

**ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE PEAJES URBANOS
INTERNACIONALES PARA LA APLICACIÓN EN EL CORREDOR VIAL DE LA
AVENIDA BOYACÁ EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C**

PRESENTADO POR:

**SANDRA LILIANA CORTES HILARIÓN
ELÍAS RICARDO LEAL MELO**

DIRECTOR DEL PROYECTO:

FERNANDO REY VALDERRAMA

PROYECTO DE GRADO



**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA VIAL
BOGOTA D.C.
MARZO DE 2019**

HOJA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C. marzo de 2019

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. TÍTULO DEL PROYECTO.	1
2. RESUMEN.	1
3. INTRODUCCION.	2
4. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN	3
5. OBJETIVOS Y ALCANCE	3
5.1. Objetivo general	3
5.2. Objetivos específicos	3
5.3. Alcance	4
6. DELIMITACIÓN PROYECTO	5
7. MARCO DE REFERENCIA	5
7.1. Antecedentes temáticos de la investigación	5
7.1.1. Tipos de peaje	5
7.1.2. Sistemas de cobro	6
7.1.3. Sistemas de control	7
7.1.4. Peajes Urbanos Nacionales	8
7.1.5. Peajes Urbanos Internacionales	13
7.1.5.1. <i>Características principales del funcionamiento de los peajes en vías urbanas internacionales:</i>	14
7.1.5.2. <i>Experiencias de autopistas urbanas con peaje en otros países:</i>	12
7.1.5.3. <i>Geometría de algunas zonas de peajes:</i>	22
7.2. Marco contextual e Institucional	30
7.3. Marco legal o normativo	30
8. METODO DE INVESTIGACION	34
8.1. Tipo de investigación	34
8.2. Diseño metodológico	34

8.3.	Instrumentos para la recolección de la información	37
9.	ESCENARIO ACTUAL TRAMO EN ESTUDIO	37
9.1.	Caracterización del tramo existente	37
9.1.1.	Infraestructura existente:	38
9.1.2.	Longitud total	38
9.1.3.	Anchos disponibles calzadas centrales:	39
9.2.	Intersecciones existentes	40
10.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	48
	Alternativas para el sistema de pago de las tasas por descongestión dentro del proyecto:	49
	Cargo por congestión:	50
	Recolección de peaje:	50
	Puntos de cobro:	50
	Control por evasión de pago:	51
	Tipo de vehículos que tendrán prohibido al acceso a la zona de peaje:	51
	Tipo de vehículos con exoneración del pago de la tarifa:	51
	Encuestas Peajes Urbanos en Bogotá D.C:	52
11.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	52
11.1.	Características de la Infraestructura del sistema de cobro	52
11.2.	Análisis de los puntos de cobro	56
a)	Calculo de tiempo de transporte	60
b)	Velocidad hora valle	61
c)	Velocidad hora pico	61
e)	Tiempo ahorrado	62
11.3.	Análisis información experiencias internacionales con peajes urbanos.	63
11.4.	Análisis respuestas de la encuesta “Peajes Urbanos en Bogotá D.C”.	67

11.5.	Sistema de financiación.	75
11.5.1.	Características de los peajes electrónicos sobre pódicos:	75
11.5.2.	Comparación de costos entre un sistema de peaje electrónico free flow y peaje manual:	77
11.5.3.	Nivel de demanda:	79
12.	DIAGNÓSTICO	80
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
13.1.	Conclusiones	81
13.2.	Recomendaciones	85
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	86

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características principales del peaje urbano en Cartagena	8
Tabla 2. Características principales de los estudios de peajes urbanos en ciudades Nacionales.....	12
Tabla 3. Características principales del funcionamiento de las autopistas urbanas Internacionales con peaje	8
Tabla 4. Experiencias de autopistas urbanas con peaje en otros países	12
Tabla 5. Infraestructura existente en el corredor Avenida Boyacá	38
Tabla 6. Anchos disponibles de las calzadas centrales del corredor Avenida Boyacá	39
Tabla 7. Intersecciones existentes en el corredor Avenida Boyacá	41
Tabla 8. Tipo de vehículos con exención del pago de la tarifa sobre el tramo en estudio	51
Tabla 9. Tramos y tiempos de viajes sobre la Av. Boyacá entre la CL 170 y La Av. Tunjuelito	57
Tabla 10. Tramos y tiempos de viajes representativos sobre la Av. Boyacá.....	59
Tabla 11. Velocidad hora valle	61
Tabla 12. Velocidad hora pico	61
Tabla 13. Velocidad flujo libre.....	62
Tabla 14. Tiempo ahorrado	62
Tabla 15. Escala considerada para el riesgo	63
Tabla 16. Identificación y calificación de riesgos de la implementación de peajes sobre la Av. Boyacá entre la Calle 170 y la Av. Tunjuelito	64
Tabla 17. Cuadro comparativo de costos entre un peaje Free Flow y un peaje manual .	78
Tabla 18. Nivel de demanda Av. Boyacá entre la Calle 170 y La Av. Tunjuelito	80

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Corredor de acceso rápido a la variante de Cartagena	9
Ilustración 2. Programa de Autopistas Urbanas – PAU	11
Ilustración 3. Peaje en el sector Chalco – México	22
Ilustración 4. Caseta auxiliar A-33 – México.....	23
Ilustración 5. Caseta de cobro Tutlitan – México	24
Ilustración 6. Pórticos de cobro Hollywood – Florida	25
Ilustración 7. Dispositivos de pago en Florida - SunPass	25
Ilustración 8. Mapa de autopistas en Florida con Sistema SunPass.....	26
Ilustración 9. Autopista Central Chile	26
Ilustración 10. Mapa Peajes de la Autopista Central de Chile	27
Ilustración 11. Autopista Urbana Norte México	28
Ilustración 12. Autopista Central de Londres.....	29
Ilustración 13. Singapur	30
Ilustración 14. Localización del Proyecto.....	38
Ilustración 15. Longitud total del corredor Av. Boyacá entre CL 170 y Av. Tunjuelito	39
Ilustración 16. Sección Carril Expreso Un Solo Carril.....	53
Ilustración 17. Sección Carril Expreso Dos Carriles	53
Ilustración 18. Entrada Carril Expreso Un Carril	53
Ilustración 19. Entrada Carril Expreso Dos Carriles	54
Ilustración 20. Intersección en T	55
Ilustración 21. Intersección en cruz	55
Ilustración 22. ZAT que influyen sobre la Av. Boyacá entre la CL 170 y La Av. Tunjuelito	56
Ilustración 23. Localización de Peajes sobre La Av. Boyacá entre la CL 170 y la Av. Tunjuelito	60
Ilustración 24. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión	68
Ilustración 25. Opciones de movilización si existiera un cobro de peaje urbano.....	68
Ilustración 26. Restricción en el uso del vehículo o pago por descongestión	69
Ilustración 27. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión (por estratos)	

.....	70
Ilustración 28. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión (por edades)	
.....	71
Ilustración 29. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión (por distancia de recorrido)	
.....	72
Ilustración 30. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión (personas con mayor frecuencia de usar el auto vs personas que con mayor frecuencia usan otros medios de transporte)	
.....	74
Ilustración 31. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión	75
Ilustración 32. Elementos de un peaje	77
Ilustración 33. Medio predominante en viajes en la Av. Boyacá entre la Calle 170 y La Av. Tunjuelito	80

ANEXOS

Anexo 1. Planos de Zonas de análisis de tránsito (ZAT) de la Avenida Boyacá entre el tramo de la Calle 170 y la Avenida Tunjuelito.

Anexo 2. KMZ de localización peajes urbanos.

Anexo 3. Resultados Encuesta Origen – Destinos hogares realizada por la Secretaria de Movilidad en el año 2015.

Anexo 4. Preguntas y resultados encuesta sobre Peajes Urbanos en Bogotá D.C.

Anexo 5. Simulación de un escenario del tránsito vehicular dentro de un carril rápido con peaje electrónico.

1. TÍTULO DEL PROYECTO.

Análisis de la implementación del modelo de peajes urbanos internacionales para la aplicación en el corredor vial de la Avenida Boyacá en la ciudad de Bogotá D.C.

2. RESUMEN.

Como alternativa de solución a los problemas actuales de movilidad que se presentan en Bogotá D.C., se realizó el análisis de la implementación de un sistema de peajes urbanos sobre el corredor vial de la Av. Boyacá entre la calle 170 y la Avenida Tunjuelito; de manera que se genere una reducción de la demanda vehicular, se garantice un flujo libre de los autos y se produzca un ahorro en los tiempos de viaje de los conductores. Para la consecución de este objetivo se realizó el estudio del funcionamiento de los peajes urbanos en distintas ciudades del mundo, y adicionalmente se analizaron los impactos sociales de la alternativa propuesta a través de la aplicación de una encuesta sobre una muestra representativa de la población a cerca de la condición actual de la movilidad bogotana y sobre la percepción de este tipo de cobros. De esta manera se logró determinar la forma de cobro más adecuada, los criterios para la definición de las tarifas, el tipo de peaje a implementar, el tipo de usuarios del sistema, los horarios del servicio y los tiempos probables de ahorro por recorrido.

Palabras Clave: Peajes Urbanos, movilidad, flujo vehicular libre, automóvil, vía concesionada, carril rápido, recaudo vehicular, demanda, congestión.

Abstract

As an alternative solution to current mobility problems that arise in Bogotá D.C., It has been made an analysis of the implementation of a system of urban tolls on the road corridor Av. Boyacá between 170th Street and Tunjuelito Avenue so as to generate a reduction in vehicular demand, that guarantee a free flow of the cars and a saving in travel times for drivers.

In order to achieve this goal, the study of the operation of urban tolls in different cities of the world was carried out, in addition, the social impacts of the proposed alternative were analyzed through the application of a survey on a representative sample of the population, this survey is about the current condition of Bogota's mobility and about the perception of this type of charges

In this way it was possible to determine the most appropriate form of payment, the criteria for the definition of rates, the type of toll to be implemented, the type of system users, the hours of service and the probable savings times per trip.

Keywords: Urban tolls, mobility, free flow vehicle, automobile, concessioned road, fast lane, vehicular collection, demand, congestion, Transportation Analysis Areas (ZAT).

3. INTRODUCCION.

En este documento se realiza un análisis de la implementación del modelo de peajes urbanos internacionales para la aplicación en el corredor vial de la Avenida Boyacá desde la Calle 170 hasta la Avenida Tunjuelito en la ciudad de Bogotá D.C., como alternativa de solución a los problemas actuales de movilidad que se presentan sobre este corredor de la ciudad de Bogotá D.C., por medio de un reconocimiento y caracterización del tramo existente, principalmente en las intersecciones del corredor.

La documentación, los análisis y los resultados presentados están basados en información secundaria. Es así como se presenta en la primera sección una descripción general de lo que consiste el proyecto, una breve descripción de la metodología de investigación, una descripción del tramo existente de la Avenida Boyacá comprendido entre la Calle 170 y la Avenida Tunjuelito, una propuesta de intervención de peajes sobre el corredor en estudio, un análisis de resultados y una comparación del funcionamiento de los peajes urbanos de diferentes proyectos encontrados en distintas ciudades del mundo, un análisis en base a las encuestas hogares elaborada por la secretaria de movilidad de origen-destino de los viajes desde la Avenida Boyacá a diferentes sitios de la ciudad de Bogotá, donde se determina tiempos de viaje y ahorro de tiempos de recorrido con la implementación del proyecto y los posibles lugares donde se podrían localizar los peajes, de esta manera se

obtuvieron las conclusiones de los objetivos planteados y las recomendaciones para la implementación del proyecto.

4. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el acelerado aumento del parque automotor está generando gran congestión vehicular, la cual es traducida en demoras en los trayectos y pérdida de producción de los ciudadanos y afectación a su calidad de vida. Por este motivo, la administración distrital ha considerado como una opción para descongestionar las vías la implementación de un *“esquema de cobros por congestión”* a través de sistemas de alianzas público-privadas para desarrollar proyectos viales que mejoren la movilidad en Bogotá.

De acuerdo con esto, el presente proyecto pretende analizar los diferentes modelos de “peajes urbanos” utilizados en ciudades internacionales para presentar una propuesta de implementación del cobro por congestión en el corredor vial de la Avenida Boyacá entre la calle 170 y la Avenida Tunjuelito en la ciudad de Bogotá D.C.

5. OBJETIVOS Y ALCANCE

5.1. Objetivo general

Generar un documento en donde se establezca como debería funcionar el sistema de peajes y su tarificación en el corredor vial de la Avenida Boyacá desde la Calle 170 hasta la Avenida Tunjuelito en la ciudad de Bogotá D.C.

5.2. Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar el corredor vial de la Avenida Boyacá en la ciudad de Bogotá D.C.
- Analizar el funcionamiento de los peajes en vías urbanas Internacionales.

- Definir alternativas para el sistema de pago por congestión dentro del proyecto.
- Determinar las características de la infraestructura vial que debe tener un proyecto para el cobro por congestión dentro de la ciudad de Bogotá.
- Estimar los costos aproximados de la implementación de la alternativa para el sistema de pago por congestión, tomando como base los costos de proyectos similares ejecutados en ciudades de otros países.

5.3. Alcance

El proyecto tiene como finalidad el estudio de experiencias internacionales para el esquema de cobro por congestión, además se enfocará en la percepción de los ciudadanos de Bogotá en cuanto a los peajes en la ciudad, de manera que la información analizada permita seleccionar la mejor alternativa para su implementación en la ciudad de Bogotá sobre el corredor vial de la Avenida Boyacá desde la Calle 170 hasta la Avenida Tunjuelito.

El proyecto se desarrolló tomando como base las experiencias de diferentes países alrededor del mundo con el esquema de cobro por congestión, adicionalmente se revisaron los datos disponibles de la “Encuesta de movilidad de Bogotá 2015” realizada por la Secretaría de Movilidad de Bogotá la cual definió los orígenes y destinos de los hogares de la ciudad de Bogotá, para el análisis de tránsito del proyecto presentado se identificaron las zonas de análisis de tránsito que intervienen con el corredor previamente establecido, posteriormente se tomaron los puntos que registraron un mayor flujo de entradas y salidas de vehículos y por último se seleccionaron los tramos que luego de un cálculo realizado con una velocidad en condiciones ideales (velocidad máxima permitida) reportaron un ahorro de tiempo mayor o igual a 15 minutos y sobre dichos tramos se consideró la ubicación de los peajes. Además, se aplicó una encuesta que permitió conocer la percepción de los ciudadanos de Bogotá sobre dicho sistema.

También se elaboró un cuadro comparativo estimando los costos aproximados de un peaje electrónico y un peaje manual.

Para finalizar, es necesario tener en cuenta que la propuesta que aquí se presenta solo considera el análisis del corredor vial, la localización de los carriles rápidos y la ubicación de los peajes, y no contemplará el urbanismo de la zona de influencia (edificabilidad, espacio público, equipamientos, tendencias inmobiliarias y proyectos de renovación), tampoco se analizará el transporte masivo y de carga los cuales hacen parte de otro tipo de proyectos que podrían llegar a complementar el presente estudio, ya que de ninguno de estos tópicos depende directamente del buen funcionamiento del sistema de peajes planteado en el proyecto.

6. DELIMITACIÓN PROYECTO

El proyecto se desarrolla en la ciudad de Bogotá D.C, sobre el corredor vial de la Avenida Boyacá desde la Calle 170 hasta la Avenida Tunjuelito, haciendo uso exclusivo de los carriles izquierdos de cada calzada como carriles de uso exclusivo.

7. MARCO DE REFERENCIA

7.1. Antecedentes temáticos de la investigación

7.1.1. Tipos de peaje

“A causa de los problemas por congestión vial en las principales ciudades del mundo, se han concebido los peajes Urbanos como solución para la disminución del tráfico vehicular en la ciudad, pero esta solución generó otro problema asociado con el cobro de peajes, al realizar el cobro se genera congestión y demoras en horas picos en las estaciones de peaje o los fines de semana cuando los ciudadanos salen y regresan de la ciudad por motivos de viaje a zonas rurales. Para evitar estas demoras en los puntos de ubicación del peaje se han venido creando nuevas tecnologías o sistemas para hacer eficientes estos cobros, por lo cual se tienen diferentes tipos de peaje vial:

- Peaje abierto o tradicional: A lo largo de la carretera existen casetas de peaje instaladas y vías canalizadas con o sin barrera, lo que implica la construcción de grandes plazas de peaje en las autopistas.

- **Peaje cerrado:** Una vez que el vehículo entra a la carretera este no puede salir sin haber cruzado por lo menos un sistema de peaje, los peajes están ubicados a lo largo de la vía concesionada para hacer cobros por longitud recorrida.
- **Peaje urbano de congestión:** Son los que se implementan en grandes ciudades con el objetivo de disminuir la cantidad de vehículos que acceden a determinada zona y disminuir la contaminación generada por las emisiones de los vehículos.
- **Peajes multi carriles de flujo libre:** Es un pórtico instalado al lado o encima de la carretera permitiendo el paso libre de los vehículos, el pórtico viene equipado con detección de presencia de vehículos, identificación del vehículo y cámaras para comprobar si una etiqueta de pago válido está instalada en cada vehículo. Este tipo de peaje es usualmente usado cuando no hay espacio para una plaza de peaje, como en un entorno urbano. Cuando los controles de conformidad fallan el cobro es forzado mediante las imágenes captadas por las cámaras y leídas con un software OCR (Reconocimiento óptico de caracteres).”^[1]

7.1.2. Sistemas de cobro

“El cobro de peaje por lo general se hace para recuperar parte o la totalidad de los costos generados por la construcción, operación y mantenimiento de carreteras, puentes y túneles.

Algunos sistemas de cobro de peaje son los siguientes:

- **Peaje Manual:** Este sistema de cobro usualmente se usan en los peajes abiertos o tradicionales, el cobro se hace de manera manual usando papel, efectivo y/o tarjetas inteligentes en esta operación interviene un operador dentro de una caseta y el usuario del vehículo.

¹ Rosales Santiago, Frank, ¿El peaje califica como un tributo?, Trabajo de Grado, Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Derecho.

- Peaje sombra: En este tipo de peajes el estado le paga al operador, y el estado a través de impuestos cubre la tarifa de los peajes.”^[2]
- “Peaje basado en la red GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) /CN Cellular Network: El cobro de peajes se hace mediante un sistema satelital, el cual está basado en el tiempo, la distancia recorrida y/o la ubicación del vehículo en la red de carreteras. Por lo general este sistema se usa para el cobro de peajes de vehículos pesados.”^[3]
- Peaje electrónico: “Es un conjunto de tecnologías que permite el pago de peajes en forma electrónica, usando equipo especial localizado en soportes sobre los carriles de tránsito. Los vehículos deben tener un código adhesivo o un transpondedor en el parabrisas, con el que se acredita la circulación libre por las carreteras.”^[4]

7.1.3. Sistemas de control

“La elección de la tecnología de peaje que haga un cobro electrónico (peajes ETC “Electronic Toll Collection”), está enfocada principalmente a la solución de aspectos como a la reducción de la congestión, mejorar el rendimiento y a la reducción de las emisiones nocivas, también tenemos otros aspectos que son los que nos limitan a la elección de estas tecnologías como lo son las políticas de peaje, problemas de seguridad, construcción, costos de operación y la disponibilidad de tierras, que son las que nos llevan a determinar cuál es la estrategia de despliegue más adecuada y la tecnología a utilizar.

- Tecnología DSRC o RFID “sistema de comunicación vehicular”: Es usada cuando se incorporan peajes en un lugar específico ya que la tecnología está diseñada para comunicarse con una etiqueta sobre una distancia muy corta hasta 7 o 10 m. esta tecnología requiere de un costo inicial para proveer a los vehículos de estas etiquetas,

² Rosales Santiago, Frank, ¿El peaje califica como un tributo?, Trabajo de Grado, Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Derecho.

³ Asociación mundial de carreteras (AIPCR), Manual Explotación de la red vial y sistemas inteligentes de transporte, Cobro de Peaje | RNO/ITS.

⁴ Florida’s Turnpike. Preguntas Frecuentes Sobre Carreteras Con Peaje Totalmente Electrónico y Sin Casetas, abril de 2014.

procesos automatizados y permisos.

- Cobro de peaje por video: Funciona a través del reconocimiento de las placas y el tipo de vehículo que ingresa a una vía expresa; no requiere de ninguna tecnología en el vehículo para ser instalado, el costo inicial de la implementación de esta tecnología es más bajo, pero es usada para cuando se tienen pequeños porcentajes de vehículos y requiere de intervención manual para la interpretación de las imágenes más pobres.”^[5]
- “Tecnología GNSS/CN: Esta apoyado por los mapas digitales precisos y sistemas de aplicación de cámaras, por lo general fijas y móviles, puede ser una solución económica para una red de carreteras grandes.”^[6]

7.1.4. Peajes Urbanos Nacionales

En Colombia la experiencia con peajes urbanos es limitada, actualmente la única vía que funciona con peajes urbanos está localizada en Cartagena, en la **Tabla 1**, se registra información sobre esta vía concesionada, es de aclarar que la información registrada es tomada de varias fuentes bibliográficas relacionadas en el capítulo de bibliografía:

Tabla 1. Características principales del peaje urbano en Cartagena

INDICATIVO	DESCRIPCIÓN
Ciudad	Cartagena
Nombre autopista	Corredor de acceso rápido a la variante de Cartagena
Ubicación	Inicia en la entrada a la Sociedad Portuaria Regional Cartagena, en Manga, kilómetro 0, y finaliza en el corregimiento de Pasacaballos, kilómetro 18.
Inversión	60.000 millones de pesos
Longitud de vía	27 kilómetros
Concesión	Concesión Vial de Cartagena, conformada por Álvarez & Collins S.A., Gercon Ltda. y KMC Ingenieros Ltda.
Duración de la concesión	12 años y medio
Fórmula de pago	20 por ciento por el sistema de valorización y un 80 por ciento por el de peajes

⁵ Asociación mundial de carreteras (AIPCR), Manual Explotación de la red vial y sistemas inteligentes de transporte, Cobro de Peaje | RNO/ITS.

⁶ La experiencia Internacional en peajes urbanos, Cuadernos de investigación urbanística, Julio Pozueta Echavarrí, Doctor Ingeniero de caminos, Universidad Politécnica de Madrid, Cuaderno de Investigación No. 58, Mayo/junio 2018.

INDICATIVO	DESCRIPCIÓN
Inversión excedentes en el recaudo	Obras viales
Numero de peajes	4 peajes urbanos
Tecnología usada	Peaje electrónico y peaje manual
Incentivo	Agilizar el tránsito de la mercancía entre la Sociedad Portuaria hasta la Zona Industrial de Mamonal
Cargo de congestión	Tipo de vehículo
Cuota de peaje en horas pico (pesos colombianos)	Categoría I.1, taxis, \$2.400 manual y \$2.300 telepeaje; Bazurto, livianos y automóviles \$2.700 manual y \$2.500 telepeaje; Categoría I, livianos y automóviles \$2.900 manual y \$2.800 telepeaje; Categoría II, buses y busetas, \$4.600; Categoría III, camiones de 2 ejes, \$8.200; Categoría IV, camiones 3 y 4 ejes, \$10.700; Categoría V, camiones de más de 5 ejes, \$16.400.
Tipo de usuarios	Taxis, automóviles, buses y busetas, camiones
Conflictos sociales	Los camioneros, taxistas y transportadores de buses se oponen rotundamente al cobro de peajes dentro del perímetro urbano porque lo consideran un castigo económico para su actividad.
Afectación comercial	La zona en donde se encuentra ubicado el peaje “Vikingos”, se vio afectada por embotellamientos vehiculares causados por la presencia del peaje.

A pesar de la poca experiencia que ha tenido Colombia en Autopistas Urbanas con peaje, se han venido realizando estudios de casos para un cobro de peaje por congestión en diferentes ciudades basados en experiencias Internacionales:

Bogotá:

“Entre el año 2008 -2012, Bogotá adelantó un programa de Autopistas Urbanas – PAU con el apoyo de la Corporación Andina de Fomento –CAF, el Instituto de Desarrollo Urbano IDU y la Secretaría Distrital de Movilidad, para el sector de la movilidad; el proyecto consiste en concesionar las principales vías de la ciudad desarrollándolo en distintas etapas:

Etapas 1: Definición del Programa y viabilidad del Proyecto Piloto: Durante el año 2010 se definieron trece corredores viales, con un total de 169.48 km, que contaran con calzadas preferenciales para aquellos usuarios que deseen pagar peaje, los corredores se dividieron en cuatro grupos para su concesión, como se puede apreciar en la **Ilustración 2**:

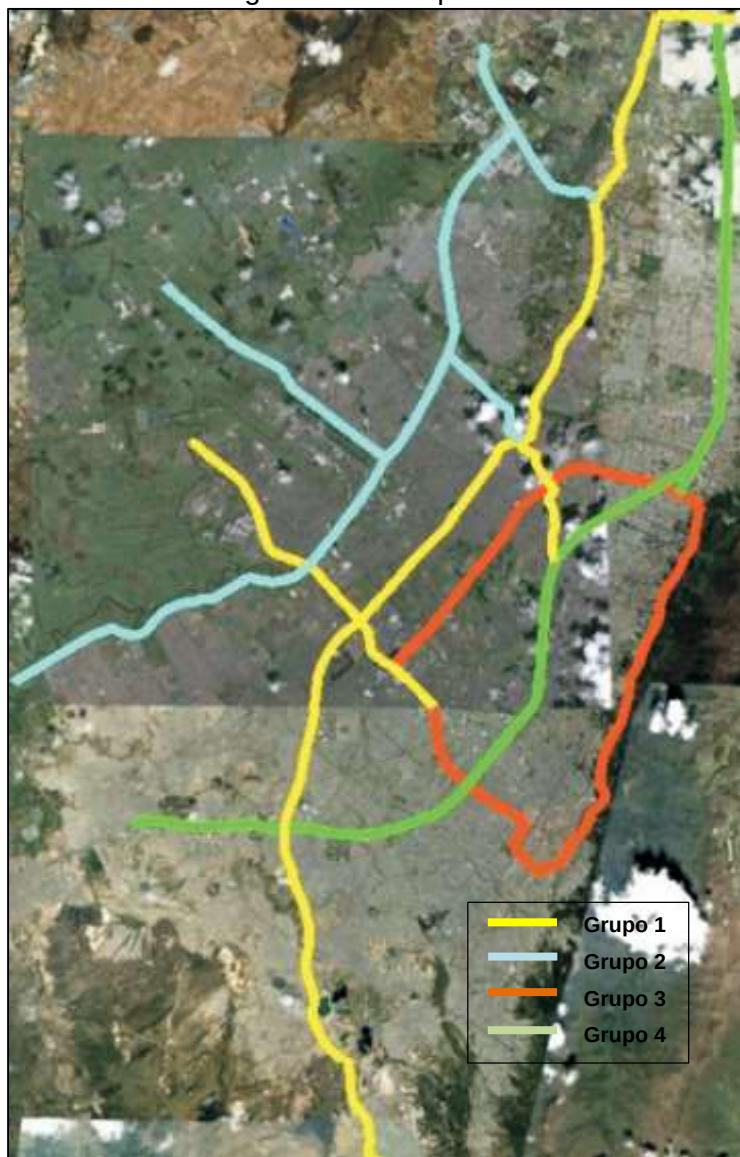
- Grupo 1: Avenidas Boyacá, Guaymaral, el Canal Salitre y Centenario, con una longitud de 57,05 Km.
- Grupo 2: Longitudinal de Occidente (ALO), José Celestino Mutis, Suba-Cota y Morisca, con una longitud de 42,72 Km.
- Grupo 3: Av. Norte-Quito-Sur (NQS), abarcando un tramo de la carrera 11, con una longitud de 36,37 Km.
- Grupo 4: Av. Circunvalar de Oriente, Av. del Congreso Eucarístico, la calle 100, la Av. Comuneros y la Av. Hortúa, con una longitud de 33,34 Km.

Etapas 2: Estructura del Proyecto Piloto: En esta etapa se adelantó una estructuración a nivel técnico, legal y financiero, se estableció la articulación de la concesión de los corredores pertenecientes al grupo 1 y grupo2.

Etapas 3: Promoción y selección del Concesionario: No se evidencian avances en los

estudios.”^[7]

Ilustración 2. Programa de Autopistas Urbanas – PAU



Fuente: Subsecretaría de Política Sectorial – SDM.

Además de los estudios realizados en Bogotá, también se han realizado estudios de caso y tesis realizadas en distintas Universidades, entre estas se puede mencionar la

⁷ Balance de Gestión Sector Movilidad 2008-2012, Secretaria de planeación, Alcaldía Mayor de Bogotá, noviembre de 2011.

Universidad de Los Andes, ver **Tabla 2:**

Tabla 2. Características principales de los estudios de peajes urbanos en ciudades Nacionales

CIUDAD	NOMBRE AUTOPISTA	INSENTIVO	Tipo de peaje	CARGO DE CONGESTIÓN	DESTINACION DEL RECAUDO	TIPO DE VEHICULOS EXCLUIDOS DEL COBRO
Bogotá	Carrera 7 y Autopista Norte entre las Calles 72 y 116	Racionalización en el uso del vehículo particular.	Peaje electrónico con sistema Free Flow	La tarifa dependerá de la capacidad de pago de los ciudadanos, del tipo de vehículo por grado de congestión, y de la preferencia por parte de los usuarios al uso del transporte público y modos no motorizados.	Un 50% estará destinado al transporte masivo, un 20% estará destinado al transporte no motorizado, un 20% estará destinado al mantenimiento de la infraestructura vial y el 10% sobrante estará destinado a la mitigación de la contaminación ambiental	Vehículos automotores impulsados exclusivamente por motores de cero emisiones, Caravana Presidencial, Vehículos de las fuerzas armadas y de los organismos de seguridad del Estado, Vehículos de emergencia, Vehículos de personas con discapacidad física, Vehículos destinados al control de tráfico incluyendo grúas que se utilicen para el mismo propósito.
Bogotá	Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) en el tramo comprendido entre los límites con los municipios de Chía y Mosquera	Conectar de norte a sur la capital y reducir distancias	Peaje electrónico			
Cali	La Autopista Sur entre Calles 23 y 26, Y La Avenida Pasoancho entre Carrera 44 y 56	Obtener recursos para destinarlos a una movilidad sostenible, construir vías para los peatones, reducir la congestión en la ciudad.	Peaje electrónico			
MEDELLIN	Avenida El Poblado	Disminuir la tasa de contaminación, mejorar la movilidad en zonas saturadas por el tráfico	Peaje electrónico			

Fuente: Elaboración propia

7.1.5. Peajes Urbanos Internacionales

“Las ciudades del mundo que cuenta con el cobro de peajes urbanos son los siguientes:

- En 1975, Singapur es la primera ciudad en implementar peajes urbanos de funcionamiento manual y en 1998 termina de modernizar el sistema mediante funcionamiento electrónico.
- En 1986, Noruega implementa el anillo de peaje de Bergen para aportar en el financiamiento de un programa de construcción de carreteras.
- Entre 1990-1992 y en 2001, nuevamente en distintas ciudades de Noruega se implementan peajes con el mismo objetivo del peaje de Bergen, adicionando nuevos aportes en el transporte público y otros modos.
- En 1998, Roma comenzó a utilizar el cobro y control y en 2001 lo modernizo.
- En 2003, Londres limita el acceso de vehículos a la zona central mediante tarifas por congestión y en el 2007 amplio el sistema.
- En 2003 Estocolmo inicio con pruebas el funcionamiento de peajes urbanos y en el 2007 lo implemento.
- En 2008, Milán introdujo el peaje urbano electrónico llamado Ecopass
- En 2002, Durham, Reino Unido implantó esquema de tarifas de congestión.

Se pueden mencionar algunas ciudades que también implementaron peajes urbanos, pero el sistema fue rechazado o no funciono su implementación:

- Entre 1983 y 1985 Hong Kong realizó estudios, pero finalmente fue rechazado por el distrito.
- En 1989, Roma limita el paso de vehículos en el centro histórico, pero el sistema no funciono debido al escaso control del acceso de los vehículos.
- Edimburgo capital de Escocia 2002
- Nueva York área Manhattan julio del 2007
- Gran Manchester 2008”^[8]

⁸ La experiencia Internacional en peajes urbanos, Cuadernos de investigación urbanística, Julio Pozueta Echavarri, Doctor Ingeniero de caminos, Universidad Politécnica de Madrid, Cuaderno de Investigación No. 58,

“También se pueden mencionar Autopistas Concesionadas en Latinoamérica:

- Santiago de Chile - Autopista Central implemento peajes electrónicos.
- México, algunas de sus autopistas urbanas funcionan con peajes electrónicos y otras funcionan con peajes de cobro manual.”^[9]

7.1.5.1. Características principales del funcionamiento de los peajes en vías urbanas internacionales:

La información registrada en la **Tabla 3**, es tomada de varias fuentes bibliográficas relacionadas en el capítulo de bibliografía:

Mayo/junio 2018.

⁹ Autopista Central – Historia, Cruza la Región Metropolitana de norte a sur a través de los ejes Ruta 5 y General Velásquez

Tabla 3. Características principales del funcionamiento de las autopistas urbanas Internacionales con peaje

CIUDAD	NOMBRE AUTOPISTA	POBLACION BENEFICIADA	LONGITUD DE VÍA	NUMERO DE ENTRADAS	NUMERO DE SALIDAS	HORARIO DEL SERVICIO	INVERSIÓN	TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL	TECNOLOGÍA USADA	FORMA DE PAGO	OBJETIVO	CARGO DE CONGESTIÓN	TARIFAS DE LOS PEAJES	TIPO DE USUARIOS
AMÉRICA DEL SUR														
Santiago de Chile	Autopista Central	6.123.491,00	60,5 km	Entradas de Norte a Sur: 45 Entradas de Sur a Norte: 41	Salidas de Norte a Sur: 37 Salidas de Sur a Norte: 42	Lunes a viernes desde la 7:00 a. m hasta las 9:00 p. m, sábados y festivos desde la 7:30 a. m hasta las 3:00 p. m y Domingos desde las 6:00 p. m hasta las 8:00 p. m	US\$ 455.000.000 (según oferta técnica)	40% de los vehículos de Santiago	Peaje automático Free Flow	Pago electrónico de los pasos de vehículo sin detención, mediante dispositivo TAG	Su servicio es considerado de gran necesidad debido al sostenido crecimiento del parque automotriz, tanto de la Región Metropolitana, como a nivel nacional.	Longitud recorrida (Tasas por congestión se analiza las horas de máxima congestión y se aplica tarifas más fuertes en esas horas)	396 pesos	Categorías 1 y 4: Motos, autos y camionetas Categoría 2: Buses y camiones Categoría 3: Buses articulados y camiones con remolque
AMÉRICA DEL NORTE														
Ciudad de México	Autopista Urbana Norte	8.918.653,00	9,8 km	11	11	24 Horas	525.5 EUROS 56.9%	55207	Peaje electrónico	Pago electrónico, mediante dispositivo TAG	Generar nueva infraestructura y financiación de autopista Urbana se generan tasa por congestión	Longitud recorrida	Tiene dos tipos de tarifas, una para horas valle (baja afluencia vehicular) y otra para hora pico (de alto aforo). Recorrer en hora valle la vialidad tiene un costo de 36.98 pesos, mientras que hacerlo	Categorías 1 y 4: Motos, autos y camionetas Categoría 2: Buses y camiones Categoría 3: Buses articulados y camiones con remolque

CIUDAD	NOMBRE AUTOPISTA	POBLACION BENEFICIADA	LONGITUD DE VÍA	NUMERO DE ENTRADAS	NUMERO DE SALIDAS	HORARIO DEL SERVICIO	INVERSIÓN	TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL	TECNOLOGÍA USADA	FORMA DE PAGO	OBJETIVO	CARGO DE CONGESTIÓN	TARIFAS DE LOS PEAJES	TIPO DE USUARIOS
													en hora pico cuesta hasta 54.25 pesos	
Ciudad de México	Autopista Urbana Sur	8.918.653,00	13,5 km	Entradas de Norte a Sur: 4 Entradas de Sur a Norte: 5	Salidas de Norte a Sur: 6 Salidas de Sur a Norte: 4	24 Horas	2 mil 478 millones de pesos		Peaje electrónico	Pago electrónico, mediante dispositivo TAG	Generar nueva infraestructura y financiación de autopista Urbana se generan tasa por congestión	Longitud recorrida	85 Pesos	Sólo vehículos ligeros. No podrán ingresar bicicletas, motocicletas, camiones desde 2 hasta 9 ejes y a partir de 3.5 toneladas, autobuses desde 2 hasta 4 ejes, vehículos con remolque y limusinas.
Ciudad de México	Circuito Exterior Mexiquense	8.918.653,00	155 km			24 horas	1067.3 EUROS 29%	354.415	Casetas para pago de peaje	Pago efectivo, en	Generar nueva infraestructura y financiación de autopista Urbana se generan tasa por congestión	Ingreso al circuito		Todos los tipos de vehículos tienen que pagar
Ciudad de México	Viaducto Elevado Bicentenario	8.918.653,00	32 km	Entradas de Norte a Sur: 9 Entradas de Sur a Norte: 5	Salidas de Norte a Sur: 4 Salidas de Sur a Norte: 8	24 horas	395.3 EUROS 56.9%	32695	Peaje electrónico	Pago electrónico, mediante dispositivo TAG	Generar nueva infraestructura y financiación de autopista Urbana se generan tasa por congestión	Ingreso al viaducto		Restricción de motos, camiones y bicicletas
Ciudad de México	Supervía Poniente	8.918.653,00	10km			24 horas	320 EUROS 28.4%	77313	Peaje electrónico	Pago electrónico, mediante dispositivo TAG	Tiene como propósito resolver los problemas de conectividad que sufre la	Ingreso al Supervia Poniente	16.31 pesos por kilómetro	Restricción de motos, camiones y bicicletas

CIUDAD	NOMBRE AUTOPISTA	POBLACION BENEFICIADA	LONGITUD DE VÍA	NUMERO DE ENTRADAS	NUMERO DE SALIDAS	HORARIO DEL SERVICIO	INVERSIÓN	TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL	TECNOLOGÍA USADA	FORMA DE PAGO	OBJETIVO	CARGO DE CONGESTIÓN	TARIFAS DE LOS PEAJES	TIPO DE USUARIOS
											zona de Santa Fe.			
Hollywood (Florida)	Florida Turnpike o Ronald Reagan Turnpike	El sistema Turnpike se usa diariamente por un promedio de más de 2 millones de conductores	778 km			24 horas del día, los siete días de la semana.			Sistema de Toll Electrónico con el sistema Sun Pass, en el cual se registra tu ingreso y salida electrónicamente, para los clientes sin SunPass, la alternativa es TOLL-BY-PLATE, un sistema de recolección que toma una foto de la matrícula de un vehículo mientras viaja con el costo de los gastos generales instalados y envía una factura por los peajes incurridos durante un período de más de 30 días.	pago electrónico, multas	Mejorar la movilidad del tránsito, aliviar la congestión, ofrecer opciones adicionales para viajes por carretera, acomodar el futuro desarrollo y crecimiento regional, mejorar el proceso de evacuación en casos de emergencia, y mejorar el sistema de conexiones entre autopistas claves con accesos limitados en el sur de la Florida	El precio varía en función del tráfico, longitud recorrida y por número de ejes en el vehículo	El precio varía en función del tráfico, longitud recorrida y por número de ejes en el vehículo	Los carriles expreso principalmente como para uso de autobuses de pasajeros, vehículos de emergencia como ambulancias y autos de policía o para los que manejan vehículos eléctricos o híbridos, o con tres o más ocupantes que estén registrados como carpool.
EUROPA														
Londres	Anillo de circunvalación interno	8.787.892,00	N.A	230 puntos de control de acceso	N/A	Lunes a viernes de la 7:00 a. m hasta las 6:30 p. m	No incluye costos de regulación del tráfico 97M	El volumen de circulación diario por la zona es de 250.000 vehículos.	Cámaras de circuito cerrado, cámaras móviles, registro de placas automático, las zonas se identifican con una C mayúscula con señalización	Transacción Bancaria, por medio de internet, mensajes SMS, máquinas de pago en la calle, por correo y por teléfono	Disminuir la tasa de contaminación, reducir la congestión, mejorar el transporte público en autobús,	Una vez por día	11.7 E	Existen excepciones para el pago de estas Tarifas: *Vehículos de dos ruedas, Vehículos Públicos, Autobús, Vehículos de

CIUDAD	NOMBRE AUTOPISTA	POBLACION BENEFICIADA	LONGITUD DE VÍA	NUMERO DE ENTRADAS	NUMERO DE SALIDAS	HORARIO DEL SERVICIO	INVERSIÓN	TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL	TECNOLOGÍA USADA	FORMA DE PAGO	OBJETIVO	CARGO DE CONGESTIÓN	TARIFAS DE LOS PEAJES	TIPO DE USUARIOS
									vertical y horizontal en los sitios donde se registran los vehículos por el pago.		mejorar la fiabilidad para los usuarios de automóviles, hacer más eficiente la distribución de mercancías y servicios			emergencia, Vehículos Alternativos. Se aplica descuentos Residentes 90 %, Conductores minusválidos y vehículos de relación 100%
Roma (Italia)				22 puntos de control de acceso		Días laborales 6:30 a. m hasta las 6:30 p. m y los sábados de 2:00 a. m hasta las 12:00 p. m					Reducir el tráfico en el centro para evitar su deterioro	Anual	340 E	Están exentos los taxis, las motos
Oslo (Noruega)				19 puntos de control de acceso		24 horas del día, los siete días de la semana.			Transponder especial, AutoPASS		Financiar la construcción de 50 proyectos de infraestructura	Diaria	2.6 Euros	
ASIA														
Singapur		4.830.000,00		28 (+14) puntos de control de acceso		Días laborales 7:30 a. m hasta las 6:30 p. m y los sábados de 7:30 a. m hasta las 2:00 p. m			Sistema electrónico (ERP)	Los vehículos deben llevar obligatoriamente un dispositivo electrónico (IU) que carga directamente los importes en la cuenta bancaria del titular del vehículo	Reducir el volumen de tránsito en las principales arterias de la ciudad, reducir el volumen de tránsito en las zonas comerciales, disminuir las emisiones contaminantes a la atmósfera	Cada entrada y salida	1.5 Euros	Todos los vehículos pagan prácticamente la misma tarifa que los vehículos convencionales, Cobro en horas pico con algunos vehículos eximidos. Luego todos los vehículos a todas horas, con tarifa diferencial. Cobro

CIUDAD	NOMBRE AUTOPISTA	POBLACION BENEFICIADA	LONGITUD DE VÍA	NUMERO DE ENTRADAS	NUMERO DE SALIDAS	HORARIO DEL SERVICIO	INVERSIÓN	TRAFICO MEDIO DIARIO ANUAL	TECNOLOGÍA USADA	FORMA DE PAGO	OBJETIVO	CARGO DE CONGESTIÓN	TARIFAS DE LOS PEAJES	TIPO DE USUARIOS
														manual de licencias para todo el día o medio día.

Fuente: Elaboración propia

7.1.5.2. Experiencias de autopistas urbanas con peaje en otros países:

La información registrada en la **Tabla 4**, es tomada de varias fuentes bibliográficas relacionadas en el capítulo de bibliografía.

Tabla 4. Experiencias de autopistas urbanas con peaje en otros países

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
CAMBIARIO	Variacion es del peso frente a otras monedas	En caso de inversiones con moneda extranjera para los proyectos de infraestructura de autopistas, existe el riesgo de una gran fluctuación de la moneda extranjera	La Sociedad tiene contratado un Cross Currency Swap (CCS) con el Instituto de Crédito Oficial de España, con la finalidad de cubrir los									

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
		frente al peso la cual podría poner en riesgo los costos del proyecto	flujos de caja convirtiendo de esta forma los flujos en dólares en flujos ciertos en UF.									
	Tasa de interés	Posibilidad de sufrir pérdidas ocasionadas por cambios adversos en las tasas de interés de mercado que puedan afectar el valor de los instrumentos, contratos u otras operaciones registradas en la Sociedad.	La Sociedad presenta una baja exposición al riesgo de tasa de interés, por cuanto el 100% de sus compromisos financieros, originados para financiar el proyecto (Bono USD y Bono UF) se encuentran a tasa fija									
COMERCIAL	Aumento de Inflación	Deudas con tenedores (este riesgo puede ser mitigado aumentando el valor de los peajes cada al valor de la inflación)	La sociedad mantiene una deuda con los tenedores de un bono emitido en el mercado nacional en UF (Bono UF). Este riesgo es mitigado en cierta medida mediante las tarifas de									

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
			peaje, que se reajustan anualmente según la variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC) más un 3,5% real produciéndose un calce financiero aunque con retraso de doce meses.									
	Alteración en el comportamiento de tráfico y demanda	Cambios en la demanda vehicular por el cambio de sistema		Más calles promueven el aumento de coches y más contaminación. Esto se debe al efecto del tráfico inducido y viajes desviados. Una nueva autopista induce nuevo tráfico en el mediano y largo plazo, ya que crea una nueva oferta de infraestructura para el transporte.	Más calles promueven el aumento de coches y más contaminación. Esto se debe al efecto del tráfico inducido y viajes desviados. Una nueva autopista induce nuevo tráfico en el mediano y largo plazo, ya que crea una nueva oferta de infraestructura para el transporte.	Más calles promueven el aumento de coches y más contaminación. Esto se debe al efecto del tráfico inducido y viajes desviados. Una nueva autopista induce nuevo tráfico en el mediano y largo plazo, ya que crea una nueva oferta de infraestructura para el transporte. Se incentiva nuevos	La realización de estas obras actuarán como un promotor de un inevitable incremento del parque vehicular y específicamente en el incremento de automóviles particulares	La razón de ello es el fenómeno del tráfico inducido y los viajes desviados que se verán exacerbados por el mismo desarrollo de Santa Fe y su escasa y/o nula planeación urbana, así como de la misma ciudad. La supervía poniente conectará puntos de la		El esquema ha sido efectivo reduciendo los niveles de congestión, 30% de reducción de congestión en la zona inicial y 10% en zona adicional. Incremento de 6% en uso de transporte público y de 66% en viajes en bicicleta en la zona de cobro original.	El esquema ha sido efectivo, se redujeron los niveles de congestión entre un 15 y 20%	El esquema ha sido efectivo, reducción inicial de 44% en la congestión (incremento de 10 millas/h en velocidad). Diez años después, reducción permanente de 31% en el tránsito. Incremento de 20% en el uso de buses de transporte público.

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
			Se incentiva nuevos desarrollos habitacionales y comerciales en zonas beneficiadas por esta nueva autopista, creando un mayor tráfico derivado de los mismos.	Se incentiva nuevos desarrollos habitacionales y comerciales en zonas beneficiadas por esta nueva autopista, creando un mayor tráfico derivado de los mismos.	desarrollos habitacionales y comerciales en zonas beneficiadas por esta nueva autopista, creando un mayor tráfico derivado de los mismos.		ciudad de altos ingresos, Santa Fe y la zona del pedregal de San Ángel y San Jerónimo, con una población que tiene en su mayoría acceso al automóvil particular, lo que quiere decir que se generan nuevos viajes en automóvil que antes no existían por el simple hecho de unir dos poblaciones antes inconexas					
	Evasión del pago de las tarifas por los usuarios de la vía	Inadecuado control en las operaciones de pago en los peajes.	La legislación vigente contempla que a los infractores – los que utilizan la autopista sin dispositivos habilitados para el pago de peajes- se	Esto supondría una sanción económica que podría ascender hasta los 200 euros. A su vez, sabiendo que las autopistas	Las carreteras de peaje son gestionadas por concesiones privadas y cobran un importe por los servicios que prestan. "El no abonar	Las carreteras de peaje son gestionadas por concesiones privadas y cobran un importe por los servicios que prestan. "El no abonar el canon correspondient e, supondría un		Las carreteras de peaje son gestionadas por concesiones privadas y cobran un importe por los servicios que prestan. "El no abonar	La falta de pago de su peaje es una infracción móvil, según la sección 316.1001 F.S. y el incumplimiento de este estatuto puede resultar en la evaluación de una multa civil de \$ 100 o más, la			

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
			le aplicarán multas de tránsito y que la concesionaria tendrá derecho a cobrar el valor del peaje más una indemnización que lo compense, equivalente hasta 40 veces el peaje no pagado.	de peaje, en general, son gestionadas por concesiones privadas y cobran un importe por los servicios que prestan, es decir, el uso de una vía rápida, que está bien acondicionada y que no cuenta con injerencias externas de otros usuarios, el no abonar el canon correspondiente, supondría un derecho a la empresa concesionaria de reclamar el importe al titular del vehículo, por realizar un uso de ese servicio sin abonar la cuantía	el canon correspondiente, supondría un derecho a la empresa concesionaria de reclamar el importe al titular del vehículo, por realizar un uso de ese servicio sin abonar la cuantía correspondiente"	derecho a la empresa concesionaria de reclamar el importe al titular del vehículo, por realizar un uso de ese servicio sin abonar la cuantía correspondiente"		el canon correspondiente, supondría un derecho a la empresa concesionaria de reclamar el importe al titular del vehículo, por realizar un uso de ese servicio sin abonar la cuantía correspondiente"	evaluación de los costos judiciales y la suspensión del registro de su vehículo y / o la suspensión de su licencia de conducir.			

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
				correspondiente.								
	Vías alternas y paralelas usadas para eludir el pago del peaje	Congestión en corredores urbanos alternos	Los usuarios que viven en la zona sur de la Región Metropolitana prefieren tomar otros corredores viales	Es el ejemplo concreto de una visión inequitativa e insustentable de ciudad: al 20% que tiene carro en la Ciudad de México, los mayores recursos y vías rápidas para su transporte	Genera el fenómeno de tráfico desviado, los conductores tienden a elegir la nueva ruta al parecer más conveniente. Es decir, se crean cuellos de botella donde antes no existían	El sistema ha provocado mucha congestión en los corredores urbanos alternos que no son sujetos al cobro de peajes urbanos.		Genera el fenómeno de tráfico desviado, los conductores tienden a elegir la nueva ruta al parecer más conveniente. Es decir, se crean cuellos de botella donde antes no existían	195: Autopista muy popular en el sur de USA, que recorre el estado de la Florida. Libre de peajes, mucho tráfico sobre todo carga pesada, límite de velocidad 55 a 60 millas/hora.	Entre el 20-30% del volumen de los vehículos que entran diariamente a esta zona utilizaba rutas alternativas		Aumento del tránsito en pequeñas carreteras excluidas del pago. Estas, además, tienen menos capacidad y, por tanto, se forman grandes embotellamientos
	Fallos del software, equipos y/o instrumentos	Imposibilidad del recaudo o el cobro por el uso de la vía por el mal funcionamiento de la tecnología implementada	Se llevan a cabo en forma permanente mediciones continuas del rendimiento de los equipos y detección automática de errores									
SOCIAL	Instalación de los peajes urbanos.	La oposición de la comunidad a la instalación de los peajes urbanos puede generar alteraciones en el recaudo de ingresos								Varias tiendas y empresas se han visto afectadas directamente por el coste del peaje, tanto en términos de		

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS										
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE							EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)	
										pérdidas de ventas y en los gastos propios de la empresa, tal y como reconoció la Cámara de Comercio de Londres.			
	Desigualdad	Oposición particular de aquellos para quienes la tarifa a pagar resulta demasiado elevada para su poder adquisitivo y afecta al equilibrio de su economía.		Se favorece la movilidad motorizada de sectores de altos ingresos, sobre las necesidades más imperantes y básicas de la población de escasos recursos. Lo cual hace mucho más difícil que algún día pueda superar sus problemas económicos.	Se favorece la movilidad motorizada de sectores de altos ingresos, sobre las necesidades más imperantes y básicas de la población de escasos recursos. Lo cual hace mucho más difícil que algún día pueda superar sus problemas económicos.	Se favorece la movilidad motorizada de sectores de altos ingresos, sobre las necesidades más imperantes y básicas de la población de escasos recursos. Lo cual hace mucho más difícil que algún día pueda superar sus problemas económicos.	La primera objeción se refiere a la asignación de recursos públicos y cuestiona el uso de recursos en los segundos niveles en lugar de utilizarlos para fortalecer e incentivar el uso de transporte público, como el Metro. Se plantea que esa asignación es errónea en un sentido mayúsculo: va en contra de consensos técnicos y políticos que por motivos de eficiencia, equidad y ambientales, recomiendan	Se crea un favoritismo a ciertos grupos y concesionarias, se promueve el transporte privado sobre el público	Utilizar las autopistas frecuentemente “es un lujo” que sólo se pueden dar “las personas con mucho dinero que ni se dan cuenta de los aumentos	El sistema afecta más a las clases más desfavorecidas que a las ricas, ya que el cargo por acceder a la zona es de 8 libras sin tener en cuenta el modelo y tamaño del vehículo			

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
							fortalecer el transporte público.					
	Reclamos y demandas	No aceptación del proyecto	Se mantienen contratados seguros para defender, indemnizar y mantener libre a la empresa ante reclamos, demandas y en general de acciones en su contra.					Se inició un movimiento que recurrió fundamentalmente a marchas y plantones y aseguró en declaraciones públicas y en entrevistas que se publicaron entre junio y julio de 2012 que sólo 0.4% de la población se veía beneficiado con la construcción del proyecto. El dilema de la viabilidad de la construcción es que el Gobierno del Distrito Federal (GDF) no presentó un estudio consensuado sobre el	La razón principal por las quejas de muchos residentes es el peso que les ha traído en sus gastos personales	Se realizó una consulta con los agentes sociales a lo largo de dieciocho meses. También se llevaron a cabo campañas informativas, con un teléfono de información y sitios web específicos. Los sondeos indicaron que la opinión pública estaba dividida en torno a esta medida, pero había una opinión mayoritaria a favor de llevar a cabo alguna acción para solucionar el problema de congestión.		Por medio de campañas de concientización e información al público sobre las repercusiones de un alto tráfico de vehículos dentro de la ciudad, la población general ha venido encajando su diario vivir a las políticas públicas del gobierno local para aumentar la movilidad local.

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
								impacto ambiental, ni una consulta pública.				
REGULATORIO	Aumento del tráfico de motocicletas debido a la excepción de pago			No pueden ingresar motocicletas	No pueden ingresar motocicletas	No pueden ingresar motocicletas	No pueden ingresar motocicletas	No pueden ingresar motocicletas	Los motociclistas no están exentos de pagar peaje	Un gran número de los usuarios de esta zona opto por usar motocicletas	El aumento del uso de motocicletas en el centro histórico debido a su exención de peaje está siendo considerado como un problema que debería afrontarse	
	Capacidad insuficiente transporte público			Es un error construir autopistas urbanas en México, se debe de apostar por una ciudad compacta con un buen sistema de transporte	Es un error construir autopistas urbanas en México, se debe de apostar por una ciudad compacta con un buen sistema de transporte	Es un error construir autopistas urbanas en México, se debe de apostar por una ciudad compacta con un buen sistema de transporte		Es un error construir autopistas urbanas en México, se debe de apostar por una ciudad compacta con un buen sistema de transporte	Existe un alto nivel de dependencia del automóvil y la falta de transporte público	La red de transporte público tiene capacidad insuficiente para los viajeros que opten por dejar el coche en casa para evitar pagar el peaje		
TECNOLOGÍA	Confiabilidad de la	La recaudación de peajes	Se implementó						Desde su implementación			

AREA	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROYECTOS									
			AMÉRICA DEL SUR	AMÉRICA DEL NORTE						EUROPA		ASIA
			AUTOPISTA CENTRAL (SANTIAGO DE CHILE)	AUTOPISTA URBANA NORTE (CIUDAD DE MEXICO)	AUTOPISTA URBANA SUR (CIUDAD DE MEXICO)	CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE (CIUDAD DE MEXICO)	VIADUCTO BICENTENARIO (CIUDAD DE MEXICO)	SUPERVIA PONIENTE (CIUDAD DE MEXICO)	FLORIDA TURNPIKE O RONALD REAGAN TURNPIKE (HOLLYWOOD - FLORIDA)	CENTRO (LONDRES)	(ROMA)	(SINGAPUR)
	tecnología que se utilizará para el sistema de peaje	podría verse afectada por la integridad del sistema de cobro y la eficacia del proceso de registro de transacciones de los vehículos que ingresen a la autopista	un sistema de transponders y otro basado en reconocimiento óptico para registrar las transacciones en cada punto de cobro, la disponibilidad operacional para transacciones con TAG o transponder es de 99,97%, mientras que para el sistema de registro óptico es de 99,7%						se han venido generando cambios en el sistema para el recaudo de peaje, pasando de un peaje manual a un peaje electrónico.			

Fuente: Elaboración propia

7.1.5.3. Geometría de algunas zonas de peajes:

- ✓ Peajes manuales:

Circuito Exterior Mexiquense

- Chalco:

En este sector se cuenta con dos zonas de pagos, situadas en los dos únicos enlaces de entrada que cuenta la intersección Chalco, la primera entrada de los vehículos que vienen del sur al norte está compuesta por 7 casetas para el cobro de peajes, y la otra zona de peaje que va de norte sur con la que cuenta con 6 casetas, las cuales ambos accesos cuentan con un carril adicional para casos de congestión en el peaje, el pago se hace en efectivo y pago con Tag.

Ilustración 3. Peaje en el sector Chalco – México



Fuente: Adaptado de Google Maps

La intersección mostrada en la **Ilustración 3** tiene el inconveniente de requerir un gran espacio para la instalación de los peajes y colas de vehículos por las demoras por el pago en efectivo.

– Caseta Auxiliar A-33

Esta caseta cuenta para pago en efectivo y electrónico, en la foto se observa que se encuentra inhabilitado el pago electrónico y actualmente está funcionando tan solo para pago en efectivo.

Ilustración 4. Caseta auxiliar A-33 – México



Fuente: Adaptado de Google Maps

– Caseta de cobro Tutlitlan

El peaje de Tultitlan se encuentra dentro de la vía concesionada, cualquier vehículo que haya ingresado a la vía concesionada tiene que pagar el peaje, tan solo se recibe pago en efectivo y se requiere un gran número de casetas por el gran volumen vehicular.

Ilustración 5. Caseta de cobro Tutlitlan – México



Fuente: Adaptado de Google Maps

✓ Peajes Electrónicos:

Hollywood Florida

Las autopistas de la florida cuenta con carriles preferenciales, los pagos se hacen mediante un Tag, los vehículos que transiten por estos carriles deben contar con el dispositivo Tag, el no uso de este dispositivo es acreedora de una multa de 25 dólares, para la identificación de los vehículos infractores se cuenta con cámaras y sensores en las zonas de cobro.

La vía de cobro se encuentra segregada mediante hitos sin la construcción de separadores en concreto, el romper los hitos se sanciona con una multa, este tipo de tratamiento es útil porque reduce la necesidad de adquisición predial y de hacer obras para la segregación de los vehículos.

Ilustración 6. Pórticos de cobro Hollywood – Florida



Fuente: Adaptado de Google Maps

El pago de los peajes se hace mediante un Tag prepago cuyo nombre es SunPass, la cual funciona en todas las autopistas de la Florida, por lo que el conductor solo cuenta con un solo dispositivo Tag para el tránsito de cualquier autopista de la Florida.

El automóvil puede contar con dos tipos de dispositivos uno que va en el parabrisas y el otro es un Tag móvil, el cual se puede trasladar a otros vehículos.

Ilustración 7. Dispositivos de pago en Florida - SunPass

SUNPASS MINI	SUNPASS PORTÁTIL
 PRECIO \$ 4.99 • Debe estar permanentemente adherido al interior del parabrisas. • NO funcionará si se retira del parabrisas • No para motocicletas • SunPass Plus Parking	 PRECIO \$ 19.99 • Se adhiere al interior del parabrisas con ventosas. • Puede llevarlo con usted cuando viaje. • Obras en motos. • SunPass Plus Parking

Fuente: SunPass – Prepaid Toll Program -<https://www.sunpass.com/en/tolls/tollsSunPass.shtml>

En la **Ilustración 8** se evidencia un mapa que muestra las diferentes autopistas de la Florida que cuenta con el cobro de peajes mediante el dispositivo SunPass.

Ilustración 8. Mapa de autopistas en Florida con Sistema SunPass



Fuente: SunPass – Prepaid Toll Program -<https://www.sunpass.com/en/tolls/tollsSunPass.shtml>

Autopista Central de Chile

Ilustración 9. Autopista Central Chile



Fuente: Adaptado de Google Maps

Ilustración 10. Mapa Peajes de la Autopista Central de Chile



Fuente: Fuente: Autopista Central Chile – Vías Chile - <https://www.autopistacentral.cl/tarifa/tarifas>.

La Autopista Chile también cuenta con dispositivos Tag, la tarifa depende de la distancia recorrida, cuenta con una página web para el cálculo de precio para los usuarios que desean utilizarla y conocer el costo con anterioridad al trasladarse por estas autopistas.

Autopista Elevada de México

Esta autopista elevada es de uso exclusivo para los que deseen pagar peaje, el sistema de cobro es electrónico y se hace con el sistema TAG, cuando se reconoce el dispositivo se eleva la talanquera, de caso contrario el vehículo debe seguir por el mismo carril sin tener acceso a la autopista elevada, también se encuentra dispositivos electrónicos para reconocer los Tag en algunas salidas de la autopista urbana Norte de la ciudad de México.

Las congestiones de esta autopista urbana, se localizan en los accesos de la autopista urbana.

Ilustración 11. Autopista Urbana Norte México



Fuente: Adaptado de Google Maps

Peaje Urbano en el Centro de Londres

En el centro de Londres se cuenta con un circuito de cámaras, la cual con un software

especializado en la identificación de placas la compara y busca en los registros si el vehículo hizo el pago antes de ingresar a la zona de cobro, de no identificar el pago se deberá hacer la verificación manual, ya que en ocasiones el software no identifica bien las placas, por lo cual se requiere de un gran personal para estas verificaciones, una vez detectado que el vehículo no hizo el pago se le asigna la multa al vehículo y es enviada a la correspondencia donde este registrado el vehículo.

El cobro del peaje es un único cobro en todo el día, por lo que las cámaras solo tienen que detectarlo una sola vez, los vehículos de cero (0) emisiones verificado por las autoridades competentes, no pagan la tarifa de peaje.

El principal recaudo de este tipo de sistemas son las multas que se aplican.

Ilustración 12. Autopista Central de Londres



Fuente: Adaptado de Google Maps

Peaje Urbano en el Centro de Singapur

Singapur cuenta con un sistema similar al de Londres, es la primera ciudad en implementar peajes, el sistema de cobro se hacía por una tarjeta que debía ir siempre en el parabrisas, luego se implantó un sistema electrónico mediante Tag y cámaras para identificar a los evasores.

En Singapur al igual que Londres es en una zona en específico en la que se hace el cobro de peaje mediante dispositivos electrónicos que reconocen los Tag, al pasar un vehículo que no tenga esta tecnología se cuenta con dos cámaras para la identificación de las placas y adjudicar la respectiva multa por no implementar el dispositivo.

Ilustración 13. Singapur



Fuente: Adaptado de Google Maps

7.2. Marco contextual e Institucional

El proyecto se desarrolla en la Ciudad de Bogotá D.C., sobre el corredor vial de la Avenida Boyacá desde la Calle 170 hasta la Avenida Tunjuelito, en la Universidad Santo Tomas, dentro del programa académico Maestría en Infraestructura Vial, apoyado en fuentes de la Secretaria de movilidad y Unidades de Planeación Zonal – UPZ.

7.3. Marco legal o normativo

Las siguientes son normas, especificaciones técnicas, documentos, entre otros, aplicables al proyecto en estudio:

Participación privada:

Ley 1508 de 2012 – Ley de asociaciones público privadas

Corredor vial

Debido a que el proyecto está localizado en la malla vial de la ciudad de Bogotá, las

especificaciones técnicas del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU, son las que rigen.

- Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de Infraestructura vial y de espacio público para Bogotá D.C.

Adquisición de predios (IDU)

Debido a la proyección de peajes en algunos puntos específicos del corredor en estudio, para la identificación de los posibles predios afectados se deben tener en cuenta las siguientes normas:

- Artículo 29 de la C. N. (Debido Proceso).
- Artículo 58 de la C. N. (Propiedad Privada).
- Código de procedimiento civil
- Código contencioso administrativo
- Ley 9a de 1989
- Ley 388 de 1997 (Trámite adquisición).
- Decreto 1420 de 1998 (Avalúos comerciales).
- Resolución IGAC 620 de 2008
- Plan de ordenamiento territorial - POT.
- Ley 446 de 1998 (Artículo 10 numeral 1o).

Interferencia de redes de servicio público

Para la realización del proyecto es necesario realizar la identificación de la interferencia de redes de servicios públicos (húmedas y secas).

- Normas de la EAB
- Acueducto:

NS-011 Ejecución de las labores de suspensión del servicio y restablecida en redes

Matrices

NS-021 Condiciones Técnicas para intervenciones sobre red matriz NS-022 Especificaciones Técnicas para cruces de vías de Transmilenio NS-023 Criterios de selección de materiales de tuberías para redes de Acueducto y Alcantarillado NS-025 Instalación de tuberías en zanja abierta para redes de Acueducto NS-026 Desinfección de tuberías de Acueducto. NS-033 Criterios para diseño de red Matriz NS-034 Criterios para diseños de Red Matriz NS-035 Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de Acueducto y Alcantarillado. NS-038 Manual de Manejo de Impacto urbano NS-060 Criterios para Diseño y Anclajes en redes de Acueducto y Alcantarillado NS-077 Cajas para accesorios de acueducto NS-084 Criterios para la selección de Válvulas NS-087 Aspectos Técnicos para la instalación de Válvulas NS-090 Protección de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado. NS-105 Instalación de Macromedidores NP-011 Accesorios para acueducto NS-139 Requisitos para la determinación del ancho mínimo del derecho de vía en redes de acueducto y alcantarillado.

- Alcantarillado:

NS-029: Pozos de inspección
NS-046: Requisitos para la elaboración y entrega de planos de obra construida de redes de acueducto y alcantarillado
NS-047: Sumideros
NS-054: Presentación de diseños de sistemas de alcantarillado
NS-057: Cunetas y canaletas de drenaje superficial
NS-058: Aspectos técnicos para inspección y mantenimiento de redes y estructuras de alcantarillado
NS-060: Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado

NS-061: Aspectos técnicos para la rehabilitación de redes y estructuras de alcantarillado
NS-063: Aspectos técnicos para mantenimiento de canales
NS-068: Conexiones domiciliarias de alcantarillado
NS-069: Manejo de aguas en actividades de construcción y mantenimiento de redes
NS-072: entibados y tablestacados
NS-073: Instalación y condiciones de recibo de redes de alcantarillado
NS-085: Criterios de diseño de sistemas de alcantarillado
NS-090: Protección de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado
NS-097: Criterios de diseño de estaciones de bombeo de alcantarillado
NS-123: Criterios para selección de materiales de tuberías para redes de acueducto y alcantarillado
NS-142: Esquemas típicos de cabezales entrega a canales en redes de alcantarillado

- Redes secas:

Resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010 Capítulo 5 Alumbrado público e iluminación exterior Sección 500 Requisitos generales de diseño de alumbrado público.

POT – Plan de ordenamiento territorial

El objeto del plan de ordenamiento territorial es garantizar que los ciudadanos tengan acceso los servicios de la comunidad, esta normativa define como puede la ciudad hacer uso del suelo, indica donde están las áreas protegidas y en qué condiciones se pueden ubicar obras de construcción. A continuación, se relacionan los documentos que hacen parte del POT relacionados con la presente investigación.

Decreto 364 de 2013

Anexo No. 1: Cartera Suelo de Expansión

Anexo No. 3: Malla Vial

Anexo No. 4: Proyectos Viales

Anexo No. 5: Servicios Públicos

Anexo No. 8: Secciones viales

Normativa manejo de cauces

Resolución No. 196 de 2006 MAVDT "Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia."

Acuerdo 19 de 1996 del Concejo de Bogotá "Por el cual se declaran como reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento."

Decreto 2811 de 1074 "Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente."

Decreto 1541 de 1078 "por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973 [34]."

8. METODO DE INVESTIGACION

8.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativo y experimental:

Cuantitativo porque a través de estudios y estadísticas se hizo un estudio de la condición actual de la movilidad en el tramo de estudio, y los problemas sociales a los que conduce dicha condición.

Y experimental porque a través de encuestas e identificación visual de los escenarios actuales del corredor se analizó las condiciones de movilidad y social que podría acarrear la implementación de peajes sobre el corredor de la Avenida Boyacá en estudio.

8.2. Diseño metodológico

La metodología para el desarrollo del proyecto está planeada en cuatro (4) etapas:

ETAPA 1: Identificación y caracterización del corredor de la Av. Boyacá:

Como primer paso definieron las características principales del corredor vial tal como la longitud del tramo, el número de carriles y las intersecciones existentes para identificar las posibles entradas y salidas a los carriles rápidos que se proponen.

ETAPA 2 Investigación documental del funcionamiento de los proyectos de peajes urbanos en ciudades internacionales.

En esta fase se realizó una rigurosa investigación en diferentes fuentes como artículos de revistas y periódicos virtuales, en páginas web gubernamentales, tesis de grado y estudios de caso referentes al proyecto y registros fotográficos entre otros, en donde se determinaron los aspectos generales de un peaje urbano, su funcionamiento, y a través de un comparativo se identificaron los diferentes impactos que pueden generar un tipo de estas obras a nivel social, ambiental, económico, entre otros, además se realizó una encuesta a un porcentaje representativo de la población de Bogotá con la que se logró identificar la percepción de los habitantes referente a este tipo de proyectos, estas dos bases de información permitieron la realización de un análisis de riesgos que se podrían generar por la implementación de peajes en el corredor vial de la Av. Boyacá entre la calle 170 a la Av. Tunjuelito.

ETAPA 3 Selección y definición de alternativas para el sistema de pago por descongestión dentro del proyecto.

En esta fase del proyecto a través de información secundaria sobre peajes urbanos en diferentes ciudades principales a nivel mundial, se determinó los aspectos generales de estos tipos de peajes y las diferentes formas de recaudo, también se realizó un comparativo de impacto de los diferentes proyectos para así poder establecer cuál es la alternativa más conveniente y efectiva para el cobro en el corredor de estudio de la Av. Boyacá.

Posteriormente se estableció las características físicas y técnicas de la infraestructura vial para el óptimo funcionamiento del peaje dentro del corredor en estudio, y en base a las zonas de análisis de tránsito definidas por la Secretaria de Movilidad con la cual se precisaron los diferentes destinos con orígenes en el área de influencia de la Av. Boyacá, para determinar los tramos en donde se definieron las entradas y salidas de los carriles expresos y la localización de los peajes

ETAPA 4: Determinar las características de la infraestructura necesaria que debe tener un proyecto para el cobro por congestión dentro de la ciudad de Bogotá.

En esta etapa se identificó las características de la infraestructura necesaria para el funcionamiento en las zonas de peajes en diferentes ciudades del mundo, observando las características principales de estas infraestructuras mediante la visualización por Street view “Google Maps”.

Con las encuestas hogares de la secretaria de movilidad del 2015, se determina los viajes realizados sobre el corredor principal identificando de esta manera las intersecciones con mayor flujo vehicular y de este modo identificar los posibles lugares para la localización de los peajes.

También se elabora un análisis del flujo vehicular con proyecto y sin proyecto en donde se determina el ahorro de tiempo con el proyecto

ETAPA 5: Estimación de los costos aproximados de la implementación de peajes en el corredor vial, con los resultados de los comparativos con proyectos internacionales.

Para la estimación de los costos se tuvieron en cuenta las características y tecnologías de un peaje electrónico y un peaje manual, con base a la información secundaria recolectada.

8.3. Instrumentos para la recolección de la información

- Base de datos de entidades como la Secretaria Distrital de movilidad.
- Información secundaria sobre peajes urbanos recolectada a través de páginas de internet.
- Imágenes satelitales, planos, y visitas de campo, con los cuales se caracterizó el corredor vial del proyecto.
- Encuestas a la población, con el fin de identificar el impacto social que tendría la implementación de peajes sobre el tramo en estudio.

9. ESCENARIO ACTUAL TRAMO EN ESTUDIO

Para conocer los puntos estratégicos de la ubicación de los peajes fue necesario caracterizar el escenario actual sobre el corredor de la Avenida Boyacá desde la Calle 170 hasta la Avenida Tunjuelito, a través de visitas de campo o con apoyo de imágenes satelitales de Google Earth:

9.1. Caracterización del tramo existente

El corredor de La Avenida Boyacá comprendida desde la Calle 170 hasta la Avenida Tunjuelito, en general la vía está compuesta por dos calzadas que varían de 3 a 5 carriles con un separador central y en algunos tramos cada calzada se encuentra segregada con un separador intermedio, y una ciclorruta en el costado occidental y oriental en el tramo comprendido entre la Calle 170 y la Calle 80.

Ilustración 14. Localización del Proyecto



Fuente: Adaptado de Google Earth Pro.

9.1.1. Infraestructura existente:

Tabla 5. Infraestructura existente en el corredor Avenida Boyacá

Tramo	Localización	No. de calzadas	No. de carriles por calzada	No. Total Carriles	No. de separadores	Ciclovía
1	Calle 170 hasta la Troncal Suba	2	5	10	1	Costado occidental y oriental (bidireccional)
2	Troncal Suba hasta la Calle 80	2	3	6	1	Costado occidental y oriental (bidireccional)
3	Calle 80 hasta la Av. Esperanza	4	2 calzadas con 3 carriles y 2 Calzadas con 2 carriles	10	3	No existe
4	Av. Esperanza con Av. Tunjuelito	4	2	8	3	No existe

Fuente: Elaboración propia.

9.1.2. Longitud total

Para conocer la longitud total del corredor en estudio se dispuso de imágenes satélites del año 2018 de la aplicación Google Earth Pro, la longitud aproximada total del corredor en planta es de 25.00 km.

Ilustración 15. Longitud total del corredor Av. Boyacá entre CL 170 y Av. Tunjuelito



Fuente: Adaptado de Google Earth Pro.

9.1.3. Anchos disponibles calzadas centrales:

Para conocer el ancho de las calzadas del corredor en estudio se dispuso de imágenes satélites del año 2018 en la aplicación Google Earth Pro, el ancho promedio de las calzadas del corredor medido en planta es 11.84 m.

Tabla 6. Anchos disponibles de las calzadas centrales del corredor Avenida Boyacá

Tramo	Localización	Ancho calzadas centrales (m)	Método de medición	No. de calzadas	No. de carriles por calzada	No. Total Carriles	Registro Fotográfico
1	Calle 170 hasta la Troncal Suba	16.5	Virtual	2	5	10	

Tramo	Localización	Ancho calzadas centrales (m)	Método de medición	No. de calzadas	No. de carriles por calzada	No. Total Carriles	Registro Fotográfico
2	Troncal Suba hasta ña Calle 80	10.0	Virtual	2	3	6	
3	Calle 80 hasta la Av. Esperanza	7.7	Virtual	4	2 calzadas con 3 carriles y 2 Calzadas con 2 carriles	10	
4	Av. Esperanza con Av. Tunjuelito	6.5	Virtual	4	2	8	
5	Av. Tunjuelito hasta Av. Caracas (Carrera 1)	18.5	Virtual	2	3	6	

Fuente: Elaboración propia.

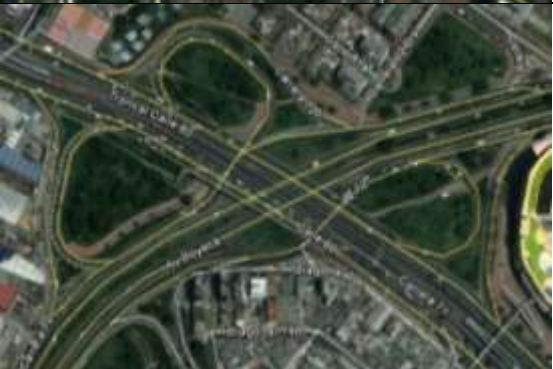
9.2. Intersecciones existentes

La localización e identificación de las intersecciones sobre el corredor en estudio se hace para determinar las posibles entradas y salidas de los carriles rápidos.

Tabla 7. Intersecciones existentes en el corredor Avenida Boyacá

ID	Localización	Foto
1	Avenida Boyacá con Calle 170	
2	Avenida Boyacá con Calle 169b	
3	Avenida Boyacá con Calle 167	
4	Avenida Boyacá con Av. Calle 153	

ID	Localización	Foto
5	Avenida Boyacá con Av. Calle 138	
6	Avenida Boyacá con Av. Calle 134	
7	Avenida Boyacá con Troncal Suba	
8	Avenida Boyacá con Av. Calle 127	

ID	Localización	Foto
9	Avenida Boyacá con Av. Calle 116	
10	Avenida Boyacá con Av. Calle 80	
11	Avenida Boyacá con Av. Calle 72	
12	Avenida Boyacá con Calle 66a	

ID	Localización	Foto
13	Avenida Boyacá con Calle 63a	
14	Avenida Boyacá con Calle 53	
15	Avenida Boyacá con Av. El Dorado	
16	Avenida Boyacá con Av. Esperanza	

ID	Localización	Foto
17	Avenida Boyacá con Av. Calle 17	
18	Avenida Boyacá con Av. Calle 12	
19	Avenida Boyacá con Calle 9	
20	Avenida Boyacá con Av. Calle 8	

ID	Localización	Foto
21	Avenida Boyacá con Av. Las Américas	
22	Avenida Boyacá con Calle 3	
23	Avenida Boyacá con Av. Calle 26 Sur (Av. 1 de mayo)	
24	Avenida Boyacá con Av. Calle 39b Sur	

ID	Localización	Foto
25	Avenida Boyacá con Av. Calle 43a Sur	
26	Avenida Boyacá con Calle 44 Sur	
27	Avenida Boyacá con Troncal Autopista Sur	
28	Avenida Boyacá con Diagonal 51 Sur	

ID	Localización	Foto
29	Avenida Boyacá con Transversal 30	
30	Avenida Boyacá con Carrera 25	
31	Avenida Boyacá con Carrera 24	
32	Avenida Boyacá con Av. Tunjuelito	

Fuente: Elaboración propia.

10. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La intervención sobre el corredor de la Avenida Boyacá desde la Calle 170 hasta la Avenida

Tunjuelito, con una longitud aproximada de 25 kilómetros, consiste en disponer de uno a dos carriles existentes por sentido de circulación para que el tráfico fluya sin obstáculos gestionados por pago, así como establecer los puntos de acceso y salida de estos carriles, y localizar los peajes en puntos estratégicos, el equipamiento y la tecnología necesaria para el cobro de los peajes, los demás carriles existentes serán de propósito general y libres de peaje.

Con esta intervención se busca mejorar la circulación de los vehículos que se transportan a largas distancia evitando zonas de congestión mediante carriles expresos con salidas y entradas controladas en puntos estratégicos sobre la Avenida Boyacá, para mantener un nivel de tráfico bajo se plantea una tarifa dinámica que varía dependiendo del volumen de tráfico.

El pago que realizaran los usuarios por el uso de los carriles rápidos, se utilizara para recuperar la inversión realizada por la adquisición de los pódicos y la tecnología requerida para la implementación de los peajes, mejorar las condiciones del servicio y aumentar la capacidad del transporte público automotor, de igual manera mantener o mejorar la infraestructura vial del corredor y demás vías de la ciudad.

La investigación realizada y la propuesta planteada se pueden tomar como referencia para la inclusión del proyecto en nuevos planteamientos u otros proyectos con el mismo objeto, aclarando que la evaluación realizada se elaboró con información secundaria.

Alternativas para el sistema de pago de las tasas por descongestión dentro del proyecto:

De acuerdo a las nuevas alternativas de peajes nombradas y explicadas en el capítulo 6 (Peaje sombra, Peaje basado en la red GNSS, Cellular Network, Peaje electrónico) que han empezado a usar las diferentes ciudades del mundo para un cobro de peaje más eficiente, para este proyecto se definió:

Para el sistema de recaudo en los peajes se contempló un sistema de cobro totalmente electrónico, consta de dispositivos portátiles que funcionan por frecuencias radiales con

lectores de peaje. Los accesos y salidas de los carriles rápidos estarán equipados por esta tecnología a través de pórticos instalados; para el control de cobro los usuarios deberán Instalar en la parte frontal de sus vehículos un dispositivo electrónico conocido como (TAG), para identificar el vehículo sin necesidad de que se detenga y así poder realizar el cobro respectivo.

Cargo por congestión:

La tarifa del peaje va a estar en función de la distancia recorrida por el vehículo y del nivel de congestión de la vía.

Recolección de peaje:

El cobro se realizará mediante una transferencia de datos a través de la tecnología electrónica, que estará asociado a la cuenta bancaria del titular del vehículo; o en el caso que el usuario no tenga cuenta bancaria podrá estar asociado a un sistema de recarga pre-pagada.

Puntos de cobro:

Para la ubicación de los puntos de cobro se tuvo en cuenta los resultados de la Encuesta Origen – Destino hogares realizada por la Secretaria de Movilidad en el año 2015 (ver **Anexo 2**), en donde se tomaron los datos de origen de las zonas cercanas (Zonas de análisis de tránsito -ZAT) a la Avenida Boyacá con destino a las diferentes zonas de la Ciudad de Bogotá, y así seleccionar las zonas con más número de viajes en automóvil, además las zonas seleccionadas deben cumplir con una distancia considerable y de este modo asignar tramos de recorrido en donde la ubicación de los peajes se encuentran situados al final de cada tramo de los carriles rápidos, considerando que una vez tomado estos carriles el vehículo no puede salir de este hasta pasar la zona de cobro.

Control por evasión de pago:

Se contará con un sistema de lectura de (matrícula) placas instalado en el pórtico para que se logre identificar las matrículas de los vehículos que eludan el pago del peaje, así la concesión privada podrá controlar mediante multas, una infracción móvil, y/o una suspensión de la licencia de conducir dependiendo el caso, con el acompañamiento de las autoridades competentes de tránsito.

Tipo de vehículos que tendrán prohibido al acceso a la zona de peaje:

Con motivos de no entorpecer el funcionamiento de los carriles rápidos y evitar accidentes dentro del corredor se definió que los siguientes tipos de vehículos no pueden acceder al servicio:

- Motos.
- Bicicletas.
- Camiones de cualquier categoría.

Tipo de vehículos con exoneración del pago de la tarifa:

De acuerdo a los criterios puntuales para la autorización del paso de diferentes tipos de vehículos para acceder al servicio del carril rápido, se realizó un diagnóstico en base a las condiciones actuales del tráfico y tipos de vehículos que transitan por el actual corredor en estudio, y las experiencias de otros países y se definió lo siguiente:

Tabla 8. Tipo de vehículos con exención del pago de la tarifa sobre el tramo en estudio

Tipo de vehículo	Exención del pago
Emergencia	Total
Taxis	Parcial
Combustible alternativo	Total

Fuente: Elaboración propia.

Encuestas Peajes Urbanos en Bogotá D.C:

Con las encuestas “Peajes Urbanos en Bogotá D.C” R realizadas a la población de Bogotá, se quiere lograr realizar un análisis social de acuerdo con la posición y/o comportamiento que toman los ciudadanos frente a un proyecto de peajes urbanos, las preguntas y sus respectivas respuestas se pueden ver en el **Anexo 4**.

11. ANALISIS DE RESULTADOS

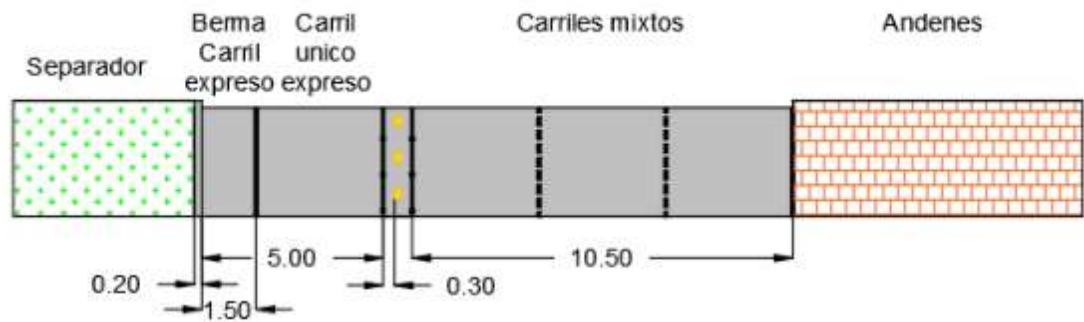
Con lo señalado y definido en los capítulos anteriores se logró establecer los siguientes aspectos:

11.1. Características de la Infraestructura del sistema de cobro

Dentro de las características principales del sistema de cobro de la tecnología a implementar con cámaras y sensores se consideraron las siguientes:

- Entradas y salidas controladas dentro del sistema de tal modo que nos permitan reducir el número de intersecciones y conflictos entre vehículos para lo cual se debe disminuir el número de intersecciones o manejar las intersecciones a desnivel y de este modo disminuir los tiempos de viaje de los conductores
- Los carriles rápidos manejarán a su vez entre 1 y 2 carriles por sentido de flujo, el carril derecho utilizaría para las entradas y salidas intermedias a fin de que se garantice un carril continuo al costado del separador, igualmente se debe contar con por lo menos 3 carriles no pagos para permitir la movilidad del resto de vehículos que transitan sin pago; por último, los carriles deberán contar con accesos directos a las intersecciones con las principales avenidas (calle 170, calle 127, calle 26, Avenida las Américas, Autopista Sur y Calle 61 sur).

Ilustración 16. Sección Carril Expreso Un Solo Carril



Fuente: Elaboración propia.

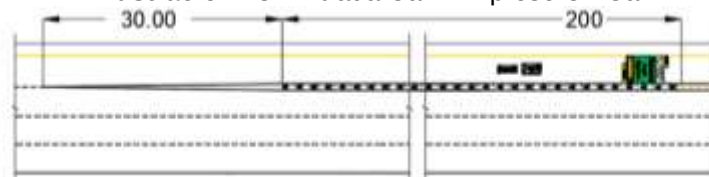
Ilustración 17. Sección Carril Expreso Dos Carriles



Fuente: Elaboración propia.

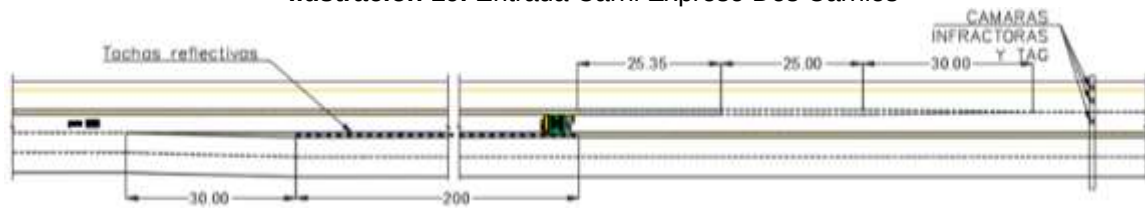
- La canalización vehicular para el acceso y salida a los carriles debe estar demarcada con líneas continuas y tachas reflectivas con 200 m de antelación a la entrada a dichos carriles, instalando señales horizontales que indiquen el carril rápido, y señales verticales informativas que adviertan la proximidad a la canalización.
- Elementos para la segregación de los vehículos que van a acceder a los carriles rápidos debidamente demarcados con la señalización vertical y horizontal adecuadas

Ilustración 18. Entrada Carril Expreso Un Carril



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 19. Entrada Carril Expreso Dos Carriles



Fuente: Elaboración propia.

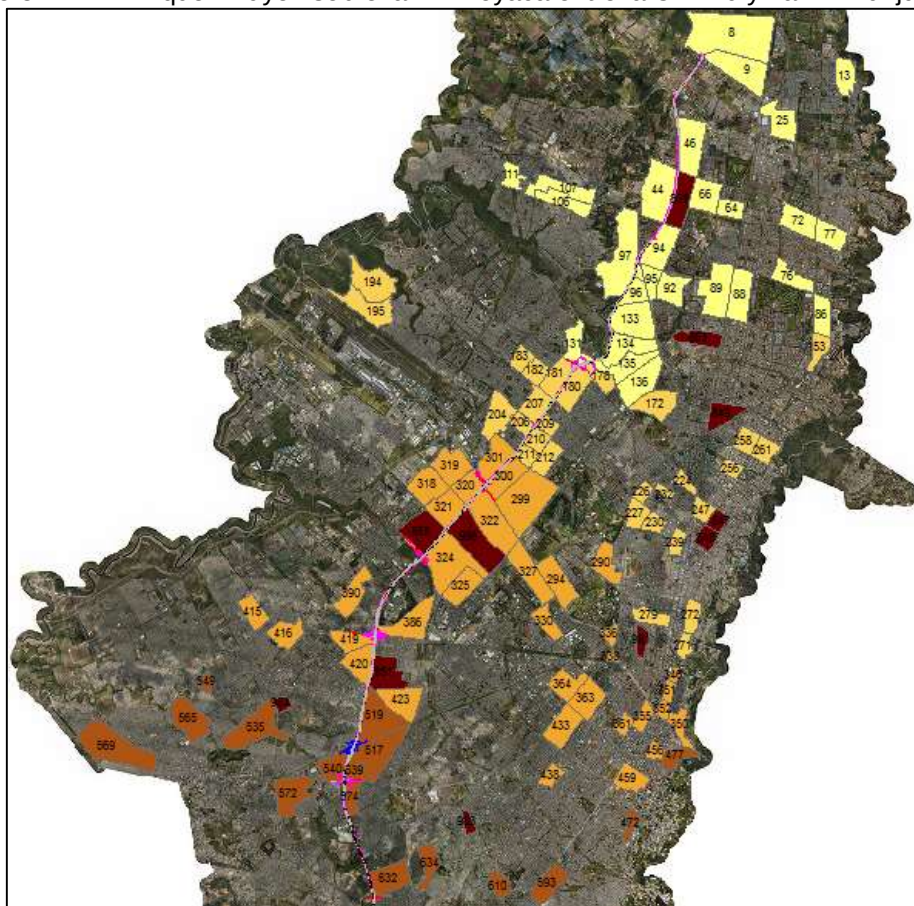
- Deberán contar con los carriles en buen estado con un ancho acorde con las velocidades de diseño
- Implementación de bermas para el sobrepaso de vehículos que presenten algún tipo de falla y vehículos de emergencia.
- Los pórticos para soportar el sistema de peaje electrónico serán ubicadas antes de las salidas vehiculares y deberán cumplir con los galibos horizontales y verticales establecidos en los manuales de diseño geométrico
- También se debe contar con un CCO (Centro de Control Operacional) en la cual se hará el control de cámaras para la identificación de los vehículos que no posean TAG y el personal para la verificación de placa en caso de fallo del software de reconocimiento de placa, oficinas administrativas para: atención al usuario para el registro e instalación de TAG, servicios de emergencia “policía de tránsito, bomberos, ambulancias”, Servicios de carro taller, mantenimiento de la vía, permisos temporales sobre la vía, permisos de cierre, plan de manejo de tránsito etc.
- El proyecto deberá contar con un sistema de transporte masivo bien sea metro, tranvía, o incluso Transmilenio que cuente con carriles exclusivos para disminuir así el tráfico en los carriles de vehículos mixtos no pago y mejorar la movilidad. Además, se deberá mejorar la oferta de andenes amplios para los peatones y ciclo-rutas para los bici-usuarios aumentando la demanda de este medio de transporte y contribuyendo con la reducción de los niveles de contaminación ambiental, del mismo modo la infraestructura vial deberá contar también con pasos seguros a diferente nivel con espacios óptimos para el tránsito de dichos bici-usuarios y para peatones según lo indicado en el plan de ordenamiento territorial.

11.2. Análisis de los puntos de cobro

Para identificar la posible ubicación de los puntos de cobro del esquema propuesto, se revisaron los tramos analizados en la Encuesta Origen – Destino hogares de Movilidad de 2015 y posteriormente se calcularon los tiempos de recorrido en diferentes horas (hora valle / hora pico) con la ayuda de Google Maps.

- Selección de zonas Origen – Destino: Para seleccionar las ZAT de influencia sobre el corredor en estudio se tomaron únicamente los recorridos analizados por la Encuesta Origen – Destino hogares, de esta manera, se consideraron las ZAT - origen de la Avenida Boyacá y las ZAT- destino desde la Avenida Boyacá hasta las diferentes zonas de la ciudad de Bogotá (**Ilustración 22**).

Ilustración 22. ZAT que influyen sobre la Av. Boyacá entre la CL 170 y La Av. Tunjuelito



Fuente: Adaptado Encuesta Origen – Destino hogares de Movilidad 2015.

- Para determinar los tramos con un tiempo de ahorro superior a los 15 minutos con el uso del carril rápido, en primer lugar, se calculó el promedio de tiempo de tránsito por tramo entre las 10:00 a. m a 11:00 a. m, y las 2:00 p. m y las 3:00 p. m (horas valle), posteriormente se determinaron las velocidades y tiempos de recorrido reales de cada vehículo en el mismo trayecto, y por último considerando el límite de velocidad actual dentro de la ciudad de Bogotá de 50 km/h, se calculó el tiempo de flujo libre para cada uno de los recorridos (**Tabla 9**).

Formula de calculo:

$$Velocidad\ hora\ valle = \frac{Distancia\ del\ recorrido\ por\ la\ Av\ Boyacá}{Tiempo\ de\ recorrido}$$

$$Tiempo\ de\ flujo\ libre = \frac{Distancia\ recorrida\ por\ la\ Av\ Boyacá}{Velocidad\ permitida\ (flujo\ libre)}$$

$$Ahorro\ de\ tiempo = Tiempo\ de\ recorrido\ en\ hora\ valle - Tiempo\ de\ recorrido\ a\ flujo\ libre$$

A continuación se presentan los tramos con un tiempo de ahorro superior a 15 minutos con el uso del carril rápido:

Tabla 9. Tramos y tiempos de viajes sobre la Av. Boyacá entre la CL 170 y La Av. Tunjuelito

ZAT_DESTINO		ZAT_ORIGEN		Destino	Origen	Distancia recorrida por la Av. Boyacá (Km)	Tiempo de Recorrido (min)	Velocidad hora valle (km/h)	Velocidad flujo libre (km/h)	Tiempo flujo libre (min)	Diferencia tiempo de recorrido en hora valle – flujo libre (min)
96	Niza	318	Modelia	CL 127	CL 22	10.70	28.00	22.93	50.00	12.84	15.16
133	Niza	352	Sagrado Corazón	CL 127	CL 26	7.30	24.00	18.25	50.00	8.76	15.24
96	Niza	477	La Candelaria	CL 127	CL 26	7.30	24.00	18.25	50.00	8.76	15.24
96	Niza	363	La Sabana	CL 127	CL 26	7.30	24.00	18.25	50.00	8.76	15.24
96	Niza	472	Lourdes	CL 127	CL 26	7.30	24.00	18.25	50.00	8.76	15.24

ZAT_DESTINO		ZAT_ORIGEN		Destino	Origen	Distancia recorrida por la Av. Boyacá (Km)	Tiempo de Recorrido (min)	Velocidad hora valle (km/h)	Velocidad flujo libre (km/h)	Tiempo flujo libre (min)	Diferencia tiempo de recorrido en hora valle – flujo libre (min)
96	Niza	330	Quinta Paredes	CL 127	CL 26	7.30	24.00	18.25	50.00	8.76	15.24
94	Niza	338	Teusaquillo	CL 153	CL 26	10.50	28.00	22.50	50.00	12.60	15.40
540	Carvajal	327	Ciudad Salitre Oriental	Autopista Sur	CL 26	11.10	29.00	22.97	50.00	13.32	15.68
574	Venecia	290	La Esmeralda	Autopista Sur	CL 26	11.10	29.00	22.97	50.00	13.32	15.68
95	Niza	991	-	CL 127	CL 26	8.60	26.00	19.85	50.00	10.32	15.68
321	Modelia	64	El Prado	Av. CL 24	CL 153	12.70	31.00	24.58	50.00	15.24	15.76
321	Modelia	64	El Prado	Av. CL 24	CL 153	12.70	31.00	24.58	50.00	15.24	15.76
996	Ciudad Salitre Occidental	107	El Rincón	Av. CL 24	Av. TRV de Suba	19.10	39.00	29.38	50.00	22.92	16.08
996	Ciudad Salitre Occidental	107	El Rincón	Av. CL 24	Av. TRV de Suba	19.10	39.00	29.38	50.00	22.92	16.08
419	Américas	907	Chía	CL 9	CL 170	16.50	36.00	27.50	50.00	19.80	16.20
708	Lucero	294	Parque Simón Bolívar	CL 63 Sur	CL 26	14.70	34.00	25.94	50.00	17.64	16.36
321	Modelia	86	Usaquén	Av. CL 24	CL 134	11.00	30.00	22.00	50.00	13.20	16.80
300	Santa Cecilia	76	Los Cedros	CL 26	CL 134	11.00	30.00	22.00	50.00	13.20	16.80
708	Lucero	226	Los Alcázares	CL 63 Sur	CL 72	16.50	39.00	25.38	50.00	19.80	19.20
9	San José de Bavaria	272	Pardo Rubio	CL 170	CL 26	14.00	38.00	22.11	50.00	16.80	21.20
8	La Academia	689	Los Libertadores	CL 170	CL 26 Sur	20.00	47.00	25.53	50.00	24.00	23.00
540	Carvajal	89	El Prado	Autopista Sur	CL 134	19.10	49.00	23.39	50.00	22.92	26.08

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez identificados los tramos beneficiados del uso del carril rápido (**Tabla 9**), se establecieron las zonas de interés del esquema y posteriormente se unificaron los tramos teniendo en cuenta la unión de diferentes zonas con una vía principal en común. A continuación, se relacionan las zonas estratégicas para la localización de los peajes:

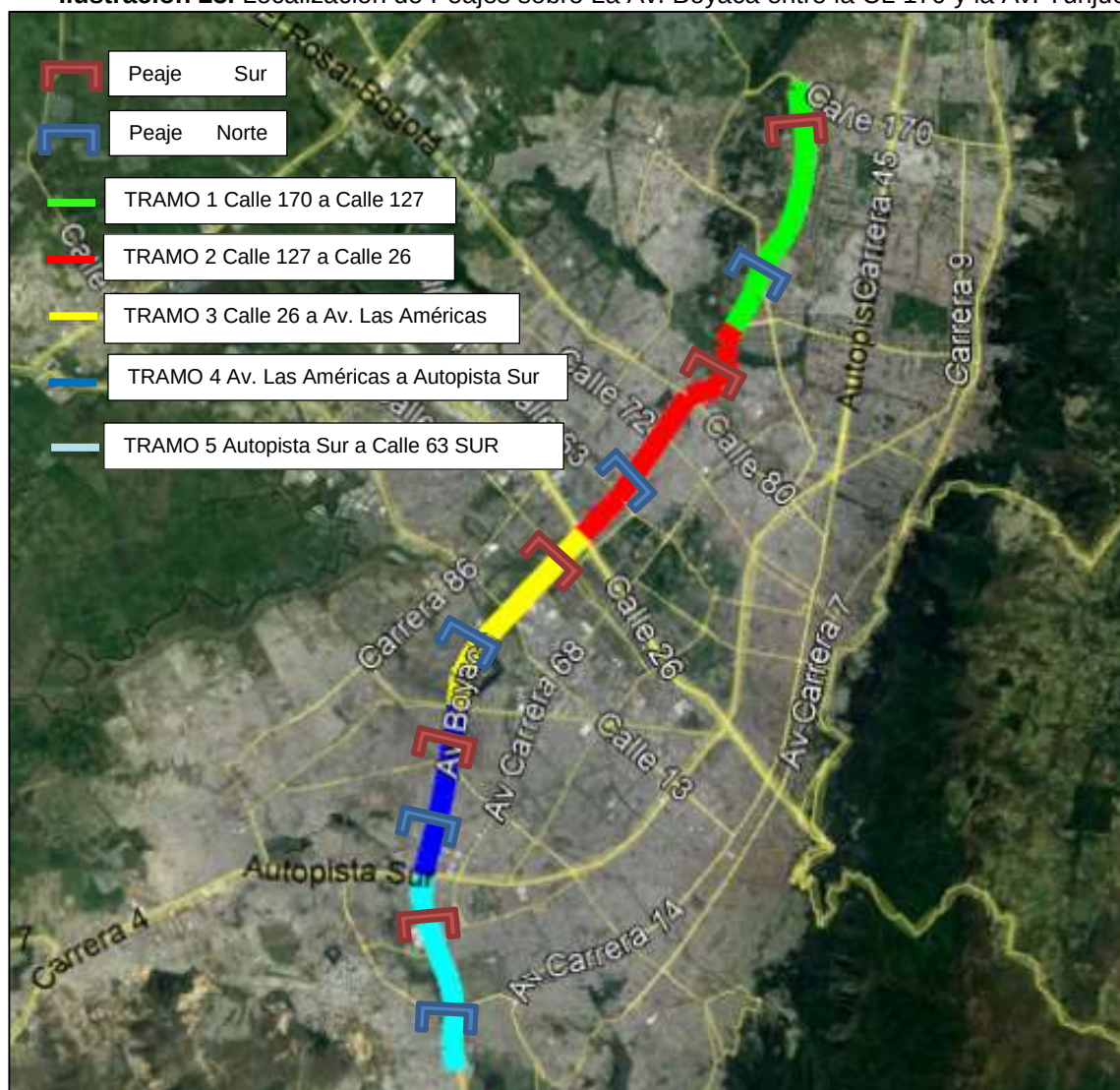
Tabla 10. Tramos y tiempos de viajes representativos sobre la Av. Boyacá

Destino	Origen	Distancia por avenida Boyacá (Km)	Tiempo de Recorrido (min)	Velocidad hora valle (km/h)	Velocidad flujo libre(km/h)	Tiempo flujo libre (min)	Diferencia hora valle (min)
Calle 127	Calle26	7.30km	24.00min	18.25km/h	50.00km/h	8.76min	15.24min
Autopista Sur	Calle26	11.10km	29.00min	22.97km/h	50.00km/h	13.32min	15.68min
Calle 9	Calle 170	16.50km	36.00min	27.50km/h	50.00km/h	19.80min	16.20min
Calle 63 Sur	Calle26	14.70km	34.00min	25.94km/h	50.00km/h	17.64min	16.36min
Calle 9	Calle 170	16.50km	36.00min	27.50km/h	50.00km/h	19.80min	16.20min

Fuente: Elaboración propia.

- En la **Ilustración 23** se señalaron los tramos identificados (**Tabla 10**) y de la misma manera, se realizó la localización de los peajes en sentido Norte y Sur al final de cada tramo de recorrido:

Ilustración 23. Localización de Peajes sobre La Av. Boyacá entre la CL 170 y la Av. Tunjuelito



Fuente: Adaptado de Google Earth.

11.3. Análisis de los tiempos de ahorro bajo el esquema de Cobro por congestión con carril expreso

a) Calculo de tiempo de transporte

Una vez establecidos los tramos para la localización de peajes de los carriles rápidos, se realizó una comparación de las velocidades con las que los vehículos transitan actualmente en horas pico y en horas valle, para así determinar el tiempo de ahorro en condiciones de

flujo libre.

b) Velocidad hora valle

Para calcular la velocidad de tránsito de los vehículos en hora valle, se midió la longitud del tramo y el tiempo del trayecto entre las 10:00 a. m y las 11:00 a. m. con el aplicativo de Google Maps:

Tabla 11. Velocidad hora valle

	INICIO	FIN	DISTANCIA (km)	TIEMPO HORA VALLE (min)	VELOCIDAD VALLE (km/h)
TRAMO 1	CALLE 170	CALLE 127	6.80km	14.00min	29.14km/h
TRAMO 2	CALLE 127	AVENIDA CALLE 26	6.30km	14.00min	27.00km/h
TRAMO 3	AVENIDA CALLE 26	AVENIDA LAS AMERICAS	5.10km	8.00min	38.25km/h
TRAMO 4	AVENIDA LAS AMERICAS	AUTOPISTA SUR	4.00km	8.00min	30.00km/h
TRAMO 5	AUTOPISTA SUR	CALLE 63 SUR	4.60km	11.00min	25.09km/h

Fuente: Elaboración propia.

c) Velocidad hora pico

Para calcular la velocidad de tránsito de los vehículos en hora pico, se midió la longitud del tramo y el tiempo del trayecto entre las 6:00 p. m y las 7:00 p. m. con el aplicativo de Google Maps:

Tabla 12. Velocidad hora pico

ID	INICIO	FIN	DISTANCIA (km)	TIEMPO HORA PICO (min)	VELOCIDAD PICO (km/h)
TRAMO 1	CALLE 170	CALLE 127	6.80km	24.00min	17.00km/h
TRAMO 2	CALLE 127	AVENIDA CALLE 26	6.30km	28.00min	13.50km/h
TRAMO 3	AVENIDA CALLE 26	AVENIDA LAS AMERICAS	5.10km	20.00min	15.30km/h
TRAMO 4	AVENIDA LAS AMERICAS	AUTOPISTA SUR	4.00km	16.00min	15.00km/h
TRAMO 5	AUTOPISTA SUR	CALLE 63 SUR	4.60km	20.00min	13.80km/h

Fuente: Elaboración propia.

d) Velocidad flujo libre

La velocidad de flujo libre se determina teniendo en cuenta la velocidad máxima permitida dentro de la ciudad de Bogotá establecida en 50 km/h, ya que los vehículos se encontrarían en un carril expreso con entradas y salidas únicamente en las calles 170, 127, Av. El Dorado, Av. Las Américas, Autopista sur y calle 63 sur.

Teniendo la longitud de cada uno de los tramos y el límite de velocidad (50 km/h), se calculó el tiempo de recorrido en flujo libre, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13. Velocidad flujo libre

ID	INICIO	FIN	DISTANCIA (km)	TIEMPO FLUJO LIBRE (min)	VELOCIDAD FLUJO LIBRE (km/h)
TRAMO 1	CALLE 170	CALLE 127	6.80km	8.16min	50.00km/h
TRAMO 2	CALLE 127	AV. CALLE 26	6.30km	7.56min	50.00km/h
TRAMO 3	AV. CALLE 26	AV. LAS AMERICAS	5.10km	6.12min	50.00km/h
TRAMO 4	AV. LAS AMERICAS	AUTOPISTA SUR	4.00km	4.80min	50.00km/h
TRAMO 5	AUTOPISTA SUR	CALLE 63 SUR	4.60km	5.52min	50.00km/h

Fuente: Elaboración propia.

e) Tiempo ahorrado

Una vez calculados los tiempos de recorrido en hora valle y en hora pico, se determinó cual sería el tiempo de recorrido ahorrado para cada uno de los tramos, de la siguiente manera:

Tabla 14. Tiempo ahorrado

	INICIO	FIN	DIFERENCIA TIEMPO EN HORA VALLE CON FLUJO LIBRE (min)	DIFERENCIA TIEMPO EN HORA PICO CON FLUJO LIBRE (min)
TRAMO 1	CALLE 170	CALLE 127	5.84	15.84
TRAMO 2	CALLE 127	AV. CALLE 26	6.44	20.44
TRAMO 3	AV. CALLE 26	AV. LAS AMERICAS	1.88	13.88
TRAMO 4	AV. LAS AMERICAS	AUTOPISTA SUR	3.2	11.2
TRAMO 5	AUTOPISTA SUR	CALLE 63 SUR	5.48	14.48

Fuente: Elaboración propia.

11.3. Análisis información experiencias internacionales con peajes urbanos.

El siguiente análisis es basado en las experiencias internacionales trasladadas al corredor de la Avenida Boyacá:

11.4.1. Identificación y calificación de riesgos en el corredor de la Avenida Boyacá

Al identificar las fallas, defectos y cualidades de los sistemas de peajes en distintas ciudades internacionales, se sometió a una evaluación de riesgos el sistema de peajes urbanos en el tramo de estudio de la Avenida Boyacá, para así poder señalar y analizar la posible ocurrencia de eventos que puedan afectar su implementación.

Tomando como guía las recomendaciones del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), los riesgos identificados se calificaron según su probabilidad de ocurrencia y su nivel de impacto sobre el proyecto.

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Impacto}$$

Para realizar la evaluación de cada riesgo, se tomó como referencia las consideraciones de la **Tabla 15**, logrando realizar una calificación según su probabilidad y su respectivo impacto.

Tabla 15. Escala considerada para el riesgo

Probabilidad	Impacto	Bajo	Medio	Alto
	Alto	3	6	9
	Medio	2	4	6
	Bajo	1	2	3

Fuente: Adaptado de Información secundaria IDU.

Según la tolerancia del riesgo se deben tomar medidas para la eliminación o mitigación del riesgo, para conseguirlo se pueden considerar las siguientes acciones:

- Mitigar el Riesgo: Se deberán realizar acciones para lograr mitigar la propabilidad de ocurrencia del riesgo.
- Transferencia del Riesgo: Se deberán realizar contratos con terceros con el objetivo de que cubran la ocurrencia del riesgo.
- Asumir el Riesgo: Se asume toda responsabilidad de las consecuencias por la ocurrencia del riesgo.
- Eliminar el Riesgo: Se tomarán medidas para que el riesgo desaparezca.

En la **Tabla 16** se presenta el análisis de los riesgos aplicables a la implementación de peajes en el tramo de estudio de la Avenida Boyacá:

Tabla 16. Identificación y calificación de riesgos de la implementación de peajes sobre la Av. Boyacá entre la Calle 170 y la Av. Tunjuelito

TIPO	RIESGO	CAUSA	EVENTO	PROBABILIDAD	IMPACTO	TOLERANCIA	ACCION
Cambiario	Variaciones del peso frente a otras monedas	Comportamiento del mercado	No capacidad de pago	ALTO	ALTO	9	Transferencia del Riesgo
	Tasa de interés	Cambios adversos en las tasas de interés de mercado que puedan afectar el valor de los instrumentos, contratos u otras operaciones registradas en la Sociedad.	Pérdidas ocasionadas por cambios adversos en las tasas de interés de mercado	ALTO	ALTO	9	Mitigar el Riesgo
Comercial	Aumento de Inflación	Variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC)	Deudas con tenedores	ALTO	ALTO	9	Mitigar el Riesgo
	Alteración en el comportamiento de tráfico y demanda	Cambios en la demanda vehicular por el cambio de sistema	Aumento o disminución del parque automotor	ALTO	MEDIO	6	Mitigar el Riesgo
	Evasión del pago de las tarifas por los usuarios de la vía	Inadecuado control en las operaciones de pago en los peajes.	Perdidas económicas	MEDIO	ALTO	6	Mitigar el Riesgo
	Vías alternas y paralelas usadas para eludir el pago del peaje	Diferentes opciones de rutas para trasladarse de un lado a otro	Congestión en corredores urbanos alternos	MEDIO	ALTO	6	Mitigar el Riesgo

TIPO	RIESGO	CAUSA	EVENTO	PROBABILIDAD	IMPACTO	TOLERANCIA	ACCION
	Fallos del software, equipos y/o instrumentos	Falta de mediciones continuas del rendimiento de los equipos y detección automática de errores	Imposibilidad del recaudo o el cobro por el uso de la vía por el mal funcionamiento de la tecnología implementada	BAJO	ALTO	3	Asumir el Riesgo
Social	Pérdidas de ventas y en los gastos propios de empresarios y/o negocios por la instalación de peajes	Instalación de peajes urbanos en zonas comerciales	La oposición de la comunidad a la instalación de los peajes urbanos puede generar alteraciones en el recaudo de ingresos	MEDIO	MEDIO	4	Transferencia del Riesgo
	Desigualdad	Afectaciones económicas a las clases más desfavorecidas que a las ricas	Oposición particular de aquellos para quienes la tarifa a pagar resulta demasiado elevada para su poder adquisitivo y afecta al equilibrio de su economía.	MEDIO	MEDIO	4	Transferencia del Riesgo
	Reclamos y demandas	Divulgación escasa del proyecto, falta de conocimiento del proyecto, aumento de gastos de los ciudadanos	No aceptación del proyecto	MEDIO	MEDIO	4	Transferencia del Riesgo
Regulatorio	Aumento del tráfico de motocicletas debido a la excepción de pago	Exención de peaje para las motocicletas	El aumento del uso de motocicletas	BAJO	BAJO	1	Eliminar el Riesgo
	Capacidad insuficiente transporte público	Falta de transporte público	Alto nivel de dependencia del automóvil	ALTO	ALTO	9	Mitigar el Riesgo
Tecnológico	Cambios en la tecnología que se utilizará para el sistema de peaje	Cambios en el sistema para el recaudo de peaje	Eficiencia en el cobro de las tarifas de los peajes	ALTO	BAJO	3	Asumir el Riesgo

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la información registrada en la **Tabla 16**, podemos lograr subsanar o mitigar riesgos a la hora de implementar peajes en vías urbanas en Bogotá; para nuestro estudio

sobre la Avenida Boyacá podemos definir las siguientes acciones para cada riesgo:

Riesgo cambiario:

- Variaciones del peso frente a otras monedas: Así como lo hizo Chile se debe contar con un contrato Cross Currency Swap (CCS), que permita cubrir las fluctuaciones futuras de una moneda y tasas de interés con respecto a otra moneda.

Riesgo comercial:

- Cambios en la demanda vehicular por el cambio de sistema: En varias ciudades se evidencio el efecto de transito inducido, entre más vías se construyan, el parque automotor aumenta; para evitar este fenómeno se propone invertir en adecuación y mejoramiento del paso peatonal, construcción de vías para los ciclistas, e incluir, mejorar, ampliar y fortalecer el transporte público.
- Evasión del pago de las tarifas por los usuarios de la vía: Para mitigar este riesgo se plantea contar con un sistema de lectura de (matricula) placas que controlen la evasión de pago, como se explica en el capítulo 10.
- Vías alternas y paralelas usadas para eludir el pago del peaje: En este caso se propone implementar los peajes en todos los corredores principales de la malla vial de la ciudad de Bogotá, así como lo plantea la Secretaria de Planeación en el Balance de Gestión Sector Movilidad 2008-2012, pero también incluyendo las demás vías principales como La Autopista Norte, Avenida Ciudad de Cali, Avenida El Dorado, entre otras.

Riesgo social:

- Desigualdad: Este riesgo se puede subsanar teniendo en cuenta el modelo y tamaño del vehículo, además se puede considerar la tarifa del peaje con base a los ingresos del dueño del vehículo.
- Reclamos y demandas: Se debe considerar implementar programas de divulgación a

través de todos los medios de comunicación, dando a conocer el proyecto y como se van a tener en cuenta las poblaciones de los diferentes estratos sociales, dando a conocer que será un proyecto equitativo para toda la comunidad.

Riesgo regulatorio:

- Aumento del tráfico de motocicletas debido a la excepción de pago: Para este riesgo se consideró no eximir a los motociclistas del pago de la tarifa del peaje.
- Capacidad insuficiente transporte público: Debe quedar establecido que un porcentaje del recaudo de los peajes deberá ser destinado para el mejoramiento del sistema de transporte público en Bogotá.

Riesgo tecnológico:

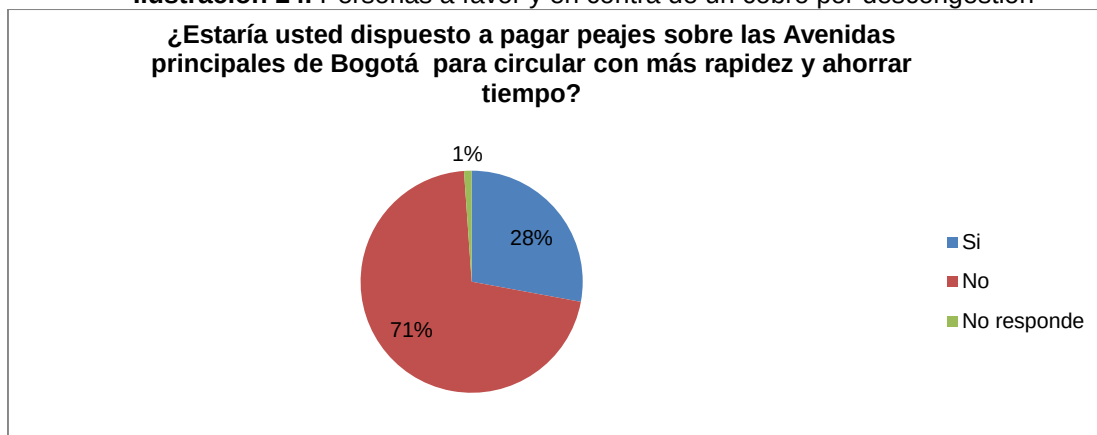
- Confiabilidad de la tecnología que se utilizará para el sistema de peaje: Se deben instalar sistemas y tecnología que haya sido utilizada en sistemas similares, que garantice un 100% de confiabilidad.

11.4. Análisis respuestas de la encuesta “Peajes Urbanos en Bogotá D.C”.

Con las encuestas “Peajes Urbanos en Bogotá D.C” realizadas a la población de Bogotá, se obtuvo lo siguiente:

- Personas encuestadas: 724
- El 28% de las personas encuestadas, está a favor de un cobro por descongestión y el 71% está en contra de un cobro por descongestión, ver **Ilustración 24:**

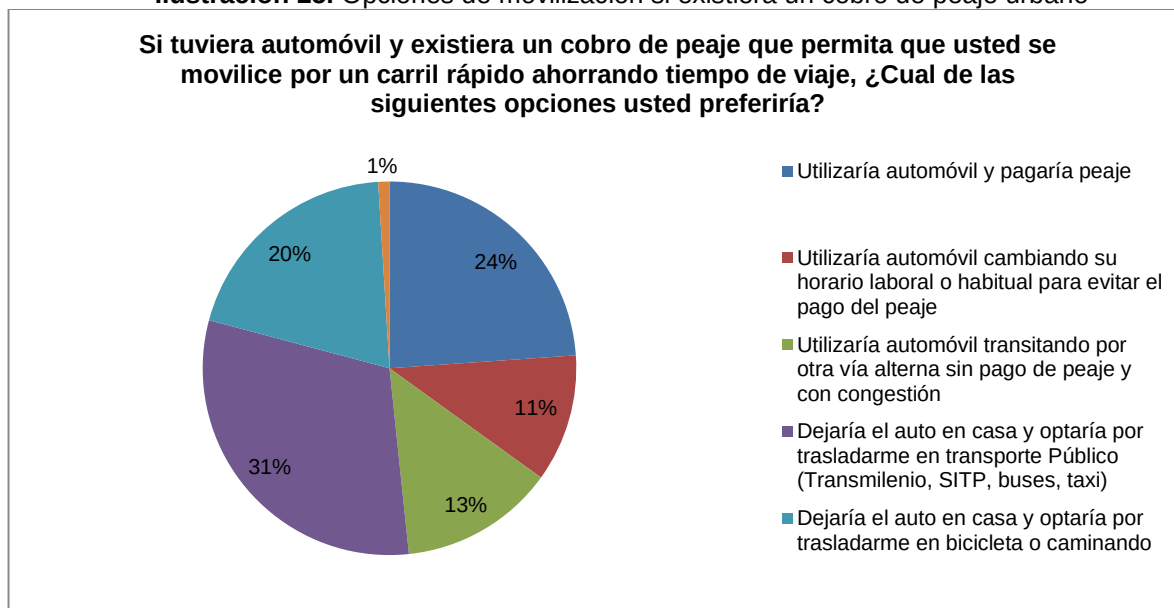
Ilustración 24. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión



Fuente: Elaboración propia.

- El 24% de personas encuestadas están dispuestas a usar su vehículo y pagar peaje, el 11% están dispuestas a cambiar su horario habitual para evitar el pago de peaje, el 13% están dispuestas a cambiar su ruta habitual para evitar el pago de peaje, el 31% están dispuestas a cambiar su vehículo particular por usar el transporte público y el 20% están dispuestas a cambiar su vehículo particular por usar bicicleta o movilizarse a pie, ver **Ilustración 25.**

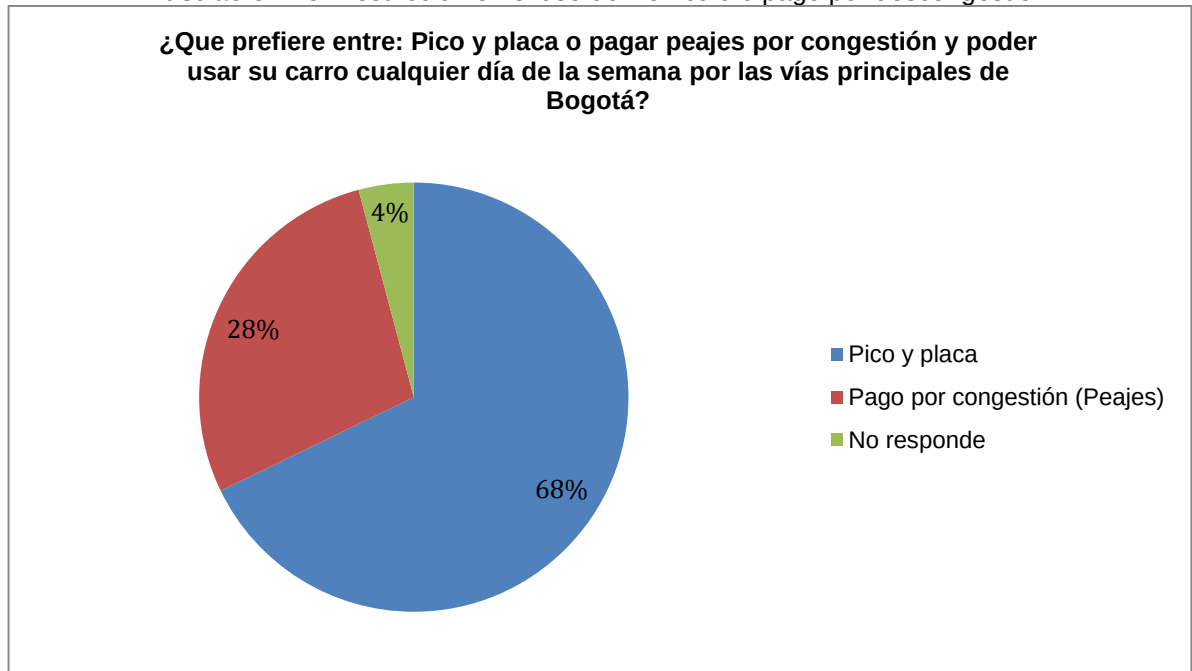
Ilustración 25. Opciones de movilización si existiera un cobro de peaje urbano



Fuente: Elaboración propia.

- El 68% de las personas encuestadas, prefiere restricciones en el uso del vehículo personal como el pico y placa, a no tener que pagar una tarifa por descongestión, ver **Ilustración 26**.

Ilustración 26. Restricción en el uso del vehículo o pago por descongestión



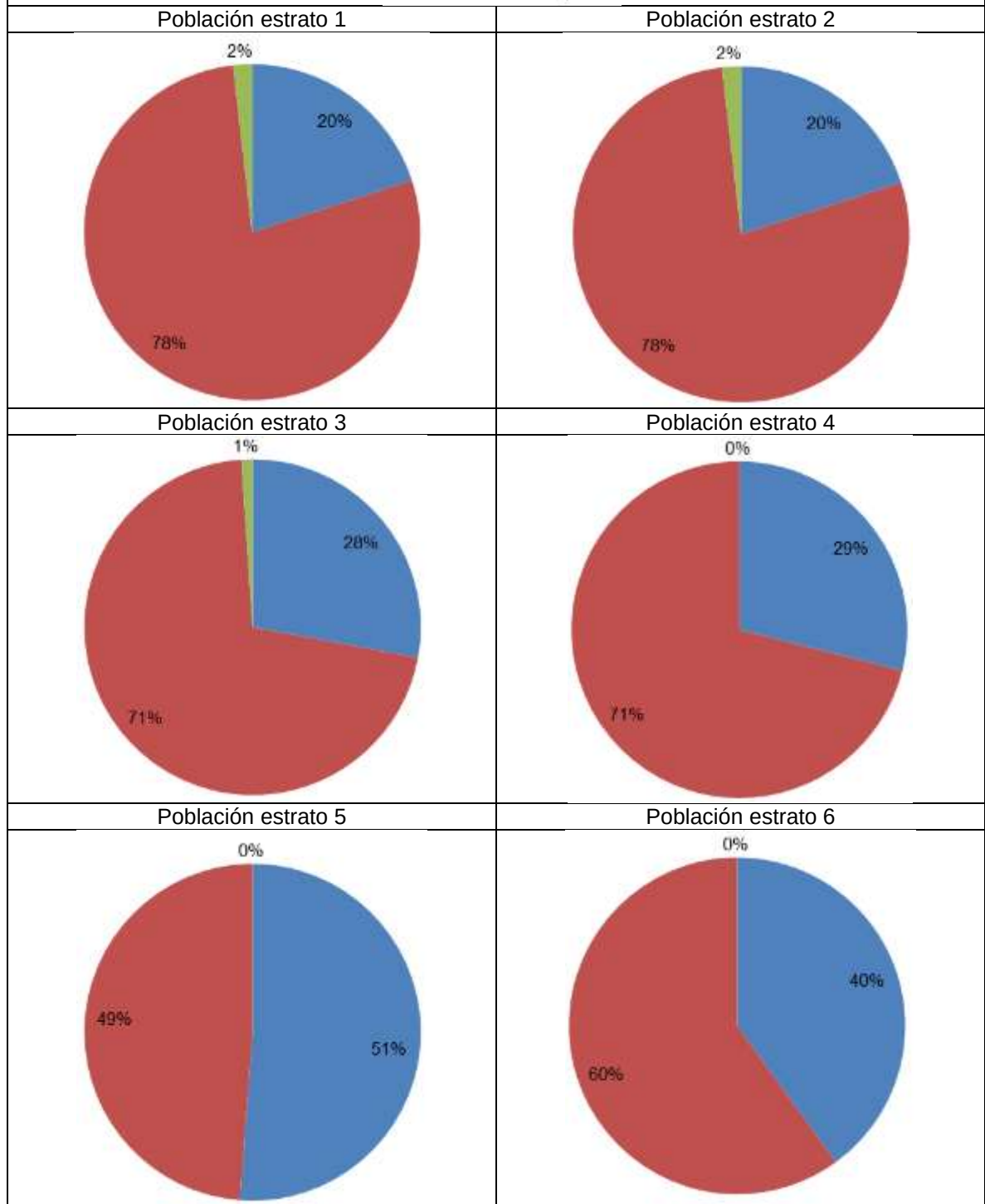
Fuente: Elaboración propia.

- Las personas de mayores ingresos (Estratos 5 y 6) tienden a estar de acuerdo con la implementación de peajes en la ciudad si se les garantiza ahorro de tiempo, mientras que los de menores ingresos (Estratos 1, 2, 3 y 4) tienden a oponerse, ver **Ilustración 27**.

Ilustración 27. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión (por estratos)

¿Estaría usted dispuesto a pagar peajes sobre las Avenidas principales de Bogotá para circular con más rapidez y ahorrar tiempo?

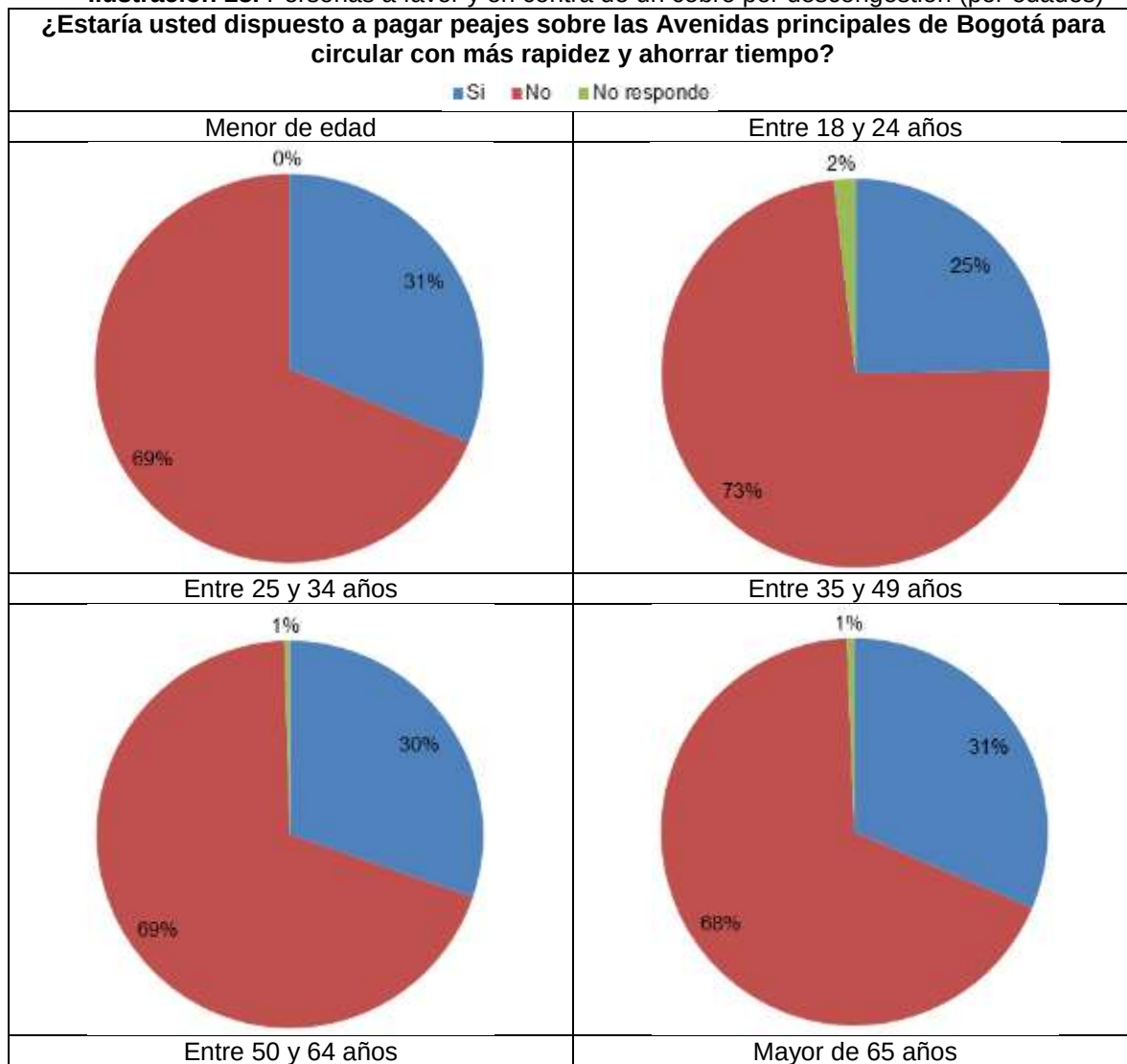
■ Si ■ No ■ No responde

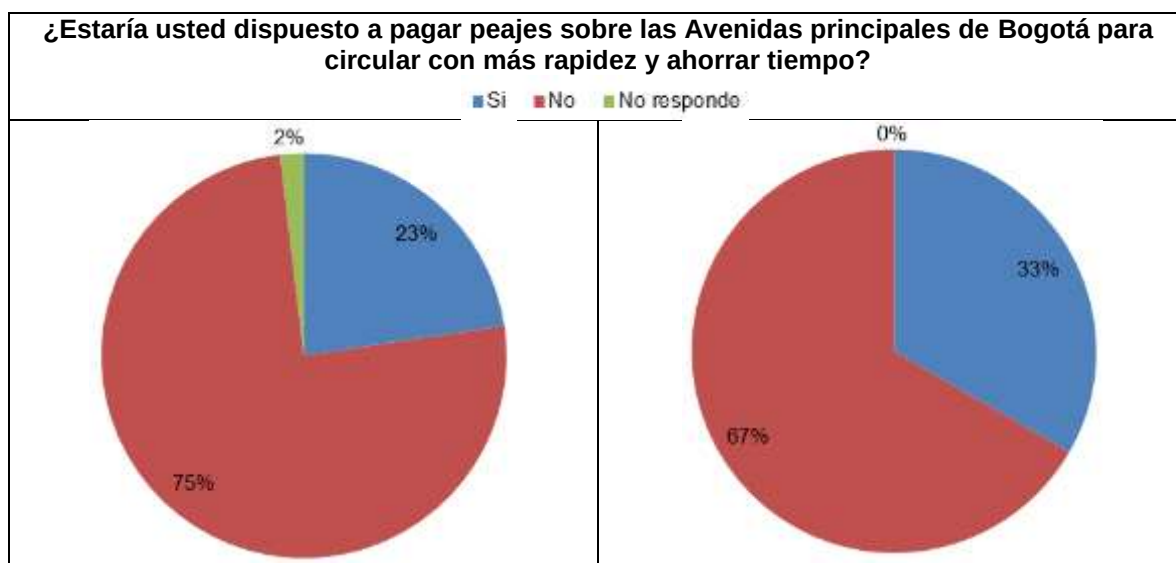


Fuente: Elaboración propia.

- Las personas de todas las edades tienden a oponerse por un pago por congestión, para este parámetro no existen sectores de población con diferencia en su posición y/o comportamiento esperado, ver **Ilustración 28**.

Ilustración 28. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión (por edades)

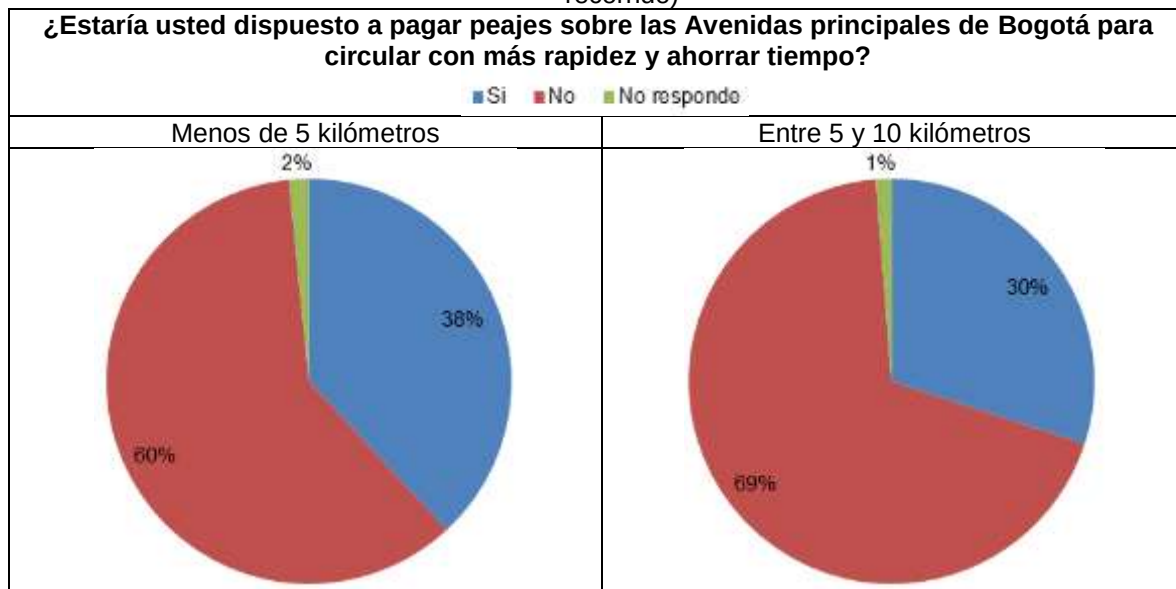


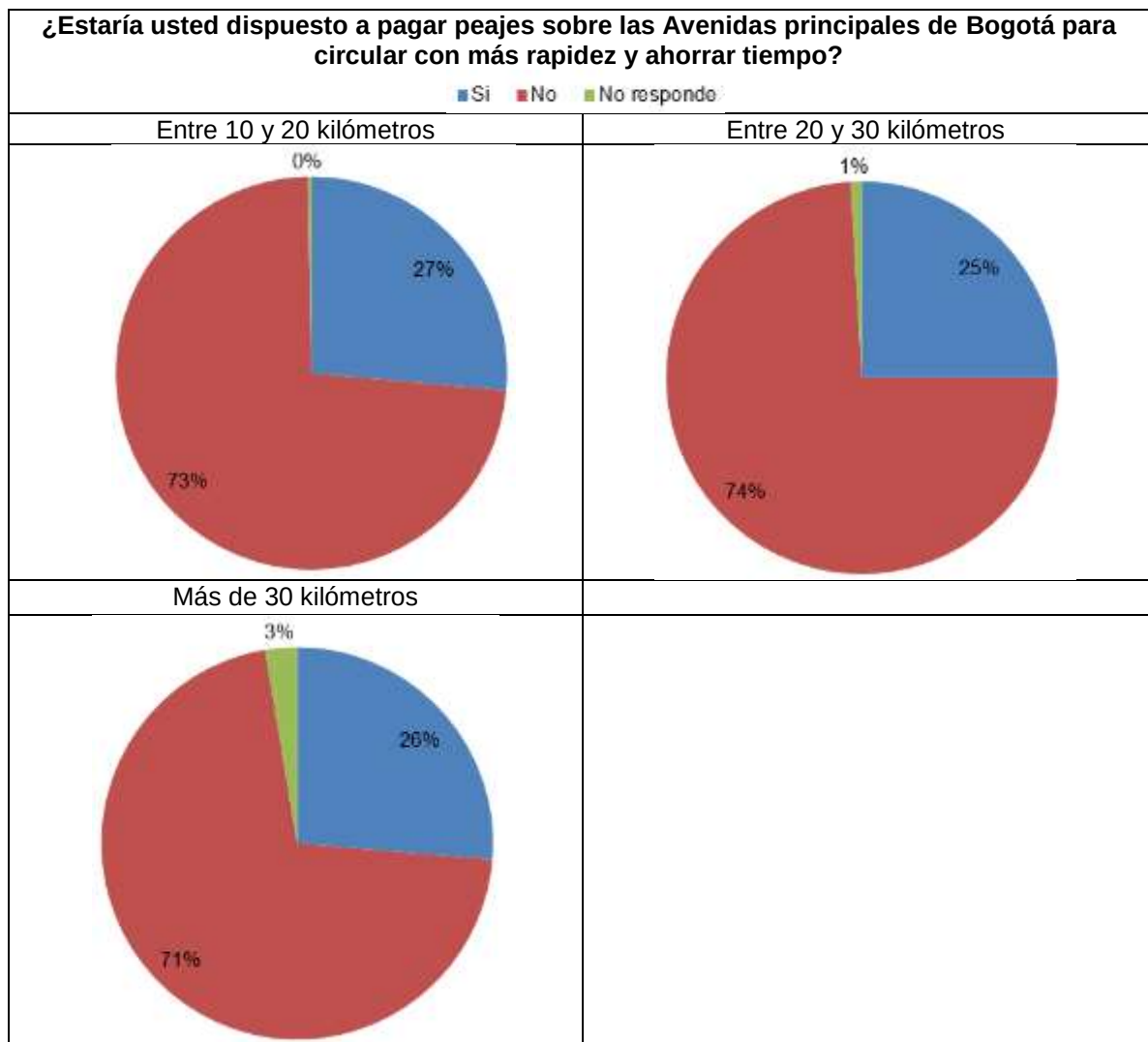


Fuente: Elaboración propia.

- Las personas que recorren distancias más cortas tienden a oponerse menos a un pago por congestión, que las que recorren distancias más largas. Con esto se verifica que la población que recorre menos distancias son las que utilizan más el vehículo particular para su traslado, ver **Ilustración 29**.

Ilustración 29. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión (por distancia de recorrido)





Fuente: Elaboración propia.

- Las personas que con mayor frecuencia usan su automóvil para trasladarse tienden a oponerse menos a un pago por congestión, que las que usan otros medios de transporte, ver **Ilustración 30**.

Ilustración 30. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión (personas con mayor frecuencia de usar el auto vs personas que con mayor frecuencia usan otros medios de transporte)



Fuente: Elaboración propia.

- Más del 60% de los encuestados expresan que es una solución poco estratégica e improvisada porque:
 - “Existen aspectos como atraso en la expansión de la red vial, mal estado de la red vial existente, reducción de la velocidad en corredores principales que afectan notoriamente las condiciones de transito de la ciudad. Adicionalmente temas de cultura ciudadana y pedagogía hacen que esta clase de medidas no prosperen o no generen los resultados que teóricamente esperan”.
 - Para desarrollar un proyecto de cobro por descongestión en Bogotá se debe “mejorar y expandir la infraestructura vial, incluir ciclo-rutas y vías para los peatones que sean seguras y eficientes, y un sistema integrado de transporte masivo que sea intermodal, práctico y amigable con el medio ambiente”.
 - “Socialmente es un proyecto excluyente y poco responsable, ya que todos los ciudadanos no podrían pagar cualquier tarifa de peaje, a menos que exista una

estrategia para que toda la población pueda acceder a este servicio”.

→ “Es una necesidad que el estado debe cubrir”.

11.5. Sistema de financiación.

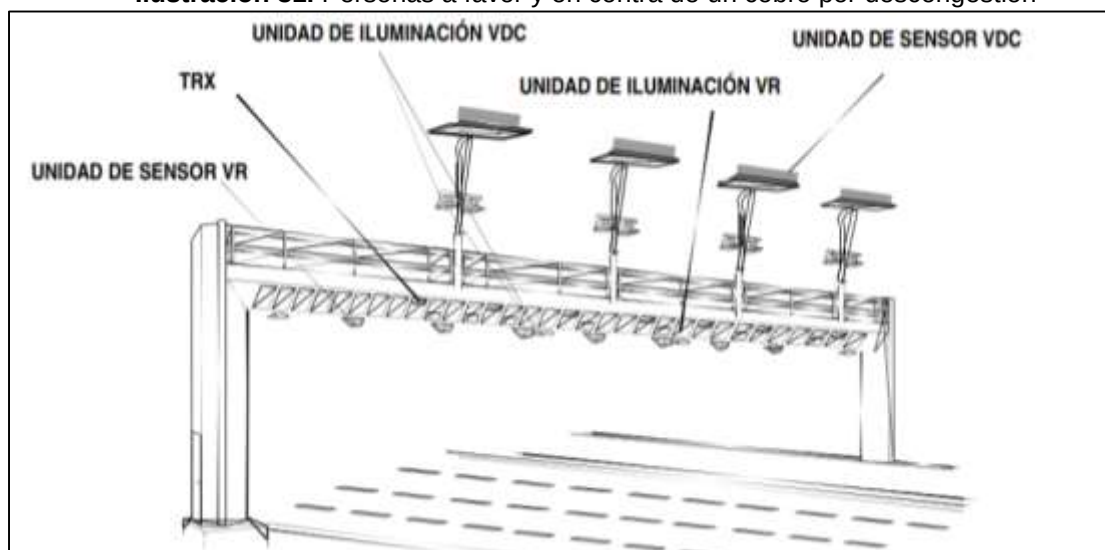
Para la estimación de costos se identificó las características principales de un sistema de peaje Free Flow la cual se menciona a continuación:

11.5.1. Características de los peajes electrónicos sobre pórticos:

Para tener una estimación aproximada del costo de la implementación de la tecnología a usar para los peajes urbanos establecidos sobre el corredor de la Av. Boyacá desde la Calle 170 hasta la Avenida Tunjuelito en la ciudad de Bogotá D.C., se realizó una cotización del equipo especializado necesario para el sistema de peaje electrónico, los resultados de la cotización se muestran en la [Tabla 11.5.1](#). No se encuentra el origen de la referencia.:

Los sistemas principales y el equipamiento requerido son los siguientes:

Ilustración 31. Personas a favor y en contra de un cobro por descongestión



Fuente: Autopista Central, Tollmatic 3ra generación AC-14-n1 de autopista central

Sistemas principales:

- Red de comunicaciones redundante
- Estaciones de toma de datos
- Servidor central de almacenamiento.
- Sistema de clasificación de vehículos
- Sistema de detección de vehículos con TAG

Estructura física:

- Pórticos (Estructura metálica): De acuerdo al análisis realizado sobre los requerimientos del corredor vial, se propone instalar diez (10) pórticos de peaje localizados como lo establece la **Ilustración 23**.

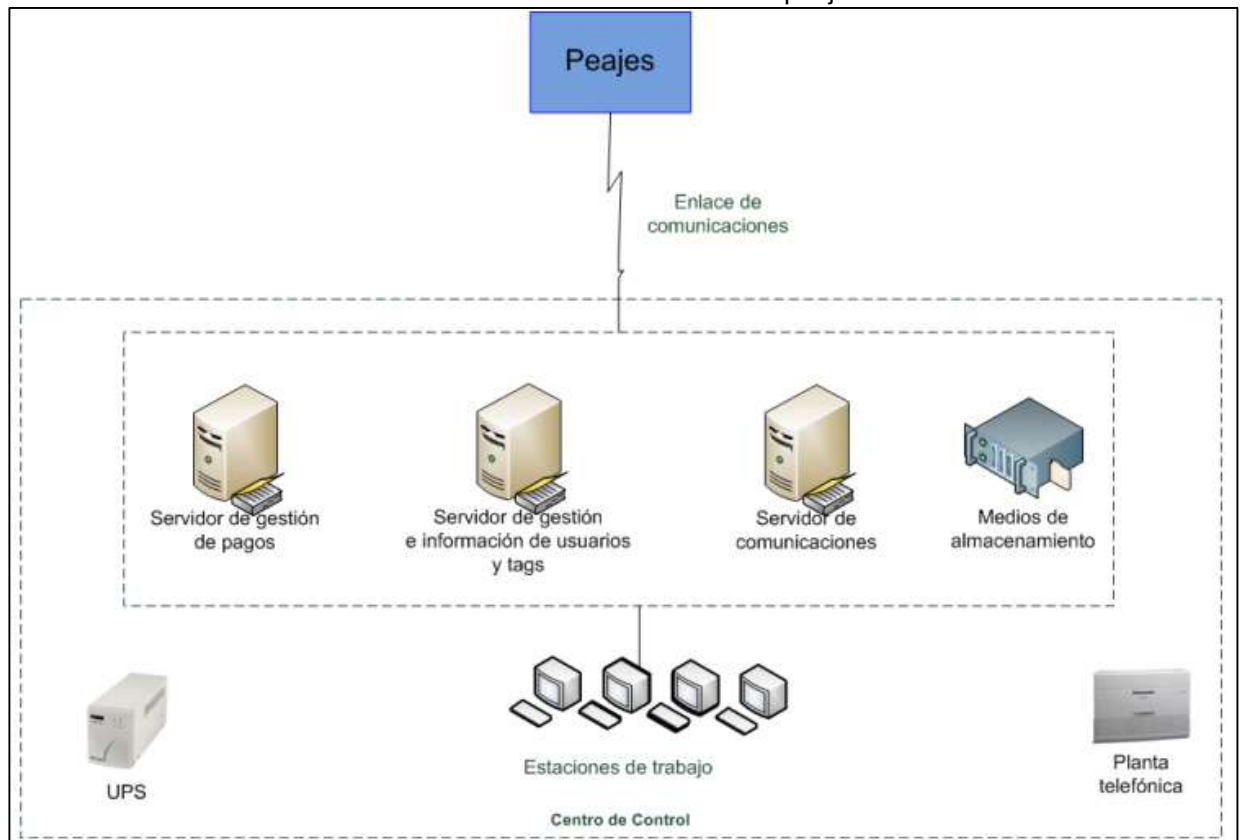
Equipamiento del vehículo:

- Dispositivo electrónico (TAG)

Equipamiento del peaje:

- Unidad de sensor VDC
- TRX
- Unidades de iluminación VDC
- Unidades de iluminación VR
- Cámaras CCTV (en pórticos y postes)
- Antena de comunicación

Ilustración 32. Elementos de un peaje



Fuente: GSD expertos en transporte.

11.5.2. Comparación de costos entre un sistema de peaje electrónico free flow y peaje manual:

Los precios son indicativos pueden cambiar dependiendo el proveedor la negociación y varían según los equipos su calidad, eficacia y potencia, igualmente por las garantías que se ofrezcan, el marketing, los profesionales especializados, el año, el lugar y las necesidades del Centro de Control Operacional, etc.

Tabla 17. Cuadro comparativo de costos entre un peaje Free Flow y un peaje manual

PEAJE ELECTRÓNICO					PEAJE MANUAL				
Equipos/tecnología		Unidad	Cantidad	Costo Total	Equipos/tecnología		Unidad	Cantidad	Costo Total
CCO	Servidores: Gestión de pagos, información de usuarios y TAG, comunicaciones	UN	4	\$160 000 000					
	Estaciones de Trabajo para el procesamiento de los datos de los peajes y computadores para uso administrativo	UN	4	\$60 000 000					
	Televisores para el control operacional de la vía	UN	20	\$40 000 000					
	Medios de almacenamiento	UN	2	\$40 000 000	Medios de almacenamiento	UN	2		\$40 000 000
	Software Especializados para el uso del peaje	UN	1	\$32 000 000					
	Adecuación e instalaciones	M2	800	\$1 600 000 000	Adecuación básico e contabilidad	M2	800		\$1 600 000 000
	UPS y soporte eléctrico	UN	1	\$6 000 000	UPS y soporte eléctrico	UN	1		\$6 000 000
	Planta telefónica	UN	1	\$16 000 000	Planta telefónica	UN	1		\$16 000 000
	Equipos de comunicaciones (Router, Switches, etc.)	UN	1	\$3 000 000	Equipos de comunicaciones (Router, Switches, etc.)	UN	1		\$3 000 000
Empresa de seguridad	UN	1	\$15 000 000	Empresa de seguridad	UN	1		\$15 000 000	
Peaje	Estructura metálica (pórtico)	UN	10	\$416 500 000	Cabinas de recaudo	UN	70		\$140 000 000
	Unidad de sensor	UN	20	\$80 000 000	Compra de predios (plazas grandes para recaudo)	M2	42000		\$84 000 000 000
	TRX	UN	20	\$90 000 000					
	Unidad de iluminación	UN	20	\$20 000 000	Unidad de iluminación	UN	20		\$20 000 000
	Cámaras CCTV para lectura OCR	UN	20	\$30 000 000	Cámara CCTV de Vigilancia	UN	20		\$30 000 000
	Dispositivo tag (el costo se transfiere a los usuarios)	-	-	-					
	Antena de comunicación	AÑO	30	\$226 800 000					
Personal	Director CCO	UN	1	\$18 159 077	Director CCO	UN	1		\$18 159 077
	Secretaria/ Recepcionista	UN	1	\$2 500 000	Secretaria/ Recepcionista	UN	1		\$2 500 000
	Administrativo	UN	1	\$5 234 774	Administrativo	UN	1		\$5 234 774
	Operario	UN	5	\$36 648 480					
	Director comercial y de atención al cliente	UN	1	\$13 844 425	Director comercial y de atención al cliente	UN	1		\$13 844 425
	Soporte Comercial y de Atención al cliente	UN	3	\$32 074 977	Soporte Comercial y de Atención al cliente	UN	3		\$32 074 977
	Mantenimiento	UN	5	\$45 538 655	Taquilleras	UN	70		\$189 000 000
	Especialista IT	UN	2	\$21 383 318	Empresa de seguridad	UN	10		\$150 000 000
Administrativo	Materiales	Materiales de oficina		\$15 000 000	Materiales	Materiales de oficina			\$15 000 000
		Materiales de cafetería		\$15 000 000		Materiales de cafetería			\$15 000 000
	Terceros	Servicio impresión		\$18 100 000	Terceros	Servicio impresión			\$18 100 000
		Servicio de aseo		\$75 500 000		Servicio de aseo			\$75 500 000
	Servicios públicos	Agua		\$105 500 000	Servicios públicos	Agua			\$105 500 000
		Energía		\$37 700 000		Energía			\$37 700 000
	Comunicaciones	Teléfonos fijos		\$152 700 000	Comunicaciones	Teléfonos fijos			\$152 700 000
		Celulares		\$75 500 000		Celulares			\$75 500 000
		Internet		\$136 800 000		Internet			\$136 800 000
	Administración	Alquiler oficinas		\$60 400 000	Administración	Alquiler oficinas			\$60 400 000
		Alquiler Centro de Control		\$60 400 000		Alquiler Centro de Control			\$60 400 000
		Administración		\$62 900 000		Administración			\$62 900 000
		Transporte		\$52 800 000		Transporte			\$52 800 000

PEAJE ELECTRÓNICO						PEAJE MANUAL					
Equipos/tecnología			Unidad	Cantidad	Costo Total	Equipos/tecnología		Unidad	Cantidad	Costo Total	
		Mantenimiento Oficina y CCO			\$52 800 000		Mantenimiento Oficina y CCO			\$52 800 000	
		Adecuación oficina Administración			\$62 900 000		Adecuación oficina Administración			\$62 900 000	
TOTAL					\$3 954 683 706	TOTAL					\$87 264 813 253
Operación	Costos por las recargas a la cuenta del usuario (red de recarga): 3.0% sobre el recaudo electrónico, basándose en información del mercado (se pueden obtener costos desde el 1.5% en adelante, dependiendo de diversos factores como la ubicación y la negociación que se logre).										
	Mantenimiento de los equipos en peaje: 10% anual sobre el CAPEX de peaje. Este 10% incluye costos de reposición de equipos.										
	Mantenimiento del centro de control: 10% anual sobre el CAPEX del centro de control. Este 10% incluye costos de reposición de equipos.”										

Fuente: Elaboración propia.

11.5.3. Nivel de demanda:

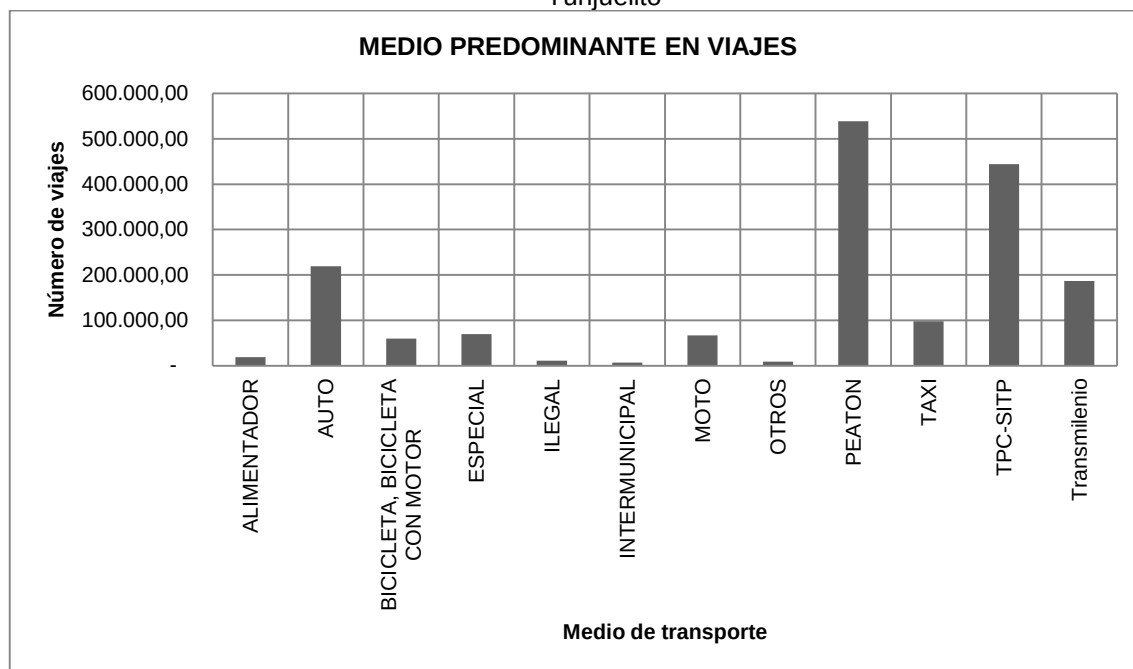
- Para la estimación del número de usuarios que estarán dispuestos a pagar peaje por descongestión, se tuvieron en cuenta las respuestas de la encuesta "Peajes Urbanos en Bogotá D.C" realizada a 724 personas que residen en Bogotá, para este análisis se tuvieron en cuenta únicamente las respuestas de las personas que con frecuencia usan auto para movilizarse dentro de la ciudad, ver **Ilustración 30**:

Porcentaje de personas que frecuentemente usan auto para movilizarse y están dispuestos a realizar un pago por descongestión: 38% de la población con auto.

- Además, se tuvo en cuenta los resultados Encuesta Origen – Destinos hogares realizada por la Secretaria de Movilidad en el año 2015:

En la Ilustración 33, se pueden observar el número de viajes diarios que se realizan por diferentes medios de transporte, tomando las ZAT - origen de la Avenida Boyacá y las ZAT destino de las diferentes zonas de la ciudad de Bogotá.

Ilustración 33. Medio predominante en viajes en la Av. Boyacá entre la Calle 170 y La Av. Tunjuelito



Fuente: Adaptado de la encuesta Origen – Destino hogares - Secretaria de movilidad 2015.

De acuerdo a la **Ilustración 33** la cantidad de viajes realizados diariamente en automóvil sobre la Avenida Boyacá entre la Calle 170 y La Av. Tunjuelito: 219.111

Tabla 18. Nivel de demanda Av. Boyacá entre la Calle 170 y La Av. Tunjuelito

Conteo total de viajes en vehículo diariamente	219.111
Porcentaje de vehículos que pagaran peaje por descongestión	38%
Cantidad de vehículos estimados que pagaran peaje por descongestión	83.262

Fuente: Elaboración propia.

12. DIAGNÓSTICO

Con la investigación realizada sobre estudios y experiencias en otros países sobre proyectos viales como solución a la congestión se diagnosticó lo siguiente:

- La mayoría de las principales ciudades en el mundo han fallado en incrementar su capacidad vial tratando de resolver su problema de movilidad, ya que se ha

generado un fenómeno conocido como tráfico inducido, es decir, a más oferta más demanda. De acuerdo a esta afirmación se puede sostener que los peajes urbanos son una alternativa para la solución de la movilidad en las ciudades, logrando que las personas prefieran usar el transporte público y dejen sus vehículos en las casas.

- Además de que la tarificación logra resolver problemas de congestión, también puede estar ligada a la mitigación del impacto ambiental generado por los automotores.
- Ha quedado demostrado en todo el mundo, que la única solución a ese problema es que la gente deje el automóvil y no que se amplíen o construyan nuevas vías.
- “La implementación de un cargo por descongestión reduce el tráfico de vehículos particulares e incrementa el uso del transporte público, pues está diseñado para reducir el número de vehículos en las vías al imponer un alto precio por circular y no está dirigida a maximizar ganancias.”¹⁰

Con las condiciones existentes del tramo en estudio se diagnosticó lo siguiente:

- La causa de los trancones es debido al gran número de vehículos que se acumulan en las entradas y salidas de las intersecciones, debido a este fenómeno evidenciado en las condiciones actuales existe el riesgo de que las salidas o entradas al carril expreso se congestionen y no se pueda o ingresar o salir con fluidez limitando la velocidad en los carriles expresos.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- De acuerdo a las respuestas de la encuesta elaborada a los ciudadanos de Bogotá, se evidenció que las personas con mayores ingresos tienden a estar de acuerdo con un pago por congestión; sin importar el rango de edad, los ciudadanos tienden a oponerse a un pago por congestión; de la misma manera aquellos ciudadanos que realizan viajes

¹⁰ Nexos, blog de la redacción, La Súper-vía poniente y Santa Fe ¿Solución real de movilidad?, enero 2011.

largos muestran más resistencia a este pago que los que realizan viajes cortos; las personas que con frecuencia se trasladan en automóvil se oponen menos a este sistema que los que viajan en otros medios de transporte, y la mayoría de la población encuestada prefiere restricciones en el uso del vehículo como el pico y placa a cambio de no tener que pagar una tarifa por descongestión; de acuerdo con estos resultados se puede afirmar que el elemento principal de oposición a un pago por descongestión es el factor económico.

- De acuerdo con la encuesta elaborada a los ciudadanos de Bogotá, el 44% de las personas que transitan por el corredor de la Avenida Boyacá se trasladan en transporte masivo, el 13% en automóvil particular, el 4% en moto, el 35% en bicicleta o caminando y el 4% restante se traslada por otros medios, en este sentido el estudio realizado encuentra correlación en los siguientes aspectos:
 - Se debe incluir, proveer, mejorar, potenciar, privilegiar y promover el uso del transporte masivo ya que el mayor número de población se transporta en este medio.
 - Se requiere controlar el tráfico vehicular a través de un cargo por congestión para disminuir la contaminación del aire, para facilitar la movilidad de los vehículos a través de la reducción en los tiempos de tránsito.
- De acuerdo con las experiencias analizadas de otros países con los peajes en autopistas urbanas y con las encuestas realizadas a la población de Bogotá D.C. cuyo objeto es la reducción de la demanda vehicular y/o mantener un tráfico fluido en el tramo estudiado se plantea:
 - La tarificación deberá ser dinámica y el cargo por congestión dependerá del tráfico y longitud recorrida.
 - Los peajes urbanos operarán las veinticuatro (24) horas del día, los siete (7) días de la semana.
 - La tecnología y el pago del peaje será totalmente electrónico, la cual se utiliza sensores para la identificación del vehículo con TAG y cámara CCTV (Circuito

Cerrado de Televisión) para la identificación de placas.

- El recaudo de la tarifa de los peajes se utilizara para recuperar la inversión realizada por la adquisición de los pódicos y la tecnología requerida para la implementación de los peajes, mejorar las condiciones del servicio masivo y aumentar la capacidad del transporte masivo que garantice la comodidad, seguridad y eficacia; así mismo servirá para expandir, mantener y mejorar la infraestructura vial del corredor y demás vías de la ciudad incluyendo vías peatonales y ciclo-rutas con priorización a los ciclistas y peatones.
 - Para el cobro del pago por descongestión el usuario deberá crear una cuenta donde se registran los datos del conductor y se podrá registrar una cuenta bancaria y dar autorización si así se desea de cobro automático o con un sistema de recarga pre-pagada la cual se hará el descuento directo mediante el sistema TAG. Como garantías del pago de los peajes se contará con cámaras para la lectura de placas automatizada la cual identificará el vehículo que no tenga el TAG(Dispositivo de identificación) y se le dará un plazo de 15 días al conductor para notificarse y generar la factura en la cual se hará el cobro de la tarifa del peaje, si pasados esos 15 días el conductor del vehículo no se notifica, este o el propietario del mismo podrá ser sancionado con una multa en un número determinado de salarios mínimos legales diarios vigentes (SMLV) en concordancia con los tipos de multas establecidas por el Código de Tránsito
- Las características de la infraestructura necesaria para el sistema de cobro con peajes electrónicos con cámaras CCTV y software OCR (Reconocimiento óptico de caracteres) y sensores para la detección de TAG, se encuentran:
 - Entradas y salidas controladas dentro del sistema de tal modo que nos permitan reducir el número de intersecciones y conflictos entre vehículos para lo cual se debe disminuir el número de intersecciones o manejar las intersecciones a desnivel.
 - y de este modo disminuir los tiempos de viaje de los conductores
 - La canalización vehicular para el acceso y salida a los carriles debe estar demarcada con líneas continuas y tachas reflectivas con 200 m de antelación a la entrada a dichos carriles, instalando señales horizontales que indiquen el carril rápido, y

- señales verticales informativas que adviertan la proximidad a la canalización.
 - Elementos para la segregación de los vehículos que van a acceder a los carriles rápidos debidamente demarcados con la señalización vertical y horizontal adecuadas
 - Los carriles rápidos manejarán a su vez entre 1 y 2 carriles por sentido de flujo, el carril derecho utilizaría para las entradas y salidas intermedias a fin de que se garantice un carril continuo al costado del separador, igualmente se debe contar con por lo menos 3 carriles no pagos para permitir la movilidad del resto de vehículos que transitan sin pago; por último, los carriles deberán contar con accesos directos a las intersecciones con las principales avenidas (calle 170, calle 127, calle 26, Avenida las Américas, Autopista Sur y Calle 61 sur).
 - Deberán contar con los carriles en buen estado con un ancho acorde con las velocidades de diseño
 - Implementación de bermas para el sobrepaso de vehículos que presenten algún tipo de falla y vehículos de emergencia.
 - Los pórticos para soportar el sistema de peaje electrónico serán ubicadas antes de las salidas vehiculares y deberán cumplir con los gálibos horizontales y verticales establecidos en los manuales de diseño geométrico
 - También se debe contar con un CCO (Centro de Control Operacional) en la cual se hará el control de cámaras para la identificación de los vehículos que no posean TAG y el personal para la verificación de placa en caso de fallo del software de reconocimiento de placa, también se tendrá atención al usuario para el registro e instalación de TAG, servicios de emergencia, Servicios de carro taller, policía de tránsito.
- Los tiempos de ahorro por recorrido sobre la Av. Boyacá, teniendo en cuenta una velocidad promedio de 50km/h y un flujo libre, se calcularon por tramos, en horas valle y pico:
 - En el recorrido del tramo 1 (desde la Calle 170 hasta la Calle 127) en hora valle se ahorra un tiempo de 5.84 minutos y en hora pico se ahorran 15.84 minutos de viaje.
 - En el recorrido del tramo 2 (desde la Calle 127 hasta la Avenida Calle 26) en hora

valle se ahorra un tiempo de 6.44 minutos y en hora pico se ahorran 20.44 minutos de viaje.

- En el recorrido del tramo 3 (desde Avenida Calle 26 hasta la Avenida Américas) en hora valle se ahorra un tiempo de 1.88 minutos y en hora pico se ahorran 13.88 minutos de viaje
 - En el recorrido del tramo 4 (desde la Avenida Américas hasta la Autopista Sur) en hora valle se ahorra un tiempo de 3.20 minutos y en hora pico se ahorran 11.20 minutos de viaje
 - En el recorrido del tramo 5 (desde la Autopista Sur hasta la Calle 63 Sur) en hora valle se ahorra un tiempo de 5.48 minutos y en hora pico se ahorran 14.48 minutos de viaje.
 - En el total del recorrido desde la calle 170 hasta la calle 63 Sur en hora valle se ahorra un tiempo de 22.84 minutos y en hora pico se ahorran 75.84 minutos de viaje.
- A futuro, podría considerarse un sistema de peajes basados en la red GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) cuando se tenga satélites que puedan garantizar una precisión más exacta, que no dependa de la señal de factores climáticos, que posea una base de datos unificada de los vehículos y un método de cobro único y que adicionalmente permita notificar a los conductores en tiempo real sobre los vehículos, zonas de recaudo y tarifas y momentos de cobro.
 - Se puede considerar una autopista urbana implementando un proyecto de renovación aledaña al corredor vial de la Av. Boyacá, ya que algunos sectores probablemente queden incomunicados, debido a que este tipo de proyectos son bastantes complejos y se requiere de una inversión inicial alta se puede presentar el caso de que sean proyectos poco atractivos para los inversionistas.

13.2. Recomendaciones

Para el funcionamiento de los carriles con peaje:

- Para garantizar el buen funcionamiento de los carriles rápidos se debe ofrecer un

buen sistema de transporte masivo con vías exclusivas y en diferente nivel a la vía de vehículos, ya que el espacio que se cuenta para mejorar el tráfico vehicular es insuficiente y no se puede construir un sistema de transporte a nivel sin perjudicar seriamente al tráfico vehicular.

Para el tráfico atraído en las vías alternas por la implementación de peajes:

- En el caso de la implementación de peajes urbanos en el tramo de estudio de la Avenida Boyacá, se recomienda la implementación inmediata de peajes en las vías principales alternas a esta, como la Avenida Ciudad de Cali y la Avenida 68, para evitar la congestión causada por el tráfico atraído que se logró evidenciar en las encuestas por evitar el pago por descongestión, en donde el 13% de la población encuestada manifiesta que está dispuesta a cambiar su ruta habitual para evitar el pago de peaje.

Impacto social:

- Uno de los principales problemas sociales de la implementación de los peajes urbanos es la desigualdad en la población, debido a las tarifas para acceder al servicio, para evitar este problema social se recomienda ejecutar un esquema en dónde se beneficien los diferentes estratos sociales de Bogotá, sin dejar a un lado que el objetivo principal del peaje urbano es la disminución del parque automotor en la ciudad.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Rosales Santiago, Frank, ¿El peaje califica como un tributo?, Trabajo de Grado, Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Derecho, Disponible en: http://www.derecho.usmp.edu.pe/7ciclo/derecho_tributario_I/articulos/2010/el_peaje.pdf.

Asociación mundial de carreteras (AIPCR), Manual Explotación de la red vial y sistemas inteligentes de transporte, Cobro de Peaje | RNO/ITS, Disponible en: <https://rno->

its.piarc.org/es/servicios-al-usuario-pago-electronico-aplicaciones/cobro-de-peaje.

La experiencia Internacional en peajes urbanos, Cuadernos de investigación urbanística, Julio Pozueta Echavarri, Doctor Ingeniero de caminos, Universidad Politécnica de Madrid, Cuaderno de Investigación No. 58, Mayo/junio 2018.

Tarifas de congestión, Wikipedia, La enciclopedia Libre, Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Tarifas_de_congesti%C3%B3n.

Autopista Central – Historia, Cruza la Región Metropolitana de norte a sur a través de los ejes Ruta 5 y General Velásquez, Disponible en: <https://www.autopistacentral.cl/historia/historia.html>.

Peaje urbano para reducir la congestión vehicular, Revista Vial, Jack Opiola, abril 2010, Disponible en: <http://revistavial.com/peaje-urbano-para-reducir-la-congestion-vehicular-26231/>.

Banco Interamericano de Desarrollo, Políticas de tarificación por congestión, Efectos potenciales y consideraciones para su implementación en Bogotá, Ciudad de México y Santiago, Bocarejo Juan, López Ramiro, Blanco Andrés.

Tarificación Dinámica en un Sistema de Gestión de Tele-peaje, universidad Autónoma de Madrid, Henar Gómez de Merodio Perea, septiembre 2013, Disponible en: <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20130924HenarGomezdeMerodioPerea.pdf>

Santander, Corporate & Investment Banking, Cross Currency SWAP, Disponible en: https://www.santander.cl/nuestros_productos/pdf/productos-financieros-derivados/cross-currency-swap.pdf

Cartagena:

Concesión vial de Cartagena recauda dinero sin que distrito obtenga ganancias,

Cedetrabajo, septiembre de 2014. Disponible en: <https://cedetrabajo.org/blog/concesion-vial-de-cartagena-recauda-dinero-sin-que-distrito-obtenga-ganancias/>

Cartagena: casi listos, los primeros peajes urbanos, El Tiempo, Vicente Arcieri Gutiérrez/Corresponsal de El Tiempo Caribe, julio de 2001. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-452303>

El corredor de acceso rápido a la variante de Cartagena, CONVIAL, Concesión Vial de Cartagena, Disponible en: <http://www.convial.co/corredordecarga/>

Peaje “Vikingos” será retirado por la Alcaldía, El Universal, Juliana de Ávila Romero, agosto de 2016. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.co/cartagena/peaje-vikingos-sera-retirado-por-la-alcaldia-169435-MUEU263935>

Bogotá:

Balance de Gestión Sector Movilidad 2008-2012, Secretaria de planeación, Alcaldía Mayor de Bogotá, noviembre de 2011. Disponible en: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/2008_2012_bogotapositiva_c_informefinal_e_balanceggestion.pdf

Autopistas Urbana en Bogotá, Plan Anual de Estudios - PAE 2012, Contraloría de Bogotá D.C., septiembre de 2012, Disponible en: <http://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/Informes/Estructurales/Movilidad/2012%20Autopistas%20Urbanas%20en%20Bogota.pdf>

Cobros por congestión y cobro de contribución por estacionamiento, medidas de la Bogotá humana para administrar la demanda vehicular en Bogotá - Secretaría Distrital de Movilidad - simurportal, Portal Sistema Integrado de Información sobre Movilidad Urbano Regional (SIMURPORTAL), Alcaldía Mayor de Bogotá, Disponible en: http://www.simur.gov.co/secretaria-distrital-de-movilidad1/-/asset_publisher/7Q43GofwLlxQ/content/cobros-por-congestion-y-cobro-de-contribucion-por-estacionamiento-medidas-de-la-bogota-humana-para-administrar-la-demanda-

vehicular-en-bogota;jsessionid=4c5410a1c227fd18e864e8495cf7.

Cali:

Cobros de congestión en ciudades colombianas, Universidad de los Andes, Embajada Británica de Bogotá, abril 2013, Disponible en: https://prosperityfund.uniandes.edu.co/site/wp-content/uploads/Cobros-de-congesti%C3%B3n-en-ciudades-Colombianas_UCLULA_Abril2013.pdf

Medellín:

¿Peajes para carros en Medellín? El colombiano, columnista Aldo Cívico, agosto de 2018, Disponible en: <https://www.elcolombiano.com/opinion/columnistas/peajes-para-carros-en-medellin-JY9144380>

Chile:

Autopista Central, Memorias, 2006, Disponible en: https://www.autopistacentral.cl/resources/documentos/memorias/2006/AC_memoria_2006.pdf.

Estados Financieros, por los periodos terminados al 31 de diciembre de 2015 y 2014, Memoria anual 2015, Autopista Central, Disponible en: https://www.autopistacentral.cl/resources/documentos/memorias/2015/ACSA_EEFF_2015.pdf.

Modelo de negocio para cambiar sistema de cobro en autopistas interurbanas concesionadas, Gonzalo Alejandro Mujica de la Barra, Santiago De Chile, 2014, Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131640/Modelo-de-negocio-para-cambiar-sistema-de-cobro-en-autopistas....pdf?sequence=1>

Autopista Central, Tollmatic 3ra generación AC-14-n1 de autopista central, Disponible en:

<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo326/1s06/lectures/Portico%20de%20peaje-MHE.pdf>

México:

Estudios Demográficos y Urbanos, El colegio de México, A.C., Supervía Poniente, Alfie C., Miriam, Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/312/31230011006.pdf>

Nexos, Blog de redacción, Segundos pisos, supervías y vías express en México: más contaminación y tráfico, Medina Ramírez Salvador Julio 2010, Disponible en: <https://redaccion.nexos.com.mx/?p=1812>

Ulma, ¿Las autopistas urbanas son la solución vial para el DF? - construcción Obrasweb.mx, Disponible en: <http://obrasweb.mx/construccion/2013/07/01/autopistas-urbanas-del-df>.

Vida y muerte de las Autopista Urbanas, Instituto de políticas de transporte y el Desarrollo y EMBARQ, marzo de 2012.

Florida:

Secretos de Florida, Viajando por el Florida Turnpike, Disponible en: <https://www.secretosdelaflorida.com/destinos-turisticos/viajando-por-el-florida-turnpike/>.

Secretos de Florida, La ventaja y facilidad de los Tolls (peajes) electrónicos en La Florida, Disponible en: <https://www.secretosdelaflorida.com/consejos-para-tu-viaje/carros/la-ventaja-y-facilidad-de-los-tolls-peajes-electronicos-en-la-florida/>.

El Nuevo Herald, Cobrarán peaje en carriles expreso de la I-95 en Broward, Chardy Alfonso, octubre de 2016, Disponible en: <https://www.elnuevoherald.com/noticias/sur-de-la-florida/article108041112.html>.

Transporte En el sur de la Florida - West Palm Beach Movers - Mapas online Blog, Disponible en: <http://www.mobes.info/article/879753531/>.

Florida's Turnpike - The Less Stressway, Disponible en:
<http://www.floridasturnpike.com/travelerInfo.html>

Londres:

Sistema de peaje en sombra de la autopista A13 (Reino Unido). (Road Management Group (A13)) | SICE, Disponible en: <http://www.sice.com/proyectos-relevantes/sistema-de-peaje-en-sombra-autopista-a13-en-londres-reino-unido>

Singapur:

Tarifas de congestión en Singapur, Wikipedia La enciclopedia libre, Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Tarifas_de_congesti%C3%B3n_de_Singapur.

La logística urbana, visión práctica, ciudad y mercancías, Institut Cerdà, Martínez S, Disponible en:
<https://books.google.com.co/books?id=D3k1AgAAQBAJ&pg=PA103&lpg=PA103&dq=autopista+urbana+singapur&source=bl&ots=PusJnz11xQ&sig=IGQtXU4oBRNKQDDENZwbZo9LJ1Y&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwitzLPpxo7eAhXIk1kKHdVCjE4ChDoATACegQIBxA B#v=onepage&q=autopista%20urbana%20singapur&f=false>

Corriente eléctrica, Singapur se transforma con la distribución inteligente de su tráfico mediante “vías express”, Disponible en: <https://corrienteelectrica.renault.es/singapur-megalopolis-inteligente-transforma-vias-express/>.

Desarrollo histórico y aceptación política del concepto de cobranza por el uso de la vialidad urbana congestionada, Naciones Unidas, comisión económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, enero de 1999, Disponible en:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3180/1/S9810793_es.pdf