	113

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Capacidad sistemas de transporte	11
Imagen 2 Mapa de sistema BRT Bogotá.....	12
Imagen 3 Evolución de construcción de sistemas tipo BRT en América Latina	21
Imagen 4 Expansión urbana en Lima, 1940 – 2007	23
Imagen 5 Perfil epidemiológico de los accidentes de tránsito, 2005-2009	26
Imagen 6 Accidentalidad en Lima	27
Imagen 7 Personas heridas por accidentes de tránsito.....	28
Imagen 8 Número de heridos	29
Imagen 9 Número de accidentes por distrito	30
Imagen 10 Mapa sistema el Metropolitano.....	33
Imagen 11 Usuarios del sistema	36
Imagen 12 Cantidad de pasajeros hora pico	39
Imagen 13 Percepción de la población de ser víctima de delito, 2011	49
Imagen 14 Percepción sobre el aumento de la delincuencia en el último año en el país	50
Imagen 15 Esquema de operación previsto STM.....	53
Imagen 16 Resultados elementos de estudio.....	60
Imagen 17 Distribución comunas Cali	62
Imagen 18 Consumo de combustible	64
Imagen 19 Red de ciclorutas.....	75
Imagen 20 Infografía proceso licitatorio	82
Imagen 21 Tiempo promedio en minutos empleado para acceder caminando a las estaciones de Transmilenio o paraderos alimentadores – Año 2017	86
Imagen 22 Localización estaciones monitoreo	89
Imagen 23 Sección Típica entre estaciones.....	92
Imagen 24 Sección Típica frente a estaciones.....	92
Imagen 25 Sección Típica en intersecciones semaforizadas	93
Imagen 26 Estación Tipo T1.....	93
Imagen 27 Estación Tipo T2.....	94
Imagen 28 Estación Tipo T3.....	94
Imagen 29 Metas de reducción de emisiones en toneladas de CO2 para el programa de movilidad sostenible	96
Imagen 30 Escala de Saaty.....	103
Imagen 31 Índice aleatorio	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Metodología de estudio	19
Figura 2 Alternativas de combustible	34
Figura 3 Razones para no usar el sistema.....	37
Figura 4 Percepción del costo del pasaje.....	38
Figura 5 Medios de transporte utilizados.....	46
Figura 6 Emisiones de CO2	48
Figura 7 Planes de implementación de troncales.....	54
Figura 8 Tipos de ciclovías.....	56
Figura 9 Tipos de ciclovías.....	58
Figura 10 Cambios en la elaboración.....	59
Figura 11 Consumo de combustible	65
Figura 12 Evaluación funcionamiento del sistema	69
Figura 13 Evaluación funcionamiento del sistema	69
Figura 14 Satisfacción del servicio	70
Figura 15 Emisiones promedio de CO2	72
Figura 16 Emisiones promedio de CO2	72
Figura 17 Emisiones de CO2	73
Figura 18 Emisiones de PM2.5	73
Figura 19 Emisiones de Carbono negro.....	74
Figura 20 Hechos históricos Carrera Séptima.....	79
Figura 21 Proyectos ejecutados.....	80
Figura 22 Localidades impactadas.....	83
Figura 23 Tramos viales.....	85
Figura 24 Localidad Santa Fe	87
Figura 25 Localidad Chapinero	87
Figura 26 Localidad Usaqué.....	88
Figura 27 Parámetros monitoreados	90

INTRODUCCIÓN

La infraestructura desempeña un papel determinante en el crecimiento económico de un país, permitiendo el incremento sustancial en la competitividad del mismo. A través de las obras de infraestructura, es posible la movilización de bienes, mercancía, personas y todo lo referente a los servicios requeridos por una comunidad, facilitando el funcionamiento de los mercados y dando paso a la inclusión social. Por tal razón, no es de extrañar que países con economías estables tengan dentro de sus prioridades el desarrollo potencial de su infraestructura; ejemplo de ello es Corea del Sur, quien a través de dos puertos marítimos es capaz de mantener el 60% de su PIB [1]

En cuanto a la infraestructura de transporte, esta se comporta como un sistema integral, en el que se combinan requerimientos de carácter técnico, social, político, entre otros; cada uno de ellos enfocados en el desarrollo eficaz del transporte en las ciudades. De acuerdo con lo anterior, el transporte urbano terrestre genera un gran impacto en el crecimiento y desarrollo de la población inmediata a su zona de influencia. Una de las alternativas más implementada por numerosas ciudades en el mundo, son los sistemas BRT, los cuales cuentan entre otras, con las siguientes características:

- Infraestructura exclusiva
- Vehículos con mayor desempeño y capacidad
- Reorganización institucional
- Gestión adecuada de la operación a través de la planificación de la demanda y necesidades de viajes
- Pago de tiquete en estación

Es por esto que América Latina es uno de los continentes donde más se ha implementado este tipo de sistemas, gracias a la relación costo – beneficio, la cual resulta favorable para las ciudades. En tal virtud, cualquier acción que se pretenda implementar sobre los principales corredores de transporte de una ciudad, influye directamente sobre la comunidad que transita por los mismos.

Actualmente la ciudad de Bogotá atraviesa un momento de estructuración y puesta en marcha de proyectos viales que tienen como objetivo principal mejorar la movilidad, mediante la construcción de nuevas troncales con sistemas BRT (Bus Rapid Transit), es por esto que Transmilenio S.A, con el fin de lograr una expansión de la red de troncales del sistema, incluyó la carrera séptima dentro de sus corredores proyectados, dado que es una vía arterial de la ciudad que requiere una intervención que mejore sus condiciones de movilidad.

Sin embargo, debido a los requerimientos técnicos y la importancia de este tipo de sistema a nivel Latinoamérica, estos proyectos requieren la adecuación y optimización de las condiciones actuales de los corredores viales, generando impactos a diferentes niveles, con lo cual se hace indispensable analizar la implementación de sistemas BRT en diferentes ciudades de América Latina, con el propósito de conocer las variables más representativas que intervienen en este tipo de proyectos; así como los resultados de su implementación.

Gracias a este análisis, a lo largo del presente documento será posible identificar los impactos generados por la posible puesta en marcha del proyecto del Sistema BRT sobre la Troncal Carrera Séptima, entre la Calle 32 y la Calle 200, analizando aspectos de movilidad, seguridad, así como ambientales y sociales; con lo cual se genera una evaluación multicriterio que brinda herramientas objetivas que permiten al lector concluir acerca de la viabilidad de este proyecto para la ciudad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta que dentro de los aspectos más representativos para el desarrollo de una ciudad se destacan la red de infraestructura vial y los sistemas de transporte, es fundamental establecer mecanismos de desarrollo que orienten a las ciudades hacia una planeación estratégica de estos aspectos.

Uno de los factores más determinantes dentro de la selección de sistemas de transporte masivo en una ciudad, es la relación costo – beneficio, dado que cada una de las alternativas de transporte representa una alta inversión. Es por esto que actualmente siguen siendo varias las opciones de solución de movilidad, tal como se aprecia en la Imagen 1.

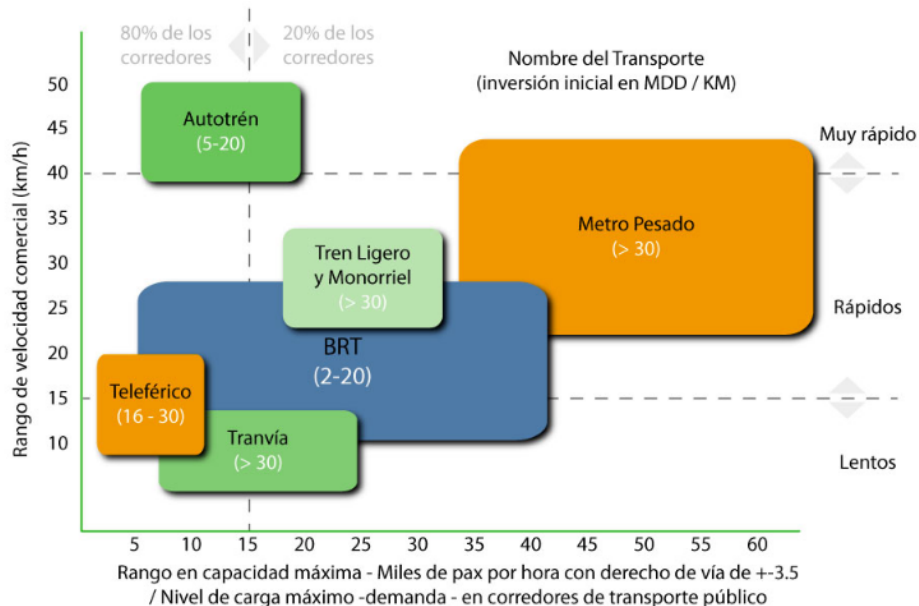


Imagen 1 Capacidad sistemas de transporte

Fuente: sitio web <http://www.modutram.com/esp/movilidad-sustentable/>

Sin embargo, cuando se hace referencia a ciudades capitales, los planes de desarrollo establecen generalmente la implementación de sistemas de transporte masivo, tales como metro, tranvía, BRT, entre otros; los cuales propenden mejorar la movilidad, disminuyendo los tiempos de desplazamiento de los usuarios. No obstante, en algunas ocasiones estos proyectos superan las etapas de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos, pero por diversas razones no llegan a su etapa de ejecución y puesta en marcha. Como ejemplo de esta situación se encuentran en la ciudad de Bogotá los siguientes proyectos de implementación de sistemas BRT: Canal Salitre, Calle 127, Avenida Boyacá, entre otros. Esta situación provoca impactos negativos para la ciudad, dado que la falta de estos sistemas de

transporte masivo genera altas congestiones vehiculares, así como retrasos en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.

Como consecuencia de los hechos descritos anteriormente, en la ciudad de Bogotá, el sistema de transporte masivo Transmilenio actualmente cuenta con 112.9 Km de vías en troncal en operación, distribuidos en 11 troncales en operación, 134 estaciones, 9 portales y 9 patio garajes [2], tal como se aprecia en la Imagen 2. Sin embargo, adicional a las troncales existentes, dentro del Plan Maestro de Movilidad de la ciudad, el sistema de transporte masivo contempla la incorporación de nuevas troncales, tales como: Carrera 7, Avenida 68, Avenida Centenario (Calle 13), Avenida Longitudinal de Occidente, Avenida Ciudad de Cali, Avenida Boyacá, entre otras. No obstante, la construcción y puesta en marcha de cada una de estas troncales, estará sujeta a factores técnicos, económicos, políticos, sociales y ambientales.



Imagen 2 Mapa de sistema BRT Bogotá

Fuente: Sitio web

https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/150402/publicacionesmapa_interactivo_de_transmilenio/

Por otra parte, debido a la incertidumbre en cuanto a la viabilidad y puesta en marcha de las futuras troncales previstas para el sistema BRT de la ciudad de Bogotá, el gobierno busca priorizar la ejecución de los corredores viales más necesarios, según los análisis de demanda y el nivel de aceptación de los proyectos por parte de las comunidades. No obstante, la polarización política que vive actualmente el país, conlleva a obstaculizar la continuidad de algunos proyectos de infraestructura, lo cual impacta la percepción ciudadana y la aceptación por parte

de la comunidad. En vista de lo anterior, surge la necesidad de establecer un mecanismo de evaluación de proyectos que permita evaluar desde diferentes aspectos, los posibles impactos generados en cada corredor vial.

De acuerdo con lo anterior, dentro del presente proyecto de grado se busca estructurar la evaluación de los posibles impactos, desde el componente de movilidad, social, seguridad y ambiental; analizando cada componente en las etapas previas a la puesta en marcha, así como la expectativa de las metas esperadas por el proyecto y los posibles resultados a obtener luego de implementación del sistema.

2. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio estará enfocado en la realización de un diagnóstico acerca de los posibles impactos que generaría la construcción de la Troncal Carrera Séptima, entre calles 32 y 200, en la ciudad de Bogotá, dado que actualmente varios proyectos de implementación de sistema BRT en la ciudad, han sido suspendidos o cancelados por diversos factores exógenos a los evaluados en las etapas de madurez de este tipo de proyectos.

Adicionalmente, por medio de este trabajo de grado se busca dar a conocer casos de sistemas de transporte masivo BRT, en las ciudades de Lima (Perú), Cali (Colombia) y Montevideo (Uruguay), por medio de los cuales será posible establecer similitudes que permitan conocer posibles impactos de estos proyectos dentro de la ciudad de Bogotá.

Es por esto que el presente trabajo de grado, permitirá establecer elementos de juicio claros y objetivos, a partir de la creación de una matriz multicriterio con la cual se realiza una evaluación de diversos factores, tales como movilidad, seguridad, social y ambiental; en donde se podrá ver la viabilidad de este proyecto, con base en experiencias de otras ciudades de América Latina y en los resultados arrojados en el análisis multicriterio.

Por otra parte, es importante mencionar que el presente documento no incluye análisis de impactos económicos ni políticos, por lo cual se limita a los factores precisados en los objetivos.

3. RESUMEN

Teniendo en cuenta que una de las ciudades más representativas de América Latina, es la ciudad de Bogotá, es necesario enfocar la atención en esta parte del continente, específicamente en su sistema de transporte y su movilidad. Es por esto que surge la necesidad de elaborar una evaluación de los posibles impactos que se generarán a partir de la implementación del sistema BRT en una de las vías más emblemáticas de la ciudad de Bogotá: la Carrera Séptima, entre las Calles 32 y 200. Dicha evaluación fue realizada mediante una evaluación ex-post de sistemas BRT implementados en las ciudades de Lima (Perú), Cali (Colombia) y Montevideo (Uruguay), así como con un análisis multicriterio que permitió realizar una calificación cualitativa y cuantitativa de las variables más representativas de este proyecto vial.

La metodología empleada para tal fin se descompone en varias etapas. La primera consistió en la recopilación y análisis de la información requerida para el desarrollo del proyecto. Dentro de esta etapa se consultaron investigaciones de similares características al presente proyecto de grado, en donde se identificó información de las ciudades objeto de estudio, específicamente en materia de planeación y puesta en marcha de sistemas de transporte masivo BRT. A partir de esta información recopilada se analizó la movilidad, la seguridad, el área social y ambiental de la ciudad; evaluando el escenario previo a la puesta en marcha del sistema BRT, así como las expectativas generadas por el proyecto, previo a su ejecución. Posteriormente se realizó una evaluación de los resultados obtenidos en cada ciudad, luego de la entrada en funcionamiento del sistema.

La siguiente etapa desarrollada en la metodología del presente estudio, consistió en la realización de un análisis de correlación, generado entre las condiciones identificadas en la etapa anterior, con el fin de cualificar cada componente y de esta manera obtener los resultados de una manera más concisa y detallada. Una vez finalizada esta etapa, se realizó el mismo análisis, esta vez para la troncal Carrera 7, con la cual fue posible extrapolar la información recopilada hacia los posibles impactos que tendrá la ciudad por la puesta en marcha del proyecto. A partir de este análisis, se procedió con la elaboración de una Matriz Multicriterio, en la cual se estableció la jerarquía de análisis y la calificación de cada uno de los escenarios.

Gracias a esta metodología de análisis, fue posible identificar de una manera objetiva los posibles impactos generados por la puesta en marcha del proyecto vial de un sistema BRT en la Carrera Séptima. Como resultado del desarrollo de la metodología descrita anteriormente, se pudo establecer que con la implementación de este proyecto se verán beneficiados los usuarios de la troncal, dado que cada uno de los aspectos evaluados será mejorado. Sin embargo, es indispensable garantizar el cumplimiento de todos los componentes presentados en el proyecto de estudios y diseños.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los posibles impactos de la posible puesta en marcha del sistema BRT sobre la Troncal Carrera Séptima, entre la Calle 32 y la Calle 200, mediante una evaluación ex-post de los sistemas BRT implementados en las ciudades de Lima (Perú), Cali (Colombia) y Montevideo (Uruguay) y un análisis multicriterio.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estado del arte que permita recopilar información proveniente de estudios similares, con el fin identificar posibles similitudes entre proyectos
- Identificar para las ciudades de Lima, Cali y Montevideo la condición previa a la implementación del sistema BRT, así como las expectativas y los resultados obtenidos después de la puesta en marcha del mismo, analizando los aspectos de movilidad, seguridad, social y ambiental
- Evaluar para la ciudad de Bogotá la condición previa y las expectativas del proyecto de Transmilenio sobre la Carrera Séptima
- Estructurar una matriz multicriterio, en donde se involucren los aspectos evaluados previamente, con la cual se medirán los posibles impactos del proyecto en estudio

5. ESTADO DEL ARTE

La infraestructura urbana juega un papel importante dentro del desarrollo de un país, debido a que constituye un conjunto de obras que permiten otorgar a la comunidad todos aquellos servicios óptimos para que funcione satisfactoriamente [3]. Uno de los aspectos más relevantes dentro del conjunto de obras de la infraestructura urbana, es la infraestructura vial. Este sistema organiza los bienes tangibles e intangibles de manera que se permita el tránsito y traslado de personas, bienes y servicios, garantizando que cada zona del país se encuentre comunicada entre sí [4]. En vista de la relevancia que este punto tiene sobre el desarrollo de una ciudad, surge la necesidad de evaluar los aspectos más representativos del funcionamiento de la infraestructura vial. Uno de estos aspectos es la movilidad, la cual se define como una práctica asumida por una sociedad para el desplazamiento entre diversos lugares, dada por la necesidad de transportarse dentro de un espacio previamente identificado [5].

Debido al aumento en la demanda del transporte y la falta de crecimiento en la infraestructura vial, las ciudades de Latinoamérica han presentado incremento en la congestión vehicular. Es por esto que surge la necesidad de implementar los sistemas BRT (por sus siglas en inglés: Bus Rapid Transit) el cual se caracteriza por ofrecer transporte masivo de alta calidad con una relación costo-beneficio favorable para las áreas urbanas [6] a través de una red de vías exclusivas y segregadas destinadas para uso únicamente del sistema complementado por servicios de alimentación a las estaciones troncales o terminales [7].

Este sistema de transporte se implementó en ciudades como Lima, Montevideo y Cali gracias al financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual elaboró un documento con el fin de presentar las lecciones aprendidas de estos proyectos y formular recomendaciones para futuras troncales [8]. Pero estos sistemas de transporte representan un impacto, ya sea positivo o negativo sobre las ciudades en donde se implementa. De acuerdo con lo anterior surgido la necesidad de evaluar diversos aspectos en los cuales influye directamente la construcción de un sistema BRT. Según la evaluación de la OVE (Office of Evaluation and Oversight) [9] la relación costo-beneficio que ofrecen los sistemas de transporte público abre una brecha social que incentiva el crecimiento de los niveles de desigualdad en los países, debido a que es la clase con menos ingresos económicos, quienes soportan las características negativas de la mayoría de sistemas de transporte público. Por esta razón se creó la necesidad de evaluar el aspecto social para cada una de estas ciudades con el fin de determinar si el sistema BRT contribuye con la equidad social o por el contrario, intensifica su problemática.

Adicionalmente, de acuerdo con el análisis de Sistemas de transporte público masivo tipo BRT y desarrollo urbano en América Latina [6] el BRT por ser un sistema que se caracteriza por el desarrollo de nueva infraestructura que da prioridad al

transporte público, se presenta la necesidad de analizar de qué manera logra la integración entre el entorno peatonal y el transporte público, de tal manera que garantice la seguridad de los usuarios y peatones que circulan cerca a las troncales del sistema.

Por otra parte, el transporte juega un papel importante en los riesgos ambientales y de salud que enfrentan los habitantes de una ciudad [10]. En vista que la implementación de un sistema BRT trae consigo el tránsito de una nueva flota de buses, se consideró la necesidad de analizar el comportamiento de las emisiones contaminables antes y después de la implementación del sistema, de manera que se pueda determinar el impacto causado con este modo de transporte.

Por último, en concordancia con lo expuesto en el documento Guía de planificación de sistemas BRT [7], en donde se indica que el BRT emula las características de desempeño de un sistema masivo como el Tranvía, invirtiendo menores costos, se requirió un estudio que permitiera verificar las ventajas en materia de movilidad que ofrece este tipo de sistemas de transporte masivo en las ciudades de Latinoamérica.

6. METODOLOGÍA

El presente estudio ha sido elaborado a partir de un tipo de investigación basado en la recopilación y análisis de información secundaria.

Con el propósito de desarrollar el presente documento bajo esta metodología, fue necesario elegir 3 ciudades de América Latina que actualmente cuentan con sistemas BRT (Lima, Cali y Montevideo). Una vez seleccionadas las ciudades se procedió con la recopilación de la documentación de investigaciones similares, la cual fue analizada bajo la estructura presentada en la Figura 1.

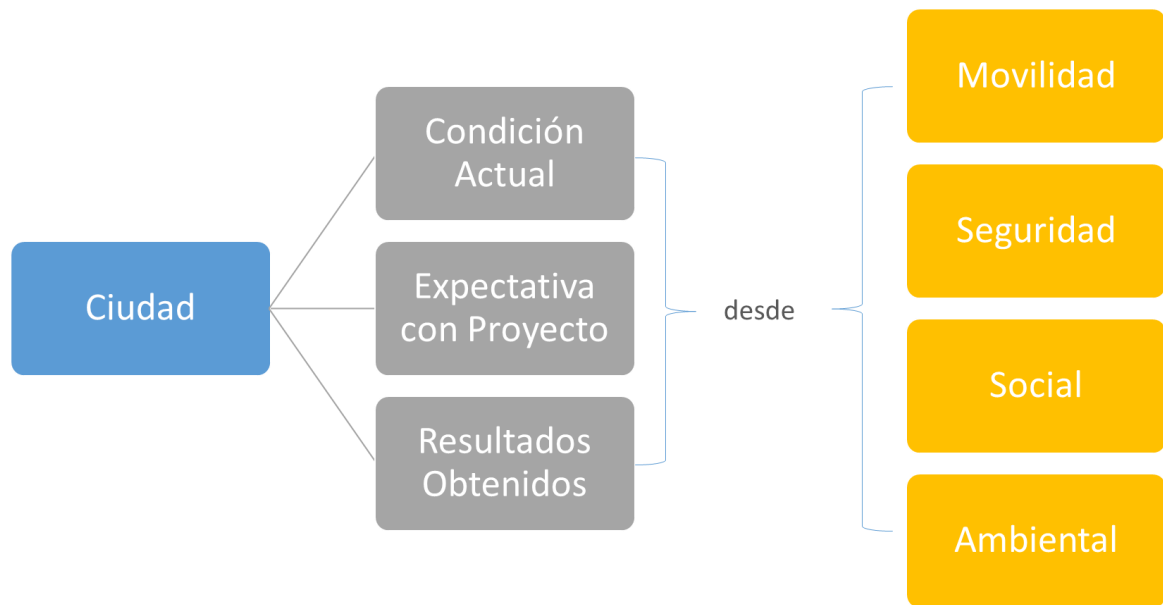


Figura 1 Metodología de estudio
Fuente: Elaboración propia

A continuación se describe la metodología aplicada dentro de cada uno de los aspectos analizados:

6.1 CONDICIÓN ACTUAL

En esta etapa se consultaron investigaciones previas, las cuales describen las necesidades desde cada uno de los aspectos (movilidad, seguridad, social y ambiental). Dado que dentro de la documentación recopilada para el presente trabajo de grado, no se identificaron investigaciones que analizaran estos cuatro aspectos en simultáneo, fue necesario consultar diversos autores, quienes trataron de manera independiente cada ítem.

6.2 EXPECTATIVA CON PROYECTO

Durante esta etapa del proyecto, la metodología empleada fue de tipo documental, dado que se realizaron diversas consultas, en donde se identificaron los indicadores esperados previo a la construcción y puesta en marcha de cada proyecto. Gracias a esta metodología fue posible conocer las expectativas planteadas para cada ciudad, en función de las necesidades identificadas en la etapa de condición actual.

6.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez desarrolladas las etapas anteriores, se realizó un análisis de correlación, generado entre la primera y segunda etapa, con el fin de cualificar cada componente objeto de estudio y así obtener resultados tangibles entre lo proyectado y lo existente.

Posteriormente, al finalizar esta evaluación, se procedió a realizar un análisis similar; esta vez para la implementación de un sistema BRT en la Troncal de la Carrera Séptima en la ciudad de Bogotá. Este análisis fue elaborado bajo una metodología documental y predictiva, dado que en la actualidad dicha troncal no ha sido construida y se desconoce su viabilidad.

6.3.1 Evaluación multicriterio

Para realizar la evaluación y análisis de las variables, se empleó la metodología definida por el Modelo de Jerarquías Analíticas o cómo sus siglas en inglés lo indican AHP (Analytics Hierarchy Process) diseñada por Thomas L. Saaty. A través de esta metodología fue posible ordenar los componentes objeto de estudio en una estructura jerárquica de tal forma que se pudieran obtener valores numéricos para los juicios de preferencia y así establecer la prioridad de las variables. Cabe resaltar, que las prioridades se establecen a partir de comparaciones a pares a través de la elaboración de una matriz de evaluación.

Una vez establecida la jerarquía y los porcentajes de las cuatro variables evaluadas (Movilidad, Social, Seguridad y Ambiental), se procedió a elaborar la Matriz Multicriterio la cual fue estructurada bajo el Modelo de Puntuación, permitiendo asignar un peso a cada ítem contemplado en las variables principales, en función del objetivo principal del proyecto en estudio.

7. EXPERIENCIAS EN AMÉRICA LATINA

A través del tiempo, América Latina ha realizado esfuerzos para mejorar la situación del transporte público, lo cual se traduce en una mejora en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad. Debido a la falta de recursos para seguir implementando sistemas férreos, surge una solución a través de la implementación del sistema BRT (Bus Rapid Transit).

La construcción del sistema BRT en Bogotá representó un impacto en América Latina, al evidenciar que esta es una opción eficiente que mejoraría el transporte en países en desarrollo, manteniendo una relación entre el costo, la capacidad y el tiempo que lleva la construcción [11].

En la Imagen 3 muestra la evolución que ha tenido la construcción de sistemas BRT en Latinoamérica.

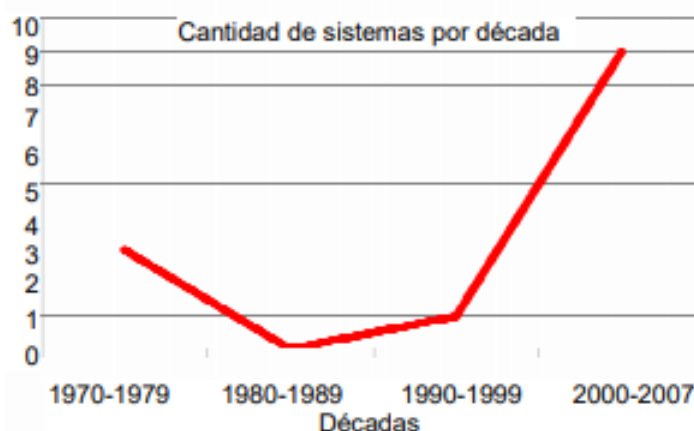


Imagen 3 Evolución de construcción de sistemas tipo BRT en América Latina
Fuente: [11]

De acuerdo con lo anterior, a continuación se presenta un análisis detallado de la condición previa a la implementación del sistema BRT, los objetivos propuestos por el proyecto y las condiciones reales una vez realizada la construcción del sistema. Cada uno de estos aspectos enfocados desde una perspectiva social, de movilidad, ambiental y de seguridad, para las ciudades de Lima (Perú), Montevideo (Uruguay) y Cali (Colombia).

7.1 LIMA, PERÚ

Lima es la ciudad capital de Perú, con una población que representa más de un tercio de la población del país, siendo así el centro del desarrollo económico de Perú y quien genera la mitad del Producto Interno Bruto del país [12].

Sin embargo, el tema de movilidad se ha convertido en uno de los problemas más grandes de la ciudad. De acuerdo con la encuesta realizada por el Instituto de Opinión Pública de la Pontificia Universidad Católica del Perú en abril de 2008, el 48% de los habitantes de Lima consideran que el segundo problema que aqueja la ciudad es el “caos y la mala calidad del transporte público”.

Como medida de mitigación a esta problemática, en el año 2003 el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) aprobó el Programa de Transporte Urbano para Lima Metropolitana y su financiamiento para la construcción y operación de la primera etapa del sistema que llevaría por nombre COSAC 1. De acuerdo con lo anterior, en el año 2010 el Municipio Metropolitano de Lima (MML) construye e inaugura, El Metropolitano, un BRT que maneja vías segregadas para los vehículos articulados del sistema, estaciones y terminales exclusivas que permiten el cobro del pasaje fuera de los buses.

A continuación se presenta un análisis realizado desde diferentes aspectos, donde se evalúa las condiciones antes, durante y después de la implementación del sistema BRT en la ciudad de Lima.

7.1.1 Condición previa a la implementación del sistema BRT

7.1.1.1 Social

Lima es una ciudad representativa para el desarrollo político y económico del país. En el año 2007, Lima contaba con aproximadamente 7.6 millones de habitantes, de acuerdo con los datos del último censo nacional. Este porcentaje representaba el 28% de la población de Perú [13]. Sin embargo, entre los años 2007 y 2012 la población aumentó a 8.5 millones aproximadamente.

A continuación, en la Imagen 4, se presenta gráficamente, el crecimiento poblacional que ha experimentado Perú en los últimos años.

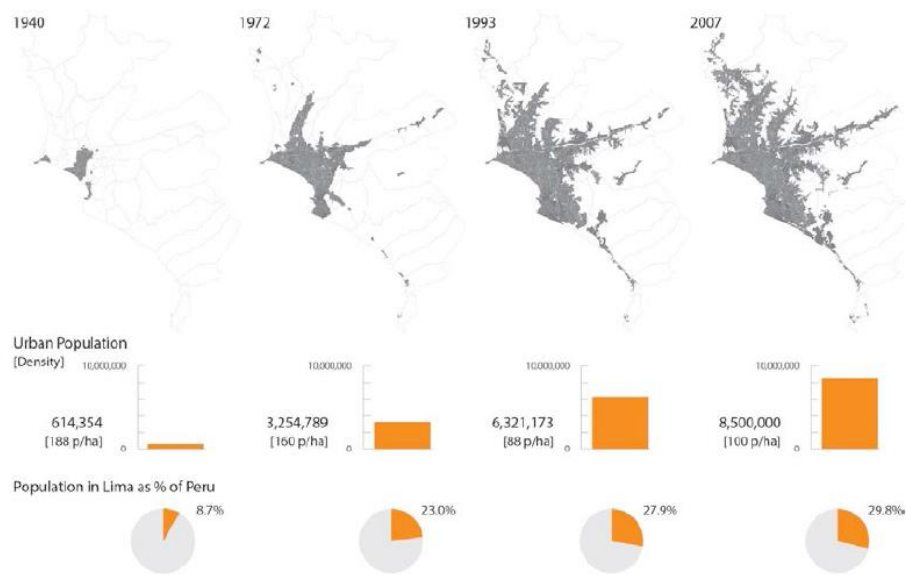


Imagen 4 Expansión urbana en Lima, 1940 – 2007

Fuente: [8]

Entre los habitantes de Lima se presenta una brecha de ingresos significativa debido a la desigualdad en la distribución de la riqueza que se ve entre los grupos socioeconómicos de la ciudad. Por otra parte la población se encuentra distribuida entre el centro de la ciudad y las periferias, siendo este último el lugar donde se ubican los grupos menos acaudalados, a excepción de la zona costera.

La estratificación de la ciudad se encuentra dividida en 5 niveles clasificados por letras de la A a la E, siendo A la población con mayores ingresos y E con ingresos más bajos.

Al ser una ciudad que depende en su mayoría del transporte público para su movilidad, la necesidad de los habitantes de niveles socioeconómicos bajos para acceder a los servicios y centros económicos ubicados en el centro de Lima, generaba la necesidad de tomar diferentes alternativas de transporte, tales como los mototaxis, los cuales permitían acercarse a paradas de microbuses. Posteriormente, los usuarios requerían tomar un microbús que los dirigiera a las paradas de los buses y así poder acceder a los mismos para completar finalmente su recorrido. De acuerdo con lo anterior, fue posible identificar que en promedio un viaje casa – trabajo – casa, desde los conos norte y sur, tardaba entre 2 y 3 horas. [8]

Esta situación generaba un incremento en los recursos que debían ser empleados para el transporte diario de los habitantes de la ciudad y en mayor medida para quienes no contaban con ingresos altos, es así como más del 50% de la población de la periferia de la ciudad pagaban más de 1 dólar por viaje. [14]

Estos factores incidían en gran medida en la falta de inclusión social, debido a que los habitantes de la periferia no contaban con un sistema de transporte eficaz y de bajo costo.

7.1.1.2 Movilidad

Uno de los factores importantes que incentivó a la búsqueda de alternativas de transporte para la ciudad, fueron los problemas que se presentaban en su movilidad, esto generado por el aumento significativo de la población, debido a la expansión urbana y su crecimiento no planificado. Aunque Lima realiza su planificación de crecimiento urbano a futuro ([15]; [16]; [25]) esta no ha sido suficiente para determinar el crecimiento que ha presentado la ciudad en los últimos años.

Esta situación generó que los trabajadores de bajos recursos que vivían a las afueras de la ciudad tardaran entre 90 y 180 minutos en llegar sus destinos. Lo anterior debido a la dependencia del transporte público tradicional para generar sus recorridos diarios. [8]

Durante un largo tiempo, Lima presentó una escases de suministros vehiculares, por lo cual el gobierno en el año de 1991 eliminó las barreras de ingreso de vehículos, generando que cualquier persona tuviera la oportunidad de prestar un servicio público sin ningún reglamento tarifario. Esta situación conllevó a una oferta excesiva de vehículos antiguos de transporte público.

Debido a la alta demanda de transporte público, se generó la liberalización de nuevas rutas, aumentado la informalidad en su operación, así como la aparición de 45.000 mototaxis, lo que evidenció una falta de regulación en los procesos de registro, requisitos de inspección y mantenimiento; generando inconvenientes en materia de regulación en los sistemas de transporte público. Adicionalmente, se presentó una alza considerable en la cantidad de empresas de transporte público y por ende del número de vehículos destinados para este uso, así como la cantidad de taxis la cual aumento hasta en 20 veces [18].

De acuerdo con lo mencionado por el Banco Interamericano de Desarrollo, del total de los vehículos que transitaban por la ciudad, solo el 70% se encontraba registrado oficialmente. De las rutas formales, solo el 70% cuenta con la autorización por parte del gobierno distrital y el resto cuentan con autorizaciones otorgadas por otros municipios, que no cuentan con la verificación y aprobación del gobierno de Lima [18].

En vista de los hechos anteriormente descritos, la ciudad experimento caos en el transporte público, elevando los tiempos y costos del mismo. De esta manera las personas de bajos recursos que se ubicaban en la periferia de la ciudad no contaban con una alternativa integral que les permitiera acceder al centro de la ciudad. Adicionalmente, esta situación generó que la flota de transporte público se

deteriorara, ofreciendo a los usuarios vehículos envejecidos que elevaban las emisiones contaminantes.

7.1.1.3 Ambiental

Como consecuencia de la eliminación de las barreras de ingreso de vehículos generada por la escases de suministros vehiculares que presentaba la ciudad en los últimos años y la decisión de la desregulación en el transporte público, se generó que la flota de vehículos de transporte público (buses y taxis) aumentara en una tasa anual promedio de 7.3% [19]. Adicionalmente, un sistema de bajos impuestos permitió que la importación de vehículos antiguos, en principal medida de Japón, aumentara. Sin embargo, de acuerdo con lo mencionado por el Ministerio de Vivienda en 2004, estos vehículos ingresaron al país sin restricciones ambientales y su funcionamiento era con combustible diésel.

En consecuencia a esta situación, la clase media de la ciudad tuvo mayor oportunidad de adquisición vehicular, generando un aumento significativo en la flota vehicular de la ciudad, ya que a principios de los años noventa se presentaban 6.5 automóviles por cada 100 habitantes y en el año 2000 esta cifra incremento a 10.5 automóviles [17].

La falta de regulación permitió que los propietarios de la flota vehicular no realizaran el mantenimiento necesario para el buen funcionamiento de los mismos, acarreando importantes problemas en la calidad y seguridad del aire, debido al deficiente desempeño en las emisiones contaminantes [19]; esto se ve reflejado en la contaminación por partículas finas el cual fue 100% superior a los niveles seguros de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, ya que para las partículas de diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros la OMS sugiere un nivel de 25 partes por millón y en Lima se presentan cifras de 50 partes por millón.

Esta situación conllevó a que el transporte en la ciudad impactara negativamente sobre la salud pública y el medio ambiente [17].

7.1.1.4 Seguridad

- Accidentalidad:

De acuerdo con la Dirección de Estadística del Estado Mayor de la Policía Nacional del Perú, durante los 5 años anteriores al 2009 se presentó un incremento en los niveles de accidentes de tránsito alcanzando una cifra de 86 026 accidentes (véase Imagen 5).

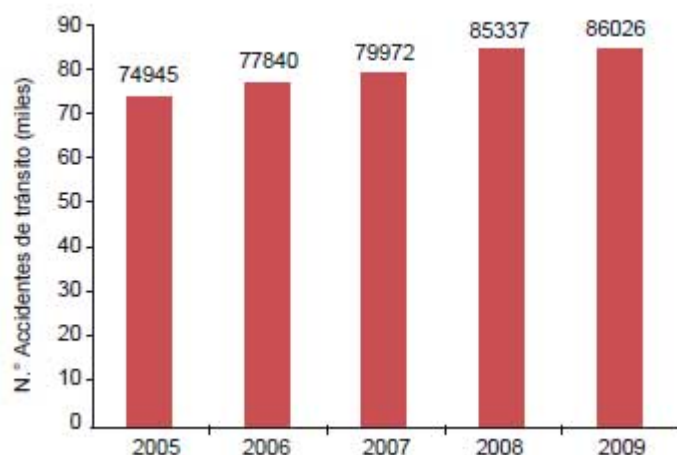


Imagen 5 Perfil epidemiológico de los accidentes de tránsito, 2005-2009
Fuente: Dirección de estadística del Estado Mayor de la Policía Nacional del Perú.

El INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), con el fin de obtener datos estadísticos referentes a los accidentes de tránsito presentados en Perú durante el año 2009, realizó una encuesta a través del diligenciamiento del formulario PCAT-2010 (Proyecto Comisarías: Accidentes de Tránsito 2010), la cual arrojó como resultado que durante el año 2009 se estimó un total de 99.170 accidentes de tránsito en el país y uno de los departamentos con mayores cifras de accidentalidad era Lima con 51.769 y una tasa de accidentes de 604 por cada 100 mil habitantes, tal como se evidencia en la Imagen 6. [20].



Imagen 6 Accidentalidad en Lima
Fuente: [20]

Teniendo en cuenta que los accidentes de tránsito en ocasiones tienen como consecuencia personas heridas, mediante esta encuesta se pudo determinar que dentro del territorio peruano, Lima es el departamento con mayor número de personas heridas por accidentes de tránsito con 459 por cada 100.000 habitantes tal como se observa en la Imagen 7 e Imagen 8.

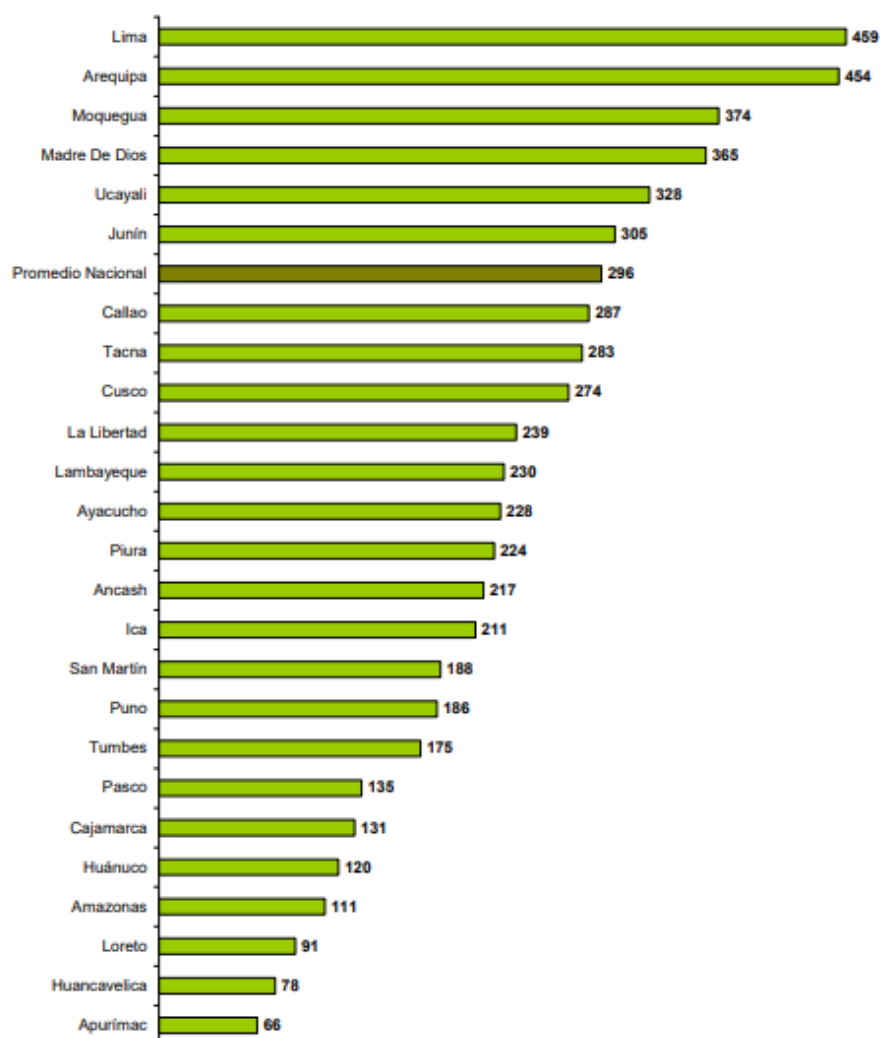


Imagen 7 Personas heridas por accidentes de tránsito
Fuente: [20]

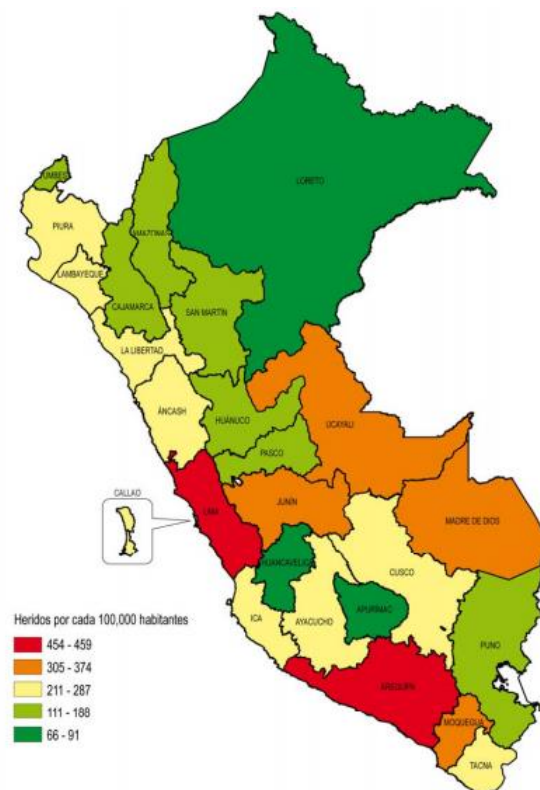


Imagen 8 Número de heridos
Fuente: [20]

La encuesta realizada, también permite una mirada más a fondo de la ciudad de Lima al generar el análisis por distritos, arrojando como resultados que la mayor cantidad de accidentes de tránsito fueron en Santiago de Surco con un 12,3%, seguido de Lima (5,9%), San Juan de Lurigancho (5,8%), Los Olivos (5,2%), San Isidro (4,9%), San Martín de Porres y San Juan de Miraflores con 4,7%.

Por otro lado, los distritos donde ocurrieron la menor cantidad de accidentes de tránsito fueron: San Luis (1,1%), Lurín (1,0%), El Agustino (0,9%), Chaclacayo (0,8%), Ancón (0,3%) y Pachacámac con un 0,2% [20], tal como se aprecia en la Imagen 9.

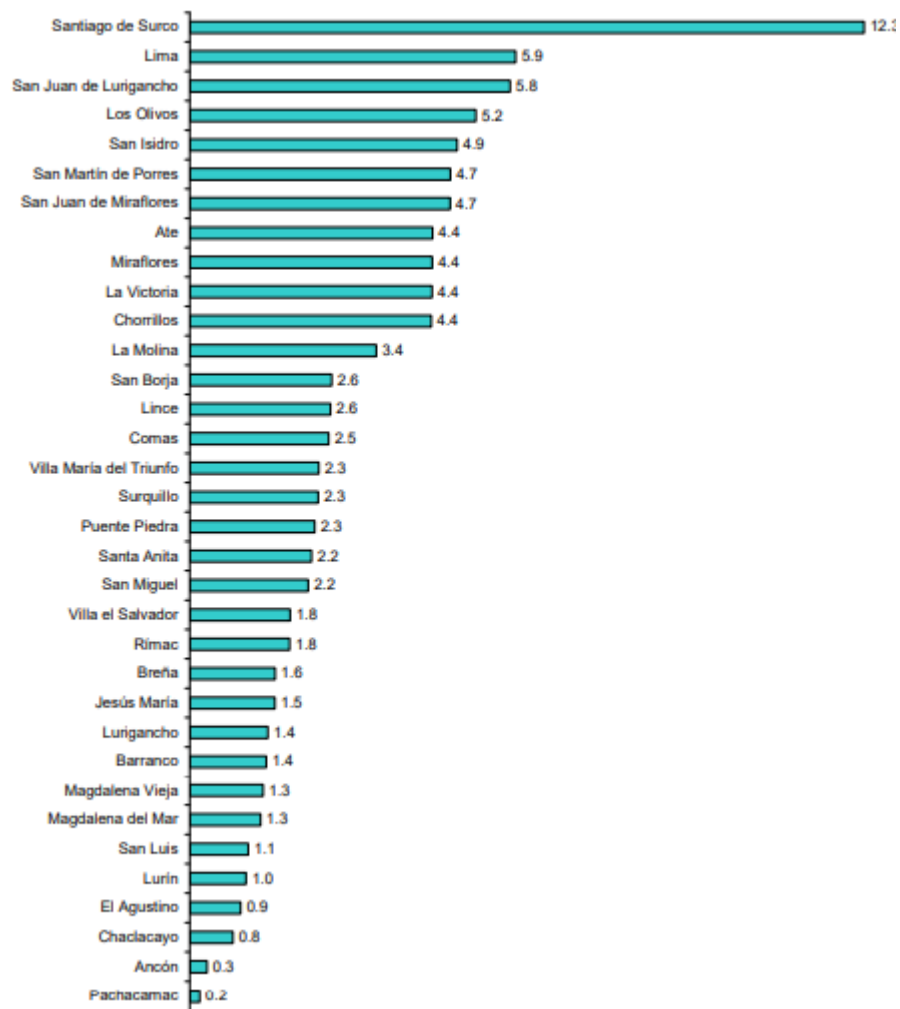


Imagen 9 Número de accidentes por distrito
Fuente: [20]

En general, la tasa de accidentes en Lima durante el periodo de tiempo estudiado, es alta en comparación con otros departamentos; lo cual indica que la seguridad vial de los habitantes de la ciudad es un aspecto que requiere principal atención.

7.1.2 Expectativas previas a la implementación del sistema BRT

7.1.2.1 Social

Para la implementación del proyecto, el Banco mundial invirtió US \$45 millones distribuidos en 6 componentes, uno de ellos fue “Movilidad social y participación comunitaria” para el cual destino US \$5,75 millones en total.

El objetivo principal de la implementación de un sistema moderno de transporte que manejara vehículos de alta capacidad BRT, era “mejorar las condiciones de

movilidad de la población de Lima Metropolitana, en particular aquella de menores ingresos a través de la implementación de un sistema eficiente, confiable, ambientalmente adecuado y seguro de transporte masivo rápido”. La expectativa se centraba en que el 60% de los usuarios del sistema fueran pertenecientes a los estratos C, D y E. (PE-0187) y pudieran contar con una infraestructura que les facilitara el uso de las diferentes alternativas de transporte de bajo costo como las bicicletas y la movilización a pie. [17].

Como objetivo social de la implementación del sistema BRT en la ciudad de Lima se tenía previsto atender los conos norte, sur y centro de la ciudad; lugar donde viven aproximadamente 3.5 millones de habitantes [19]. A través del sistema BRT se pretendía permitir a la población de más bajos recursos un mayor acceso a zonas de trabajo, servicios sociales y públicos, las principales universidades y el centro histórico; para que a través de las nuevas condiciones de movilidad pudieran contar con una mejor calidad de vida y mejores relaciones sociales y económicas. Todo esto enfocado en la revalorización del ambiente urbano que permitiera a los ciudadanos gozar de una calidad en el espacio público de la zona de influencia directa del proyecto y los centros históricos de la ciudad, a través de una iluminación pública de calidad y la recuperación del espacio público por medio de la reubicación del comercio ambulatorio que se encontraba localizado en la zona del proyecto.

Adicionalmente, dentro de las acciones a realizar se encontraban campañas de comunicación y participación social, así como planes de educación de tránsito y seguridad vial para los habitantes que se verían impactados con la puesta en marcha del proyecto.

Otro de los objetivos a realizar se enfocaba en los operadores de transporte público, realizando capacitaciones en programación de servicios y personal, calidad del servicio y seguridad en el transporte; todo en miras a realizar asociaciones estratégicas que permitieran mayor participación en las licitaciones. [19]

7.1.2.2 Movilidad

En vista de la problemática en el transporte que se presentaba en la ciudad de Lima, el gobierno desarrolló un programa que correspondía a la construcción y operación del primer sistema integrado de transporte de Lima, el cual sería desarrollado a través de vehículos de alta capacidad que circularían por carriles segregados, contarían con terminales y paraderos exclusivos, así como toda una infraestructura que permitiera la movilidad de rutas alimentadoras. De esta forma, se pretendía cubrir entre el 5% y el 6% de la demanda de transporte público de la ciudad, distribuido en los conos norte, sur y centro, a través de 250 buses articulados y 154 buses convencionales para las rutas alimentadoras, buses que tuvieran las condiciones adecuadas para su funcionamiento sin afectar el medio ambiente [19].

Dentro de los objetivos trazados para el desarrollo del proyecto se tenía destinados US\$ 86,8 millones para la mejora de la movilidad y del ambiente urbano, lo cual abarcaba la construcción de 28.6 km de corredores troncales segregados, 35 paraderos, 2 terminales cabecera, dos terminales de media vuelta, patios y garajes. Esta inversión fue planeada para el funcionamiento de los buses articulados. Respecto al tema del funcionamiento y tránsito de las rutas alimentadoras, se tenía previsto la pavimentación y mejora de las vías existentes que permitían la conexión entre el sistema y los barrios aledaños al proyecto, la longitud a intervenir correspondía a 50 km. Adicionalmente, se tenía prevista la construcción de ciclovías, puentes peatonales y todo un estudio de seguridad vial que permitiera a los futuros usuarios de la troncal contar con un tránsito seguro y eficaz [19].

Para el desarrollo del proyecto, se establecieron metas para lograr el objetivo primordial del corredor COSAC 1. Entre las metas propuestas se encontraba la cobertura y atención de cerca de 713 mil pasajeros por día, distribuidos entre el corredor arterial, rutas alimentadoras y la combinación de ambos, así como la alta demanda en horas pico que superara los 42.000 pasajeros en horas de la mañana y los 38.000 pasajeros en horas de la noche [19]. De esta manera, se pretendía lograr la descongestión de tránsito en la zona de influencia del proyecto, reducir significativamente la flota vehicular existente, mejorar las condiciones de los buses y reducir los tiempos de viaje.

A continuación, en la Imagen 9, se presenta el mapa del sistema El Metropolitano.

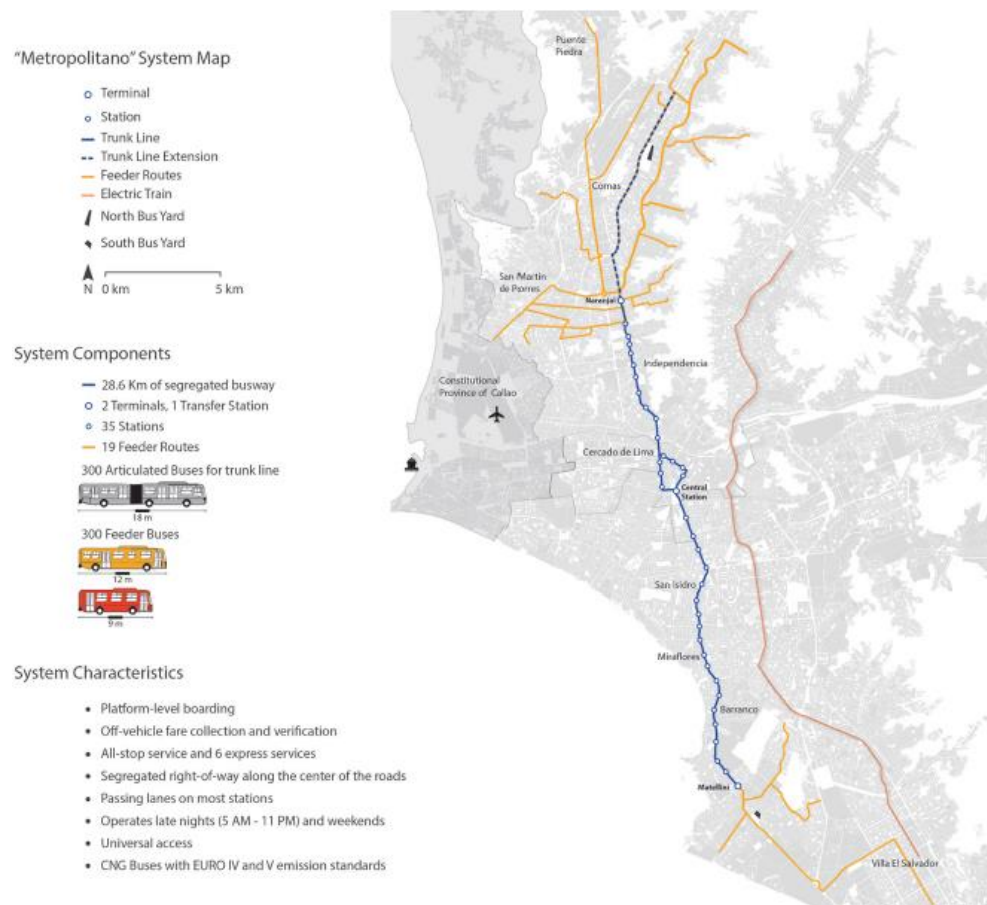


Imagen 10 Mapa sistema el Metropolitano
Fuente: [21]

7.1.2.3 Ambiental

Los objetivos ambientales del proyecto se resumían en:

- Reducción de un 20% de partículas finas (PM2.5)
- Reducción de un 15% de gases de efecto invernadero (CO2) [19]

Sin embargo, dentro del mismo documento, no se encuentra descrito el análisis realizado para determinar estos niveles de reducción ni las acciones a seguir para llegar a cumplir estos objetivos. Adicionalmente, no es claro si el primer objetivo se encuentra enfocado a las emisiones o en las concentraciones de contaminantes atmosféricos

Con el fin de apoyar la puesta en marcha del proyecto de implementación de BRT en Lima (COSAC 1), el Banco Interamericano de Desarrollo decidió invertir en la realización de un estudio ambiental previo que permitiera analizar las diferentes alternativas de combustibles para los vehículos de transporte público que entrarían

en funcionamiento con el proyecto y así determinar la mejor opción para la ciudad de Lima.

El análisis realizado por Grütter Consulting, evaluó 4 alternativas de combustible comparando diferentes características enfocadas en encontrar la opción más limpia para la ciudad. Dentro de las alternativas evaluadas se encuentran las presentadas en la Figura 2:

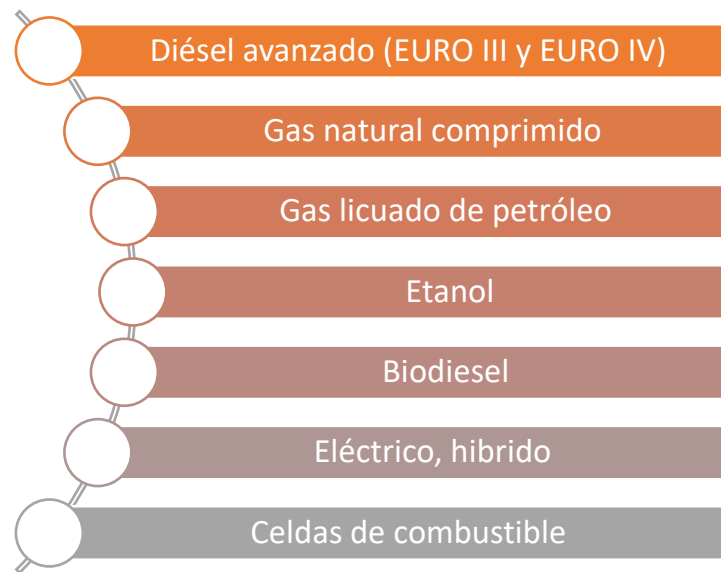


Figura 2 Alternativas de combustible
Fuente: Elaboración propia basado en [22]

El estudio arrojó como resultado que de las 4 alternativas evaluadas, solo 2 cumplían con los estándares requeridos para el funcionamiento adecuado de los buses de transporte público. Las alternativas escogidas fueron Gas natural comprimido y Diésel avanzado EURO IV. [22]

Sin embargo, para llegar a una decisión final, fue necesario evaluar estas alternativas respecto a la tecnología manejada previa a la implementación del proyecto la cual correspondía a EURO II. Como resultado de esta evaluación se determinó que el GNC es la alternativa con menores emisiones contaminantes y menor costo de adquisición frente al diésel el cual tendría que ser importado [22].

Para el objetivo de reducción de emisiones contaminantes a través de la incorporación de una nueva flota de buses que funcionaran con gas natural, era necesario eliminar otro foco de contaminación que se presentaba en la ciudad de Lima. La circulación de buses antiguos con tecnología EURO II, en mal estado y con un uso prolongado, generaban altos niveles de contaminación en la ciudad, por lo cual el proyecto elaboró un plan para sacar de funcionamiento estos vehículos a través del Fondo Nacional de Ambiente y Protransporte. [23]

7.1.2.4 Seguridad

- Accesibilidad:

La planificación para la implementación del sistema BRT en la ciudad de Lima tuvo como objetivo la construcción de la infraestructura necesaria para garantizar el acceso y movilidad de los posibles usuarios del sistema sin ninguna excepción.

Por lo anterior, dentro de la infraestructura a desarrollar en el proyecto, se tenía previsto la construcción de ciclovías, puentes peatonales y la instalación de un sistema de semaforización integrado al corredor que permitiera al usuario ingresar a las estaciones del sistema de forma segura. Sin embargo, se consideró necesario realizar campañas de seguridad vial y educación de tránsito a la comunidad impactada por el proyecto, esto con la intención de garantizar un aprovechamiento integral de la infraestructura del sistema

Adicionalmente, bajo los lineamientos descritos por el Consejo Nacional de Apoyo al Discapacitado, el proyecto planteó la adecuación de las zonas aledañas al ingreso del sistema a través de la construcción de rampas, localización de señalización y puentes peatonales con pendientes máximas de 8% y longitudes máximas de 15m por tramo, con el fin de garantizar la movilidad cómoda y segura de los usuarios en condición de discapacidad. Adicionalmente, para los paraderos ubicados a desnivel, se consideró la instalación de ascensores. [19]

En general, el objetivo del proyecto en el ámbito de seguridad a sus usuarios, pretendía recuperar y valorizar los espacios públicos existentes, de tal manera que se pudieran mejorar las condiciones de movilidad de los peatones y biciusuarios, todo en aras a garantizar la seguridad de los ciudadanos localizados en el área de influencia del proyecto.

7.1.3 Resultados obtenidos post implementación del sistema BRT

7.1.3.1 Social

Con el fin de evaluar el impacto sobre los habitantes del sector producido por la implementación y puesta en marcha del sistema BRT en la ciudad de Lima, la Oficina de Evaluación y Vigilancia realizó una encuesta de preferencias declaradas, en la que entrevistó a los usuarios con condiciones socioeconómicas bajas correspondientes a la estratificación D y E para conocer su percepción sobre el proyecto.

El objetivo primordial de este estudio, era realizar un seguimiento a los objetivos inicialmente propuestos por el proyecto, los cuales estaban enfocados en la mejora de las condiciones de vida de los habitantes con menores ingresos.

De acuerdo con los resultados arrojados por la encuesta frente al uso del sistema BRT entre los usuarios de bajos recursos económicos, se pudo determinar que los porcentajes son equilibrados con un 46% de usuarios que usan el sistema y un 54% que no hacen uso del mismo, tal como se muestra en la Imagen 11. [9]

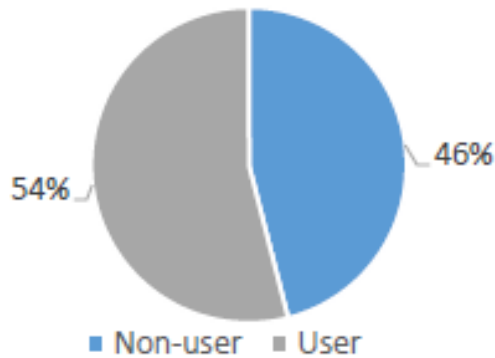


Imagen 11 Usuarios del sistema
Fuente: [9]

De acuerdo con lo anterior, surgió la necesidad de conocer las razones por las cuales los habitantes pertenecientes a este 54%, no hacen uso del sistema. Es por esto que se realizó la pregunta en la que se pudo determinar las principales razones que tenían los encuestados para no usar el sistema (véase Figura 3).

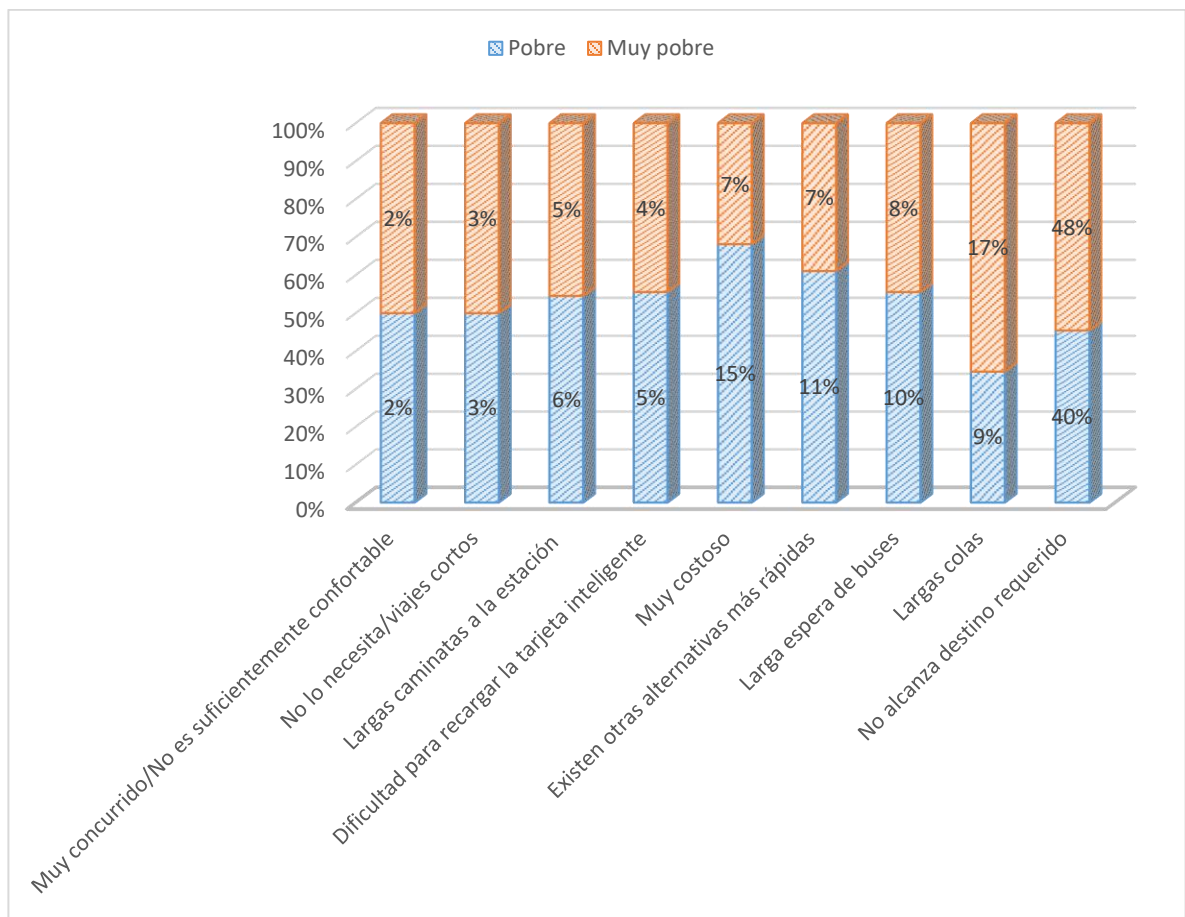


Figura 3 Razones para no usar el sistema
Fuente: Adaptación propia basado en [9]

A través de esta grafica se puede determinar que las razones de peso para no usar el sistema, son la falta de infraestructura que permita a los usuarios acceder a las zonas de interés y las largas filas para el ingreso a las estaciones. Sin embargo, por tratarse de un estudio centrado en la población con menores ingresos económicos de la ciudad, era importante analizar y conocer su percepción frente al costo del sistema, por lo cual se preguntó su opinión frente al valor del pasaje obteniendo los siguientes resultados (véase Figura 4).

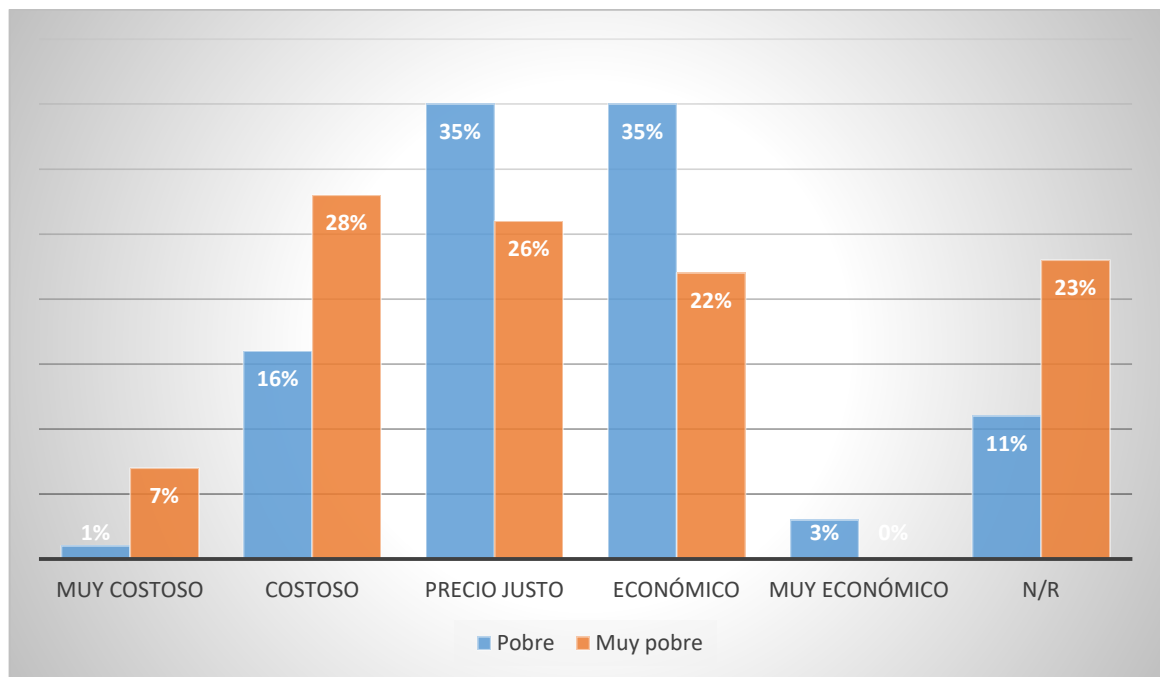


Figura 4 Percepción del costo del pasaje
Fuente: Adaptación propia basado en [9]

Gracias al anterior grafico se logró determinar que para esta población el costo del sistema no es un impedimento significativo para su uso, y aunque existe un porcentaje de habitantes de estrato económico E (extremadamente pobres) para los cuales el valor del pasaje es costoso, es un porcentaje similar frente a los que consideran que el precio es justo.

De acuerdo con lo anterior, se puede deducir que la tasa de uso del sistema se ve altamente influenciada por la calidad propia del sistema, el cual no garantiza que este grupo social cuente con la accesibilidad a las zonas de interés según sus actividades diarias. A este problema, se suma la falta de construcción de 11km de vía troncal que permitirían un ingreso más profundo a los barrios pobres del norte de la ciudad.

Es importante resaltar que frente al ámbito social, el proyecto estaba planeado con el fin de beneficiar significativamente a los grupos socioeconómicos más vulnerables de la ciudad, pero al implementar el sistema de BRT no se logró concretar este objetivo.

En cuanto a la percepción de aprobación o desaprobación del proyecto, según una encuesta realizada por Protransporte en el año 2011, los usuarios reconocen que El Metropolitano ofrece mejoras frente al sistema convencional de buses con lo cual el 82% de los usuarios lo califico como bueno. Esta estadística supera las expectativas iniciales del proyecto que se había propuesto alcanzar una favorabilidad del 60%. El porcentaje de satisfacción ha aumentado con el transcurso

de los años de acuerdo con las más recientes encuestas de opinión de Lima Como Vamos, en donde se determinó que los usuarios aprecian la mejora en el servicio y el civismo de los mismos.

7.1.3.2 Movilidad

A pesar que desde la implementación del sistema no se obtuvieron los resultados esperados en el ámbito de movilidad y transporte, debido a que el inicio de la operación se realizó con una flota de vehículos articulados y alimentadores incompleta que correspondía al 22% de los previstos inicialmente, el proyecto ha logrado alcanzar progresivamente las metas de demanda proyectada a través de la puesta en funcionamiento de 280 buses, acercándose a los 300 propuestos inicialmente, generando así una transformación del sistema de transporte público de Lima [8].

De acuerdo con datos estadísticos de Protransporte y tal como se puede ver en la Imagen 12, la cantidad de pasajeros en hora pico en un día laboral, aumento de 290.000 a 590.000 en los años 2011 y 2014 respectivamente.

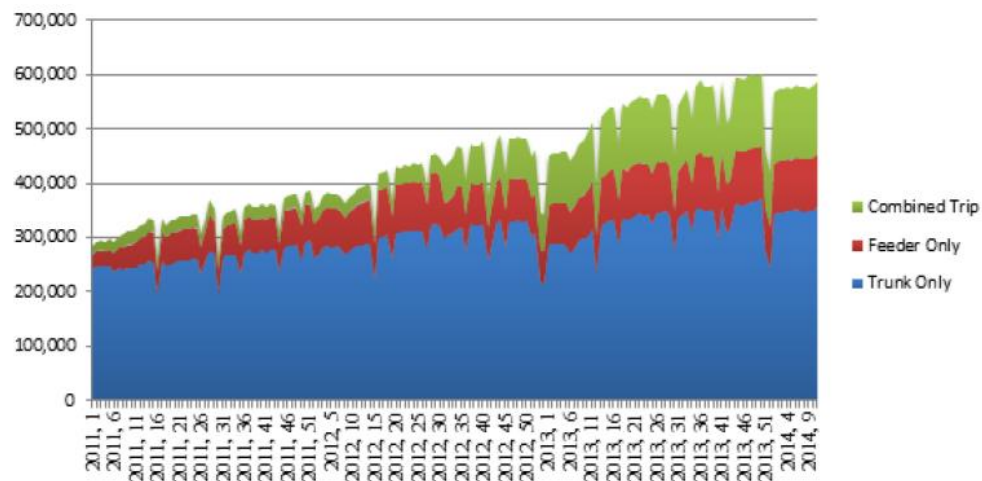


Imagen 12 Cantidad de pasajeros hora pico
Fuente: [21]

Lo anterior sumado a las velocidades comerciales alcanzadas por el sistema (20 km/h) y velocidades más altas para los servicios expresos, ha generado que la movilidad de Lima se viera beneficiada en comparación con los sistemas tradicionales de buses.

El objetivo inicial del proyecto en el área de movilidad era reducir los tiempos de viaje en un 25% de las personas que transitaban desde el norte y el sur de la ciudad hacia el centro de la misma. Este objetivo se superó al alcanzar una reducción del 34%. Sin embargo, este porcentaje se centraliza en los usuarios que realizan sus

desplazamientos dentro del área de cobertura directa del sistema, pero los usuarios que viven o transitan lejos de la zona del proyecto, se ven perjudicados al encontrarse con mayores obstáculos para su desplazamiento continuo debido al aumento de trasbordos necesarios para llegar a su destino. [21]

Este punto es significativo al realizar el análisis de los objetivos del proyecto, ya que el sistema estaba enfocado en la mejora de la movilidad de los estratos socioeconómicos más bajos de la ciudad y son precisamente estos, quienes se están viendo afectados con la implementación del proyecto ya que son los redientes de las zonas más apartadas de la ciudad.

Frente a la infraestructura para la implementación del BRT en la ciudad de Lima, se había planificado un sistema adecuado que permitiera la comodidad de los usuarios para el ingreso y salida de las estaciones, sin embargo, existen estaciones en el centro de Lima y el distrito financiero de San Isidro que presentan sobrepoblación generando una problemática para el acceso y salida de los usuarios del sistema. [21]

Otro punto relevante en el análisis ex post del proyecto es tema económico enfocado a los costos reales de la implementación del proyecto, en el caso del BRT para Lima se presentaron una serie de costos adicionales debido a solicitudes puntuales de las municipalidades, con el objetivo de mejorar el proyecto tal como ocurrió con la construcción de una estación subterránea la cual no se tenía prevista inicialmente para el desarrollo del proyecto. Sin embargo, a pesar que este tipo de sobre costos son por solicitudes externas, si generan reasignaciones de dinero de las actividades inicialmente planificadas. Este fue el caso del proyecto en estudio, el cual tenía dentro de su presupuesto inicial, que la obra costaría US\$125 millones. No obstante, esta cifra aumentó a unos US\$350 millones, situación que obligo a los gobiernos locales a buscar alternativas de financiamiento y en el peor de los casos a reducir el alcance de las obras, dejando como consecuencia infraestructura sin construir y problemas en los niveles de servicio del sistema [8].

Dentro del análisis de costos del proyecto, se encuentra implícito el tiempo que tardó la construcción del sistema, en este caso los servicios públicos subterráneos no identificados en la fase de estudios y diseños, conllevó a un retraso en la ejecución de las obras, debido a la necesidad de realizar nuevos diseños geométricos de las troncales, haciendo así que el proyecto no durara los 3,6 años que se habían planificados inicialmente, sino 7 años [8]. Al generarse retrasos en la construcción del sistema, los problemas de movilidad no se hicieron esperar, al igual que la afectación sobre el comercio aledaño a la zona de obra

A lo anteriormente descrito, se suma que de acuerdo con el Informe Final de Ejecución del Banco Mundial, la capacidad técnica y la experiencia de los profesionales que ejecutaron el proyecto eran cortas en proyectos de BRT.

Adicionalmente no contaban con la continuidad necesaria para mantener una línea de trabajo que permitiera la adecuada organización y ejecución del proyecto.

7.1.3.3 Ambiental

El análisis ex post de la calidad del aire en la ciudad de Lima, luego de la implementación del sistema BRT, fue realizado por la empresa Clean Air Institute, quien tomo como base los estudios realizados por Carbon Solutions Group Latin America S.A.C, Walsh y Deuman y Protransporte.

De acuerdo con lo anterior, a continuación se mencionan los aspectos más representativos de cada uno de estos estudios [24]:

Carbon Solutions Group Latin America S.A.C: Este análisis evaluó los siguientes aspectos, teniendo en cuenta únicamente las emisiones generadas por la puesta en marcha de COSAC 1, dejando a un lado el impacto de la flota vehicular antigua.

- Emisiones de gases efecto invernadero de COSAC 1
- Duración promedio del viaje desde vehículos privados
- Número total de buses
- Índice Pasajero Kilometro de los buses

Este estudio determinó que existe una reducción anual de 69.000 toneladas de CO₂ en un escenario entre los años 2011 a 2020 CSG (2012).

Walsh y Deuman: Este análisis se realizó con el supuesto que todos los buses que operan en COSAC 1 serían reemplazados por buses con tecnología EURO III y con una flota estimada para el año 2004. Dentro del análisis presentado por esta empresa se encuentran los siguientes:

- Estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles
- Emisiones del área afectada de COSAC.

A partir de estos datos, Walsh y Deuman estimó una reducción en las emisiones de CO₂ en un 20% el cual corresponde a 97.300 toneladas por año y la reducción de PM_{2.5} en un 27% que corresponde a 100 toneladas por año.

Protransporte: el estudio realizado por el Instituto Metropolitano Protansporte indicaba una reducción de CO₂ correspondiente a 185.000 toneladas anuales por la implementación del proyecto [25] .

El análisis ex post de Clean Air Intitute se realizó con el fin de evaluar las emisiones de CO₂, PM_{2.5} y carbono negro (BC) generados a partir del 28 de junio de 2010, fecha en la que el sistema BRT en la ciudad de Lima comenzó su operación.

El periodo de tiempo evaluado para la estimación de emisiones se encuentra comprendido entre los años 2009 y 2020 analizando los diferentes actores viales involucrados en la generación de emisiones tales como la flota de buses tradicionales, vehículos de transporte privado y los buses que hacen parte del sistema.

Uno de los objetivos ambientales del proyecto era implementar los buses del sistema BRT que trabajaran con Gas Natural Comprimido. De acuerdo con el estudio realizado por Clean Air Institute se pudo determinar la importancia del análisis elaborado por la empresa Grütter al inicio del proyecto, por medio del cual se tomó la decisión de implementar buses con tecnología GNC a pesar de no existir otros sistemas BRT en el mundo, alimentados de esta manera. Esta decisión fue el mayor contribuyente para lograr mejoras ambientales significativas a partir de la implementación del sistema.

Sin embargo, estas mejoras solo se ven reflejadas en el corredor del BRT ya que a nivel de ciudad su impacto es limitado debido a que el sistema cubre una parte pequeña del total de viajes que se generan la ciudad. Por lo anterior, desde el punto de vista ambiental, es necesario que el gobierno garantice una red más amplia de BRT en la ciudad que permita una reducción significativa de emisiones en la zona metropolitana que contribuya a la mejora de la calidad del aire y por ende una calidad de vida adecuada para los habitantes de la ciudad.

Otro de los objetivos del proyecto, era eliminar la flota de buses antiguos que transitaban por la ciudad generando importantes factores contaminantes, sin embargo, esta actividad no se realizó en los tiempos estimados lo que conllevó a que los niveles de emisiones contaminantes no alcanzaran cifras más significativas y por ende, no se alcanzaran las metas establecidas.

Uno de los puntos importantes a tener en cuenta, es el pequeño impacto que el proyecto representa en toda la ciudad, lo cual no permite obtener reducciones en las emisiones contaminantes esperadas para la ciudad, esto se determinó a partir de las cifras obtenidas por el estudio de Clean Air Institute en el que se pudo evidenciar lo siguiente:

- CO2: Reducción de emisiones de 78,600 a 204,500 toneladas anuales entre los años 2012 a 2015. Estas cifras representan el en promedio un 6% de las emisiones totales de la ciudad generadas por el transporte público. [24]
- PM2.5: Reducción de emisiones de 118 a 270 toneladas por año entre los años 2012 a 2015. Estas cifras representan del 4% al 9,5% de las emisiones totales de la ciudad generadas por el transporte público. [24]

7.1.3.4 Seguridad

- Accesibilidad:

Los objetivos planteados por el proyecto de brindar seguridad a todos los posibles usuarios del sistema, no se han cumplido debido a grandes falencias de operación,

infraestructura y equipamiento de las estaciones y buses que permiten el funcionamiento del BRT [17]

La ley General de Personas con Discapacidad (Ley 29973) establece como mandato que el gobierno debe garantizar el acceso de todos los ciudadanos a los servicios de transporte público lo que traduce en una infraestructura adecuada para el acceso de personas con algún tipo de discapacidad.

Lo anterior requiere de un esfuerzo por parte del gobierno para que las medidas que garanticen la movilidad de las personas con discapacidad sean implementadas de manera adecuada y segura.

A continuación se detalla el análisis presentado por Disability and World Bank Safeguards en los temas primordiales para la seguridad del usuario del sistema. [17]

- Accesibilidad al sistema:

En general, los usuarios del sistema se ven enfrentados a una serie de obstáculos que evitan un ingreso adecuado, tranquilo y seguro al sistema ya que en su recorrido se encuentran con baches, tapas de alcantarillas en concreto y vendedores ambulantes. Esta situación es más agravante desde el punto de vista de personas con movilidad reducida y problemas visuales.

Pero es este problema no solo afecta el ingreso de la población a las estaciones, sino también a los buses del sistema ya que no se cuenta con información de iluminación, Braille o audio que permita a las personas con discapacidad visual saber las próximas paradas para subir o bajar de los buses, adicionalmente, el funcionamiento del sistema no es fácil de comprender por lo que personas con discapacidad intelectual pueden verse afectadas impidiendo que ingresen o bajen de los vehículos articulados.

El Metropolitano cuenta con aproximadamente 168 buses alimentadores, de los cuales solo 19 son accesibles para personas en silla de ruedas, brindando rampas adecuadas, cinturones de seguridad y el espacio requerido para la ubicación de las sillas, sin embargo, el número restante de vehículos alimentadores no garantiza la accesibilidad de las personas con movilidad reducida, obligando a esta población a pedir ayuda a terceros para hacer uso del sistema

- Accesibilidad a la información:

Para garantizar un adecuado uso y aprovechamiento del sistema, es necesario brindar de forma clara la información referente al mismo, por lo cual la señalización es un punto clave dentro de los sistemas de información, sin embargo, la

señalización presente en el sistema, no cuenta con información iluminada, en Braille o en audio, lo que dificulta gravemente la movilidad de las personas con discapacidad visual o intelectual.

Adicionalmente, el cambio de sistema de recaudo del dinero no cuenta con métodos claros para la población con discapacidad visual o discapacidad intelectual, lo que conlleva a la falta de participación de estos habitantes en el uso del sistema.

Una de las estrategias para contrarrestar este tipo de limitantes, es con la presencia de personal de apoyo que brinde información pertinente a los usuarios, sin embargo, los horarios de este personal no cubren en su totalidad el tiempo de funcionamiento del sistema, dejando a la deriva a los usuarios que presentan algún tipo de discapacidad.

- Situaciones de emergencia:

Frente a una situación de emergencia, las instalaciones y los buses del sistema, no cuentan con la protección necesaria para la población más vulnerable, ya que no garantiza que dichos usuarios puedan salir de forma rápida y segura de los buses.

Esta situación pone en riesgo la integridad física y psicológica de esta población en caso de presentarse un accidente de tránsito o un desastre natural.

- Accidentalidad:

Frente a la seguridad, en cuanto a accidentalidad, se realizaron estudios solo en el primer año de operación del BRT de Lima, el cual evidencio una disminución en un 65% de accidentes dentro del corredor BRT. Sin embargo, no se han realizado seguimientos oportunos para determinar el índice de accidentabilidad, no solo en el corredor del BRT sino en las zonas aledañas a la infraestructura del sistema, como las calles afectadas por su implementación [8].

Por otra parte, frente a los servicios para la movilidad de los biciusuarios, el proyecto implemento estacionamientos y carriles exclusivos para su funcionamiento, sin embargo el objetivo de duplicar los viajes en bicicletas no se logró debido a la falta de familiaridad con los senderos para bicicletas por parte de los usuarios, situación generada por su implementación tardía y falta de planificación. [18]

7.2 MONTEVIDEO, URUGUAY

Montevideo es la capital de Uruguay y cuenta con el 57% de la población nacional. Es también el centro económico, financiero y cultural del país, representando así el 60% del PIB. Adicionalmente, Montevideo cuenta con un puerto que permite el

tránsito de comercio internacional representando un 80% de las exportaciones e importaciones del país [26].

Uruguay ha presentado un bajo crecimiento poblacional de acuerdo con los resultados del censo nacional realizado en el año 2011 el cual indica que entre los años 1996 y 2004 el porcentaje de crecimiento fue tan solo del 0.32% y de 0.19% entre los años 2004 y 2011 (Instituto Nacional de Estadísticas INE, 2011). Sin embargo, la economía dinámica que se ha presentado en el país y el crecimiento poblacional que se ha presentado a partir del 2004, ha sido un factor determinante para el desarrollo de Montevideo, quien ha generado así un crecimiento urbano, implicando problemas de movilidad y transporte público. [27]

Es por esto que la Intendencia de Montevideo (IMM) desarrolla un plan para reestructurar y reorganizar la movilidad de la ciudad que les permitiera a sus habitantes contar con un sistema económico y eficaz.

7.2.1 Condición previa a la implementación del sistema BRT

7.2.1.1 Social

Montevideo, en el año 1963 contaba con el 46.3% de la población nacional, sin embargo con el transcurso del tiempo este porcentaje disminuyó hasta llegar al 41% en el año 2004 [28], de tal manera que su densidad poblacional es de (2500hab/km²) lo cual indica que es superior a la del resto del país (19hab/km²) [28]. En la década de 1970 se generaron áreas residenciales suburbanas y asentamientos, haciendo que la movilidad de la ciudad que antes se desarrollaba en el centro de la misma, ahora se tuviera que desplazar también a las periferias. Adicionalmente, los costos de vivienda hicieron que en los últimos años, los ciudadanos que se encontraban ubicados en el centro de la ciudad, buscaran relocarse en las periferias haciendo que el número de habitantes de estas zonas aumentara progresivamente y por ende las necesidades de transporte hacia el centro de la ciudad, esto debido a que es allí donde se ubica la mayor cantidad de empleos y servicios. [28]

Por lo anterior, la población de bajos recursos ubicados en la parte occidental de la ciudad, debían hacer uso de los sistemas de transporte público, con una tasa de utilización del 58% para acceder a la zona centro de la ciudad. Sin embargo, la red de transporte público no cubría el área de la ciudad en su totalidad lo que repercutió en poca accesibilidad para los habitantes de las periferias. Caso contrario se presentaba para los habitantes de la zona central, quienes podían acceder de manera más sencilla a los diferentes servicios presentes en la ciudad, siendo su modo de transporte más utilizado la caminata. Esta situación generó que se presentara sobre oferta de vehículos de transporte público en la zona centro de la ciudad [8].

7.2.1.2 Movilidad

Montevideo, en los últimos años presentó un incremento poblacional y económico constante, con cual el servicio de transporte de la ciudad se quedó corto. En los años 2003 y 2009 la demanda del transporte público aumento aproximadamente en un 30%, sin embargo, las zonas periféricas de la ciudad en donde se ubicaban los estratos socioeconómicos más bajos, no contaban con acceso a la red de transporte público, caso contrario se presentaba en la zona centro en la cual la oferta de buses superaba la cantidad de pasajeros. [28]

En el año 2007, frente a los medios de transporte motorizados, el transporte público era el medio más utilizado por sus habitantes, con aproximadamente un 55% de la totalidad de viajes realizados en la ciudad, suplidos a través de 1400 unidades de buses [31]. A pesar de existir un número importante de vehículos particulares, motos, taxis o servicios de transporte contratados con conductor, los ciudadanos hacían uso constante del servicio colectivo que operaba en la ciudad, incluso hasta alcanzar el 85% de viajes diarios en las zonas norte y este. [30] (Véase Figura 5).

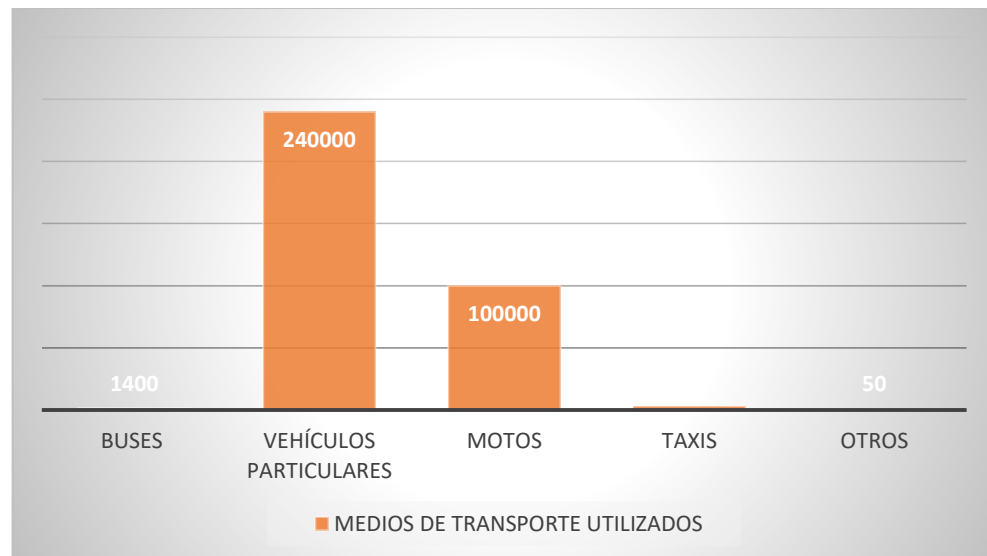


Figura 5 Medios de transporte utilizados
Fuente: Elaboración propia basado en [30]

En Montevideo, el transporte público estaba dirigido por 5 empresas privadas de buses CUTCSA, COMESA, RAINCOOP, UCOT y COETC. CUTCSA, generaba la mayor cantidad de viajes consolidándose como la compañía principal. En el año 2006 alcanzó a suplir el 62% de la demanda de la ciudad con el 65% de la flota total de buses tradicionales. [28]

Este sistema de transporte público contaba con ciertas particularidades acordadas entre las compañías de autobuses, los sindicatos y el gobierno, entre estas se

encontraba que los operadores de buses solo podían ser retirados de su puesto de trabajo el día que cumplieran los requisitos para su jubilación, lo que garantizaba continuidad de los trabajadores de las diferentes compañías. Así mismo el gobierno, con como medida para mitigar el impacto que generó el alza de precios de los combustibles, los bajos costos en los pasajes de las personas de la tercera edad o estudiantes quienes gozaban de tarifas preferenciales y el servicio gratuito para niños, ofrecía a las compañías transportadoras un subsidio del 27% aproximadamente sobre los ingresos totales adquiridos por el cobro de los pasajes. [31] [30]

7.2.1.3 Ambiental

La evaluación de impactos ambientales comenzó a ejecutarse en Uruguay en el año 1994 a través de la Ley de Impacto Ambiental 16 466 [27]. Desde entonces, los temas ambientales han estado presentes dentro del desarrollo de la ciudad.

Previo a la implementación del sistema BRT en la ciudad, Montevideo contaba con un monitoreo constante de la calidad del aire, permitiéndole de esta manera tener un control de los agentes contaminantes presentes en la ciudad. Este monitoreo comenzó a ejecutarse desde el año 2004 bajo la dirección de la Unidad de Calidad del Aire (UCA). A través de este sistema de monitoreo se obtenían datos estadísticos de PM10, MP2.5, CO, NO2, SO2 y Black Smoke.

Para el año 2013 la UCA presenta un informe de la calidad del aire en Montevideo en la que arroja como resultado que la ciudad cuenta con una “buena calidad del aire” ya que las emisiones contaminantes encontradas no superaban los límites de normatividad internacional [32] . De acuerdo con esta información, se determinó que Montevideo genera el 20% de emisiones contaminantes de CO2 del país y para los años 2006 y 2008 las emisiones generadas por los sistemas de transporte fueron del 26%. Sin embargo para el año 2010 la cifra aumentó hasta llegar al 35%, lo que indica que el sector transporte en la ciudad de Montevideo presentaba inconvenientes que con el transcurso del tiempo generaban mayores problemas ambientales.

De acuerdo con lo anterior, en la Figura 6 se evidencia el impacto ambiental que tuvo el transporte en el año 2011, frente a otras actividades del sector realizadas en el país, siendo el mayor generador de CO2 en Uruguay.

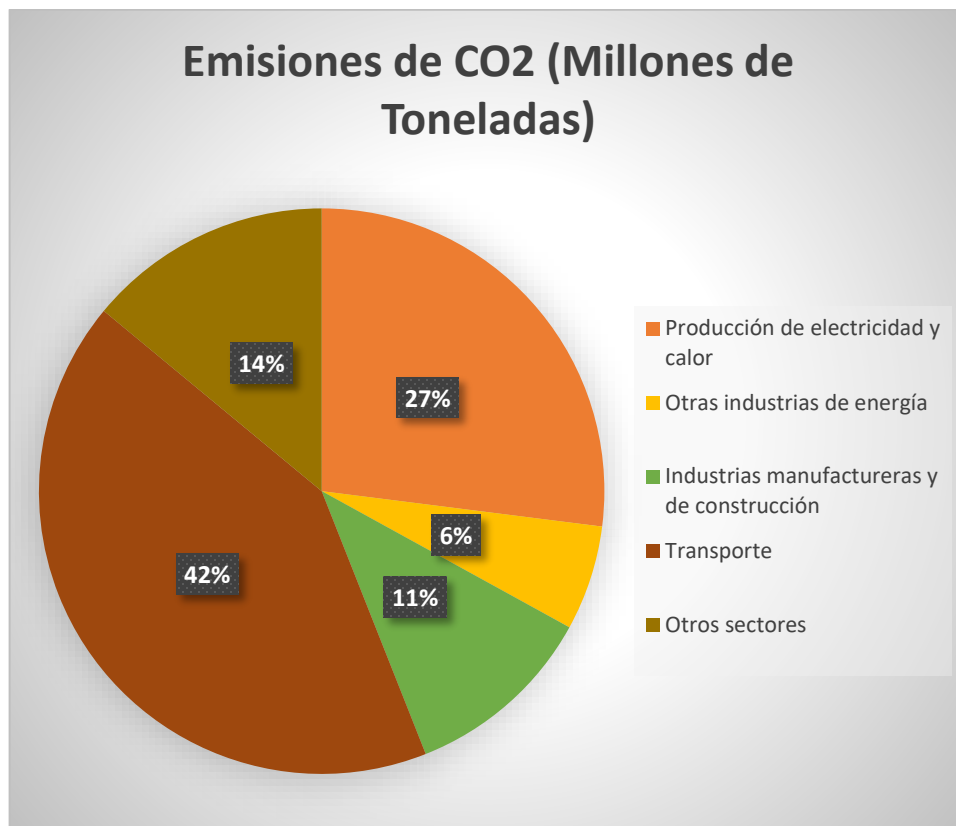


Figura 6 Emisiones de CO2
Fuente: Elaboración propia basado en [32]

De acuerdo con lo anterior, Montevideo en el año 2013 desarrolló el Plan Climático de Montevideo en el cual se esperaba mejorar las condiciones ambientales de la ciudad a través de la implementación de una movilidad sostenible y tecnologías limpias. [29]

7.2.1.4 Seguridad

La seguridad en Montevideo se encuentra evaluada desde dos puntos relevantes, uno de ellos es la percepción de seguridad de los habitantes de la ciudad, la cual se genera con base a sus experiencias personales o en información secundaria.

De acuerdo con la Encuesta de victimización del Ministerio del Interior realizada en el año 2011 (ENV, 2011) la cual evalúa información de todo el territorio Uruguayo, arrojó como resultado que la sensación de seguridad de acuerdo con la percepción de la posibilidad de ser víctima de un delito presenta porcentajes altos, superando la mitad de la población nacional (59%). De acuerdo con esta encuesta, los habitantes de la ciudad de Montevideo sienten como “Muy probable” las posibilidades de ser víctima de un delito (64%) (Sistema de Naciones Unidas en Uruguay, 2012). Este porcentaje, comparado con otras regiones del país dejaba ver

que la ciudad de Montevideo no brindaba a sus habitantes la sensación de seguridad necesaria que les permitiera tener una calidad de vida mayor.

En la Imagen 13 se presentan los resultados obtenidos por la encuesta de victimización realizada por el Ministerio del Interior en el año 2011.

		Muy probable	Probable	Poco probable	Improbable	ns/nc	Total
Sexo	Hombres	12	44	29	7	8	100
	Mujeres	18	44	25	7	6	100
Nivel socio-económico	Bajo	12	42	30	7	9	100
	Medio	16	44	26	7	7	100
	Alto	22	52	19	4	2	100
Nivel educativo	Primaria o menos	14	42	25	10	9	100
	Secundaria: ciclo básico	10	44	31	6	9	100
	Secundaria: segundo ciclo	14	48	26	6	5	100
	Terciaria o universitaria	23	43	26	5	4	100
Región	Montevideo	20	44	22	8	7	101
	Canelones	14	49	26	5	5	100
	Resto Interior	12	42	32	7	8	100
TOTAL		15	44	27	7	7	100

Imagen 13 Percepción de la población de ser víctima de delito, 2011
Fuente: Sistema de Naciones Unidas en Uruguay, 2012

Otro punto importante de evaluación de seguridad en la ciudad de Montevideo, se relaciona con la opinión de los habitantes frente al aumento o disminución de la delincuencia. De acuerdo con la encuesta anteriormente mencionada, en la siguiente imagen se presentan los resultados obtenidos del indicador de “percepción sobre el aumento de la delincuencia en el último año en el país” en donde se evidencia que el 72% de los entrevistados consideraban que la delincuencia en Uruguay había aumentado. Al focalizarse en Montevideo, arroja como resultado un 69% (Sistema de Naciones Unidas en Uruguay, 2012). Este porcentaje indicaba que Montevideo era una de las ciudades del país en las que más insegura se sentía la ciudadanía (Véase Imagen 14).

		Aumentó	Sigue igual	Disminuyó	ns/nc	Total
Sexo	Hombres	68	27	3	2	100
	Mujeres	78	19	3	2	100
Nivel socio-económico	Bajo	73	21	4	2	100
	Medio	71	24	3	2	100
	Alto	70	24	1	4	100
Nivel educativo	Primaria o menos	75	21	2	2	100
	Secundaria: ciclo básico	74	23	2	1	100
	Secundaria: segundo ciclo	71	22	4	3	100
	Terciaria o universitaria	67	27	3	3	100
Región	Montevideo	69	25	4	3	101
	Canelones	78	20	2	0	100
	Resto Interior	73	22	3	2	100
TOTAL		72	23	3	2	100

Imagen 14 Percepción sobre el aumento de la delincuencia en el último año en el país
Fuente: Sistema de Naciones Unidas en Uruguay, 2012.

Finalmente, frente a la seguridad peatonal y para biciusuarios, la ciudad solo contaba con 9.5km de infraestructura disponible para su uso [28]. Como consecuencia a esa situación, Montevideo en el año 2007, presentó el promedio más alto de accidentalidad vial en comparación con las demás regiones del país (10.8 accidentes mortales por cada 100.000 habitantes por día) [29], afectando directamente la seguridad de los peatones y biciusuarios.

7.2.2 Expectativas previas a la implementación del sistema BRT

7.2.2.1 Social

Con la implementación del BRT en la ciudad de Montevideo, el proyecto pretendía dar solución a la problemática social que se estaba presentando. Dentro del objetivo general del proyecto, el cual está enfocado en la reestructuración del transporte urbano de la ciudad, se encuentra inmerso una serie de objetivos que se centran en mejorar la calidad de vida de los habitantes de Montevideo, a través de una red de transporte que les permita acceder a zonas que no contaban con cobertura de transporte y así movilizarse de acuerdo con sus necesidades particulares.

Para el proyecto, uno de los mayores inconvenientes de la condición de movilidad en la ciudad, era el escaso control que se presentaba en el análisis de la demanda real de los pasajeros, lo cual conllevaba a sobre oferta de buses en las zonas céntricas de la ciudad contra un bajo número de rutas que cubrieran las zonas periféricas. Por tal razón, el proyecto se propuso adecuar la oferta a los requerimientos reales de la demanda de viajes de tal forma que les permitiera a los usuarios acceder a los servicios ubicados en la zona urbana de la ciudad y mejorando su calidad de vida a través de la reducción en los tiempos de viaje [30] Pero la calidad de vida de los habitantes de la ciudad también se puede ver afectada si el servicio de transporte que usa no le da la comodidad que desea, por esta razón, el proyecto buscaba ofrecer a sus usuarios la confiabilidad y el confort que requerían, a través de una nueva flota de buses con mejores tecnologías, eliminando los carriles de tráfico mixto y mejorando la red de carreteras. [27]

Dentro de las condiciones del proyecto, se estableció la necesidad de informar a los futuros usuarios del sistema BRT a cerca de las líneas troncales que serían implementadas, el nuevo sistema de recaudo de dinero, las rutas que cubriría el proyecto, así como las actividades que podrían afectar la movilidad de los ciudadanos durante el tiempo de construcción del mismo.

Sin embargo, dentro de los planes que mencionaba el proyecto, no hace mención de cómo se llevarían a cabo estos planes de mejora a la sociedad, más allá de mencionar las necesidades propias de la ciudadanía, el proyecto tendría que establecer un plan de seguimiento para lograr los objetivos propuestos, describiendo las actividades puntuales a realizar en pro de alcanzar dichos objetivos.

7.2.2.2 Movilidad

El proyecto, a través del Banco Interamericano de Desarrollo, planteaba un Sistema de Transporte Metropolitano (STM) que se distinguiera por su accesibilidad, conectividad y confiabilidad, a través de carriles exclusivos para el transporte público, terminales en las cabeceras de las troncales e intercambiadores intermedios que conformaran de esta forma, un sistema Troncoalimentado [27]

Los objetivos más relevantes que se planteó el proyecto en pro de la movilidad de la ciudad, fue establecer una jerarquía de la red de carreteras, mejorar la infraestructura vial de la misma y reducir los costos de movilización de los habitantes de Montevideo, a través del establecimiento de tarifas asequibles para los usuarios. [29]

Dentro de la planificación inicial del proyecto, se tenían previstos cinco ejes o troncales radiales y uno transversal, operados a partir de buses de alta capacidad con entrada de piso bajo, que iniciaban su recorrido en el centro de la ciudad y se dirigían hacia las zonas periféricas de la misma en donde se ubicarían las

terminales. Desde los puntos intermedios de las troncales, los cuales estarían ubicados cada 400m, partirían los vehículos alimentadores del sistema, permitiendo así el acceso más profundo a los barrios aledaños al proyecto. [30]

A continuación, en la Imagen 15, se presenta el esquema de operación previsto para el STM.

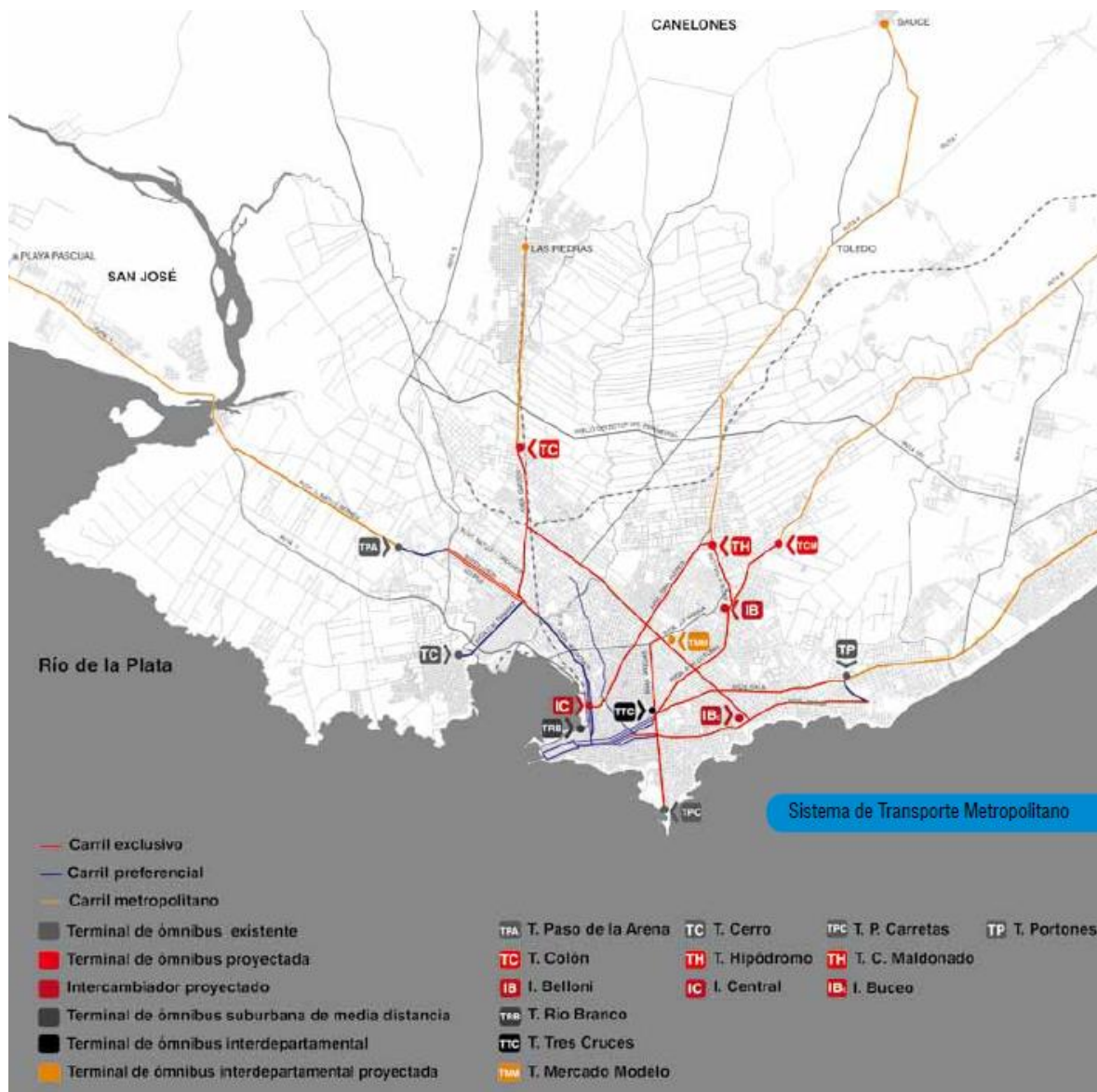


Imagen 15 Esquema de operación previsto STM

Fuente: [30]

De acuerdo con lo anterior, en la Figura 7 se presenta los planes de implementación de las troncales del sistema, de acuerdo con las fechas planteadas por el proyecto en la ciudad de Montevideo.



Figura 7 Planes de implementación de troncales
Fuente: Elaboración propia basado en [30]

7.2.2.3 Ambiental

Dentro de la iniciativa de inclusión del sistema BRT en la ciudad de Montevideo, se planificaron acciones que permitieran mitigar los impactos en el medio ambiente efectuados por el transporte público.

Entre los planes propuestos por el proyecto se estimó un sistema de transporte más eficiente, que permitiera la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, emisiones que afectarían la salud de los habitantes de la ciudad y altos niveles de ruido [27].

Entre los planes también se encontraba incentivar otros modos activos de transporte como la caminata y el uso de la bicicleta de manera que se pudiera disminuir las emisiones y traer mejoras a la salud de los usuarios [30]

Sin embargo, la flota de autobuses a implementar en el sistema, también debían considerar planes para mejorar los niveles de contaminación en la ciudad, es por esto que el proyecto propuso que las compañías de buses antiguos de la ciudad

establecieran un plan para la renovación de la flota de manera que descartaran y sacaran de circulación los vehículos con más de 16 años de funcionamiento [32].

De acuerdo con lo anterior y basados en la premisa de que las compañías de buses antiguos renovarían sus vehículos por buses con tecnologías Euro III, el proyecto tenía planificado lograr la reducción de agentes contaminantes en la ciudad en un 10% (48 microgramos/m³ a 41 microgramos/m³), sin embargo, no es clara la forma en cómo se tenía planificadas estas metas ni el plan que les permitiera lograr estos objetivos [29]

7.2.2.4 Seguridad

Como uno de los puntos relevantes dentro del plan de implementación del BRT en la ciudad de Montevideo, tenía que ver con la seguridad que proporcionarían a los usuarios del sistema a través del mejoramiento de las aceras aledañas al sistema, la señalización de cruces peatonales y la construcción de rampas que permitieran el ingreso al sistema de todos los usuarios. Adicionalmente, se tenía previsto la mejora de tramos aledaños a sectores de interés cultural, turístico y comercial a través de la peatonalización de zonas específicas. Sin embargo, para garantizar la coherencia de estos proyectos con el sistema BRT todos y cada uno de los proyectos nuevos peatonales así como la modificación y mejoramiento de los existentes, tendrían que ser puestos a consideración del Plan de Movilidad [30]

Al igual que la planificación de la circulación fuera del sistema, era importante garantizar la seguridad dentro del mismo, para esto, el proyecto planificó la instalación de señalización e infraestructura necesaria, libre de barreras físicas, que permitieran a las personas de movilidad reducida el tránsito seguro y fácil dentro de las instalaciones del sistema.

Esta planificación, sería puesta en consideración por la Secretaría de Gestión Social para la Discapacidad de la Interdependencia de Montevideo quien evaluaría si las medidas tomadas por el proyecto cumplen con la infraestructura necesaria para garantizar la accesibilidad universal al sistema. [30]

Otro de los factores evaluados dentro del proyecto fue la financiación para la gestión de seguridad enfocado en el tránsito, a partir de auditorías de seguridad vial en cada una de las etapas del proyecto (diseño, construcción y puesta en marcha) específicamente en el corredor Av. Italia. [27]

Frente a la seguridad de los biciusuarios, el proyecto planificó la integración de las redes de ciclovías existente y las proyectadas de manera que permitieran a los usuarios, una conexión entre los lugares donde residían, los puntos más importantes de la ciudad y el nuevo sistema BRT que se implementaría, esto, apoyado a través de sitios adecuados para el parqueo de las bicicletas los cuales contarían con vigilancia. De esta manera, el proyecto pretendía facilitar el

intercambio modal entre los biciusuarios y el sistema BRT, garantizando su seguridad y el de sus bicicletas.

Adicionalmente, junto con la puesta en marcha del sistema en la ciudad de Montevideo, vendría la implementación de tres tipos de ciclovías (Véase Figura 8) las cuales contarían con la señalización y semaforización requerida.

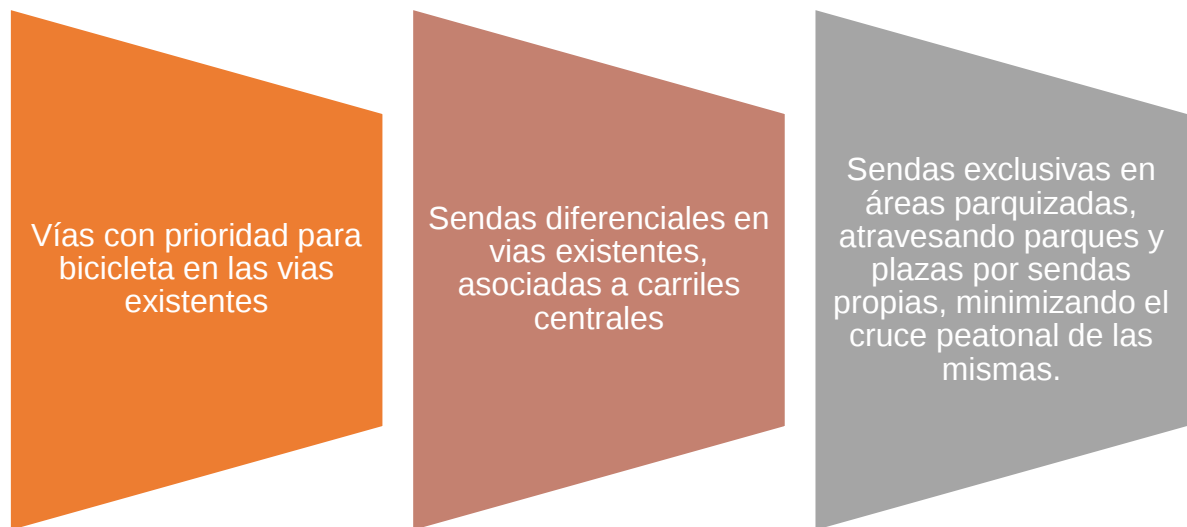


Figura 8 Tipos de ciclovías
Fuente: Elaboración propia basado en [30]

7.2.3 Resultados obtenidos post implementación del sistema BRT

7.2.3.1 Social

Dentro de los objetivos del proyecto se encontraba el cubrimiento del servicio de transporte en las zonas periféricas de la ciudad, de manera que se pudiera garantizar a los habitantes de bajos recursos, contar con un sistema de transporte que les permitiera el acceso a las zonas más importantes de la ciudad.

De acuerdo con esto, el proyecto se desarrolló en una zona de la ciudad en donde se localizan los habitantes de bajos ingresos económicos, de manera que las acciones en pro del cumplimiento de este objetivo se llevaron a cabo. Sin embargo, de acuerdo con lo expresado por las compañías de buses, la implementación del corredor Garzón, no generó un aumento en la movilización de las personas de bajos ingresos [29] lo que indica que la inclusión social de personas de bajos recursos o la falta de oportunidades de progreso, no están influenciados por la falta de accesibilidad a las zonas de desarrollo económico.

Frente al objetivo de ofrecer a los usuarios del sistema BRT la información referente a la implementación del proyecto en la ciudad, se dio a conocer el Plan de Movilidad a través de convocatorias de autoridades locales, organizaciones locales y concejos locales que permitieron exponer las acciones que componían este plan. Adicionalmente, se implementó dentro del portal de la Intendencia la “Agenda Montevideo” en donde los ciudadanos pueden realizar las sugerencias y quejas que consideren pertinentes [30]. Por otra parte, la información referente al nuevo sistema de recaudo de dinero manejado a través de tarjetas inteligentes y su distribución, se realizó por medio de la televisión abierta.

7.2.3.2 Movilidad

El plan de implementación del sistema BRT en Montevideo comenzó por la construcción de la Avenida Garzón la cual fue considerada como un corredor simple de implementar, debido a que la adquisición predial era más baja respecto a otros corredores estudiados, adicionalmente, se pensó que la reestructuración de las rutas de buses tradicionales era menos compleja debido al menor número de buses que circulaban por la zona. Estos y otros factores como las recomendaciones del Plan de Movilidad y el crecimiento demográfico que se estaba presentando en la ciudad conllevaron a la construcción de la Avenida Garzón como plan piloto del sistema BRT en la ciudad.

Sin embargo, estas razones parecieron no ser suficientes para evitar las diferentes problemáticas que enfrentó el sistema dado que la demanda de transporte público se focalizó en el centro de la ciudad, mientras que en las zonas aledañas a la Avenida Garzón y la Terminal Colon solo representaron el 8.08% del total de los viajes diarios [29]. Por otra parte, el crecimiento del derecho de paso segregado se vio afectado por la falta de reestructuración de rutas de buses tradicionales ya que las compañías, a pesar de haber realizado este acuerdo durante la etapa de diseños, no lo llevaron a cabo.

En general, la construcción de nueva infraestructura para el funcionamiento del sistema es un resultado positivo para el alcance de los objetivos del proyecto, sin embargo, la cantidad de pasajeros previstos no se alcanzó, presuntamente por que la Avenida Garzón antes de la implementación del BRT no presentaba congestión vehicular. Lo anterior, dio como resultado que los beneficios esperados en la movilidad por la segregación de un carril exclusivo de servicio público no fueran relevantes para la movilidad del sector. Adicionalmente, las velocidades registradas para el transporte público son similares respecto a las manejadas antes de la implementación del proyecto, incluso los tiempos de viaje en algunos grupos de pasajeros han aumentado [8].

Como resultado de lo anteriormente mencionado y en vista que no se implementaron todas las reformas requeridas para la puesta en marcha del BRT en torno a la inversión, en junio del año 2014, el gobierno rechazó la segunda fase del

proyecto el cual proponía la construcción de carriles BRT en las zonas más pobladas de la ciudad de manera que se beneficiara a una mayor cantidad de habitantes de Montevideo [29]

7.2.3.3 Ambiental

En la evaluación ex-post realizada por Inder-American Development Bank se evidenciaron fallas en la implementación de un sistema BRT que contribuyera con la reducción de emisiones contaminantes en la ciudad. Por lo anterior, a continuación se presentan los puntos más relevantes que no fueron considerados dentro del plan de implementación del sistema (Véase Figura 9 y Figura 10).

- Buses con nuevas tecnologías:

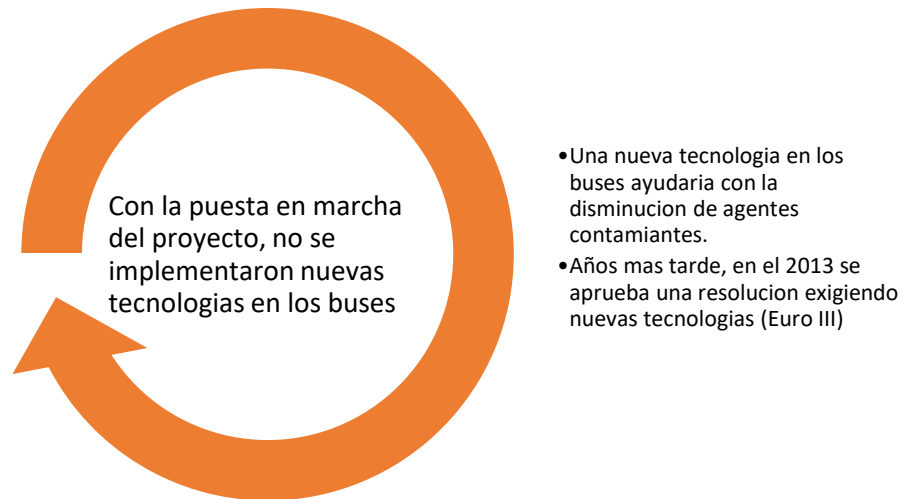


Figura 9 Tipos de ciclovías
Fuente: Elaboración propia basado en [32]

- Cambios en la operación:

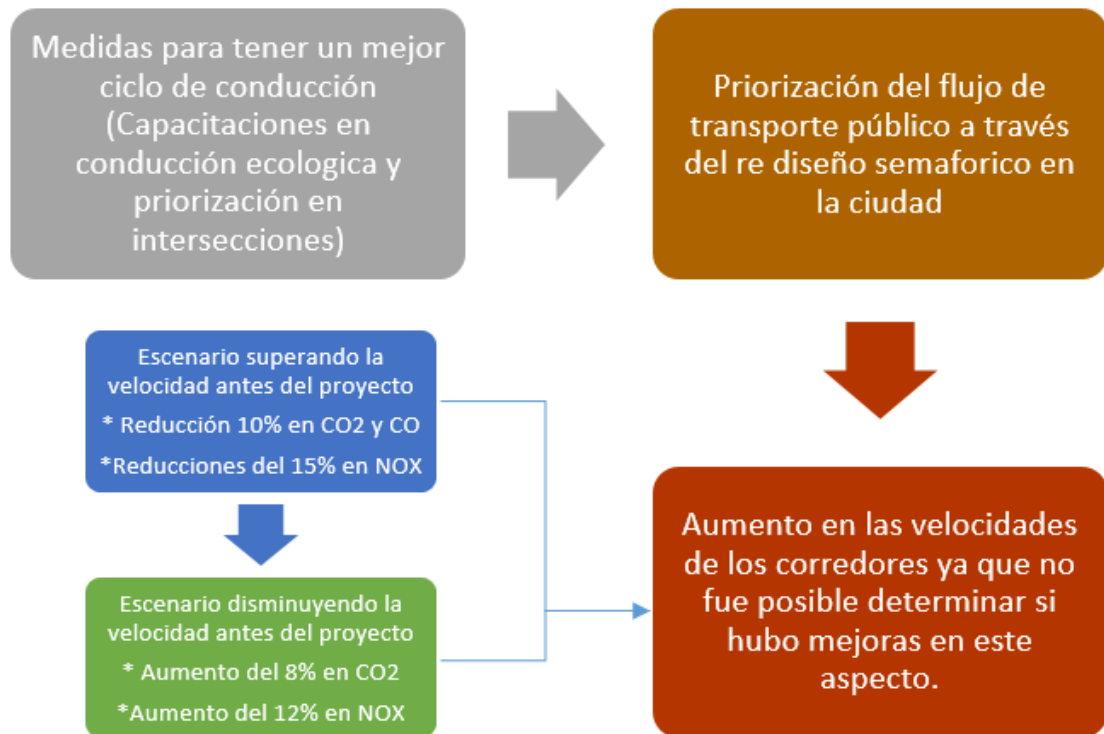


Figura 10 Cambios en la elaboración
Fuente: Elaboración propia basado en [32]

- Programas de Desguace:

El programa de sacar de funcionamiento los vehículos antiguos de transporte público de la ciudad no se implementó en su totalidad ya que las agencias medioambientales mencionan que las flotas de buses solo han presentado un 10% de renovación, sin embargo el plan sigue en pie con el fin de llevar a cabo el desguace en la ciudad que contribuya con la disminución de agentes contaminantes en la ciudad. Adicionalmente, las refinerías de combustibles diésel tiene dentro de sus planes a futuro logara un combustible con menor contenido de azufre, de tal forma que disminuya sus efectos negativos en el medio ambiente [32].

7.2.3.4 Seguridad

Para garantizar la seguridad de los usuarios del sistema, es indispensable realizar capacitaciones a los operadores de los buses que circulan en la troncal BRT, con el fin de evitar accidentes generados por la falta de pericia de los mismos al manipular nuevos vehículos, sin embargo el proyecto no considero este punto desde el inicio y puesta en marcha de los vehículos, generando que durante los primeros meses los operarios tuvieran que enfrentar dificultades en la maniobrabilidad de los buses

[8]. Fue solo hasta 2010 que el proyecto realizó actividades de capacitación, sin embargo, estas no tuvieron los resultados esperados debido al bajo número de personal que asistió a las capacitaciones.

Dentro de los objetivos del proyecto se encontraba la construcción de ciclovías e infraestructura dentro y fuera del sistema que garantizarían la seguridad de los usuarios. De acuerdo con esto, en la Imagen 16 se presentan los resultados obtenidos para cada uno de estos elementos.

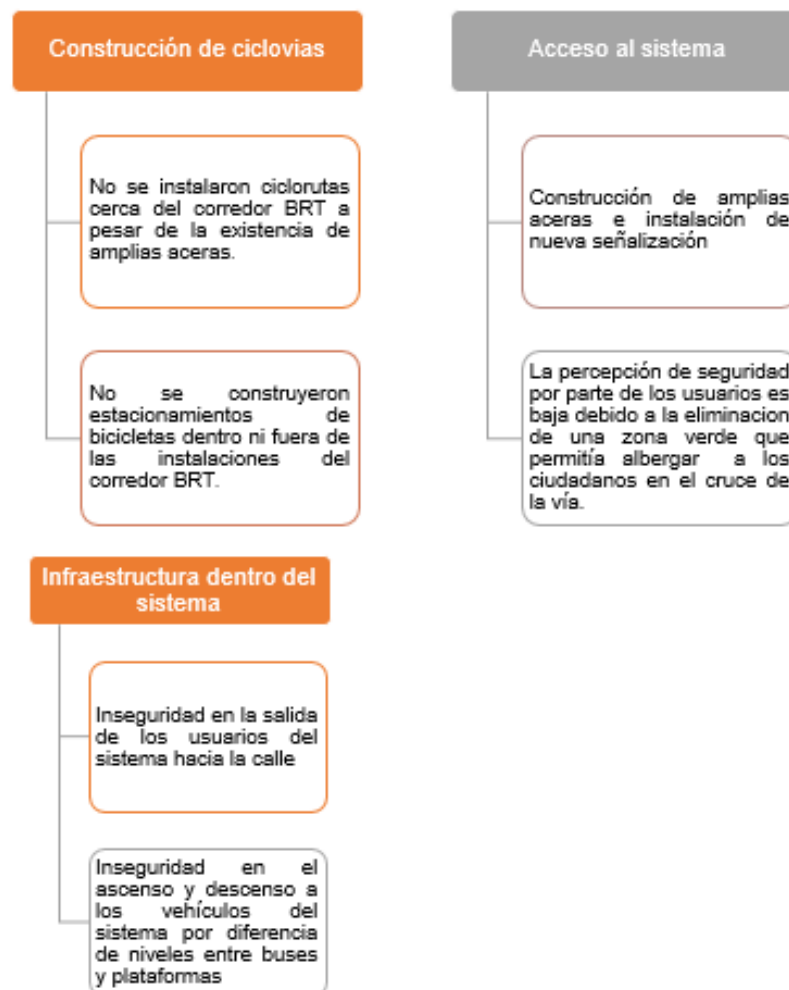


Imagen 16 Resultados elementos de estudio
Fuente: Elaboración propia basado en [8], [29]

7.3 CALI, COLOMBIA

Santiago de Cali, es la capital del departamento del Valle del Cauca y la tercera ciudad más poblada de Colombia, compuesta por aproximadamente 2.4 millones de habitantes los cuales en su mayoría se encuentran densificados en las zonas urbanas. Por ser una ciudad monocéntrica, reúne en el centro de la misma, una gran cantidad de servicios comerciales, industriales y políticos, generando de esta manera un alto porcentaje de viajes concentrados en esta zona.

Con el transcurso del tiempo, Cali comenzó a experimentar congestión vehicular, accidentes y niveles de contaminación en la ciudad que afectaban a los habitantes en su seguridad, tiempos de recorrido y comodidad en el transporte. Es por esto que el gobierno, en búsqueda de soluciones para mejorar la movilidad de la ciudad y bajo la premisa del éxito inicial del sistema BRT en la ciudad de Bogotá, presentó como alternativa de solución, la construcción y puesta en marcha de la troncal BRT MIO (Masivo Integrado de Transporte) compuesto por 3 líneas troncales BRT de 49 km de longitud, 9 terminales y 78 estaciones de buses, el cual fue respaldado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través de un préstamo de US \$ 200 millones aprobado en el año 2005.

7.3.1 Condición previa a la implementación del sistema BRT

7.3.1.1 Social

En Colombia se presenta una estratificación socioeconómica que se realiza de acuerdo con la capacidad y poder adquisitivo el cual refleja directamente los ingresos de las familias del país.

De acuerdo con el Censo General realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE, 2005), la estratificación y la condición socioeconómica se divide en 1 = Bajo-bajo; 2 = Bajo; 3 = Medio-bajo; 4 = Medio; 5 = Medio-alto; 6 = Alto.

La Alcaldía de Cali, menciona que para el 2004, la ciudad contaba con 2.344.703 habitantes, adicionalmente, la población clasificada en el estrato socioeconómico 1 es aquella que cuenta con el valor más bajo en cuanto al bienestar y calidad de vida basados en el consumo, por el contrario los pertenecientes al estrato número 6 con aquellos con mayor poder económico y adquisitivo. De acuerdo con lo anterior, aproximadamente el 52% de los habitantes de la ciudad pertenecía a los estratos 1 y 2 contra un 1% de población que pertenece al estrato 6. (DANE, 2005).

Cali se encuentra geográficamente distribuida en estratos socioeconómicos, por lo cual los más bajos se ubican en las zonas orientales y occidentales de la ciudad, en la zona centro se ubica la clase media y en un corredor norte-sur se presentan las clases socioeconómicas más altas. Adicionalmente, Cali se divide en 21 comunas tal como se observa en la Imagen 17, estas comunas o distritos administrativos han sido el lugar en el que las personas con bajos recursos han llegado para localizarse.

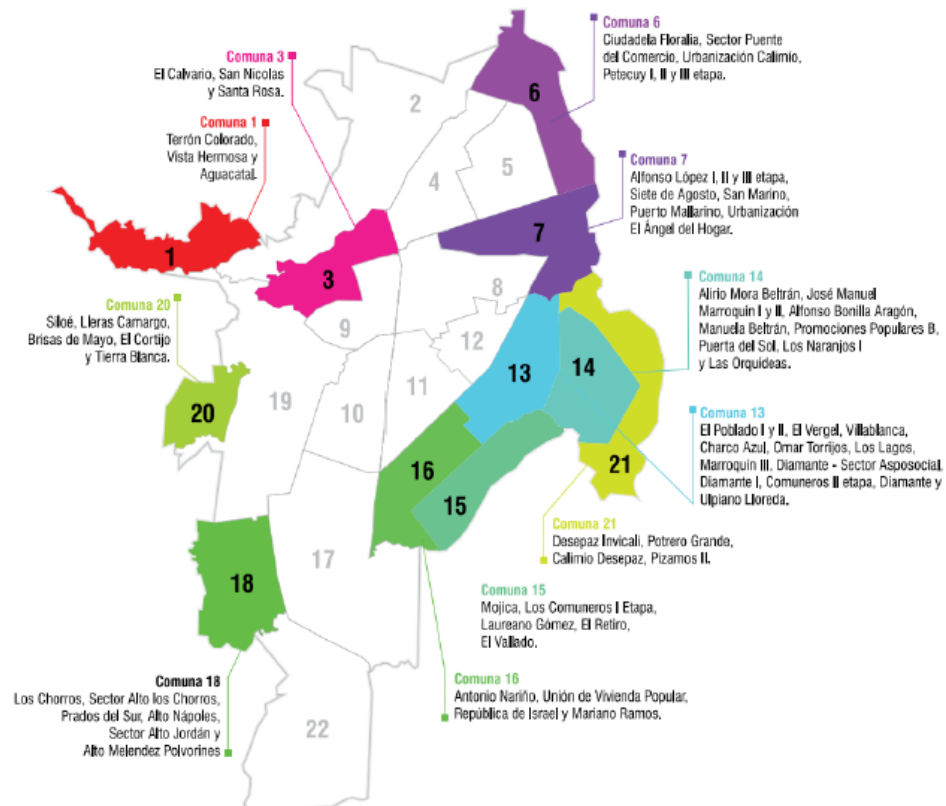


Imagen 17 Distribución comunas Cali
Fuente: [9]

Esta localización geográfica favorece en mayor medida a las clases económicas más altas debido a que la infraestructura de la ciudad se encuentra distribuida alrededor del eje principal norte sur que atraviesa la ciudad. De esta manera, las clases socioeconómicas más bajas no contaban con la facilidad de acceder a los centros económicos de la ciudad, disminuyendo así la posibilidad de mejorar sus condiciones de vida. De acuerdo con las diferentes encuestas de origen destino realizadas para la ciudad de Cali, los habitantes de los estratos 1 y 2 realizan menos viajes en comparación con los estratos más altos [9].

7.3.1.2 Movilidad

Cali, años antes a la implementación del proyecto, sufrió diferentes situaciones que comprometían significativamente la movilidad de la ciudad. En el año 2003, la flota de vehículos de transporte público en mal estado y con largos años de uso, alcanzó su punto más crítico al tener 6.301 buses en operación a lo largo de 242 rutas, brindando a sus usuarios una baja calidad y comodidad del servicio [21]

En el año 2004, la ciudad alcanzó altos niveles de congestión, accidentes y contaminación, presentados por la falta de regulación en el transporte y la mala calidad en la infraestructura existente. A esta situación se le sumó la llamada “guerra del centavo”, la cual consiste en una competencia constante entre los conductores de vehículos de transporte público, con el fin captar la mayor cantidad de pasajeros y por ende cantidades más altas de dinero. Este comportamiento agravó de manera significativa los problemas en la movilidad de los usuarios, ya que la congestión dentro de los buses era mayor. Por otra parte, los accidentes dentro y fuera de los vehículos se aumentaron por las altas velocidades manejadas y la agresividad en la conducción.

Adicionalmente, la ciudad presentaba deficiencias en la planeación de las rutas de buses de servicio público, debido a las múltiples empresas operadoras del servicio, quienes trazaban las rutas basados en la rentabilidad económica, más que en la necesidad de los usuarios en función de los trayectos origen destino más frecuentes; generando extensas jornadas de trabajo para los conductores, con lo cual se incrementaban sus ingresos a cambio de malas condiciones de trabajo.

En cuanto a las velocidades promedio de operación de buses en hora pico, se identificó que para recorrer un tramo aproximado de 40 km se requiere en promedio 90 minutos, con lo cual se estiman velocidades entre 8 y 12 km/h [8].

Otro de los actores representativos en materia de movilidad en la capital del valle, son las motocicletas, dado que el incremento en su popularidad y uso contribuían al aumento en la congestión vehicular, así como en la competitividad con otros modos de transporte, gracias a la posibilidad de incrementar las velocidades promedio mediante su uso.

A través de encuestas realizadas, se identificó que este medio de transporte contaba con una alta aceptación dentro de los habitantes de la ciudad dado que alrededor del 60% de los usuarios consideraban la motocicleta como un medio de transporte eficiente. Por otra parte el 30% de los propietarios de motocicletas adquirieron este medio de transporte con el objetivo de incrementar sus ingresos económicos mediante la prestación de servicios de transporte como el Mototaxi. [33]

Como consecuencia del incremento de motocicletas en la ciudad, los índices de accidentalidad vial se vieron afectados de manera directa.

7.3.1.3 Ambiental

En Colombia, se presentó un crecimiento gradual en las emisiones contaminantes por Gases Efecto Invernadero (GEI), debido a la participación del transporte motorizado y el consumo de combustible [24], tal como se muestra en la Imagen 18.

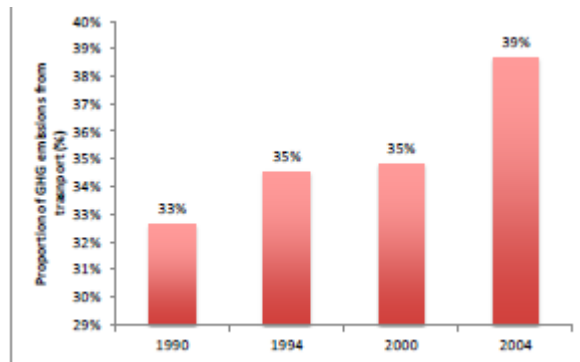


Imagen 18 Consumo de combustible

Fuente: [24]

En Cali la contaminación del aire repercutió en efectos negativos sobre la salud de sus habitantes. De acuerdo con cifras oficiales, las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) presentaron un crecimiento significativo de hasta 60% en la ciudad de Cali en el año 2010. [10]

Previo a la implementación del sistema BRT en la ciudad, el sistema de transporte público estaba conformado por una flota de buses obsoleta en tecnología, mantenimiento y control de emisiones, así como el uso del combustible Diesel de baja calidad; lo cual generaba altas emisiones de agentes contaminantes.

Por otra parte, dicha flota de buses sufrió un incremento sustancial debido a la falta de regulación en las asociaciones de autobuses de servicio público, generando que las afiliadoras, en el afán de incrementar sus ganancias económicas, pusieran en funcionamiento una gran cantidad de buses sin tener en cuenta el número de pasajeros o la calidad del servicio prestado.

Esta situación conllevó a que vehículos con más de 20 años de uso y sin tecnologías de control de emisiones estuvieran en circulación lo que se traduce en niveles más altos de emisiones contaminantes.

Otro de los aspectos por analizar frente a los actores contaminantes en la ciudad de Cali, fue el aumento en la tasa de adquisición de vehículos privados. El aumento en las compras de vehículos privados se vio influenciado por la reducción en los aranceles de importación en los años 90 en hasta un 125%. Esta situación sumada a la mala calidad de los buses de transporte público, elevaron los índices de contaminación en la ciudad.

7.3.1.4 Seguridad

Colombia, durante el transcurso de su historia, ha presentado diferentes etapas de conflicto que han llevado a ser catalogada como uno de los países más conflictivos de América Latina. Tal como se aprecia en la Figura 11, en la época de 1990, Colombia alcanzó una cifra máxima de homicidios, convirtiéndose así en el peor problema para sus habitantes. [23]

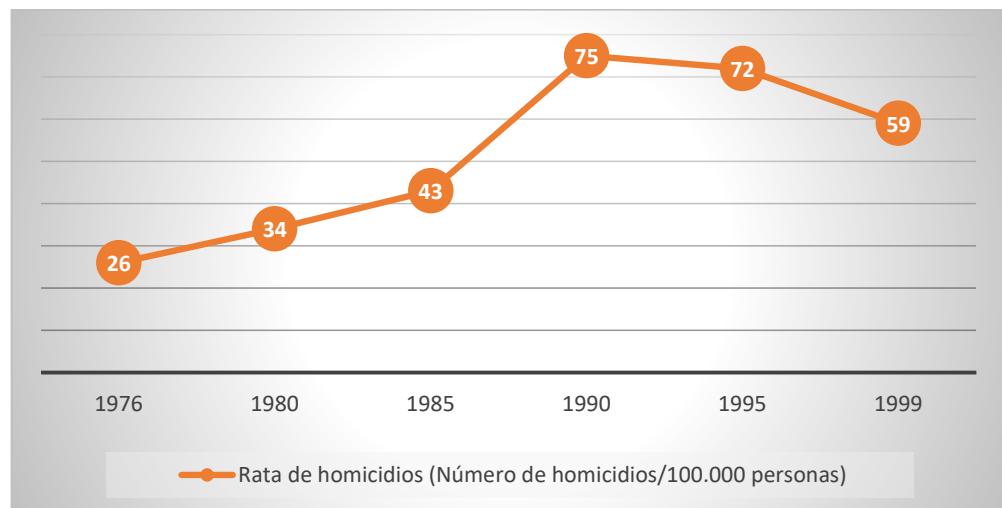


Figura 11 Consumo de combustible
Fuente: Elaboración propia basado en (Martin Gerard, 2000)

7.3.2 Expectativas previas a la implementación del sistema BRT

7.3.2.1 Social

El objetivo primordial del proyecto era mejorar las condiciones de movilidad de la ciudad a través de la implementación del MIO en la ciudad, garantizando la conectividad de las poblaciones de bajos recursos con el centro de la ciudad, lugar donde se concentra el desarrollo económico de la misma y por ende las actividades generadoras de empleo.

Con el fin de lograr dicho objetivo, el proyecto se plantea una serie obras y estudios a elaborar, con el fin de permitir a la comunidad hacer buen uso de la infraestructura del BRT garantizando su seguridad e integridad con la puesta en marcha del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, a continuación se presentan las metas del proyecto en el ámbito social: (IDB)

- Relocalización y compensación de los habitantes afectados por la implementación del proyecto.
- Monitoreo y evaluación de impactos socioeconómicos a corto plazo
- Actividades de mitigación
- Gestión social

7.3.2.2 Movilidad

La decisión de implementar un sistema de transporte BRT en la ciudad de Cali se tomó en base a la experiencia exitosa inicial del Transmilenio en Bogotá. La idea de brindar a los habitantes de Cali la posibilidad de contar con un sistema de transporte más eficiente y que a su vez permitiera reducir las emisiones contaminantes producidas por el tránsito en la ciudad, llevo al gobierno municipal a desarrollar el proyecto Masivo Integrado Masivo (MIO). Pero esta decisión se fundamentó en el estudio comparativo entre un tren ligero y un BRT, arrojando como resultado que el BRT era más rentable y su área de cobertura podía llegar al 97% del área de transporte público de la ciudad. (CONPES, 3166)

Como diseño inicial del MIO, se tenían contempladas 3 líneas troncales BRT con longitud de 49 km, operadas por 180 buses articulados, se estimaba que las troncales estuvieran conectadas con las zonas las alejadas del centro de la ciudad a través de líneas pre-troncales por las que circularían 852 buses por 206 km de vías [24]. Adicionalmente, se estimaba la construcción de cuatro terminales cabecera y tres terminales cabeceras intermedias.

Dentro de los objetivos del proyecto se plantearon medidas para optimizar los flujos vehiculares, entre los cuales se encontraban:

- Construcción de carriles segregados de manera que permitieran mayor movilidad y entornos menos congestionados.
- Disminuir el número de vehículos de transporte público que generaban mayor oferta a la requerida por los usuarios.
- Priorizar el tránsito de buses en los cruces semaforicos, a través del ajuste en los temporizadores.
- Control y planificación del tránsito de la troncal, a partir de una central que permita ajustar las operaciones de acuerdo con la demanda.

- Establecer paradas predeterminadas de los buses del sistema.

Adicionalmente, el proyecto estimó mejoras en las velocidades promedio de tránsito público en la ciudad, aumentando entre 8 y 12 Km/h en horas pico, que en comparación con las velocidades del corredor sin proyecto aumentarían en un 25% [24].

7.3.2.3 Ambiental

Dentro de los objetivos más relevantes del proyecto en pro de la mejora de la calidad del aire en la ciudad de Cali, fue el plan de sacar de circulación la flota de buses antiguos que operaban en la ciudad y de esta forma, lograr retirar de las vías, los buses más contaminantes y menos eficientes, de manera que se pudieran lograr mejoras en la salud de los pobladores de Cali.

Dentro de ese objetivo, se estimaba reducir en un 80% el número de buses antiguos y a finales del año 2010, lograr sacar de circulación a 4.685 unidades vehiculares.

Posterior al análisis del objetivo de reemplazar la flota de buses antiguos de la ciudad, era necesario determinar el combustible que alimentarían los nuevos buses que operarían en la troncal. Es por esto que el gobierno planteó que esta flota fuera con tecnología Euro III y en algunos casos para las rutas alimentadoras se utilizaría Euro II [24]. Sin embargo, no es clara la razón por la cual se tomó esa decisión, debido a que Colombia cuenta con tuberías de gas natural que permitirían tener mayor accesibilidad a este suministro. Se estima que la razón por la cual no se optó por implementar esta tecnología, fue por el alto costo de los buses que se alimentan de GNC en comparación con el costo de los vehículos con Diesel, siendo la diferencia en precios del 10%.

Con las medidas descritas anteriormente, se esperaba que la reducción de emisiones fuera para el CO de 39%, para el Óxido de nitrógeno de 32% y para los compuestos orgánicos volátiles de 8% [24].

7.3.2.4 Seguridad

Dentro de los estudios previos a la implementación del corredor BRT en la ciudad de Cali, se contemplaron los factores de seguridad para los usuarios del sistema y de esta forma, garantizar que el proyecto no afectara la seguridad de los habitantes de la ciudad y en el mejor de los casos poder reducir los índices de accidentalidad en Cali.

Es por esta razón, que se estimó la construcción de diferentes obras que permitieran al usuario contar con la seguridad necesaria para el uso del sistema.

Dentro de estas obras se contemplaron los dispositivos de seguridad vial y señalización preventiva e informativa a lo largo del sistema, así como la adecuación

de los espacios públicos aledaños a los corredores, mejorando su infraestructura y facilitando su correcto uso.

Adicionalmente, se consideró la necesidad de contar con ciclovías y aceras que facilitaran el ingreso seguro a las estaciones de biciusuarios y peatones. Dentro de este aspecto cabe resaltar que también se mencionó la necesidad de construir pasos peatonales a nivel y/o desnivel para el ingreso a las estaciones del sistema (IDB).

7.3.3 Resultados obtenidos post implementación del sistema BRT

7.3.3.1 Social

Al implementar el sistema BRT en la ciudad de Cali, la comunidad se sintió impactada negativamente sobre todo en la etapa de construcción, esto debido a la presencia de congestión vehicular. Adicionalmente, el proyecto se vio en la necesidad de hacer desvíos y modificaciones en accesos e intersecciones situación que afectó en gran medida a los comerciantes de la zona quienes manifestaban descensos en el número de ventas.

La débil comunicación con la ciudadanía fue otro de los aspectos que generó conflictos en el desarrollo del proyecto, esto debido a la toma de decisiones sin consulta pública, como es el caso de la calle 5 en donde se preveía la reubicación de árboles pero la comunidad presentó oposición a esta actividad haciendo que los diseños inicialmente planeados tuvieran que ser ajustados (IDB).

La empresa Metro Cali S.A. (MC) contrató la realización de diferentes encuestas con el fin de conocer la opinión de la ciudadanía frente al proyecto.

Para el año 2010, se realizó una encuesta de satisfacción en la que se evaluaron cuatro aspectos referentes al funcionamiento del sistema, para estas encuestas la calificación se da de 1 a 5, siendo 1 deficiente y 5 muy buen. Los resultados obtenidos se aprecian en la Figura 12:

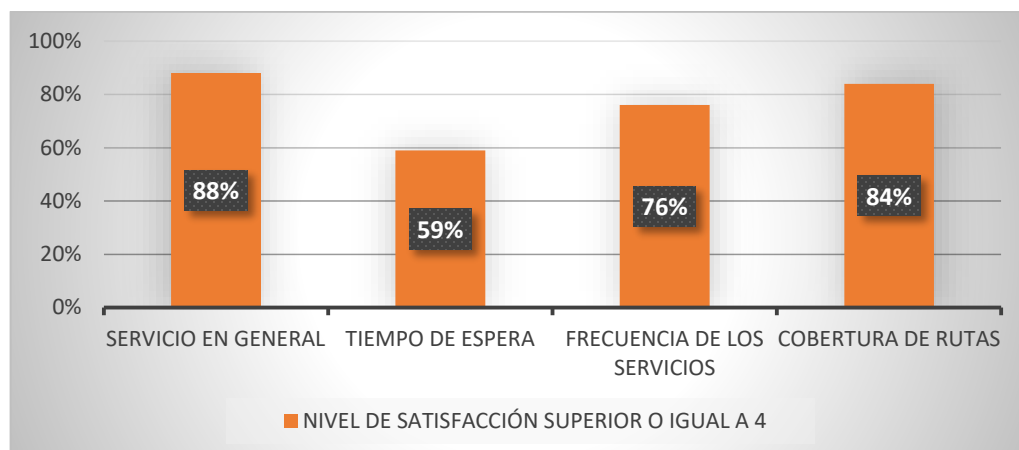


Figura 12 Evaluación funcionamiento del sistema
Fuente: Elaboración propia basado en IDB

Para el año 2013 se realizó una encuesta de percepción de la calidad del servicio para los estratos 1, 2 y 3 en la cual se reportan los porcentajes de satisfacción frente a cinco aspectos. (Véase Figura 13)

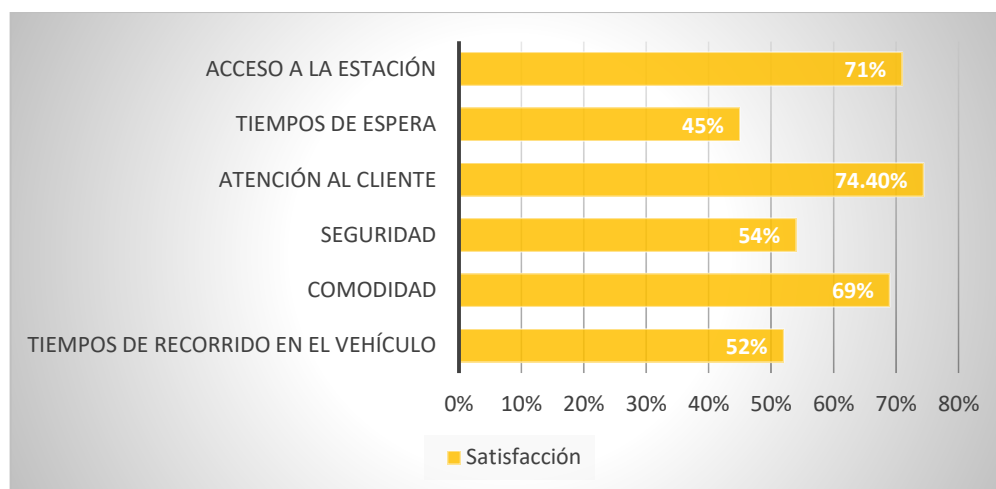


Figura 13 Evaluación funcionamiento del sistema
Fuente: Elaboración propia basado en IDB

Bajo estas estadísticas MC determinó si estos aspectos mejoraron con la puesta en marcha del proyecto o si por el contrario afectaron la condición inicial. Dentro de los aspectos comparados se encuentran:

- Pasajeros que se encuentran satisfechos con los tiempos de espera
- Pasajeros que se encuentran satisfechos con los tiempos de recorrido
- Pasajeros que se encuentran satisfechos con la seguridad

A continuación, en la Figura 14, se presenta el grafico con los resultados obtenidos de la comparación.

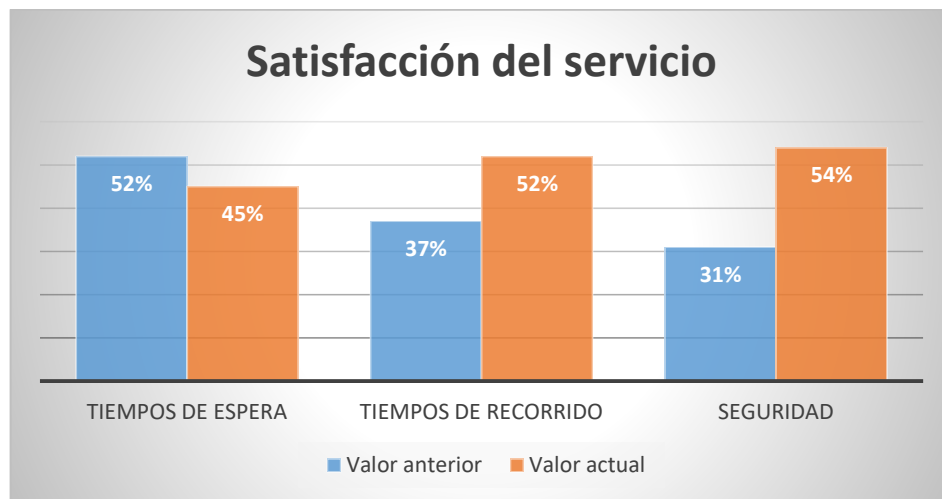


Figura 14 Satisfacción del servicio
Fuente: Elaboración propia basado en IDB

De acuerdo con lo anterior, se puede evidenciar que de acuerdo con lo que percibe la comunidad, el objetivo de brindar a los Caleños la posibilidad de acceder a sus actividades cotidianas de una forma más rápida, a través de menores tiempos de recorrido que los presentados en sistema de transporte, logró alcanzarse. Sin embargo, los usuarios consideran que los tiempos de espera para acceder a los buses aumentaron, lo que podría deducir que el tiempo ganado en los recorridos dentro del bus se están perdiendo en la espera del mismo.

7.3.3.2 Movilidad

La construcción del sistema MIO se inició en el año 2004 y dentro de su planificación inicial se tenía como finalización el año 2008, sin embargo, fue solo hasta marzo del año 2009 que el sistema entro en funcionamiento de forma parcial ya que su infraestructura no se encontraba completamente construida para esa fecha. [24].

Dentro de los objetivos iniciales de la implementación del sistema BRT en la ciudad, se tenía previsto que las rutas troncales estuvieran conectadas con rutas pre-troncales que le permitiera al sistema llegar a zonas más amplias de la ciudad. Sin embargo, finalmente esta conectividad no se realizó a través de rutas pre-troncales sino a través de buses de menor capacidad.

Por otra parte, al no realizar la construcción de la totalidad de la infraestructura no fue posible poner en circulación la cantidad de buses que se habían previsto inicialmente, contar con tan solo 897 buses de los 103 215 previstos [34], evito que el sistema obtuviera la cifras esperadas en capacidad de pasajeros, adicionalmente, contribuyó a la generación de hacinamientos en las estaciones y largos tiempos de espera para el servicio.

Sin embargo, esto no pareció afectar en el cambio modal esperado entre los usuarios de motocicletas y el BRT, ya que de acuerdo con informes de seguimiento elaborados, el cambio modal de pasajeros que dejaron la motocicleta por usar el sistema BRT es el 2%, porcentaje que duplica el esperado (CD M MR, 2013). Por otra parte, encuestas indican lo contrario, ya que aproximadamente el 60% de los usuarios que cuentan con una motocicleta para realizar su transporte diario, consideran que es la mejor alternativa de movilidad y que es muy poco probable que cambien este medio de transporte por el sistema BRT. CEMJ (2012). De esta forma se puede evidenciar que existe una discrepancia en la información referente al uso del sistema por parte de los usuarios de motocicletas, esto deja ver que la percepción de los habitantes no es favorable frente a las bondades que pueda ofrecer el sistema, sin embargo, hacen uso del mismo.

Por otra parte, de acuerdo con el análisis realizado a partir de la encuesta anual de residentes (Cali ¿Cómo Vamos?, 2013) se determinó que entre los años 2006 y 2008, antes de la implementación del sistema, la tasa de crecimiento de uso de vehículos privados había aumentado a diferencia de la tasa de uso de vehículo de transporte público el cual había disminuido. Esta tendencia sufrió un cambio importante con la llegada del sistema MIO a la ciudad de Cali, indicando una reducción en la tendencia al cambio del sistema de transporte público a otros medios de transporte privado. [24]

De acuerdo con lo anterior se puede deducir que el sistema MIO ha presentado diferentes inconvenientes en su funcionamiento por diversos factores, ya sea por fallas propias del sistema o por agentes externos, como la oposición que tuvo por parte de los operadores de buses tradicionales que transitaban en la ciudad. Sin embargo, el MIO se ha consolidado dentro de la ciudad como una de las principales alternativas de movilidad para los habitantes de Cali.

7.3.3.3 Ambiental

Uno de los mayores retos en materia ambiental del proyecto, era sacar de funcionamiento a aproximadamente 4700 buses antiguos a finales del año 2010 (CDM PDD, 2007). Sin embargo, para el año 2013 solo se contaba con el 82% de la cifra inicialmente planeada SDG (2013).

Una de las razones por las cuales no fue posible alcanzar este objetivo fue por la falta de acuerdos con los propietarios de los buses antiguos quienes se oponían al desguace de sus vehículos, lo que conllevó a un número mayor de emisiones contaminantes que las planificadas para el proyecto con la puesta en marcha del plan.

De acuerdo con los estudios de impacto realizados por CAI [24] generados a partir de la puesta en marcha del plan para sacar de funcionamiento los vehículos de transporte público antiguos, se determinó que el impacto fue positivo para disminuir

las emisiones contaminantes en la calidad del aire en la ciudad. En la Figura 15 y Figura 16 se presentan los resultados obtenidos.

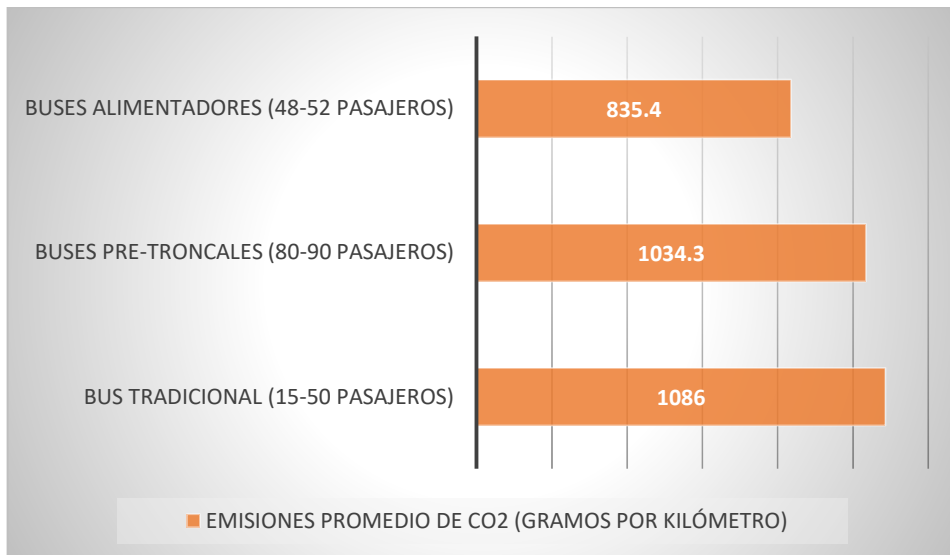


Figura 15 Emisiones promedio de CO2
Fuente: Elaboración propia basado en [24]

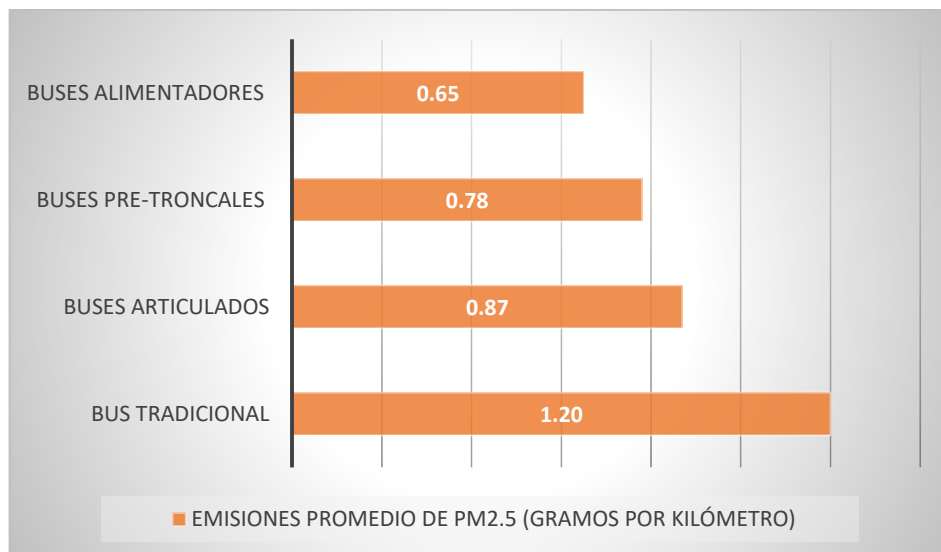


Figura 16 Emisiones promedio de CO2
Fuente: Elaboración propia basado en [24]

Estas estadísticas, dejan ver que el desguace de los buses tradicionales, generó reducciones significativas en las emisiones contaminantes, contribuyendo así con la mejora en la calidad del aire en la ciudad.

Por otra parte, los demás aspectos enfocados en la disminución de emisiones contaminantes como la implementación de vehículos con nuevas tecnologías (Euro

IV y Euro V) y un amplio porcentaje de cobertura del sistema de transporte en la ciudad, generaron tasas de emisiones más bajas a las monitoreadas antes de la llegada del BRT a la ciudad. Estas estadísticas se pueden apreciar en la Figura 17, Figura 18 y Figura 19.

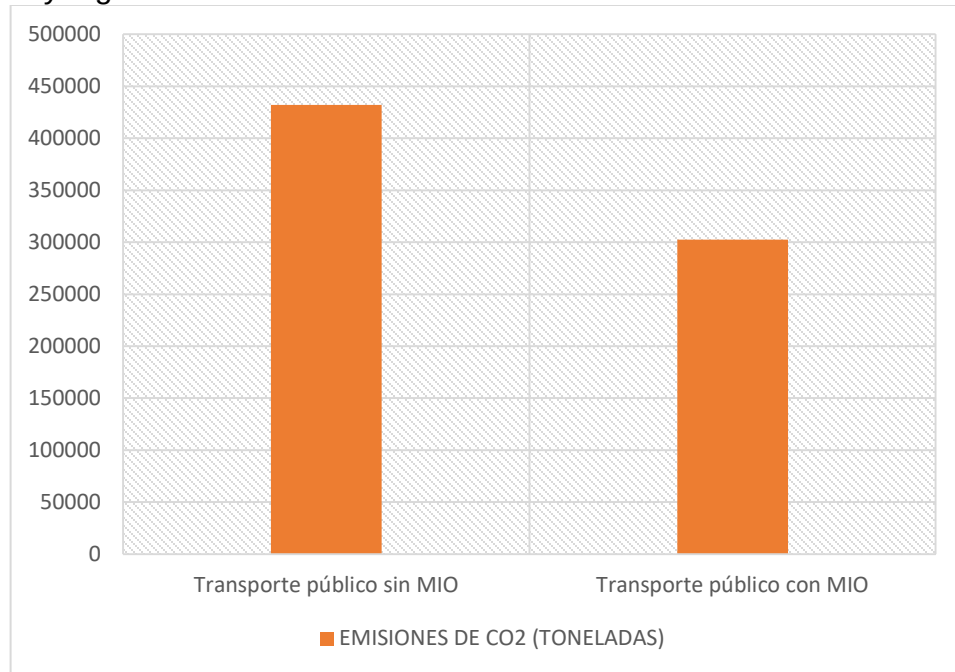


Figura 17 Emisiones de CO2
Fuente: Elaboración propia basado en [24]

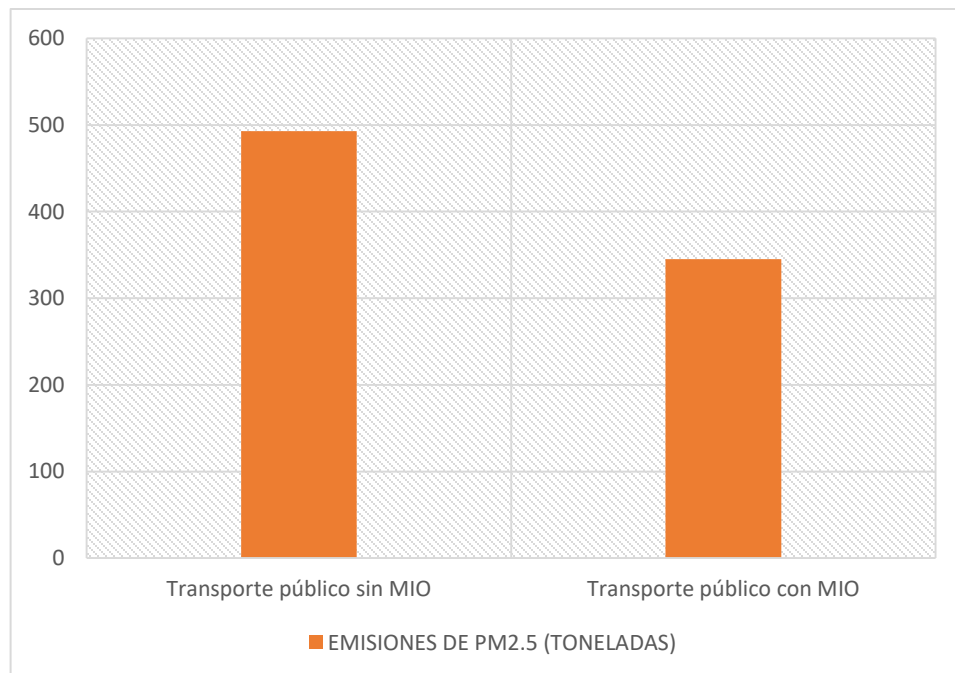


Figura 18 Emisiones de PM2.5
Fuente: Elaboración propia basado en [24]

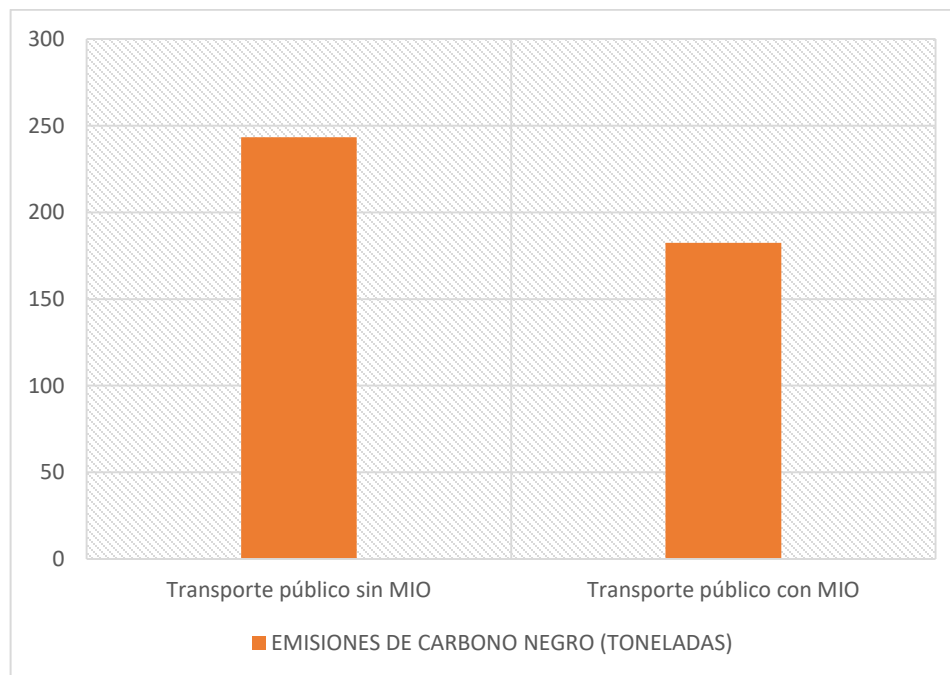


Figura 19 Emisiones de Carbono negro
Fuente: Elaboración propia basado en [24]

En general, las medidas tomadas por parte del proyecto para lograr reducir las emisiones contaminantes del aire en Cali aportadas por el tránsito en la ciudad, representaron una disminución favorable para el cumplimiento de los objetivos, sin embargo, si la infraestructura de ciudad se hubiera construido en los tiempos inicialmente establecidos al igual que las metas del desguace, los índices de reducción hubieran sido mayores y en efecto el proyecto hubiese contribuido con la meta del gobierno de brindar a los ciudadanos una calidad del aire adecuada.

7.3.3.4 Seguridad

Dentro de los estudios analizados en el presente documento, no se presentan evaluaciones referentes a la seguridad de los usuarios del sistema MIO, por lo cual no se cuenta con las herramientas necesarias para analizar si las metas del proyecto frente a este aspecto se lograron o por el contrario quedaron inconclusos.

Sin embargo, fue posible encontrar que con la puesta en marcha del proyecto se incrementó el espacio público aledaño en 250 metros cuadrados (Véase Imagen 19) y los andenes se ampliaron 2m respecto al ancho existente. Adicionalmente se generaron nuevos tramos de ciclorutas y áreas verdes, con lo cual se puede inferir que con la implementación del proyecto se está mejorando en cierta medida la seguridad del usuario del sistema gracias a los senderos peatonales implantados, así mismo para los biciusuarios quienes cuentan con mayor infraestructura para su tránsito [35]. Sin embargo, se considera que el enfoque de este tipo de proyectos de gran envergadura debería tener metas y objetivos más amplios en este tema que

permita a la comunidad que se verá impactada por el proyecto, contar con mejoras significativas en los índices de seguridad.

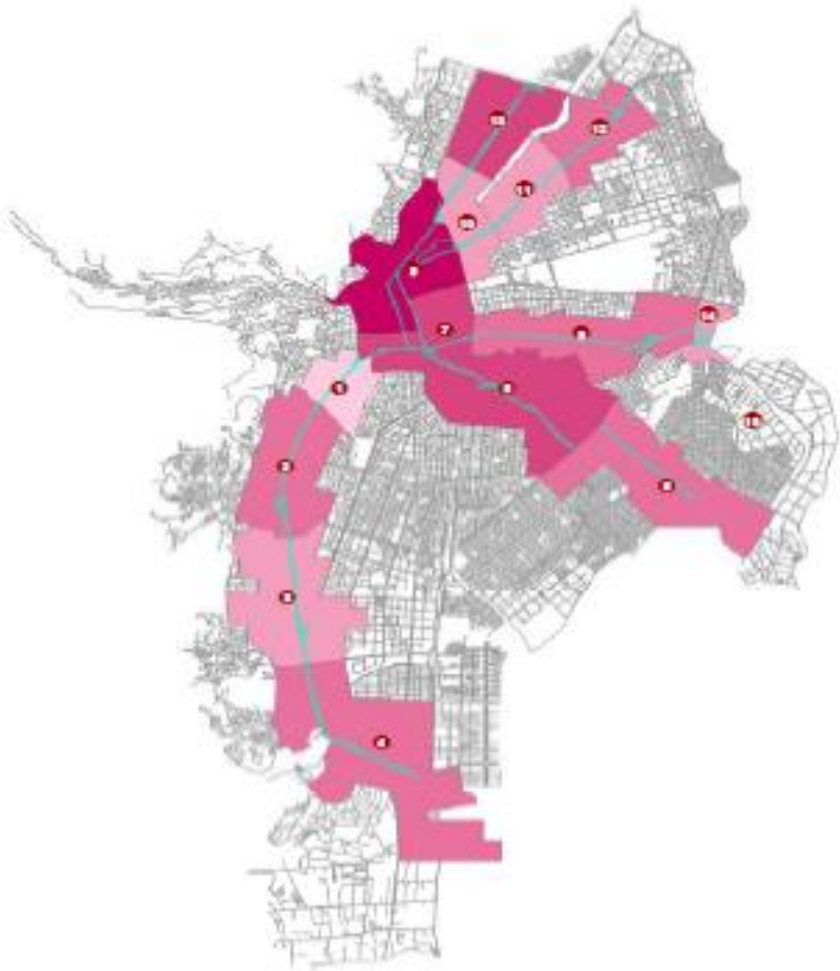


Imagen 19 Red de ciclorutas
Fuente: [35]

7.4 COMPARATIVO DE CIUDADES

Tabla 1 Resumen comparativo de ciudades

CONDICIÓN	ÍTEM	LIMA	MONTEVIDEO	CALI
Condición Previa	Movilidad	Expansión urbana Transporte sin regulación estatal Informalidad y caos en transporte	Transporte público aumento en un 30% Zonas periféricas sin sistema de transporte Tarifas preferenciales	Flota de vehículos de transporte en mal estado Baja calidad y comodidad del servicio Velocidades promedio entre 8 y 12 Km/h

CONDICIÓN	ÍTEM	LIMA	MONTEVIDEO	CALI
	Social	Largos tiempos de desplazamiento Exclusiones para clases menos favorecidas Falta de un transporte eficaz	58% de la población utiliza transporte público Zona central con fácil acceso a transporte	Las clases socioeconómicas más bajas no contaban con la facilidad de acceder a los centros económicos de la ciudad Los habitantes de los estratos 1 y 2 realizan menos viajes en comparación con los estratos más altos
	Seguridad	Incremento en accidentalidad vial Incremento en número de heridos / accidentes de tránsito	9.5 Km de ciclorrutas únicamente 10.8 accidentes mortales por cada 100.000 habitantes por día	Problemas de inseguridad a lo largo de la ciudad
	Ambiental	Aumento en la flota de vehículos sin restricciones ambientales Vehículos sin mantenimiento Incremento en la emisión de partículas	Monitoreo permanente de calidad de aire La ciudad cuenta con buena calidad de aire Se desarrolló el Plan Climático	Flota de buses obsoleta Aumento en la tasa de adquisición vehicular
Expectativa proyecto	Movilidad	Construcción del primer sistema integrado de transporte Carriles segregados Paraderos exclusivos Cobertura entre 5% y 6% del demanda de transporte de la ciudad Construcción de 28.6 Km de corredores troncales Reducción de tiempos de desplazamiento en un 25%	Implementación de un sistema metropolitano, accesible, conectado y confiable Jerarquización de la red de carreteras Dos corredores exclusivos	Implementación BRT, conectando población de bajos recursos. Cobertura del 97% Relocalización y compensación de los habitantes afectados por la implementación del proyecto 3 troncales, 49 Km. Carriles segregados Incremento de la ciudad en un 25%
	Social	Inversión Banco Mundial por 5,75 MDD Infraestructura para el 60% de estratos bajos Mejorar calidad de vida con transporte óptimo y participación social Capacitación para transportadores	Establecer una red de transporte, ampliando la cobertura Adecuar la oferta a los requerimientos de la demanda	Monitoreo y evaluación de impactos socioeconómicos a corto plazo Actividades de mitigación Gestión social

CONDICIÓN	ÍTEM	LIMA	MONTEVIDEO	CALI
	Seguridad	Infraestructura para garantizar acceso y movilidad sin excepción Construcción de ciclovías, puentes y sistema de semaforización	Mejoramiento del espacio público Instalación de señalización e infraestructura necesaria Integración de red de ciclovías	Construcción de dispositivos de seguridad vial y señalización preventiva e informativa a lo largo del sistema Construcción de ciclovías y aceras
	Ambiental	Reducción de un 20% de partículas finas PM2.5 Reducción de un 15% de gases de efecto invernadero (CO2)	Mitigación de impactos por el transporte público Sistema de transporte más eficiente Flota de buses con mejores tecnologías disminución de emisiones de gases de efecto invernadero reducción de agentes contaminantes en la ciudad en un 10%	Plan para sacar de circulación 80% de la flota de buses obsoletos Combustible EURO III Reducciones de CO: 39%, Óxido de nitrógeno: 32% y Compuestos orgánicos volátiles: 8%
Resultados obtenidos	Movilidad	Faltó la construcción de 11 Km de vía troncal Incremento de cantidad de pasajeros de 290.000 a 590.000 Velocidades promedio de 20 Km/h Reducción de tiempos de desplazamiento en un 34% (superior al esperado) Incremento en número de transbordos No se cumplió el objetivo de mejorar la movilidad de los estratos bajos Se incrementaron los costos de implementación, de 125 MDD a 350 MDD	La construcción de nueva infraestructura para el funcionamiento del sistema es un resultado positivo para el alcance de los objetivos del proyecto, sin embargo, la cantidad de pasajeros previstos no se alcanzó. Las velocidades registradas para el transporte público son similares respecto a las manejadas antes de la implementación del proyecto No se implementaron todas las reformas requeridas para la puesta en marcha del BRT en torno a la inversión	Retrasos en la construcción superiores a 1 año Falta de conectividad a través de rutas pre-troncales No se construyó la totalidad de la infraestructura El BRT se convirtió en una de las principales alternativas de movilidad para los habitantes de Cali

CONDICIÓN	ÍTEM	LIMA	MONTEVIDEO	CALI
	Social	46% de la población de estratos bajos utiliza el sistema BRT Largas filas de acceso No se logró beneficiar significativamente a los grupos más vulnerables 82% de los usuarios califican el sistema como bueno	La implementación del corredor Garzón, no generó un aumento en la movilización de las personas de bajos ingresos	Presencia de congestión vehicular en obra, disminuyendo el volumen de ventas Mejoras en la percepción del sistema por parte de los ciudadanos
	Seguridad	No se cumplió el objetivo de brindar seguridad a lo usuarios del sistema Dificultad para personas de movilidad reducida NO hay métodos claros para el recaudo disminución en un 65% de accidentes dentro del corredor BRT	No se instalaron ciclorutas No se construyeron ciclo parqueaderos Se presenta inseguridad en ascenso y descenso a los vehículos por diferencia de niveles	Se incrementaron las áreas de espacio público de la ciudad en las zonas aledañas al corredor vial Construcción de nuevas áreas verdes y ciclorutas
	Ambiental	Reducción anual de 69.000 toneladas de CO2 Reducción en emisiones de CO2 en un 20% Reducción de PM2.5 en un 27%	Con la puesta en marcha del proyecto, no se implementaron nuevas tecnologías en los buses Se priorizó el flujo de transporte Se implementaron programas de desguace	Se sacó de funcionamiento el 82% de la cantidad de buses planeada Disminución de emisiones contaminantes

Fuente: Elaboración propia

8. CARRERA SÉPTIMA, BOGOTÁ, COLOMBIA

A lo largo de los años, el corredor vial de la Avenida Carrera Séptima ha contado con un desarrollo que ha contribuido al crecimiento de la ciudad mediante el mejoramiento de la movilidad en el sector oriental de la misma, con el fin de mejorar la calidad de vida de la ciudadanía y convertirla en una de las avenidas más emblemáticas de la ciudad de Bogotá.

De acuerdo con lo anterior, en la Figura 20 se presenta un resumen con los hechos más representativos a lo largo de la historia del corredor de la carrera séptima.

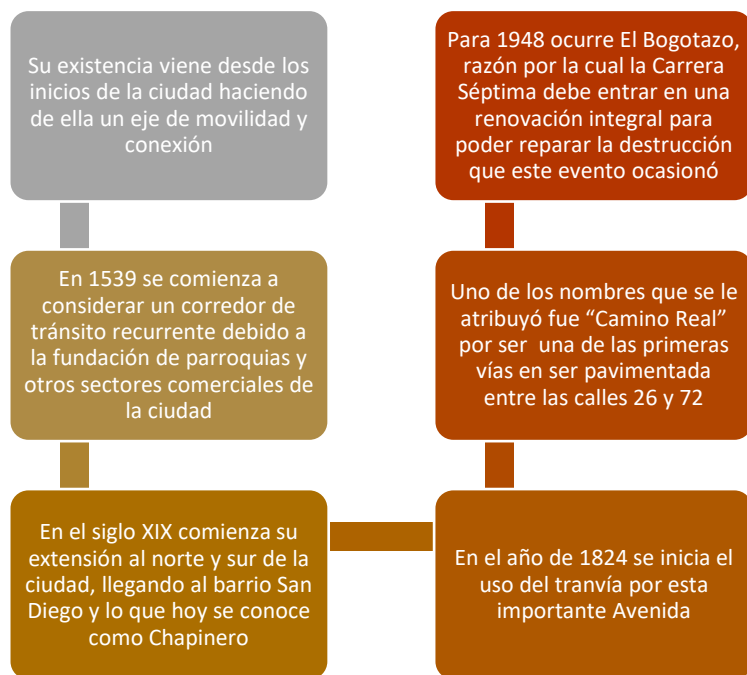


Figura 20 Hechos históricos Carrera Séptima
Fuente: Elaboración propia basado en [36]

El distrito, con el fin de realizar diversas mejoras a esta importante avenida, durante el transcurso del tiempo ha ejecutado los proyectos mencionados en la Figura 21:

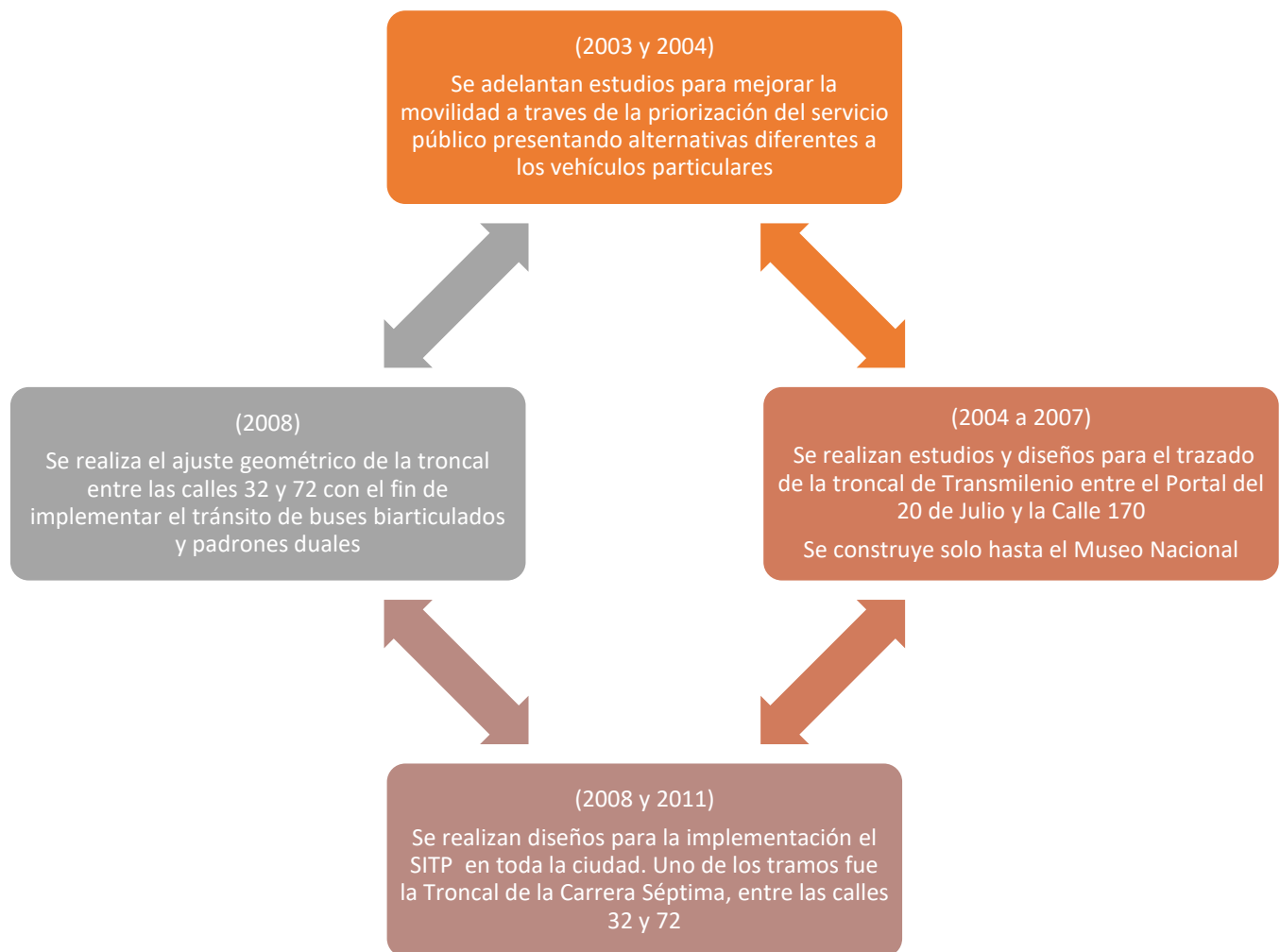


Figura 21 Proyectos ejecutados
Fuente: Elaboración propia basado en (37)

A partir del año 2017 se dio inicio al contrato de consultoría 1073 adjudicado por el IDU a la firma Ingetec, con el fin de realizar los estudios y diseños para la adecuación del corredor desde la calle 32 a la calle 200 para el sistema Transmilenio, de manera que permitiera una integración con el proceso de planeación del Sistema Integrado de Transporte Público SITP, a partir del cual se definen las futuras troncales de Transmilenio de acuerdo con su priorización a partir de las condiciones actuales de la vía y los nuevos proyectos de infraestructura de transporte del distrito como lo es la primera línea de Metro. De esta forma se realiza la planeación de la construcción e implementación de los proyectos de acuerdo con la demanda potencial, costos y beneficios de su construcción, así la planeación del sistema Transmilenio sobre la carrera séptima cuenta con el análisis de integración necesaria con la primera línea de Metro.

Sin embargo, una vez finalizado este contrato de diseño, se dio apertura al proceso para la adjudicación de la construcción de estas obras. No obstante, se presentaron algunos hechos representativos que impactaron y modificaron el curso regular de este tipo de procesos, al punto que actualmente dicho proceso se encuentra suspendido indefinidamente.

A continuación en la imagen Imagen 20 se presentan algunos de los hitos más relevantes del proceso:

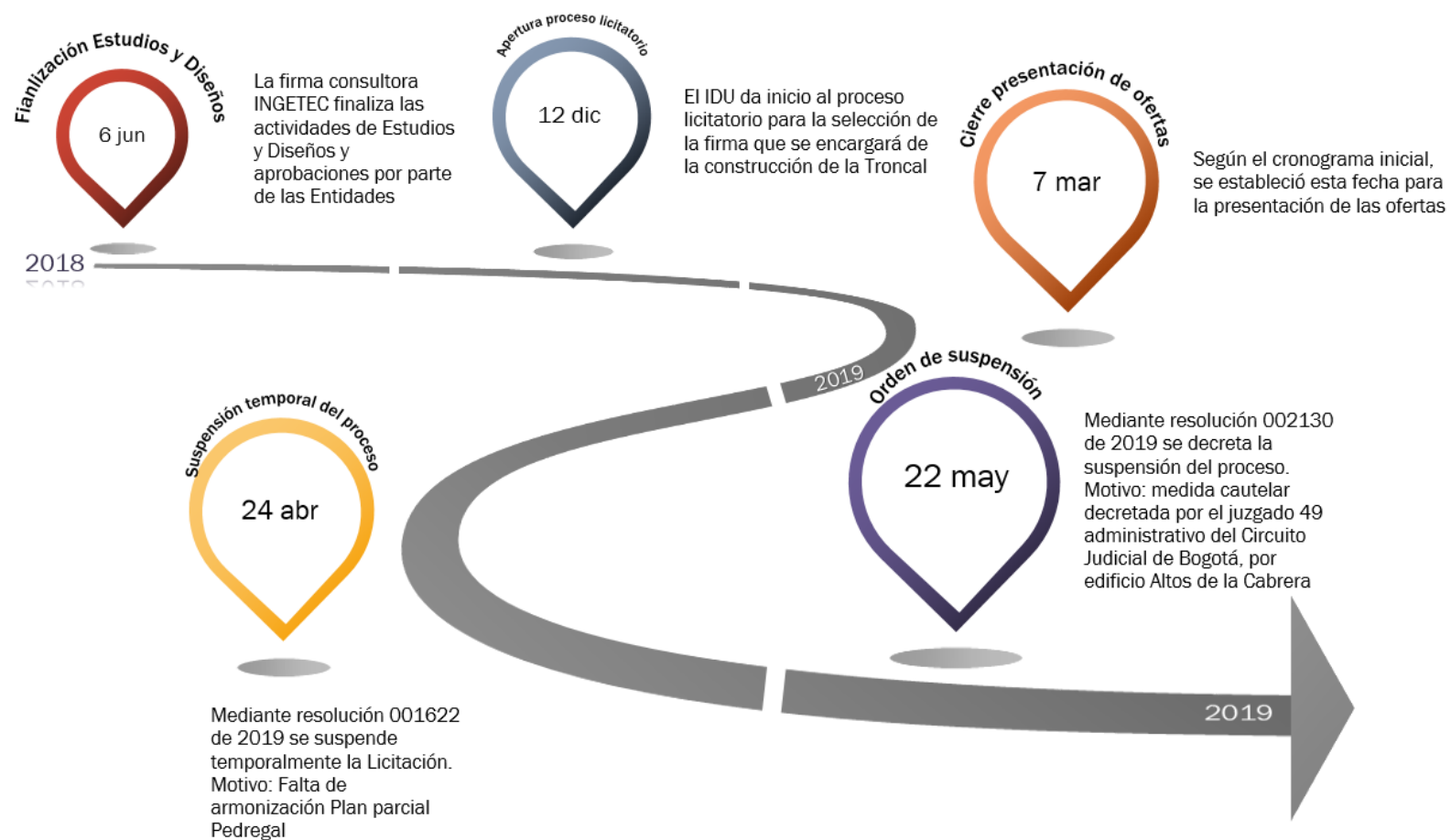


Imagen 20 Infografía proceso licitatorio
Fuente: Elaboración propia

8.1 CONDICIÓN PREVIA A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BRT

8.1.1 Social

El corredor del proyecto presenta influencia directa sobre tres localidades, por lo cual es indispensable conocer su situación actual para determinar los impactos que traería la implementación del sistema BRT sobre sus condiciones actuales. De acuerdo con lo anterior, en la Figura 22 se describen brevemente estas localidades:

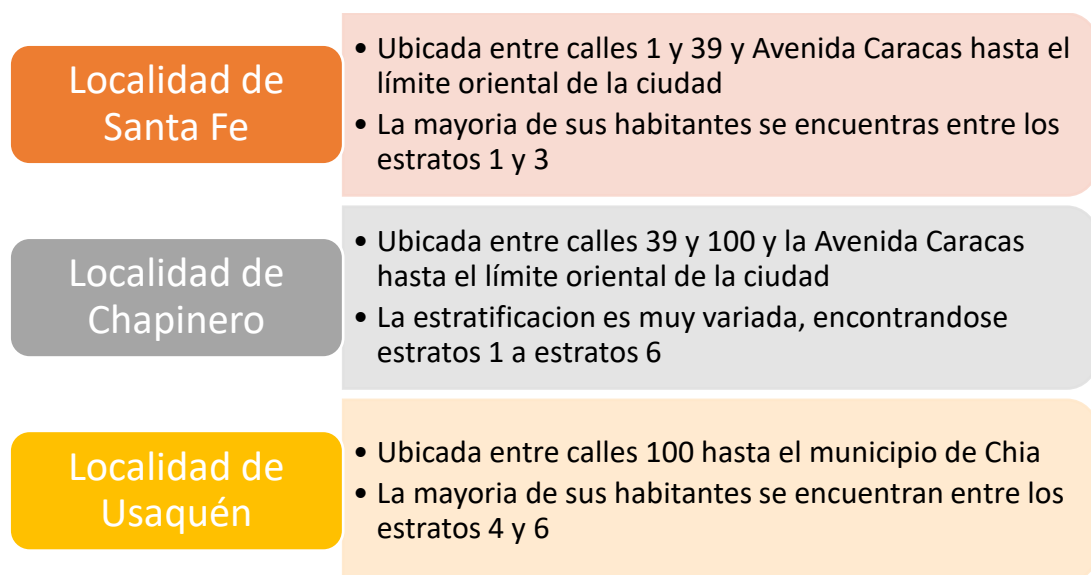


Figura 22 Localidades impactadas
Fuente: Elaboración propia basado en [38]

Por otra parte, aunque hoy día el corredor de la Carrera Séptima cuenta con una variada oferta vehicular, ésta no presenta un engrane total intermodal que le permita al usuario realizar su tránsito por la zona de forma cómoda y rápida. Una persona en la actualidad, debe tomar varios buses para llegar a su destino debido a que los SITP provisionales no cubren la totalidad de las rutas requeridas o porque los buses padrones que transitan por la Séptima no tienen la capacidad de cubrir la totalidad de la demanda de pasajeros.

Adicionalmente, esta situación genera mayor inversión económica y mayores tiempos de recorrido para los habitantes y transeúntes del sector. [38]

8.1.2 Movilidad

La Carrera Séptima es un corredor de movilidad variada, es decir, por el que transitan vehículos mixtos, de carga, buses padrones pertenecientes al Sistema

Transmilenio, buses del SITP, buses del SITP provisionales, bicicletas, motos, etc. y su mayor movilidad se da entre las calles 26 y 200, ya que la zona del centro cuenta con un gran trayecto de corredor peatonal. (Parámetros Troncal Carrera 7).

A continuación se describen los diferentes sistemas de transporte que actualmente transitan por la Carrera séptima:

- Buses duales o padrones del Sistema Transmilenio:

Estos buses prestan un servicio de transporte público asociado a la red de troncales del sistema Transmilenio de la ciudad, los cuales tienen la opción de transitar tanto en troncales con carriles exclusivos realizando la carga y descarga de pasajeros a través de las estaciones del sistema.

- Rutas SITP Sistema Transmilenio:

Estos buses hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad de Bogotá (SITP) que tiene como objetivo combinar los diferentes servicios que se ofrecen con el fin de facilitar la llegada al lugar de destino. Este tipo de vehículos de transporte público no solo transitan sobre el corredor principal sino también entre los barrios, lo que permite que el usuario después de utilizar los servicios de Transmilenio pueda inmediatamente realizar un nuevo viaje y así llegar a su lugar de destino, todo esto bajo una tarifa integrada que reduce los sobre costos y permite un recaudo centralizado a través de un único medio de pago.

- Rutas SITP provisional Sistema Transmilenio

Este sistema adoptó los buses de transporte público tradicionales con el propósito inicial de vincular esta flota al Sistema Integrado de Transporte (SITP). No obstante, esto no ha sido posible a la fecha. Por tal motivo estos buses continúan haciendo su recaudo en efectivo sin opciones de transbordos gratuitos.

- Vehículos particulares

Este medio de transporte se considera como uno de las más influyentes dentro de la Carrera Séptima, debido a la gran cantidad de vehículos particulares que transitan a diario sobre el corredor. Este comportamiento obedece a las diversas actividades económicas desarrolladas en la zona dentro de las cuales se destacan las entidades de educación superior (pública y privada), sector empresarial y comercio en general.

- Biciusuarios

Dentro de la ciudad de Bogotá, el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo ha tomado fuerza debido a los largos tiempos de trayectos generados

por la congestión vehicular de las vías en la capital. Es por esto que el número de biciusuarios ha ido en aumento en las diferentes vías de la ciudad.

- Peatones

Por último, pero no menos importante, se encuentran los usuarios de la vía que transitan caminando y que por su condición de vulnerabilidad deben ser tratados con mayor cuidado y prelación. Sin embargo, dentro de la infraestructura existente, las franjas de circulación peatonal son variables presentando tramos menores a 1 m de ancho, lo cual evita un tránsito adecuado de los peatones.

Por otra parte, la sección vial actual de la Carrera séptima presenta diferencias a lo largo de su trayecto, por lo cual se encuentra dividida en 4 tramos, tal como se muestra en la Figura 23.

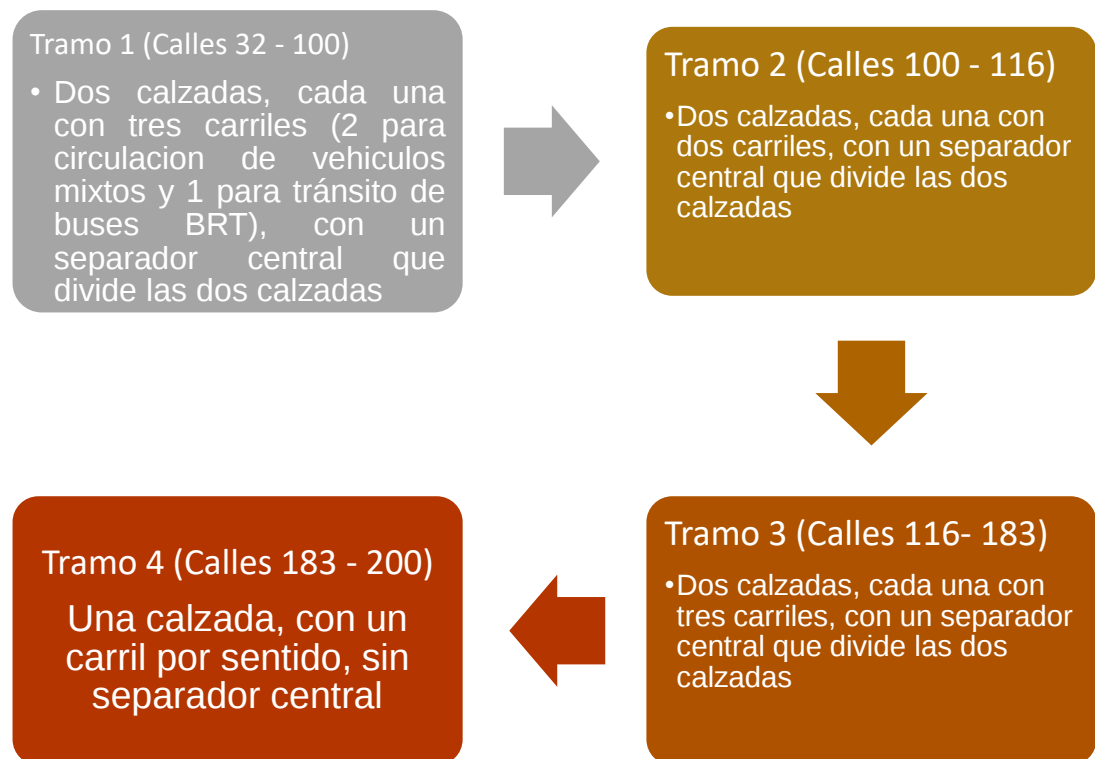


Figura 23 Tramos viales
Fuente: Elaboración propia

Para el año 2017 el distrito realizó una encuesta multipropósito, en donde se evidencian los tiempos de duración de las caminatas para acceder al servicio del Sistema de Transmilenio, discriminados a través de localidades. Estos mecanismos evidenciaron que el tiempo promedio de caminatas para la localidad de chapinero

es el más alto frente a las demás localidades de la ciudad, tal como se evidencia en la Imagen 21.

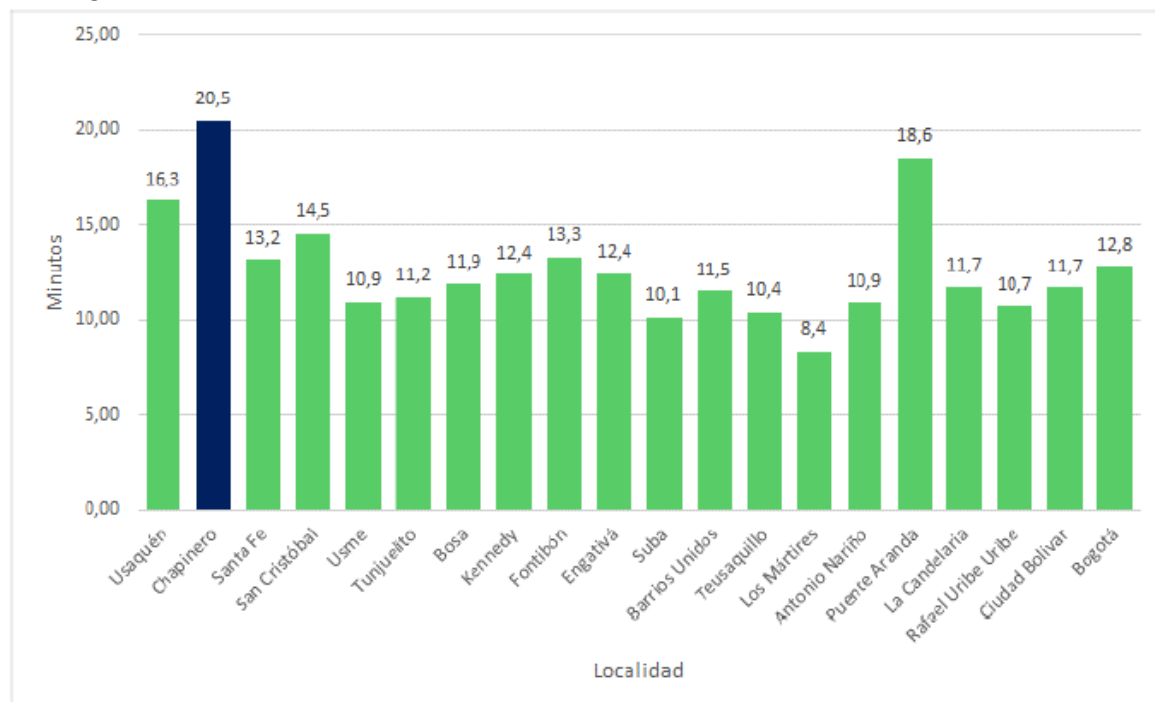


Imagen 21 Tiempo promedio en minutos empleado para acceder caminando a las estaciones de Transmilenio o paraderos alimentadores – Año 2017
Fuente: [39]

Frente al análisis de uso de los diferentes medios de transporte, se evidenciaron los resultados presentados en la Figura 24, Figura 25 y Figura 26.

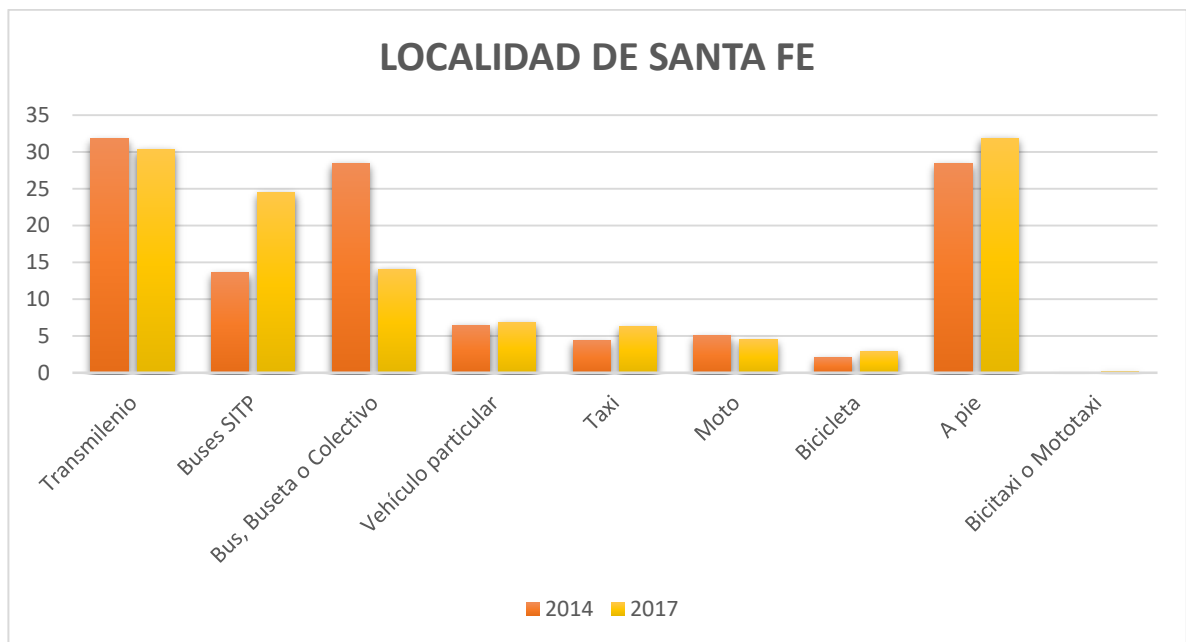


Figura 24 Localidad Santa Fe
Fuente: Elaboración propia, basado [39]

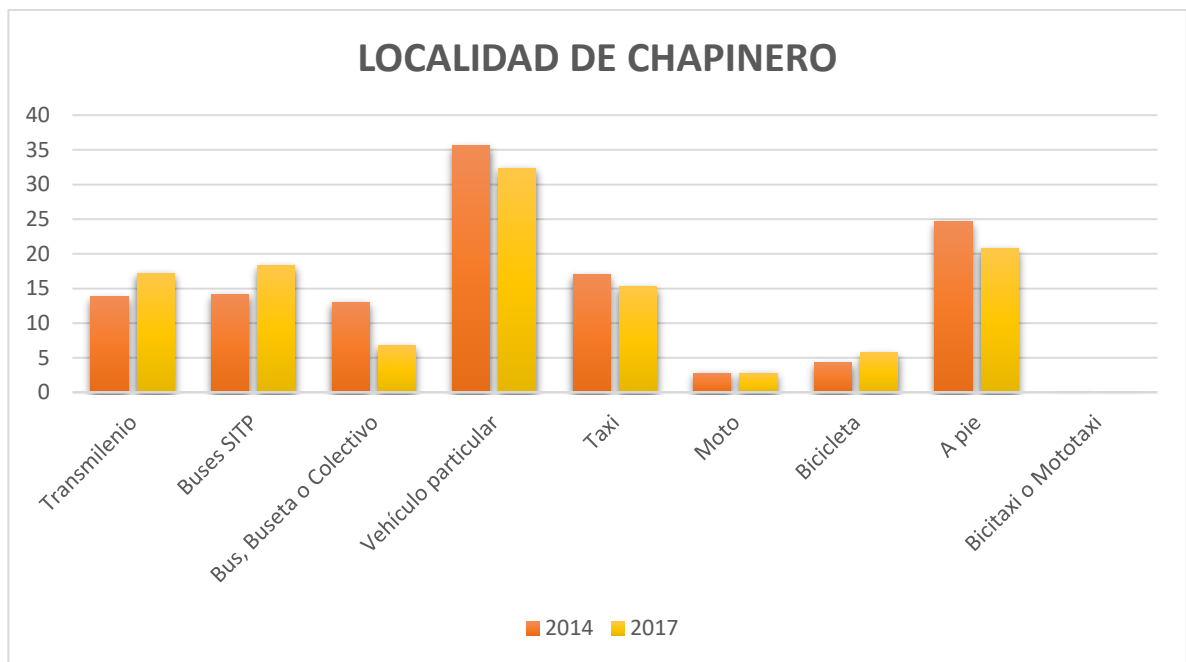


Figura 25 Localidad Chapinero
Fuente: Elaboración propia, basado en [39]

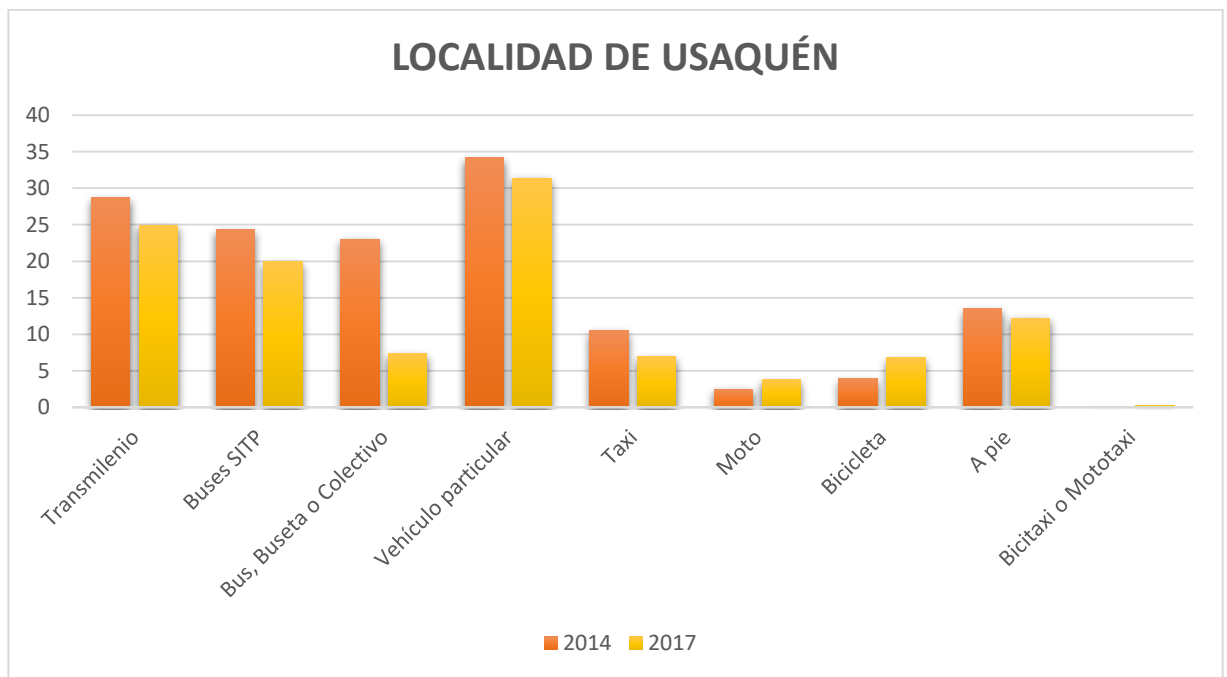


Figura 26 Localidad Usaquén
Fuente: Elaboración propia, basado en [39]

De acuerdo con lo anterior, se puede analizar que la localidad que más utiliza el transporte público es la localidad de Santa Fe frente las otras dos localidades evaluadas ya que es Usaquén y Chapinero se ve una tendencia más alta al uso de vehículos particulares.

Actualmente, la demanda de pasajeros que se maneja en la Carrera Séptima por hora en cada sentido es de 18000 pasajeros y la oferta de buses es de 300 en operación, la velocidad promedio en una hora valle es de 15 Km/h, mientras que en una hora pico se reduce hasta 8 Km/h. Si la situación sigue como se encuentra actualmente, se espera que la velocidad siga presentando una reducción hasta alcanzar los 6 Km. Teniendo en cuenta que la velocidad promedio de un peatón es de 5 Km/h, esto significa que se estaría asemejando a la velocidad proyectada de la troncal [40]

8.1.3 Ambiental

A simple vista se podría considerar que el transporte público genera una mayor cantidad de emisiones que un vehículo particular, sobre todo si se compara el tipo de combustible que usa cada uno de ellos. Pero debe tenerse en cuenta que la cantidad de personas transportadas por un vehículo de transporte público es mucho mayor que la que transporta un particular, por lo tanto el factor de emisión por cada vehículo debe ser dividido en el número de ocupantes, lo que daría como resultado

un valor favorable para el transporte público con capacidad de transportar 160 personas, para el caso de un bus articulado [11].

Para el corredor de la Carrera Séptima el laboratorio Ambienziq Ingenieros S.A.S., implementó 12 estaciones principales a lo largo del corredor, en los que se identificaron las principales fuentes de emisión de contaminantes. Dichas estaciones se ubicaron en los puntos mencionados en la Imagen 22:



Imagen 22 Localización estaciones monitoreo
Fuente: Elaboración propia, basado en [38]

De acuerdo con lo anterior, las estaciones de monitoreo permitieron analizar los parámetros descritos en la Figura 27:

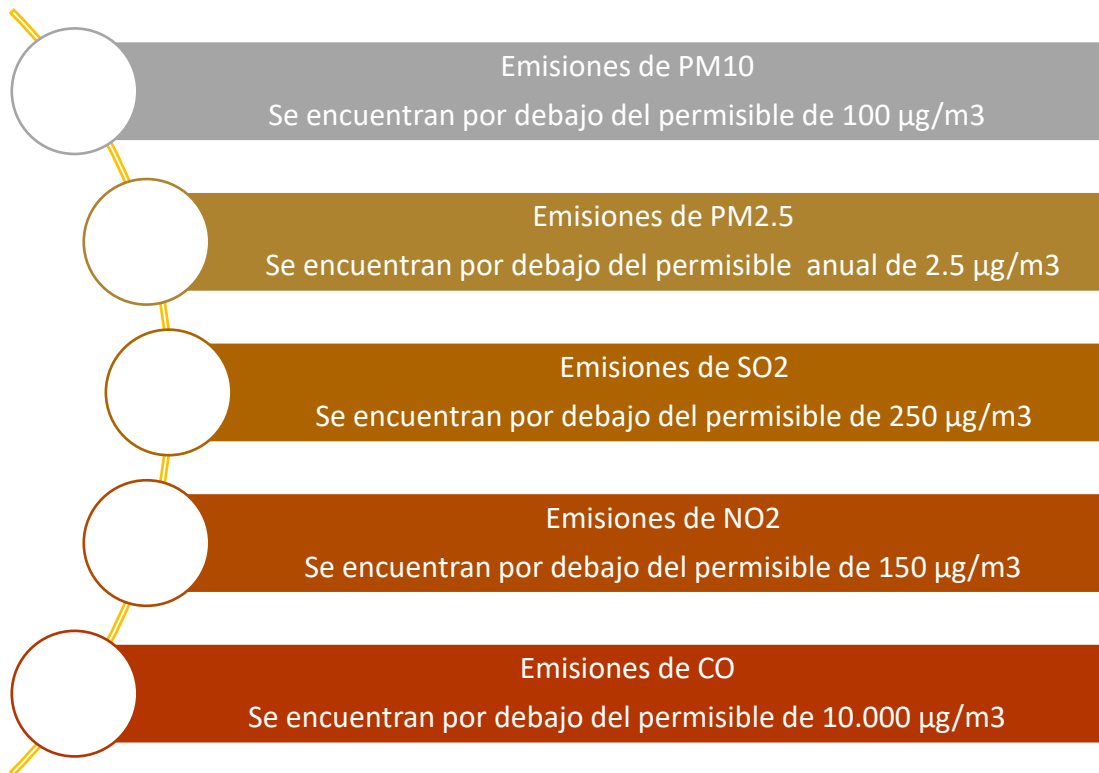


Figura 27 Parámetros monitoreados
Fuente: Elaboración propia, basado en [38]

Estos resultados arrojaron que en términos generales el aire de la Carrera Séptima se considera “Bueno” en los 12 puntos donde fue evaluado, pues los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos.

8.1.4 Seguridad

La Carrera Séptima presenta diferentes escenarios que comprometen la seguridad de los transeúntes del sector. Uno de estos aspectos es el relacionado con el ancho de los andenes, los cuales no cuentan con el espacio necesario para el tránsito libre de los usuarios reduciendo la movilidad de los peatones y de personas con movilidad restringida, puesto que existen momentos en los que se presentan altos flujos de peatones, creando acumulación de personas y obligando a invadir el carril de los vehículos para poder sobrepasar a los peatones que vayan adelante. Esto genera situaciones inseguras no solo para el peatón sino también para los vehículos que transitan por la zona, obligándolos a realizar maniobras peligrosas.

Los sectores donde se presenta reducción de andén son:

- Entre calles 42 y 43, ambos costados de la vía
- Entre calle 47 y 49, ambos costados de la vía

- Entre calles 62 y 63, costado oriental

Otro de los temas importantes dentro de la seguridad del corredor es el referente a las intersecciones a nivel, actualmente la Carrera Séptima cuenta con 46 pasos semafóricos, dentro de los cuales existen algunos que habilitan giros izquierdos lo que genera mayor congestión vehicular a lo largo del corredor. Sin embargo, a pesar del gran número de intersecciones a nivel, ninguna de ellas cuenta con exclusividad peatonal.

Por otra parte los biciusuarios, presentan un flujo constante, principalmente en hora pico de la mañana, en donde se identificaron cerca de 18.749 bicicletas por sentido de circulación [41]. Sin embargo, estos usuarios actualmente deben transitar por las calzadas vehiculares, dado que no se cuenta con cicloruta.

8.2 EXPECTATIVAS PREVIAS A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BRT

8.2.1 Social

El transporte hace parte de la vida diaria de todo ser humano, por lo cual, el proyecto prevé la conectividad entre la Troncal del proyecto con la Carrera 10 hacia el sur y la Avenida Caracas por medio de la Calle 72, en el norte, permitiendo que más usuarios del sistema se puedan transportar con mayor facilidad.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto espera que los costos en transporte se reduzcan, debido a que los transbordos entre buses del mismo sistema no tendrán costo adicional mientras se conserven los tiempos estipulados por el mismo para realizarlos.

En cuanto a los tiempos de desplazamientos en los recorridos que realizan los usuarios que acceden o viven en el sector, se espera se reduzcan gracias a las siguientes variables:

- Conexión con otras vías que alimentan el sistema
- Uso de carril exclusivo para Transmilenio
- Mayor velocidad de recorrido para los que usan vehículos particulares, al no tener que compartir carril con los buses padrones.

La reducción de los tiempos también será algo que brindará una mejor calidad de vida, podrán gastar menos tiempo en los transportes y más tiempo para invertir en actividades de esparcimiento, descanso o labores estudiantiles, según se desee, evitando una carga más de estrés que les permita mantener su mente más enfocada

en las labores cotidianas. De esta manera las nuevas rutas troncales previstas para la ciudad de Bogotá (Carrera Séptima, Avenida Boyacá, Avenida Ciudad de Cali y Carrera 68) reducirían los tiempos de viaje en estratos bajos [42].

8.2.2 Movilidad

El proyecto de adecuación de la Carrera Séptima al sistema Transmilenio inició la fase de estudios y diseños en el año 2017, la cual estuvo a cargo de la empresa Ingetec S.A. En esta etapa el objetivo general era realizar el diseño detallado de la intervención de la Carrera Séptima, cumpliendo con los parámetros establecidos por la empresa Transmilenio S.A. Esto incluía la ampliación del trazado de la Calle 175 hasta la Calle 200, una nueva ubicación de las estaciones planteadas en el estudio de 2006, conexiones operacionales y ubicación del Patio y el Portal [41].

De acuerdo con el anexo técnico separable [41], el corredor vial estará compuesto por una vía doble sentido con dos calzadas por cada sentido, distribuidos de la siguiente manera:

- Calzada con un carril para BRT entre las estaciones (Véase Imagen 23)



Imagen 23 Sección Típica entre estaciones
Fuente: [37]

- Calzada con dos carriles para BRT en la ubicación de las estaciones (Véase Imagen 24)



Imagen 24 Sección Típica frente a estaciones
Fuente: [37]

- Calzada con uno o dos carriles para BRT en intersecciones semaforicas (Véase Imagen 25)

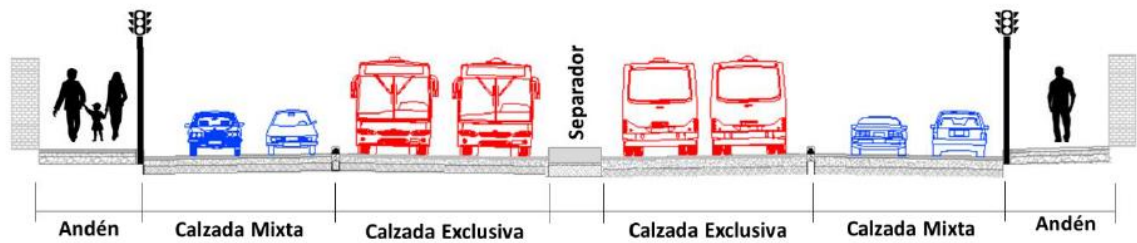
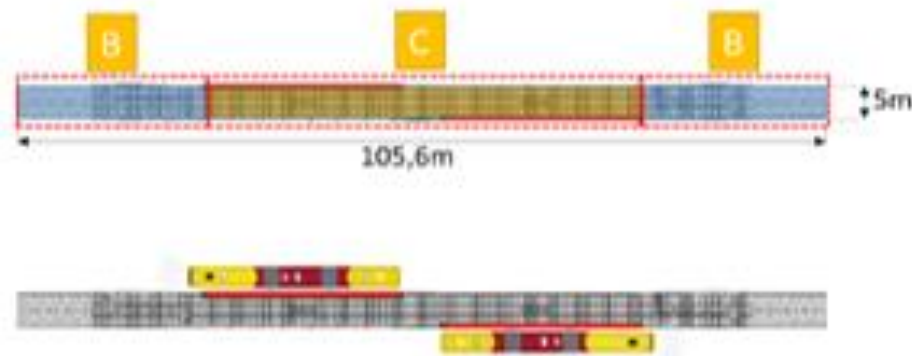


Imagen 25 Sección Típica en intersecciones semaforizadas
Fuente: [37]

En cuanto a las estaciones por implementar, se tienen previstas 22 estaciones a lo largo de todo el corredor las cuales cuentan con una tipología establecida por la empresa Transmilenio.

Estas tipologías se presentan a continuación:

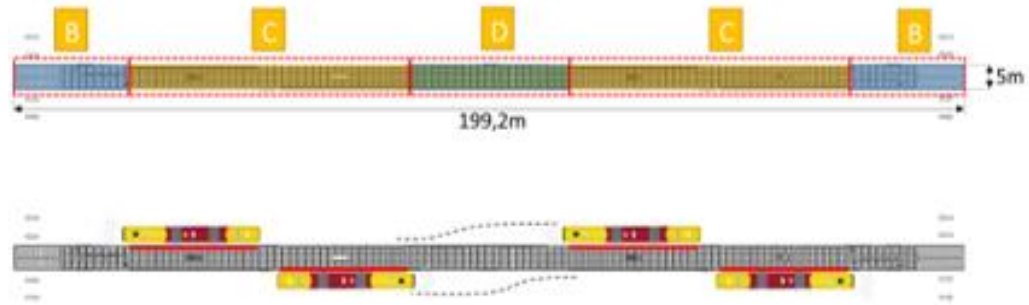
- Tipo T1 (Véase Imagen 26):



Estación	T1
Longitud	105.6 m
Ancho	5.0 m
Capacidad	72 B/H Sentido Biarticulado
	80 B/H Sentido Articulado
Puntos de parada	1 Biarticulado/Sentido + Acumulación
	2 Articulado/Sentido + Acumulación

Imagen 26 Estación Tipo T1
Fuente: [37]

- Tipo T2 (Véase Imagen 27):

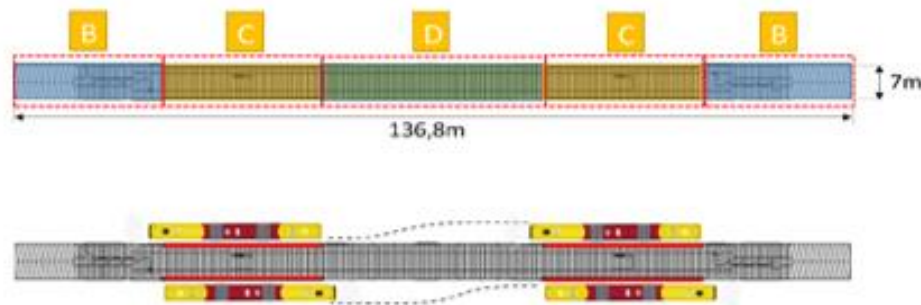


Estación	T2
Longitud	199.2 m
Ancho	5.0 m
Capacidad	144 B/H Sentido Biarticulado 160 B/H Sentido Articulado
Puntos de parada	2 Biarticulado/Sentido + Acumulación 4 Articulados/Sentido + Acumulación

Imagen 27 Estación Tipo T2

Fuente: [37]

- Tipo T3 (Véase Imagen 28)



Estación	T3
Longitud	136.8 m
Ancho	7.0 m ó 5.0 m
Capacidad	96 B/H Sentido Biarticulado 144 B/H Sentido Articulado
Puntos de parada	2 Biarticulado/Sentido + Acumulación 4 Articulados/Sentido + Acumulación

Imagen 28 Estación Tipo T3

Fuente: [37]

Por otra parte, es necesario analizar objetivamente las variaciones que tendrán cada uno de los actores viales de acuerdo con la propuesta de implementación de

Transmilenio sobre la carrera Séptima. Por tal motivo a continuación se presentan los análisis efectuados sobre cada aspecto.

- Buses duales o padrones del Sistema Transmilenio

Debido a la propuesta de reconfiguración de la vía, se generará una redistribución de carriles, con lo cual el sistema de transporte masivo pasa a ser un sistema BRT con carril exclusivo y estaciones en el separador central. Por tal motivo las operaciones de carga y descarga de pasajeros se realizarán únicamente por las puertas izquierdas de estos buses.

- Rutas SITP Sistema Transmilenio

Con la construcción y puesta en marcha del proyecto, estas rutas servirán de conectantes entre la vía principal y sus barrios aledaños, tal como se maneja en la actualidad. Sin embargo, con el propósito de disminuir la congestión vehicular en los carriles mixtos, se tiene previsto que estas rutas solo transiten por tramos cortos sobre la carrera séptima y sin incorporar paraderos.

- Rutas SITP provisional Sistema Transmilenio

Debido a la nueva configuración vial propuesta por el proyecto, las rutas de SITP provisional desaparecen por completo de la troncal con lo cual la velocidad promedio de los carriles mixtos se verá afectada positivamente.

- Vehículos particulares

Este tipo de sistema, en la actualidad comparte los carriles con los buses SITP y provisionales, al ser eliminados estos dos tipos de buses, la movilidad y velocidad promedio presentará una mejoría considerable permitiendo que los usuarios de la zona puedan reducir sus tiempos de desplazamiento desde y hacia la universidad.

- Biciusuarios

Para este tipo de usuarios, la implementación del proyecto ofrece beneficios parciales, debido a la falta de implementación de ciclorutas en el sector comprendido entre la calle 32 y la calle 100 a causa de la falta de espacio en las franjas peatonales.

- Peatones

Para el tránsito peatonal en la zona de estudio, el proyecto prevé una reconfiguración en los anchos de los andenes que permitan un tránsito seguro y un entorno más agradable a través de la implementación de un nuevo urbanismo el

cual incluye diseño paisajístico y de iluminación, dando prioridad al peatón en condiciones de movilidad reducida.

8.2.3 Ambiental

El proyecto tiene previsto que por la troncal transitarán buses que funcionan con combustible Diésel, el cual es altamente contaminante, aunque durante una sesión en el Concejo de Bogotá, la Alcaldía aclaró que el corredor vial será el primero en contar con la flota de buses eléctricos para beneficiar al medio ambiente. Sin embargo, dentro de las ofertas que se presentaron sobre los buses todas utilizan tecnología de buses con Diésel Euro V.

De igual forma se evidencia que el corredor no contará con el espacio necesario para dispersar las partículas de gases, esto se debe a la altura elevada de los edificios y a la tala de un considerable porcentaje de individuos arbóreos.

Adicionalmente el proyecto plantea las metas de reducción de emisiones hasta el año 2050, como se puede ver en la Imagen 29.

<i>Programa /Meta en el tiempo</i>	<i>2020</i>	<i>2025</i>	<i>2030</i>	<i>2038</i>	<i>2050</i>
Movilidad sostenible (Reducir 797.195 toneladas de CO _{2eq})	797.195	1.933.747	3.151.160	5.281.724	9.812.228
<i>Líneas estratégicas del programa de movilidad sostenible / Meta en el tiempo</i>	<i>2020</i>	<i>2025</i>	<i>2030</i>	<i>2038</i>	<i>2050</i>
Línea 2 - Implementación de tecnologías de cero o bajas emisiones en rutas zonales del Sistema Integrado de Transporte Público en el marco del Plan de Ascenso Tecnológico. (reducción de emisiones en toneladas CO _{2eq} /año)	148.954	148.954	110.451	164.187	164.187
Porcentaje de la línea estratégica respecto al programa de movilidad sostenible	18,68	7,70	3,51	3,11	1,67
Línea 3 - Implementación de tecnologías de cero o bajas emisiones en ruta para el componente troncal del Sistema Integrado de Transporte Público en el marco del Plan de Ascenso Tecnológico. (reducción de emisiones en toneladas CO _{2eq} /año)	9.546	243.323	283.444	350.246	536.601
Porcentaje de la línea estratégica respecto al programa de movilidad sostenible	1,20	12,58	8,99	6,63	5,47
Total reducción de emisiones línea 2 + línea 3 (reducción de emisiones en toneladas CO _{2eq} /año)	158.500	392.277	393.895	514.433	700.788
Porcentaje de reducción de las líneas 2 + línea 3 respecto al programa de movilidad sostenible	19,88	20,29	12,50	9,74	7,14

Imagen 29 Metas de reducción de emisiones en toneladas de CO₂ para el programa de movilidad sostenible

Fuente: [43]

El arquitecto Mauricio Rico, gerente de Corposéptima aseguró a finales del 2018, que se espera que la flota sea eléctrica al 100% o que mínimo los buses funcionen con gas; de esta manera se podría asegurar la conservación y mejoramiento de la calidad del aire y de la disminución del ruido ambiental, no sólo por la forma de funcionamiento de los vehículos sino por la disminución del flujo de buses.

8.2.4 Seguridad

Frente al tema de seguridad, el proyecto planteó 54 pasos peatonales a lo largo del corredor vial, manteniendo en funcionamiento el paso subterráneo de la Calle 41. Adicionalmente, Para poder brindar la prelación que necesitan el peatón y el biciusuario, se plantea la instalación de resaltos trapezoidales conocidos como pompeyanos en las bocacalles de vías con bajo impacto vehicular y en desvíos sobre las vías principales.

En cuanto al espacio público previsto en los diseños, garantizan los anchos reglamentarios para los andenes, con esto el tránsito peatonal será mucho más fluido y se hará una inclusión donde también personas con movilidad reducida, que transporten coches o carros de mercado puedan hacer uso de ellos, sin afectar la movilización de los demás.

Para el proyecto en general la cicloruta está contemplada desde la calle 100 hasta la calle 200, pero para el sector desde la calle 32 y la calle 100 no se tiene contemplada. Esto se debe a que durante los estudios de factibilidad realizados por Ingetec S.A., se determinó que esta obra generaría costos elevado causados por los factores como la adquisición de predios adicionales para ampliar la sección transversal de la vía y los costos asociados a la construcción de la cicloruta. Adicionalmente la construcción de esta cicloruta se desestimó en su totalidad porque en el lugar se encuentran redes de servicios que se verían afectadas.

8.3 RESULTADOS ESPERADOS POST IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BRT

8.3.1 Social

8.3.1.1 Inclusión social

Tanto en Lima como en Cali se logró parcialmente el objetivo, dado que a pesar que con esta implementación se garantiza la movilidad, se requiere la creación de planes de beneficios sociales para las clases menos favorecidas, con el fin de brindar la inclusión total.

Para la ciudad de Montevideo se implementó un plan de subsidio para las comunidades vulnerables. Sin embargo, la falta de infraestructura y planeación del sistema impidió una mejor utilización por parte de los ciudadanos.

De acuerdo con lo anterior, para la Troncal Carrera Séptima, se presume que la falta de subsidios para la población vulnerable, puede generar una desmotivación para

esta comunidad, disminuyendo el número de usuarios en el sistema. No obstante, por tratarse de un sistema intermodal, esto podría compensar la falta de apoyos económicos.

8.3.1.2 Percepción calidad transporte y costo

A partir de la información recopilada y analizada para la ciudad de Lima, se identificó que según la percepción de los ciudadanos, la falta de infraestructura origina el poco uso por parte de los usuarios. Adicionalmente las largas filas para acceder al sistema producen desinterés de uso.

Sin embargo, a pesar que el uso no es el esperado, los usuarios manifiestan que el sistema BRT ofrece mejoras respecto al transporte convencional y lo califican como bueno. Por otra parte, los usuarios frecuentes del sistema manifiestan que han evidenciado mejoras continuas a la infraestructura, lo cual incrementa el nivel de satisfacción, considerando aceptable el costo del pasaje

En cuanto a la ciudad de Cali, los usuarios tienen una percepción satisfactoria del servicio. En cuanto a los aspectos por mejorar, se refieren a los problemas en los tiempos de espera de rutas.

Respecto al sistema BRT en la ciudad de Montevideo, los usuarios no apreciaron un alto impacto en la movilidad, puesto que la poca infraestructura del sistema brinda pocas rutas a los ciudadanos, limitando su uso a un grupo reducido.

Al analizar los resultados descritos anteriormente, es posible predecir que en cuanto a la percepción de los usuarios respecto a la Troncal Carrera Séptima, el sistema brindará mejoras en materia de infraestructura. Sin embargo, las largas filas para acceder al sistema y a los buses, se convierten en una incertidumbre que podría llevar al desuso del sistema. Adicionalmente, teniendo en cuenta que el costo del pasaje es superior al de los pasajes de buses tradicionales, algunos usuarios optarán por el uso de este antiguo sistema.

8.3.2 Movilidad

8.3.2.1 Cobertura

De acuerdo con el estudio realizado para Lima, aunque al inicio de la puesta en marcha del proyecto la cobertura del sistema BRT no estaba completa, progresivamente el sistema fue evolucionando hasta llevarlo a la obtención de los objetivos planteados al inicio del proyecto, permitiendo transformar el sistema del transporte público en la ciudad. En cuanto a la ciudad de Cali, la cobertura del sistema se llevó a cabo de acuerdo con lo planificado al inicio del proyecto. Sin

embargo, se tenía previsto la utilización de rutas pre-troncales para la cobertura en zonas más amplias de la ciudad, pero finalmente esta conectividad no se realizó a través de rutas pre-troncales sino a través de buses de menor capacidad.

Una vez analizada esta información de los proyectos consultados, se puede determinar que la manera de garantizar la cobertura total del sistema BRT de la Troncal Carrera Séptima, es planear y ejecutar los sistemas adicionales asociados a la red principal, tales como rutas alimentadoras y buses del Sistema Integrado de Transporte. En caso que estos adicionales no sean implementados, la cobertura tendrá inconvenientes importantes.

8.3.2.2 Velocidad

En Lima, las velocidades promedio alcanzadas en las troncales BRT han sido más altas en referencia con las manejadas por el sistema de buses de tránsito tradicional, esto indica que la implementación de este sistema ha contribuido con la mejora de la movilidad en la ciudad. Por otra parte, en la ciudad de Montevideo las velocidades registradas en los corredores de BRT son similares a las registradas en el transporte público tradicional, indicando que el corredor no generó impacto positivo en la movilidad de la ciudad. Sin embargo, este factor está altamente influenciado por la falta de planificación inicial del proyecto, debido a que el corredor donde fue implementado el sistema BRT no presentaba congestiones vehiculares, por lo que se deduce que este corredor no requería intervención debido a que sus condiciones iniciales eran aceptables.

Para el sistema BRT de la Troncal Carrera Séptima, se prevé que las velocidades promedio actuales, sean incrementadas, dado que tal como sucedió en Lima, la implementación de carriles exclusivos, mejoran de manera importante la movilidad del corredor.

8.3.2.3 Tiempos de viaje

Respecto a este ítem, la ciudad de Lima logró alcanzar y superar las expectativas iniciales del proyecto en cuanto a la reducción de los tiempos de viaje de los habitantes de la ciudad. Durante la etapa de planeación del proyecto, su objetivo establecía reducir en un 25% los tiempos de viajes desde el norte y sur de la ciudad hacia el centro de la misma. No obstante, este objetivo fue superado hasta alcanzar una reducción del 34%.

Tal como sucede con el aspecto de velocidades, mediante el análisis realizado es posible predecir que los tiempos de viaje promedio serán reducidos, teniendo en cuenta que la configuración vial con carriles exclusivos para el sistema BRT producen un aumento de velocidad y por ende reducción en los tiempos.

8.3.2.4 Costos implementación

Los costos planificados para la implementación del sistema BRT en la ciudad de Lima sufrieron un alza significativa, esto debido a re diseños en pro de la mejora del proyecto, así como por imprevistos presentados en el transcurso de su construcción, lo que conllevó a que la obra que inicialmente costaría US\$125 millones aumentara a US\$350 millones. Esta situación generó la necesidad de buscar alternativas de financiamiento. Una situación similar se presentó en Montevideo, en donde la necesidad de evitar costos elevados en el proyecto, impidió la elaboración de la infraestructura necesaria para el adecuado funcionamiento del sistema BRT.

De acuerdo con los antecedentes de las ciudades estudiadas, se evidencia que la ejecución de obras de estas características suelen generar costos adicionales a los previstos, dado que se presentan imprevistos que impactan el alcance, el tiempo de ejecución y los costos de construcción y mantenimiento. Por tal motivo, en caso que la administración distrital tome la decisión de ejecutar el proyecto de sistema BRT por la Carrera Séptima, se requerirá un estricto control y seguimiento a las obras, con el fin de evitar posibles desviaciones contractuales y garantizar la ejecución de la totalidad del proyecto.

8.3.2.5 Infraestructura

La infraestructura dentro del proyecto de implementación de BRT en Lima presentó inconvenientes debido a la necesidad de reducir el alcance de las obras por sobrecostos en el proyecto. Adicionalmente, se presentaron retrasos en la ejecución de las obras, debido a la necesidad de realizar nuevos diseños geométricos de las troncales en pro de solucionar aspectos no planificados en la fase de estudios y diseños, haciendo así que la construcción del proyecto no durara 3,6 años sino 7 años. Esta situación, se presentó de forma similar en la ciudad de Cali ya que dentro de su planificación inicial se tenía como fecha de finalización de construcción el año 2008, pero fue solo hasta marzo del año 2009 que el sistema entro en funcionamiento de forma parcial y su infraestructura no se encontraba completamente construida para esa fecha. Por otra parte, la ciudad de Montevideo presento mayores inconvenientes en este ítem, debido a que no se implementaron todas las reformas requeridas para la puesta en marcha del BRT, conllevando a que el sistema no cumpliera con los estándares establecidos para un sistema BRT y por ende no cumpliera con los objetivos establecidos al inicio del proyecto.

En cuanto al criterio de infraestructura para el corredor de BRT sobre la Carrera Séptima, es posible extrapolar aquellas situaciones de obra que originan posibles atrasos en los cronogramas de obra. Teniendo en cuenta que esta problemática se evidencia en la mayoría de obras de este tipo, se deduce que en caso de construirse esta troncal, los tiempos previstos para la construcción (3 años) serán incrementados de manera considerable.

8.3.3 Ambiental

8.3.3.1 Aire

En la ciudad de Lima, se presentaron mejoras en los niveles de emisiones contaminantes luego de la puesta en marcha del sistema BRT. Este resultado positivo se dio gracias a la implementación de nuevas tecnologías para la flota de buses del sistema y al deshuese de los vehículos de transporte público tradicionales; mejorando la calidad de aire de la ciudad. Sin embargo, estas medidas no logran mitigar la totalidad de la problemática ambiental de la ciudad, dado que el área de influencia directa del proyecto es pequeña en relación al área de la ciudad.

Para la ciudad de Cali, se presenta una situación similar que la presentada en Lima, dado que los índices de emisiones contaminantes disminuyeron de manera importante. No obstante, para este caso los indicadores de la ciudad si se vieron reducidos de manera importante, puesto que la red de BRT implementada en la ciudad, abarcó una gran parte del territorio.

Teniendo en cuenta lo ocurrido en las ciudades estudiadas, se puede concluir que la implementación de un sistema BRT en una ciudad como Bogotá, permitiría contribuir con las metas ambientales planteadas por la ciudad, siempre y cuando se garantice la implementación de nuevas tecnologías para los nuevos buses y se realicen campañas de desguace de los vehículos de transporte público tradicional que hayan superado su ciclo de vida útil. Adicionalmente al ser parte de una red de troncales a lo largo de la Ciudad, la Carrera Séptima aportaría a la reducción de emisiones contaminantes en la ciudad, dados por el transporte público.

8.3.4 Seguridad

8.3.4.1 Infraestructura asociada

En la ciudad de Lima, el proyecto tenía dentro de sus expectativas iniciales, garantizar el ingreso seguro de los usuarios al sistema BRT. Sin embargo, una serie de obstáculos, tales como baches, tapas de alcantarillas y la presencia de vendedores ambulantes, evitan un ingreso seguro y tranquilo de los ciudadanos.

Por otra parte, en la ciudad de Cali el proyecto incrementó el espacio público aledaño, ampliando los andenes existentes, así como adicionando nuevos tramos de ciclorutas y zonas verdes. Por tal motivo, estas obras complementarias generaron un aumento en la comodidad y seguridad de los usuarios.

Respecto al caso de la ciudad de Montevideo, la seguridad para los biciusuarios no fue tomada en cuenta, debido a que no se contempló la construcción de infraestructura necesaria para su circulación. No obstante, se construyeron aceras amplias y se instaló una nueva señalización.

En vista de las expectativas planteadas para el proyecto de la Carrera Séptima y a las experiencias de proyectos similares analizados en el presente proyecto, se puede asumir que la seguridad de los futuros usuarios de la troncal se verá garantizada a través de la nueva infraestructura peatonal asociada al proyecto. Adicionalmente la construcción de una nueva cicloruta, brindará un tránsito seguro para lo biciusuarios. Sin embargo, al no contar con este espacio exclusivo en un tramo del corredor, no será posible brindar esta seguridad en el 100% del nuevo trazado.

8.3.4.2 Seguridad dentro del sistema

Realizando una revisión a la información recopilada para la ciudad de Lima, los buses y estaciones no cuentan con la señalética requerida para la prestación integral del servicio. Adicionalmente las instalaciones no están adecuadas para brindar la protección necesaria a la población más vulnerable en un posible caso de emergencia.

En cuanto a la ciudad de Montevideo, la infraestructura del sistema no fue planificada para garantizar el ascenso y el descenso seguro de los usuarios con movilidad reducida.

De acuerdo con lo anterior, se presume que los sistemas BRT no son planificados en su totalidad, para cumplir con los estándares mínimos requeridos para brindar a los usuarios de movilidad reducida un tránsito seguro dentro y fuera de las instalaciones del sistema. Por lo tanto es importante que en caso que se lleve a cabo la construcción del sistema BRT por la Carrera Séptima en la ciudad de Bogotá, se realice un control exhaustivo de los estándares prometidos en los estudios y diseños del proyecto, en donde se indica que se garantizará la movilidad segura y la continuidad para la totalidad de los usuarios.

9. EVALUACIÓN MULTICRITERIO

9.1 MODELO DE JERARQUÍAS ANALÍTICAS AHP

Con el propósito de realizar una evaluación detallada y objetiva de los aspectos analizados a lo largo el desarrollo del presente proyecto, se empleó la metodología definida por el Modelo de Jerarquías Analíticas AHP el cual permitió establecer, mediante la cuantificación de componentes, los pesos ponderados que se emplearon para el proceso de selección. A continuación se describe el paso a paso de la metodología.

9.1.1 Descomposición del problema de decisión en jerarquías

La toma de decisiones se basa en los componentes técnicos evaluados durante el desarrollo del documento: Social, movilidad, ambiental y seguridad. A partir de dichos componentes se desprenden los distintos criterios a evaluar.

9.1.2 Desarrollo de matrices de comparación

Se realiza la comparación jerárquica de los componentes descritos anteriormente a través de una matriz. Esto se hace mediante la asignación, bajo una escala numérica definida, del valor de prioridad del componente. En la Imagen 30 se presenta la escala de Saaty bajo la cual se asignaron los valores numéricos que determinan la importancia de cada ítem respecto a otro.

INTENSIDAD	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	De igual Importancia.	Las dos actividades contribuyen de igual forma al objetivo.
3	Moderada Importancia.	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra.
5	Importancia Fuerte.	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra.
7	Muy Fuerte o Demostrada Importancia.	Una alternativa es mucho más favorecida que la otra y su predominancia se ha demostrado en la práctica.
9	Extrema.	La evidencia que favorece una alternativa sobre la otra, es absoluta y totalmente clara.
2,4,6,8	Valores Intermedios.	Valores adyacentes.
Recíprocos	$A_{ij}=1/a_{ji}$	Hipótesis del método.

Imagen 30 Escala de Saaty

Fuente: [44]

Para el desarrollo de la matriz se debe realizar la lectura de izquierda a derecha de forma que primero se lean las filas y luego las columnas, es así como se comparan los criterios asignando un valor numérico a la relevancia de uno sobre otro de acuerdo con la lectura correcta de la matriz. Cuando la matriz indica una evaluación del mismo criterio entre sí, se asigna el valor 1. A continuación, en la Tabla 2, se presenta la matriz elaborada para los componentes social, movilidad, ambiental y seguridad.

Tabla 2 Matriz inicial, asignación de valores

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental
Movilidad	1	5	6	7
Social		1	3	5
Seguridad			1	1
Ambiental				1

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que la asignación de estos valores nace del análisis y la recopilación de información desarrollada previamente que permitieron tener un fundamento técnico para la toma de decisiones.

Luego de asignar los valores de relevancia entre componentes, se procedió a colocar en las celdas bajo la diagonal principal, el valor recíproco al ingresado en la parte superior de la diagonal principal, tal como se evidencia en la Tabla 3.

Tabla 3 Matriz inicial, valores recíprocos

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental
Movilidad	1	5	6	7
Social	0.2	1	3	5
Seguridad	0.17	0.33	1	1
Ambiental	0.14	0.20	1	1

Fuente: Elaboración propia

9.1.3 Desarrollo de vectores y matriz de prioridad

Ante la comparación de cada componente se procede al cálculo de los vectores de prioridad y el índice de consistencia del proceso, estableciendo una matriz en la que se obtiene la suma de las prioridades de cada componente, con lo cual se determina el orden jerárquico de los componentes a través de porcentajes.

Para este paso se toma la matriz previamente elaborada (Tabla 3) y se calcula el cuadrado de la matriz simplificada y se suman los valores de cada una de las filas tal como se evidencia en la Tabla 4.

Tabla 4 Calculo del cuadrado de la matriz simplificada

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental	Suma
Movilidad	4	20	24	28	76.00
Social	0.8	4	12	20	36.80
Seguridad	0.67	1.33	4	4	10.00
Ambiental	0.57	0.80	4	4	9.37
					132.17

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se procede a dividir cada uno de los totales por fila, sobre la suma resultante (132.17), con el fin de obtener el vector propio que nos indica el orden de prioridad de los componentes evaluados. Este procedimiento se ve reflejado en la Tabla 5.

Tabla 5 Matriz de cálculo de vectores propios

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental	Suma	Vector
Movilidad	4	20	24	28	76.00	0.57501
Social	0.8	4	12	20	36.80	0.27843
Seguridad	0.67	1.33	4	4	10.00	0.07566
Ambiental	0.57	0.80	4	4	9.37	0.07090
					132.17	1

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se puede observar que el orden de prioridades que arroja la matriz es:

- Movilidad
- Social
- Seguridad
- Ambiental

De acuerdo con esta metodología, es necesario realizar este procedimiento hasta que la diferencia entre los vectores de dos procesos consecutivos realizados sea mínima o cero. Para la evaluación del presente estudio fue necesario realizar las siguientes iteraciones.

Tabla 6 Iteración 1

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental
Movilidad	0.57501	5.00	6.00	7.00
Social	0.20	0.27843	3.00	5.00
Seguridad	0.17	0.33	0.07566	1.00

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental
Ambiental	0.14	0.20	1.00	0.07090

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental	Suma	Vector
Movilidad	2.30	20.00	24.00	28.00	74.30	0.61828
Social	0.80	1.11	12.00	20.00	33.91	0.28221
Seguridad	0.67	1.33	0.30	4.00	6.30	0.05245
Ambiental	0.57	0.80	4.00	0.28	5.66	0.04706
					120.17143	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Iteración 2

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental
Movilidad	0.61828	5.00	6.00	7.00
Social	0.20	0.28221	3.00	5.00
Seguridad	0.17	0.33	0.05245	1.00
Ambiental	0.14	0.20	1.00	0.04706

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental	Suma	Vector
Movilidad	2.47	20.00	24.00	28.00	74.47	0.61972
Social	0.80	1.13	12.00	20.00	33.93	0.28234
Seguridad	0.67	1.33	0.21	4.00	6.21	0.05167
Ambiental	0.57	0.80	4.00	0.19	5.56	0.04626
					120.17143	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Iteración 3

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental
Movilidad	0.61972	5.00	6.00	7.00
Social	0.20	0.28234	3.00	5.00
Seguridad	0.17	0.33	0.05167	1.00
Ambiental	0.14	0.20	1.00	0.04626

	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental	Suma	Vector	Diferencia	Jerarquía
Movilidad	2.48	20.00	24.00	28.00	74.48	0.61977	-0.00005	1
Social	0.80	1.13	12.00	20.00	33.93	0.28234	0.00000	2
Seguridad	0.67	1.33	0.21	4.00	6.21	0.05165	0.00003	3
Ambiental	0.57	0.80	4.00	0.19	5.56	0.04624	0.00003	4
					120.17143	1		

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, es necesario realizar una prueba de consistencia con el fin de verificar que los juicios no estén sesgados. Para esto, se requiere calcular el valor Relación Consistencia RC el cual debe ser menor a 0.1 ya que, de no ser así, se hace necesario volver a realizar la evaluación inicial.

De acuerdo con lo anterior, a continuación se presenta el procedimiento de cálculo de dicha relación.

$$RC=CI/RI$$

Ecuación 1 Relación de consistencia
Fuente: [44]

- RC = Relación de consistencia
- CI = Índice de consistencia
- RI = Índice aleatorio

Con el fin de calcular la Relación de consistencia es necesario contar con el valor de CI el cual se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Ecuación 2 Índice de consistencia
Fuente: [44]

En donde:

- λ_{max} = Valor propio de la matriz de comparaciones a pares
- n = Rango de la matriz de comparaciones

Para obtener el valor de λ_{max} es necesario tomar la matriz base con la cual se iniciaron los cálculos (Para el desarrollo de la matriz se debe realizar la lectura de izquierda a derecha de forma que primero se lean las filas y luego las columnas, es así como se comparan los criterios asignando un valor numérico a la relevancia de uno sobre otro de acuerdo con la lectura correcta de la matriz. Cuando la matriz indica una evaluación del mismo criterio entre sí, se asigna el valor 1. A continuación, en la Tabla 2, se presenta la matriz elaborada para los componentes social, movilidad, ambiental y seguridad.

Tabla 2) la cual corresponde a una matriz de 4 x 4 y se multiplica por los pesos o vectores calculados a partir de la matriz (Tabla 8) valores que representarán una

matriz de 4 x 1. Al operar estas dos matrices se obtiene como resultado una matriz de 4 x 1 la cual se presenta a continuación en la Tabla 9.

Matriz Inicial (4 X 4)					Matriz (4 X 1)	
	Movilidad	Social	Seguridad	Ambiental	Vector	
Movilidad	1	5	6	7	0.61977	
Social	0.2	1	3	5	0.28234	
Seguridad	0.17	0.33	1	1	0.05165	
Ambiental	0.14	0.20	1	1	0.04624	

Tabla 9 Jerarquización de componentes

$(1*0.6197721)+(5*0.2823412)+(6*0.0516487)+(7*0.046238)$	2.66504
$(0.2*0.6197721)+(1*0.2823412)+(3*0.0516487)+(5*0.046238)$	0.79243
$(0.17*0.6197721)+(0.33*0.2823412)+(1*0.0516487)+(1*0.046238)$	0.29530
$(0.14*0.6197721)+(0.20*0.2823412)+(1*0.0516487)+(1*0.046238)$	0.24289
Total	3.99566

Fuente: Elaboración propia

De esta forma fue posible obtener el valor de CI a través de la Ecuación 2 de la siguiente manera:

$$CI = (3.99566 - 4) / (4 - 1)$$

$$CI = -0.001447$$

Posteriormente, se calcula la Ecuación 1 obteniendo el valor de RI de la Imagen 31:

TAMAÑO DE LA MATRIZ	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INDICE ALEATORIO	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Imagen 31 Índice aleatorio

Fuente: [44]

$$RC = CI / RI$$

$$RC = -0.001447 / 0.9$$

$$RC = -0.0016083$$

Es así como se comprobó que la Relación de Consistencia es menor a 0.1 y por lo tanto los juicios no se encuentran sesgados. De esta forma se confirman las jerarquías de los componentes y sus respectivos porcentajes, los cuales se pueden ver en la Tabla 10.

Tabla 10 Jerarquización y porcentajes finales

	Vector	Jerarquía
Movilidad	61.98%	1
Social	28.23%	2
Seguridad	5.16%	3
Ambiental	4.62%	4
	100.00%	

Fuente: Elaboración propia

9.2 MODELO DE PUNTUACIÓN

Una vez obtenida la jerarquización de los componentes y sus respectivos porcentajes, se procedió a identificar los criterios a evaluar dentro de cada una de las áreas objeto del estudio tal como se puede apreciar en la Tabla 11.

Tabla 11 Identificación de criterios

MATRIZ MULTICRITERIO TRONCAL CARRERA SÉPTIMA			
ÍTEM	NIVEL JERÁRQUICO	VALOR	CRITERIO
Movilidad	1	61.98%	Cobertura de transporte
			Velocidades promedio
			Tiempos origen - destino
			Costos implementación
			Infraestructura
Social	2	28.23%	Inclusión social
			Percepción calidad transporte
			Percepción costos utilización per cápita
Seguridad	3	5.16%	Infraestructura asociada

MATRIZ MULTICRITERIO TRONCAL CARRERA SÉPTIMA			
ÍTEM	NIVEL JERÁRQUICO	VALOR	CRITERIO
Ambiental	4	4.62%	Aire
TOTAL		100%	10

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados los criterios, se procedió a realizar la calificación de cada aspecto, de acuerdo con la escala de Saaty el cual plantea una puntuación de 1-9. Bajo este concepto, se realizó una adaptación de forma que la numeración permitiera una evaluación más clara de cada ítem. De acuerdo con lo anterior se elaboró la Tabla 12; **Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** en donde se identifica claramente cómo se evaluaron los ítems.

Tabla 12 Rangos de calificación de ítems

ÍTEM	CRITERIO	CALIFICACIÓN	RANGOS DE CALIFICACIÓN
MOVILIDAD	Cobertura de transporte	1	Sectores sin sistemas de transporte
		3	Sectores con sistemas de transporte intermitentes
		5	Cobertura total de sistema de transporte, combinando BRT e informal
		7	Cobertura parcial de sistema de transporte masivo
		9	Cobertura total de sistema de transporte masivo intermodal
	Velocidades promedio	1	Menor 5 Km/h
		3	Entre 5 Km/h y 10 Km/h
		5	Entre 11 Km/h y 20 Km/h
		7	Entre 21 Km/h y 30 Km/h
		9	Mayor a 31 Km/h
	Tiempos desplazamiento (para un tramo promedio de 20 Km)	1	Origen - Destino mayor a 1.5 Horas
		3	Origen - Destino entre 1.5 y 1 Hora
		5	Origen - Destino entre 1 Hora y 45 minutos
		7	Origen - Destino entre 45 minutos y 30 minutos
		9	Origen - Destino menor a 30 minutos
	Costos implementación	1	Menor a 5 MDD/Km
		3	Entre 5 MDD/Km y 10 MDD/Km
		5	Entre 11 MDD/Km y 20 MDD/Km

ÍTEM	CRITERIO	CALIFICACIÓN	RANGOS DE CALIFICACIÓN
		7	Entre 21 MDD/Km y 30 MDD/Km
		9	Mayor a 30 MDD/Km
	Infraestructura	1	Menos de 2 Carriles en mal estado e insuficientes
		3	Menos de 2 Carriles en mal estado y suficientes
		5	Más de 2 Carriles en regular estado e insuficientes
		7	Más de 2 Carriles en buen estado y suficientes
		9	Carriles separados, en buen estado y suficientes
SOCIAL	Inclusión social	1	Estratos 1 y 2 sin acceso al sistema
		3	Estratos 1 y 2 con acceso intermitente al sistema (horarios restringidos)
		5	Todos los estratos cuentan con acceso intermitente, pero restringido
		7	Todos los estratos cuentan con acceso intermitente
		9	Todos los estratos cuentan con acceso total al sistema
	Percepción calidad transporte	1	Pésimo
		3	Malo
		5	Regular
		7	Bueno
		9	Excelente
	Percepción costos utilización per cápita	1	Muy económico
		3	Económico
		5	Precio justo
		7	Costoso
		9	Muy costoso
SEGURIDAD	Infraestructura asociada	1	Espacio Público mobiliario escaso y en estado deficiente. Con comercio ambulante
		3	Espacio Público mobiliario escaso y en buen estado. Con comercio ambulante
		5	Espacio Público con mobiliario en buen estado. Con comercio ambulante

ÍTEM	CRITERIO	CALIFICACIÓN	RANGOS DE CALIFICACIÓN
		7	Espacio Público con mobiliario en buen estado. Sin comercio ambulante
		9	Espacio Público con mobiliario en buen estado. Sin comercio ambulante. Con alamedas públicas
	Seguridad dentro del sistema	1	Estaciones y zonas sin iluminación
		3	Estaciones y zonas con iluminación deficiente e intermitente
		5	Estaciones y zonas iluminadas en todo el corredor
		7	Estaciones y zonas iluminadas en todo el corredor - Sistemas de vigilancia
AMBIENT AL	Aire	9	Estaciones y zonas iluminadas, vigiladas, monitoreadas y con señalética
		1	Zona con industrias emisoras de material contaminante y tránsito de vehículos de carga
		3	Zona con industrias emisoras de material contaminante. Transporte público diesel
		5	Zona libre de industrias, sin tránsito de vehículos de carga. Transporte público diesel
		7	Zona libre de industrias, sin tránsito de vehículos de carga. Transporte público convencional
		9	Zona libre de industrias, sin tránsito de vehículos de carga. Transporte con energías renovables

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se calificó la matriz multicriterio relacionada en la Tabla 13, en donde se evalúa la Troncal Carrera Séptima bajo el Modelo de Puntuación, frente a los escenarios de: condición actual, expectativa con proyecto y posibles resultados obtenidos; cada uno de estos escenarios analizados desde los componentes estudiados a lo largo del presente proyecto.

Tabla 13 Matriz multicriterio

MATRIZ MULTICRITERIO TRONCAL CARRERA SÉPTIMA									
ÍTEM	NIVEL JERÁRQUICO	VALOR	CRITERIO	CALIFICACIÓN			CALIFICACIÓN PONDERADA		
				CONDICIÓN ACTUAL	EXPECTATIVA CON PROYECTO	RESULTADOS ESPERADOS	CONDICIÓN ACTUAL	EXPECTATIVA CON PROYECTO	RESULTADOS ESPERADOS
Movilidad	1	61.98%	Cobertura de transporte	7.00	9.00	9.00	4.34	5.58	5.58
			Velocidades promedio	3.00	5.00	7.00	1.86	3.10	4.34
			Tiempos origen - destino	1.00	7.00	5.00	0.62	4.34	3.10
			Costos implementación	9.00	5.00	1.00	5.58	3.10	0.62
			Infraestructura	5.00	9.00	9.00	3.10	5.58	5.58
Social	2	28.23%	Inclusión social	5.00	9.00	7.00	1.41	2.54	1.98
			Percepción calidad transporte	5.00	7.00	3.00	1.41	1.98	0.85
			Percepción costos utilización per cápita	3.00	7.00	5.00	0.85	1.98	1.41
Seguridad	3	5.16%	Infraestructura asociada	3.00	9.00	7.00	0.15	0.46	0.36
Ambiental	4	4.62%	Aire	5.00	7.00	7.00	0.23	0.32	0.32
TOTAL		100%	10	46.00	74.00	60.00	19.55	28.97	24.13

Fuente: Elaboración propia

10. CONCLUSIONES

- Gracias a la recopilación de información secundaria de proyectos BRT en Latinoamérica, específicamente en Lima, Montevideo y Cali, fue posible analizar de manera detallada aspectos como movilidad, seguridad, sociedad y calidad del aire, desde tres diferentes etapas del proyecto (Condición previa a la implementación del sistema BRT, objetivos propuestos por el proyecto y condiciones reales una vez realizada la construcción). De esta forma, se determinaron los posibles impactos en el corredor objeto de estudio.
- Dentro de los impactos generados con la implementación del sistema BRT sobre la Carrera Séptima, de acuerdo con las experiencias de los sistemas analizados, se presume un aumento en las velocidades promedio de operación en la troncal, debido a la reconfiguración de la infraestructura vial que permite un tránsito segregado entre los vehículos de transporte público (BRT) y particulares.
- La comunidad aledaña al área de influencia del proyecto, especialmente los habitantes de las zonas periféricas de la ciudad, contarán con mayor acceso al servicio de transporte público intermodal a través de la implementación de rutas alimentadoras que garantizarán la cobertura en zonas donde actualmente no se cuenta con este servicio.

En cuanto a la calidad del aire, se presume una disminución en las emisiones contaminantes debido a la inclusión de nuevas tecnologías que alimentarán los vehículos del sistema, así como la salida de operación de los buses tradicionales que operan actualmente sobre el corredor.

Sin embargo para garantizar estos resultados, es indispensable que el proyecto implemente como mínimo las tecnologías planteadas en la etapa de diseño y elabore un programa de desguace que contribuya con la calidad del aire.

- Mediante los resultados obtenidos en la Matriz multicriterio se estima que el proyecto de la implementación del sistema BRT en el corredor de la Carrera 7 es viable, debido a que se presume brindará beneficios a la ciudad a través de una mayor cobertura de servicio de transporte, el aumento de velocidades y mejoras en los tiempos de recorrido, adicionalmente, la ciudad contará con mayor inclusión social mejorando el acceso a la zona centro de los habitantes de la periferias. Sin embargo, de acuerdo con las experiencias de las ciudades evaluadas, el costo de la implementación del proyecto, planificado en los estudios y diseños, presentará modificaciones de manera que se aumentarán los recursos que deben ser destinados para la construcción de la troncal o en el peor de los casos, será necesario disminuir el alcance de las obras, haciendo que el proyecto no cumpla a cabalidad con las metas propuestas.
- Para futuros estudios se recomienda realizar análisis de alternativas de transporte tales como el metro ligero o el tranvía que permitan dar soluciones integrales a la problemática actual de la movilidad del corredor.

11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Legiscomex, «Legiscomex,» 06 Marzo 2013. [En línea]. Available: <https://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/ficha-logistica-coreasur-2013-final.pdf>.
- [2] Alcaldia de Bogotá , « Alcaldia de Bogotá,» [En línea]. Available: <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/146028/historia-de-transmilenio/>. [Último acceso: 06 Mayo 2018].
- [3] «Infraestructura urbana y servicios básicos, incluida la energía,» Hábitat III, pp. 1-9, 2015.)
- [4] Goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, A. (2019. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [5] A. Gutiérrez, 2012. «¿Qué es la movilidad?,» Bitacora 21, Universidad Nacional de Colombia, pp. 61-74, 2012.
- [6] D. Rodriguez y E. Vergel Tovar, 2013. «Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y desarrollo urbano en América Latina,» Lincoln Institute Of Land Policy, 2013.
- [7] ITDP, Arias, C., Castro, A., Martins, W. C., Custodio, P., Diaz, J. C., Zimmerman, S. (2010). Guía de Planificación de Sistemas BRT Autobuses de Tránsito Rápido. 37.
- [8] BID. (2015). Casos de Estudio Comparativo de Tres Proyectos de Transporte Urbano. 95. Retrieved from https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6967/Casos_estudio_comparativos_tres_proyectos_transporte_urbano_apoyados_BID.pdf?sequence=2
- [9] Scholl, L., Bouillon, C., Bocarejo, J. P., & Oviedo, D. (2015). Poverty Analysis : Evaluation of the effects of Bus Rapid Transit (BRT) Systems on accessibility and mobility for the poor in Cali and Lima. Retrieved from <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?DOCNUM=39576598>
- [10] UCL & Uniandes. 2013 Caracterización de la Contaminación Atmosférica en Colombia. University College London - Universidad de los Andes. Bogota 2013. P. 31.
- [11] Pardo, C. F. (n.d.). CEPAL. 2009.

- [12] INEI, 2013. 'Producto Bruto Interno por Departamentos 2001-2012' in Cuentas Nacionales del Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, Perú
- [13] Supervisión, D. Y., Ramírez, R. R., Morán, G., Genara, F., Araujo, R., Final, R., ... Rojas, R. E. (n.d.). Perfil Sociodemográfico del Perú Créditos Créditos Créditos Créditos.
- [14] Sulmont, D. (2005). Encuesta Nacional sobre Exclusión y Discriminación Social. Estudio Para La Defensa y Los Derechos de La Mujer, 56. Retrieved from http://departamento.pucp.edu.pe/ciencias-sociales/files/2012/06/Encuesta_discriminacionDavidSulmont.pdf
- [15] ONPU. <http://urbvial.blogspot.com/2011/04/plandemet-plan-de-desarrollo.html> 'Plan de Desarrollo Metropolitano Lima-Callao, Esquema Director 1967-80'
- [16] MML. <http://www.urbanistasperu.org/inicio/PlanMet/planmet.htm>. 'Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima-Callao 1990-2010'
- [17] Safeguards, W. B. (2015). A Case Study on Lima ' s “ Metropolitano ” : Five years fighting for accessibility. 1–24.
- [18] Informe de terminación del proyecto PE-0187, Transporte Urbano de Lima. Washington, D.C.: BID. 2011
- [19] Huici, R., Nevo, M. E. De, & Greenstein, J. (n.d.). PROGRAMA DE TRANSPORTE URBANO DE LIMA METROPOLITANA – SUBSISTEMA NORTE - SUR.
- [20] INEI. Accidentes de transito, 2010
- [21] OVE, Comparative Case Studies of Three IDB-supported Urban Transport Projects Lima Case Study Annex, 2015
- [22] Grütter, “Combustibles alternos para ProTransporte”. Grütter Consulting; Andwil, Suiza. 2004.
- [23] Cali, Colombia: Hacia una estrategia de desarrollo de ciudad”. Serie de estudios del Banco Mundial sobre países. Washington, D.C.: Banco Mundial. 2002
- [24] Clean Air Institute. (2014). Case studies of IDB supported urban transport projects - The MIO of Cali, Colombia.

- [25] Metropolitano (2014a). "Gestión Ambiental" ProTransporte, Municipalidad Metropolitana de Lima; Peru. Retrieved 02/20/2014. Available at: <http://www.metropolitano.com.pe/index.php/metropolitano/gestion-ambiental>
- [26] Glejberman, D. 2005. El sistema municipal y la superación de la pobreza y precariedad urbana en Uruguay, Santiago de Chile: CAF
- [27] UR-L1079, 2002. Cooperacion tecnica (TC0107023):"Apoyo al Programa de Transporte Urbano de Lima". Washington, D.C.: BID.
- [28] Instituto Nacional de Estadísticas INE, 2004. Resultados del Censo Fase I – 2004 http://www.ine.gub.uy/fase1new/divulgacion_definitivos.asp
- [28] CAF, Observatorio de Movilidad Urbana OMU, 2007.
- [29] Transport, I. U., & Bank, I. D. (2015). Montevideo Case Study Annex. (June).
- [30] IMM. Plan de Movilidad. 2010
- [31] Rosa, de la. P. 2003. La difícil relación entre dos actores del transporte: CUTCSA - Intendencia Municipal de Montevideo. Presentation during the 2nd anual meeting of the Investigadores del Departamento de Sociologia, 2003, Departamento de Sociologia, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la Republica, Uruguay. Available at: <http://www.fcs.edu.uy/archivos/de%20la%20rosa.pdf>
- [32] Busway, M. (2014). Evaluation of the effects of Bus Rapid Transit (BRT) Systems on Emissions Montevideo BUSWAY emission analysis. (August).
- [33] CEMJ (2012). Séptimo Estudio Sociodemográfico de los Usuarios de Motos en Colombia. Comité de Ensambladores de Motos Japonesas, 2012. Available at:http://www.unisabanaradio.tv/publicaciones/contenidos/publicaciones/doc/docu_693.pdf
- [34] Evaluación de impatos a corto plazo del SITM-MIO. Impactos en la Calidad del Aire y Emisiones. Steer Davies Gleave . Octubre de 2013. Bogotá, Colombia.
- [35] IDB (2014), Informe de terminacion de proyectos, PCR, Cali, Colombia.
- [36] Reseña histórica (2017),Transmilenio-Carrera séptima entre Calles 32 y 200, Carlos Niño Murcia-Tatiana Coca-María del Pilar Zárate

- [37] PTO-TM, CRA 7, (2016). Subgerencia Técnica y de Servicios Bogotá D . C . 2016 Aprobó.
- [38] Ingetec, 2017, TK7-CFST-CP13-R1, Caracterizacion fisica y socio territorial de los componentes, Septiembre de 2017, Bogota.
- [39] MB (2017), Monografía Bogotá 2017, Diagnostico De los principales aspectos territoriales de infraestructura, demográficos y socioeconómicos, Alcaldía mayor de Bogotá, 2017
- [40] Competitividad y descontaminación, entre las bondades de la nueva Séptima, 2017. Available <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/obras/carrera-septima-con-transmilenio-mejora-la-movilidad>
- [41] SECOP, 2018. Available <https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/OpportunityDetail/Index?noticeUID=CO1.NTC.570601&isFromPublicArea=True&isModal=true&asPopupView=true>.
- [42] Agencia de Noticias UN, 2019. Available. <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/nuevas-rutas-troncales-reduciran-tiempos-de-viaje-en-estratos-bajos.html#.XK3Vlu7IvyQ.whatsapp>.
- [43] Veeduría Distrital , Recomendaciones ambientales al proyecto Transmilenio por la Carrera Séptima.
- [44] Guia para el diseño de vias urbanas para Bogota D.C. Banco de desarrollo de America Latina, IDU, Alcaldía mayor de Bogotá.