



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**Análisis de preferencias que motivan a los usuarios de nivel socioeconómico medio alto a emplear modos de transporte ilegal para acceder al sistema integrado de transporte, estudio de caso estación BRT Mazurén, sector noroccidental Bogotá D.C.**

**Ana Francys Espinel Ortega**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola  
Bogotá D.C, Colombia  
Año 2019



**Análisis de preferencias que motivan a los usuarios de nivel socioeconómico medio alto a emplear modos de transporte ilegal para acceder al sistema integrado de transporte, estudio de caso estación BRT Mazurén, sector noroccidental Bogotá D.C.**

**Ana Francy Espinel Ortega**

Trabajo final de maestría presentado como requisito para optar al título de:

**Magister en Ingeniería - Transporte**

Director:

MSc. Mario Javier Cardozo Chaux

Línea de Investigación:

Planeación del Transporte

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola

Bogotá D.C, Colombia

Año 2019



*Con profundo agradecimiento a mis Amores:  
por permitirme dedicar buena parte del  
tiempo de nuestro hogar a la academia, al  
dinámico tema de la movilidad; con fe de  
contribuir con el mejoramiento de la movilidad  
cotidiana.*

*Ana F. Espinel Ortega*



## **Agradecimientos**

A Dios por esta oportunidad, a mi esposo Wilson Leonel Garcés Bona, a mis hijos Wilson David, Ana María y Wilson Gabriel y a mi gran familia extendida.

Al Ingeniero M.Sc. Mario Javier Cardozo Chau, director del trabajo de maestría por su ayuda en todo el proceso, al Ph.D. Cesar Augusto Ruiz por su orientación y consejo permanente en los aspectos académicos, a los Profesores de la Maestría en Ingeniería - Transporte de la Universidad Nacional de Colombia por su aporte en el proceso de formación.

A M.Sc. Janeth Alejandra García Herrera de la Vicedecanatura de Investigación y Extensión de la Facultad de Ingeniería y a M.Sc. Maicol Andrés Quiroga B. del programa de lectura y escritura académica de la Universidad Nacional por su ayuda en la revisión y corrección de estilo de este documento.



## Resumen

El transporte ilegal es una alternativa de intercambio modal para los usuarios del Sistema Integrado de Transporte Masivo – SITP de Bogotá D.C. Aunque esta modalidad era utilizada en niveles socioeconómicos bajos que carecían de servicio complementario, se ha extendido su uso a los residentes de nivel socioeconómico medio alto. El objetivo de este trabajo final, es analizar las preferencias que motivan a los usuarios de nivel socioeconómico medio alto a emplear modos de transporte ilegal para acceder al sistema integrado de transporte público, con el fin de plantear escenarios hipotéticos de transporte alternativo y formal que reduzcan la ilegalidad en el intercambio modal.

Como estudio de caso, se eligió el sector noroccidental de la Estación Mazurén, que hace parte de la primera troncal de Buses de Transito Rápido - BRT y donde se ha presentado un proceso de consolidación residencial desde la entrada en servicio del transporte masivo. Por medio de encuestas de preferencias reveladas se analizó la preferencia de los residentes por el uso del transporte ilegal. A través de encuestas de preferencias declaradas, se plantearon opciones hipotéticas de transporte alternativo y formal. Se estructuró un modelo de elección discreta tipo logit para estimar los parámetros de utilidad y con ellos la probabilidad de cambio modal de los usuarios. Se presentan propuestas de cambio modal en el corto, mediano y largo plazo, para reducir el uso de transporte ilegal. Finalmente, se propone una metodología que puede ser aplicada en sectores en condición socioeconómica media alta para analizar el transporte ilegal.

**Palabras clave: Movilidad urbana, transporte ilegal, bicitaxi, modelación de la demanda**

## Abstract

Illegal transport is an alternative of modal shift for users of the Integrated System of Massive Transport - SITP in Bogotá D.C. This modality was used at low socioeconomic levels that lacked complementary transport service; however, it has been extended to residents of medium-high socioeconomic status. The objective of this thesis is to analyze the preferences that motivate users of medium-high socioeconomic status to use illegal modes of transport for accessing the integrated public transport system, aiming to propose scenarios of alternative and formal transport that reduce illegality in modal shifts.

As case study, the northwestern sector of the Mazurén Station was chosen, which is part of the first line of Bus Rapid Transit – BRT. A process of residential consolidation has been developing in that sector since the entry into service of BRT. Through surveys of revealed preferences, the choice of residents for the use of illegal transportation was analyzed. Through surveys of declared preferences, hypothetical options of alternative and formal transport were proposed. A discrete Logit-type choice model was structured to estimate the utility parameters and thus the probability of modal change of the users. Proposals for modal change are presented for the short, medium and long term, to reduce the use of illegal transport. Finally, a methodology is proposed to be applied in sectors with a medium-high socioeconomic status to analyze illegal transport.

**Keywords: Urban mobility, Illegal transport, rickshaw, modeling the demand**

# Contenido

	Pág.
<b>1. Marco de referencia .....</b>	<b>7</b>
1.1 Marco conceptual .....	7
1.2 Marco legal .....	9
1.3 Marco Contextual.....	15
1.4 Estado del Arte .....	18
<b>2. Metodología aplicada .....</b>	<b>23</b>
2.1 Etapa 1. Diagnóstico del área de estudio.....	23
2.2 Etapa 2. Recolección de información primaria .....	24
2.3 Etapa 3. Caracterización de la demanda de transporte ilegal .....	31
2.4 Etapa 4. Evaluación de opciones de cambio modal .....	32
<b>3. Diagnóstico del Área de Estudio.....</b>	<b>36</b>
3.1 Selección de la estación para el estudio de caso .....	36
3.2 Localización del área de estudio .....	43
3.3 Jerarquización vial del sector .....	46
3.4 Aspectos físicos del entorno del sector seleccionado .....	47
3.5 Transporte formal en el sector .....	50
3.6 Encuesta de movilidad 2015 .....	53
3.7 Análisis de la Estación BRT Mazurén .....	55
<b>4. Transporte ilegal en sector en condición socioeconómica media alta .....</b>	<b>59</b>
4.1 Aforo Peatonal.....	59
4.2 Aforos vehiculares sector Mazurén .....	61
4.3 Aforo de transporte ilegal .....	66
4.4 Porcentaje de usuarios de transporte ilegal .....	70
4.5 Preferencia del uso actual del transporte ilegal.....	77
4.6 Porcentaje de viajes realizados respecto a tiempo y distancia.....	91
<b>5. Del transporte ilegal al intercambio modal sostenible .....</b>	<b>93</b>
5.1 Encuestas de preferencias declaradas .....	93
5.2 Resultados obtenidos sobre transportes alternativos .....	99
5.3 Determinación función de utilidad .....	105
5.4 Probabilidad de elección y probabilidad de uso .....	108
5.5 Propuestas de intercambio modal sostenible .....	110
<b>6. Transporte ilegal en la movilidad de corta distancia: propuesta metodológica</b>	<b>119</b>
6.1 Preferencias uso de transporte ilegal según condición socioeconómica ....	119
6.2 Propuesta metodológica para analizar transporte ilegal .....	128

XII	Análisis de preferencias que motivan a los usuarios de nivel socioeconómico medio alto a emplear modos de transporte ilegal para acceder al sistema integrado de transporte, estudio de caso estación BRT Mazurén, sector noroccidental Bogotá D.C.	
-----	---	--

---

<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>142</b>
A. Anexo: Resultados Modelo Estación BRT Mazurén	151
B. Anexo: Resultados Modelo Estación BRT Tintal	154
156	
C. Anexo: Modelo derecho de petición solicitud de información	157
D. Anexo: Encuesta de preferencias declaradas	160
<b>Bibliografía</b>	<b>163</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1-1:</b> Puntos de ilegalidad en Bogotá, 2011 .....	17
<b>Figura 2-1:</b> Interfaz de la aplicación Hand Survey .....	29
<b>Figura 3-1:</b> Localidades de Bogotá D.C.....	37
<b>Figura 3-2:</b> Estaciones del Sistema BRT Zona B.....	38
<b>Figura 3-3:</b> Proceso de consolidación del Sector Noroccidental de la Autopista Norte. .	39
<b>Figura 3-4:</b> Cambios en el área construida de viviendas: distribución espacial y análisis de puntos calientes .....	40
<b>Figura 3-5:</b> Delimitación zona de estudio sector noroccidental estación BRT Mazurén .	44
<b>Figura 3-6:</b> Jerarquización vial del sector. ....	47
<b>Figura 3-7:</b> Rutas del sector Mazurén T-53, C97, C37, E57, 19-7, 19-6. ....	52
<b>Figura 4-1:</b> Grabación de ingresos ala sur estación Mazurén .....	60
<b>Figura 4-2:</b> Ubicación de cámaras de video toma de ingreso peatonal costado sur y costado norte Estación BRT Mazurén .....	60
<b>Figura 4-3:</b> Imagen de área de grabación sector Calle 152 .....	62
<b>Figura 4-4:</b> Localización de cámara de video sector Calle 152 .....	62
<b>Figura 4-5:</b> Localización estaciones informales en el área de estudio .....	70
<b>Figura 4-6:</b> Estación de Estudio BRT Mazurén .....	72
<b>Figura 4-7:</b> Interfaz de la aplicación utilizada en tabletas para el trabajo de campo.....	72
<b>Figura 5-1:</b> Primera parte encuesta de preferencias declaradas.....	96
<b>Figura 5-2:</b> Segunda parte encuesta de preferencias declaradas.....	97
<b>Figura 5-3:</b> Ciclovía actual del área de estudio .....	111
<b>Figura 5-4:</b> Andenes Calle 152 - Accesos estación Mazurén.....	112
<b>Figura 5-5:</b> Bicitaxi sector Mazurén y área de estacionamiento .....	115
<b>Figura 5-6:</b> Transporte público colectivo en Ciudad de México .....	115
<b>Figura 5-7:</b> Transporte turístico en España.....	115
<b>Figura 5-8:</b> Bicitaxi solar .....	116
<b>Figura 6-1:</b> Sector Tintal año 2016 .....	125
<b>Figura 6-2:</b> Diagrama Propuesta Metodológica.....	141

## Lista de gráficas

<b>Gráfica 3-1:</b> Distribución horaria de pasajeros de bicitaxi en zona Mazurén, localidad de Suba .....	43
<b>Gráfica 3-2:</b> Metros cuadrados construidos de uso residencial vs. año por estrato .....	49
<b>Gráfica 3-3:</b> Metros cuadrados construidos uso residencial por ZAT vs. año .....	49
<b>Gráfica 3-4:</b> Partición modal de la zona de estudio - origen .....	53
<b>Gráfica 3-5:</b> Promedio anual estación BRT Mazurén con datos mensuales 2012 - 2017	56
<b>Gráfica 3-6:</b> Demanda mensual estación BRT Mazurén 2012-2017.....	57
<b>Gráfica 4-1:</b> Distribución horaria de ingresos a la estación Mazurén .....	61
<b>Gráfica 4-2:</b> Aforo vehicular sentido oriente - occidente .....	63
<b>Gráfica 4-3:</b> Porcentajes totales aforo vehículos sentido oriente - occidente .....	64
<b>Gráfica 4-4:</b> Aforo vehicular sentido occidente - oriente .....	64
<b>Gráfica 4-5:</b> Porcentajes totales aforo vehículos sentido occidente - oriente .....	65
<b>Gráfica 4-6:</b> Distribución horaria aforo de transporte ilegal - Llegada .....	68
<b>Gráfica 4-7:</b> Distribución transporte ilegal cada 15 minutos - Llegada .....	68
<b>Gráfica 4-8:</b> Distribución horaria aforo de transporte ilegal - Salida .....	69
<b>Gráfica 4-9:</b> Distribución transporte ilegal cada 15 minutos - Salida .....	69
<b>Gráfica 4-10:</b> Distribución de encuestas por estrato y rango horario .....	73
<b>Gráfica 4-11:</b> Distribución de encuestas por género.....	74
<b>Gráfica 4-12:</b> Distribución de encuestas por estrato.....	74
<b>Gráfica 4-13:</b> Distribución modos de transporte estratos 4 y 5 estación Mazurén .....	75
<b>Gráfica 4-14:</b> Distribución modos de transporte ilegal estratos 4 y 5 estación Mazurén ..	76
<b>Gráfica 4-15:</b> Porcentaje de usuarios del transporte ilegal .....	79
<b>Gráfica 4-16:</b> Partición modal transporte ilegal estratos 4 y 5.....	80
<b>Gráfica 4-17:</b> Usuarios de transporte ilegal según el género .....	80
<b>Gráfica 4-18:</b> Usuarios de transporte ilegal por edades.....	81
<b>Gráfica 4-19:</b> Motivo del viaje.....	82
<b>Gráfica 4-20:</b> Motivo del viaje, distribuido según el sexo .....	83
<b>Gráfica 4-21:</b> Preferencia en el uso del transporte ilegal .....	83
<b>Gráfica 4-22:</b> Frecuencia de uso del transporte ilegal .....	84
<b>Gráfica 4-23:</b> Frecuencia de uso por día del transporte ilegal .....	85
<b>Gráfica 4-24:</b> Horarios de uso del transporte ilegal .....	86
<b>Gráfica 4-25:</b> Horarios de uso por edades del transporte ilegal.....	87

<b>Gráfica 4-26:</b> Tiempo de viaje.....	87
<b>Gráfica 4-27:</b> Tiempo de espera .....	88
<b>Gráfica 4-28:</b> Razón por la que no usa el transporte formal.....	89
<b>Gráfica 4-29:</b> Razón por la que no usa el transporte ilegal según la edad .....	89
<b>Gráfica 4-30:</b> Grado de satisfacción del transporte ilegal.....	90
<b>Gráfica 4-31:</b> Porcentajes de viajes realizados respecto a distancia.....	91
<b>Gráfica 4-32:</b> Porcentaje de viajes respecto al tiempo medio de viaje .....	92
<b>Gráfica 5-1:</b> Implementación hipotética de cicloparqueaderos.....	100
<b>Gráfica 5-2:</b> Uso hipotético de bicicletas públicas en el sector estación BRT Mazurén.	101
<b>Gráfica 5-3:</b> Disposición hipotética a pagar por el uso de bicicletas públicas.....	101
<b>Gráfica 5-4:</b> Medio hipotético de transporte ideal para acceder al sistema BRT .....	102
<b>Gráfica 5-5:</b> Utilización de modos alternativos de transporte .....	102
<b>Gráfica 5-6:</b> Modos alternativos (hipotéticos) que se utilizarían .....	103
<b>Gráfica 5-7:</b> Rango de edades de los encuestados .....	103
<b>Gráfica 5-8:</b> Género de los encuestados .....	104
<b>Gráfica 5-9:</b> Nivel de ingresos de los encuestados .....	104
<b>Gráfica 5-10:</b> Opciones hipotéticas de cambio modal - Sector Mazurén .....	106
<b>Gráfica 5-11:</b> Distribución modal hipotética .....	110
<b>Gráfica 6-1:</b> ¿Cuál es el propósito del viaje habitual? – Resultados de Mercado (2012) .....	120
<b>Gráfica 6-2:</b> ¿Cuál es la razón principal para usar el bicitaxi? – Resultados de Mercado (2012).....	121
<b>Gráfica 6-3:</b> Motivo del viaje de los usuarios de bicitaxi – Resultados de Pipicano (2014) .....	121
<b>Gráfica 6-4:</b> Modo más rápido cuando es hora pico – Resultados de Pipicano (2014) .	122
<b>Gráfica 6-5:</b> ¿Por qué usa el bicitaxi? – Resultados de Socha (2014) .....	122
<b>Gráfica 6-6:</b> Prueba piloto de opciones hipotéticas de cambio modal - sector Tintal.....	126
<b>Gráfica 6-7:</b> Análisis método de recolección información primaria .....	131

## Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1-1:</b> Registro de servicio de transporte en Bogotá .....	16
<b>Tabla 1-2:</b> Causas y uso de los cinco modos de transporte ilegal.....	18
<b>Tabla 2-1:</b> Validaciones mes de febrero estación BRT Mazurén .....	25
<b>Tabla 2-2:</b> Cálculo del tamaño muestral .....	26
<b>Tabla 2-3:</b> Número de encuestas por franja horaria.....	27
<b>Tabla 3-1:</b> Distribución de áreas por UPZ y ZAT .....	45
<b>Tabla 3-2:</b> Proyección de población para el año 2018 .....	48
<b>Tabla 3-3:</b> Población por estrato y ZAT .....	50
<b>Tabla 3-4:</b> Rutas del SITP Zonal y complementario. Oferta del sector.....	51
<b>Tabla 3-5:</b> Distribución de viajes zona de estudio origen .....	54
<b>Tabla 3-6:</b> Distribución de viajes zona de estudio - destino .....	54
<b>Tabla 3-7:</b> Promedio de validaciones diarias máximas y mínimas BRT Mazurén .....	57
<b>Tabla 4-1:</b> Resultado aforo vehicular oriente - occidente .....	63
<b>Tabla 4-2:</b> Resultado aforo vehicular occidente - oriente .....	65
<b>Tabla 4-3:</b> Número de encuestados por modo de transporte en estratos 4 y 5 .....	75
<b>Tabla 4-4:</b> Costo promedio de transporte ilegal en la estación Mazurén.....	77
<b>Tabla 4-5:</b> Modo de transporte ilegal utilizado .....	79
<b>Tabla 5-1:</b> Diseño Ortogonal.....	94
<b>Tabla 5-2:</b> Atributos y niveles .....	94
<b>Tabla 5-3:</b> Parámetros de utilidad.....	107
<b>Tabla 5-4:</b> Probabilidades de elección sector Mazurén.....	108
<b>Tabla 5-5:</b> Porcentajes de transferencias .....	109
<b>Tabla 5-6:</b> Partición modal hipotética sector Mazurén estratos 4 y 5 .....	109
<b>Tabla 6-1:</b> Preferencia en el transporte ilegal según la condición socioeconómica.....	124
<b>Tabla 6-2:</b> Parámetros de utilidad - sector Tintal .....	127
<b>Tabla 6-3:</b> Probabilidades de elección Tintal .....	128
<b>Tabla 6-4:</b> Análisis técnico de recolección información primaria .....	130
<b>Tabla 6-5:</b> Matriz FODA propuesta metodológica .....	138

## Abreviaturas

<i>BECO</i>	Balance Energético de Colombia
<i>BRT</i>	Buses de Transito Rápido
<i>CONPES</i>	Consejo Nacional de Política Económica y Social
<i>DANE</i>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<i>DNP</i>	Departamento Nacional de Planeación
<i>DOTS</i>	Desarrollo Urbano Orientado al Transporte
<i>EPD</i>	Encuestas de Preferencias Declaradas
<i>EPR</i>	Encuestas de Preferencias Reveladas
<i>FODA</i>	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
<i>ICONTEC</i>	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
<i>IDECA</i>	Infraestructura de Datos Especiales para el Distrito Capital
<i>MED</i>	Modelos de Elección Discreta
<i>POT</i>	Plan de Ordenamiento Territorial
<i>RUNT</i>	Registro Único Nacional de Tránsito
<i>SDM</i>	Secretaría Distrital de Movilidad
<i>SIMUR</i>	Sistema Integrado de Información sobre Movilidad Urbana Regional
<i>SITP</i>	Sistema Integrado de Transporte Público
<i>TRANMILENIO S.A.</i>	Empresa de Transporte del Tercer Milenio (Concejo de Santa Fé de Bogotá D.C, 1999)
<i>UPME</i>	Unidad de Planeación Minero Energética
<i>UPZ</i>	Unidad de Planeación Zonal
<i>ZAT</i>	Zona de Análisis de Transporte



# Introducción

La ilegalidad en el transporte colectivo como forma de intercambio modal hace parte de la cotidianidad en la ciudad de Bogotá D.C y es generalmente utilizada en el viaje inicial y final para acceder a los buses BRT del sistema de transporte. El transporte ilegal es una oferta de servicio colectivo que existe hace aproximadamente quince (15) años y no responde a la calidad y seguridad necesaria para los ciudadanos, ni a la posibilidad de trabajo digno para quienes conducen los diferentes vehículos. Lo anterior refiere una problemática social por las difíciles condiciones en que se realiza la actividad con respecto a horarios, remuneración y seguridad social; que incumplen además los requisitos para el transporte de pasajeros.

En la ciudad, el servicio de transporte ilegal es prestado por personas, empresas y asociaciones sin los permisos señalados en las normas vigentes por parte del Ministerio de Transporte y la Secretaría Distrital de Movilidad. Esta forma de transporte era propia de sectores que carecían de servicio formal o sectores de difícil acceso, lo que generalmente se presentaba en zonas de bajo nivel socioeconómico. En el caso de Colombia, según la jerarquización de los niveles de riqueza o pobreza establecida por el Estado, los estratos 1 y 2 pertenecerían a un nivel socioeconómico bajo (Departamento Nacional de Estadística, 2018).

Con el paso del tiempo, el servicio ilegal de transporte se ha dinamizado en toda la ciudad, sobre todo en sectores próximos a las estaciones del Sistema Troncal de buses BRT operado actualmente por la empresa Transmilenio S.A (Acuerdo 04, 1999). De esta manera, se ha facilitado la accesibilidad al sistema y se ha extendido a zonas de ingresos medio alto, que para el caso colombiano corresponden a los estratos 4 y 5.

El Ministerio de transporte ha realizado consultorías para valorar la problemática en el territorio nacional. Como resultado, en el año 2017 emitió una propuesta de resolución que plantea la reglamentación del uso del bicitaxi (Proyecto de Resolución, 2017), la cual fue formalizada en el mes de agosto del año 2018 (Resolución 3256, 2018).

La consolidación de la ciudad y el desarrollo de la vida cotidiana no pueden esperar una reglamentación, ya que la necesidad en el intercambio modal va en aumento. Esta ha llegado a todos los sectores de la ciudad y abarca todos los niveles socioeconómicos. Por esta razón, se han generado nuevos modos de transporte como el vehículo particular por puestos, el taxi colectivo, el transporte a través de plataformas ilegales, el servicio especial que ofrece transporte no autorizado, el bicitaxi, entre otros. En Bogotá, a este último modo de transporte, que es considerado amigable con el medio ambiente, se le han adaptado motores a gasolina de manera artesanal.

Este documento se presenta como trabajo final de maestría en la modalidad de profundización de la Maestría en Ingeniería - Transporte. Se construye a partir de la siguiente hipótesis: un servicio de corta distancia que permita alternativas en el intercambio modal para acceder al SITP, en nivel socioeconómico medio alto, limitará la generación de transporte ilegal en la movilidad cotidiana; ofreciendo así mejor accesibilidad a través de una flota de vehículos adecuados que contribuya a la sostenibilidad y a la seguridad de los usuarios.

Para analizar el tema propuesto, se ha planteado como objetivo general: analizar las preferencias que motivan a los usuarios de nivel socioeconómico medio alto a emplear modos de transporte ilegal para acceder al sistema integrado de transporte público, para plantear escenarios hipotéticos de transporte alternativo y formal que reduzcan la ilegalidad en el intercambio modal. Para esto, se hará un estudio de caso de la Estación BRT Mazurén en el sector norte de Bogotá D.C.

Para alcanzar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar la condición actual de demanda de transporte ilegal del sector objeto de estudio, valorando aspectos socioeconómicos y operacionales.
- Determinar las preferencias para el uso del transporte ilegal en estratos socioeconómico medio y alto, y compararlo con zonas de nivel socioeconómico bajo basado en información de estudios previamente realizados.
- Evaluar la opción de cambio modal para mínimo dos modos de transporte y la disposición de uso de modos alternativos en el sector objeto de estudio, que reduzcan la ilegalidad en el acceso a los buses BRT del Sistema Integrado de Transporte.

- Establecer una metodología que pueda ser aplicada en sectores socioeconómicos medio y alto que permita identificar en los usuarios las variables que condicionan la elección del modo de transporte para acceder al sistema BRT para plantear alternativas que reduzcan el uso de transporte ilegal.

En el capítulo uno se estructura el marco de referencia que incluye el marco conceptual, el marco legal que presenta una síntesis de la normatividad vigente para transporte colectivo urbano, el marco contextual presenta los antecedentes de la informalidad en la ciudad de Bogotá D.C y en el país, y el estado del arte con la valoración de estudios realizados previamente.

El capítulo dos describe la metodología aplicada para lograr los objetivos propuestos, la cual se estructuró en cuatro etapas: 1) diagnóstico del área de estudio, 2) recolección de información primaria, 3) caracterización de la demanda de transporte ilegal y 4) evaluación de opciones de cambio modal.

El capítulo tres corresponde al diagnóstico del área de estudio, que incluye la selección del sector para el estudio de caso. Se trabajó el sector noroccidental de la estación Mazurén por considerarse la de mayor consolidación desde la entrada en operación de la troncal norte del sistema BRT de Bogotá D.C. La descripción del sector se realiza a partir de información secundaria.

El capítulo cuatro contiene la caracterización de la demanda de transporte ilegal del sector objeto de estudio y se determinan las preferencias en su uso del transporte. Se obtuvo en orden de mayor a menor utilización: el bicitaxi, el vehículo particular por puestos y las busetas tipo van que estando un servicio no autorizado. Además, se determinó que los principales motivos preferencia al momento de elegir el intercambio modal son el tiempo de espera y el tiempo de viaje.

Se realizaron también aforos vehiculares de transporte formal e ilegal, aforo peatonal de la estación Mazurén, observación directa en el sector, dos jornadas de encuestas de preferencias reveladas, con su respectiva estructuración y grupos focales con los que se trabajó en las pruebas piloto para cada uno de los casos.

Para los aforos se utilizaron cámaras de video con grabaciones de 16 horas continuas durante los días 20 y 21 de febrero de 2018. La primera jornada de encuestas de

preferencias reveladas se realizó el 13 de febrero de 2018, para conocer el porcentaje de usuarios de transporte ilegal en los estratos 4 y 5. La segunda jornada se realizó para determinar las preferencias en el uso del transporte ilegal específicamente en los estratos 4 y 5, durante los días 22, 23 y 25 de mayo de 2018, utilizando herramientas tecnológicas tipo tableta en la plataforma Hand Survey, con el propósito de disminuir errores en la recolección de datos

En el quinto capítulo, se presenta la evaluación de opciones de cambio modal. Se realizó el diseño y aplicación de una encuesta de preferencias declaradas en julio del año 2018 que estuvo estructurada en dos partes. La primera parte incluyó preguntas de elección de opciones hipotéticas de transporte alternativo y la segunda parte tuvo con un diseño experimental compuesto por dos modos de transporte, uno formal y uno ilegal. En el caso del transporte ilegal, se incluyó el bicitaxi ya que corresponde al de mayor demanda en el sector, con el fin de compararlo con el transporte formal del sistema de transporte masivo.

De acuerdo con las preferencias reveladas por los usuarios, se establecieron atributos como tiempo de espera, tiempo de viaje y costo, se estructuró un diseño ortogonal y se plantearon ocho casos, cada uno con dos opciones de transporte el SITP complementario y otro de bicitaxi (asumiéndolo como formal)<sup>1</sup>. Para el procesamiento de la información se empleó el modelo de elección discreta tipo Logit utilizando el software libre Biogeme 2.6 (Bierlaire, 2018).

En el capítulo seis, está conformado por dos partes. En la primera se comparan las preferencias en el uso del transporte ilegal en zonas de nivel socioeconómico bajo con respecto a lo encontrado en el sector del estudio de caso y se realiza una prueba piloto en la estación BRT Tintal. Se encontró que independientemente de la condición socioeconómica, el transporte ilegal es utilizado para mejorar la accesibilidad al sistema BRT, reducir tiempos de viaje y tiempo de espera. Con respecto a las opciones hipotéticas de costo, las personas en condición socioeconómica media alta prefieren pagar para reducir el tiempo de espera y de viaje. A diferencia de las personas en

---

<sup>1</sup> Las encuestas de preferencias declaradas se estructuraron en el mes de junio de 2018 y se aplicaron en el mes de julio del año 2018, fecha en la que el bicitaxi aún no presentaba reglamentación.

condición socioeconómica baja, que prefieren reducir costos aumentando tiempos de viaje y de espera.

La segunda parte presenta la metodología que puede ser aplicada en estratos socioeconómicos medio alto para analizar el problema de transporte ilegal y así plantear alternativas que reduzcan su uso. El transporte ilegal puede reducirse en el corto plazo generando eficiencia en las rutas del servicio complementario del SITP. En el mediano y largo plazo, implementando ciclo parqueaderos en la estación Mazurén, así como el mejoramiento de la infraestructura urbana para que se utilicen transportes alternativos y por medio de la formalización del bicitaxi como intercambio modal, aspecto que se ha iniciado con la expedición de la Resolución 3256 del 3 de agosto de 2018.



# **1. Marco de referencia**

Este capítulo reúne los conceptos más importantes para el desarrollo del trabajo. Se contextualiza el problema del transporte ilegal en la ciudad y el país y se hace una síntesis de las normas vigentes. Finalmente, se valoran estudios previos académicos y de entidades públicas sobre el tema.

## **1.1 Marco conceptual**

Se incluyen los principales conceptos que se abordarán durante este trabajo, los cuales deben precisarse para tener claridad al momento de analizar la problemática tanto en los aspectos técnicos como legales. Este marco define aspectos de la estratificación social en Colombia, la movilidad y establece distinciones entre transporte ilegal, informal y alternativo.

### **1.1.1 Estratificación socioeconómica en Colombia**

Según la Constitución (1991), Colombia es un Estado Social de Derecho, fundado en principios como la solidaridad y la redistribución del ingreso de las personas que lo integran. La estratificación corresponde a la clasificación de los inmuebles residenciales de un municipio, en cumplimiento de la reglamentación de los servicios públicos domiciliarios (Ley 142, 1994). Permite cobrar de manera diferencial los servicios públicos domiciliarios y asignar subsidios a familias de menores ingresos.

La metodología para la estratificación de áreas rurales y urbanas es señalada por el Departamento Nacional de Planeación. Según el Departamento Nacional de Estadística (2018), “los estratos socioeconómicos en los que se pueden clasificar las viviendas y/o los predios son 6, denominados así: 1. Bajo-bajo, 2. Bajo, 3. Medio-Bajo, 4. Medio, 5. Medio-Alto y 6. Alto”.

### **1.1.2 Movilidad cotidiana de corta distancia**

La movilidad cotidiana se define como el conjunto de desplazamientos que los ciudadanos y las ciudadanas realizan habitualmente, con una periodicidad que no supere la frecuencia semanal, para desarrollar actividades también cotidianas (Miralles-Guasch & Cebollada, 2009). La movilidad cotidiana hace parte de “las prácticas habituales y reiteradas de desplazamientos de corta duración y distancia vinculadas a distintos fines, donde predominan los desplazamientos al trabajo y al lugar de estudio” (Casado, 2008).

En términos operativos, la movilidad cotidiana podría definirse como el desplazamiento diario que realizan las personas para trasladarse desde su lugar de residencia hacia un lugar específico según el motivo del viaje (trabajo, compras, estudiar, buscar/dejar a alguien, recreación, buscar /dejar algo, recibir atención en salud, trámites y volver a casa, comer/tomar algo, ir a ver a alguien, otros). Estos desplazamientos permiten al ciudadano desarrollar su vida social, familiar y económica, utilizando diferentes modos de transporte en los diferentes tramos del viaje (inicial, larga distancia. final).

Para efectos del presente trabajo, la movilidad cotidiana de corta distancia como intercambio modal es el primer y último desplazamiento diario que realizan las personas para trasladarse desde su lugar de residencia hacia un lugar específico según el motivo del viaje (mencionados anteriormente), utilizando diferentes modos en este intercambio.

### **1.1.3 Transporte ilegal, transporte informal**

En una consulta realizada al Ministerio de transporte dentro del marco del presente trabajo, el transporte ilegal es aquel que se realiza sin cumplir con las normas, regulaciones y disposiciones vigentes.

El Ministerio de Transporte y la Superintendencia de Puertos y Transporte tienen las siguientes definiciones de transporte informal y de transporte ilegal:

Informalidad: vehículo de transporte público prestando un servicio diferente al autorizado (ejemplo: taxis haciendo de transporte público colectivo).

Ilegalidad: cualquier vehículo no autorizado para el transporte público prestando un servicio de transporte público (ejemplo: carros particulares o motos prestando servicio de público de transporte) (en Smith & Frasser, 2015).

En efecto, en los dos casos lo que se está ofreciendo a los ciudadanos es jurídica y técnicamente un transporte ilegal.

El transporte informal es definido como un transporte alternativo, un sector que comprende pequeños vehículos, “para sectores de bajos ingresos, sin automóvil, y para patrones de viaje no convencionales (hogar - trabajo), que son operados por privados, generalmente conductores dueños sin registro oficial, que trabajan en condiciones degradadas y fuertemente competitivas” (Gutiérrez, 2000).

#### **1.1.4 Transportes alternativos**

Transporte que facilita los desplazamientos autónomos y la movilidad en las ciudades, por economía, facilidad, comodidad, por tratarse de una movilidad amigable con el medio ambiente o por salud. Permite disminuir las externalidades del transporte como el caso de la congestión vehicular. Existe una tendencia a la utilización de modos alternativos como la bicicleta propia, las bicicletas públicas, segway, ecobicis, patinetas, patines entre otros.

Respecto al transporte ilegal, se puede mencionar el bicitaxi, que funciona ampliamente en diversas ciudades del mundo (rickshaw), como modo de transporte para turistas o, como en el caso colombiano, como una alternativa para acceder a los sistemas de larga distancia (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V, 2011).

La investigadora Andrea Gutiérrez, expresa que al transporte ilegal o informal, se le debe dar el calificativo de transporte "alternativo" (Gutiérrez, 2000), porque enmarca una alternativa que otorga flexibilidad a la rigidez del transporte público.

### **1.2 Marco legal**

Se realizará una valoración en secuencia jerárquica y de competencias desde el orden nacional hasta el distrital de las normas que aplican al transporte formal de servicio

colectivo urbano, tanto motorizado como no motorizado, tomando como guía inicial la edición y compilación realizada por el Fondo de Prevención Vial (Gómez, 2011)

### **1.2.1 Constitución Política**

El marco legal inicia con la Constitución Política de Colombia (1991), que expresa en el artículo 311 la competencia del municipio en la prestación de servicios públicos. Los artículos 333, 334 y 365 establecen la libertad para los particulares de desarrollar actividades económicas dentro del límite del bien común, bajo el control del Estado. Los servicios públicos son inherentes a la finalidad del Estado y es un deber garantizar su prestación a todos los habitantes del territorio nacional.

La Sentencia C-066 señala el transporte como servicio público, que debe regularse por la ley:

la actividad misma del transporte constituye un servicio público, que ha de prestarse en forma permanente, regular y continua, dada la función económica que con ella se cumple y, además, por cuanto resulta indispensable para el desarrollo de las demás actividades de los usuarios, tanto si se trata del desplazamiento de mercancías de un lugar a otro, como en el transporte de pasajeros” ( Corte Constitucional, 1999).

### **1.2.2 Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018**

El Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país” señala en el Art. 32 que se deben apoyar los sistemas de transporte público que se encuentren en funcionamiento. Para el caso, señala el Sistema Integrado de Transporte Público - SITP y las soluciones de transporte público de pasajeros en zonas urbanas, expresando especialmente los modos no motorizados y de energías limpias. Además, motiva la integración con otros modos y modalidades, especialmente en zonas de última milla, y la implementación de medidas contra la ilegalidad y la informalidad (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

La Sentencia C-885 respecto al transporte público en calles y carreteras como expresión contemporánea básica de la libertad de locomoción, señaló:

El transporte en calles y carreteras mediante los diferentes vehículos que permiten el tránsito terrestre son una de las formas conducentes para asegurar el goce efectivo de la libertad de locomoción. Pero se trata de formas de transporte que también generan riesgos para la vida y la integridad de las personas, que demandan un control del Estado. El poder de regulación del transporte no sólo busca asegurar que en efecto las personas puedan desplazarse, busca también que éste se dé en condiciones de seguridad, sin tener que exponer la vida y la integridad personal a riesgos más allá de lo razonable. Es decir, usar vehículos terrestres para el desplazamiento humano, supone generar o asumir riesgos significativos, incluso de muerte. El Estado, al asegurar las condiciones de seguridad y remover los obstáculos que impidan minimizar la probabilidad de que dichos riesgos tengan lugar, protege los derechos cardinales a la vida y a la integridad personal, presupuestos de toda libertad ( Corte Constitucional, 2010).

### **1.2.3 Código Nacional de tránsito**

En el Código Nacional de Tránsito, los principios rectores son: “seguridad de los usuarios, calidad, oportunidad, cubrimiento, libertad de acceso, plena identificación, libre circulación, educación y descentralización” (Ley 769, 2002). Estos principios tienen como fin garantizar la vida y seguridad de los usuarios.

El Decreto Único Reglamentario del sector Transporte señala en el Artículo 2.2.1.1.3 que

Servicio público de transporte terrestre automotor colectivo de pasajeros, es aquel que se presta bajo la responsabilidad de una empresa de transporte legalmente constituida y debidamente habilitada en ésta modalidad, a través de un contrato celebrado entre la empresa y cada una de las personas que han de utilizar el vehículo de servicio público a esta vinculado, para recorrer total o parcialmente una o más rutas legalmente autorizadas (Decreto 1079, 2015).

### **1.2.4 Proyecto de acuerdo 260 de 2012**

El Proyecto de Acuerdo 260 de 2012 generó a nivel de la ciudad de Bogotá el primer intento en reglamentar la prestación del transporte no automotor, para el transporte urbano terrestre . Lo anterior como antecedente la decisión de la Sentencia C -981 ( Corte Constitucional, 2010, la cual señala que esta reglamentación debe ser atendida por el Distrito y otorga 12 meses a la Secretaría de Movilidad para elaborarla respectiva reglamentación.

De allí se deriva que, desde junio del año 2017, el Ministerio de Transporte tramitara actividades tendientes a regular el bicitaxismo en el país. Para ello, como ya se indicó antes, presentó una primera propuesta de resolución reglamentaria, que se formalizó en agosto del año 2018.

### **1.2.5 Sistema Integrado de Transporte**

Dentro de lo señalado en el Plan Maestro de Movilidad de Bogotá, se define el Sistema Integrado de Transporte Público SITP así:

El sistema integrado de transporte público comprende las acciones para la articulación, vinculación y operación integrada de los diferentes modos de transporte público, las instituciones o entidades creadas para la planeación, la organización, el control del tráfico y el transporte público, así como la infraestructura requerida para la accesibilidad, circulación y el recaudo del sistema (Decreto 309, 2006).

Lo que se busca es articular la integración modal para facilitar el acceso, la cobertura y la complementariedad del sistema de movilidad urbano, rural y regional, aspecto que no se está cumpliendo en la ciudad de Bogotá. Dada la existencia de informalidad en el servicio complementario al sistema BRT, se han presentado deficiencias en el cumplimiento de los objetivos respecto a la priorización de subsistemas de transporte más sostenibles, como el transporte público no motorizado.

Los objetivos que se registran en el artículo 8 del Plan Maestro se han incumplido. Por ejemplo, los subsistemas viales, de transporte y de regulación y control del tráfico no se

han articulado en forma eficiente ya que no se utilizan tecnologías apropiadas, no se ha garantizado la seguridad vial, ni se han articulado los diversos modos de transporte urbano e interurbano de pasajeros con intercambiadores modales, aspecto que afecta los flujos de tráfico. Lo que busca el sistema integrado de transporte público es mejorar la cobertura y accesibilidad a los distintos sectores de la ciudad, la conectividad con la integración operacional y tarifaria del sistema, tener una flota de vehículos adecuada y contribuir a la sostenibilidad (Decreto 309, 2009).

### **1.2.6 Reglamento de vehículos para servicio público**

Los requisitos que deben cumplir los vehículos que presten el servicio público colectivo de transporte terrestre y especial de pasajeros deben ajustarse a los lineamientos señalados en la Norma NTC 5206 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2009). Sin embargo, estos lineamientos se encuentran distante del transporte realizado por los vehículos particulares por puesto, el taxi como servicio público colectivo y los vehículos de servicio especial tipo van de seis pasajeros que prestan un servicio no autorizado o aún más al límite las motos que prestan servicio público, como se ha observado en diferentes sectores del país.

Del recorrido jurídico realizado, los triciclos o tricimóviles son vehículos que están en proceso de reglamentación para prestar el servicio de transporte público urbano de pasajeros. Los modos regulados son el servicio colectivo que incluye buses, busetas y microbuses y el servicio individual, para el caso el servicio de taxi. El marco legal tanto nacional como del distrito es determinante al señalar que los prestadores del servicio de transporte público de pasajeros deben ser autorizados por la autoridad competente e igualmente deben prestar el servicio solamente con equipos autorizados, matriculados o registrados para dicho objeto, previamente homologados ante el Ministerio de Transporte.

### **1.2.7 Reglamentación del servicio público de pasajeros en triciclos o tricimóviles no motorizados**

En el mes de agosto del año 2018, el Ministerio de Transporte logró la reglamentación y autorización de la prestación del servicio público de transporte de pasajeros en triciclos o

tricimóviles no motorizados y triciclos con pedaleo asistido (Resolución 3256, 2018), lo que genera un paso en la implementación de mecanismos que permitan reducir la ilegalidad.

Lo señalado en la Resolución 3256 de 2018 requiere de tiempo para la implementación, ya que está pendiente reglamentar la homologación de los vehículos, para lo que se dio un plazo de un año. De otra parte, se consagra un plazo de 18 meses para adecuar y generar la funcionalidad del Registro Único Nacional de Tránsito y se concede un año de permiso para las personas que actualmente prestan el servicio para que se garantice tiempo, medios necesarios y puedan adaptarse a la reglamentación.

### **1.2.8 Política de Crecimiento verde**

El balance energético de Colombia – BECO, realizado por la Unidad de Planeación Minero Energética (2016), señala que el transporte equivale al 37% del total del consumo de energía en Colombia, lo que corresponde a 513 PJ (Penta Julios). Es el sector de mayor participación comparado con la industria, el consumo residencial, comercial y otros. Las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector transporte corresponden al 37,3%, asociadas al consumo de energía, lo que equivale a 43.17 millones de toneladas. El 88% del consumo de ACPM se da en vehículos de transporte público de pasajeros y en transporte de carga, mientras que el 83% del consumo de gasolina motor se da en vehículos privados (Unidad de Planeación Minero Energética, 2016).

Con la visión de política pública a 13 años, se ha estructurado el documento CONPES 3934 del 10 de julio de 2018 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2018), que integra crecimiento económico y sostenibilidad social. Se pretende lograr el uso eficiente de los recursos naturales y la utilización de fuentes de energía no convencional y renovable en todos los sectores productivos, en el marco de los retos del cambio climático y de la reciente inclusión de Colombia como miembro de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico).

En este aspecto, el transporte es un renglón importante en las metas de reducción de emisiones totales de gases efecto invernadero con proyecciones al año 2030. Dentro de las medidas propuestas, se encuentra el mejoramiento de la eficiencia del parque automotor público y privado, por lo que se debe promover el uso de vehículos con Gas

Natural Vehicular - GNV, reemplazar la flota de vehículos oficiales a eléctricos e híbridos, la sustitución de taxis, la entrada al país de motos y automóviles eléctricos, la utilización de vehículos eléctricos e híbridos para los sistemas de transporte público en las principales ciudades del país, entre otras medidas.

## **1.3 Marco Contextual**

En la ciudad de Bogotá D.C., en sectores próximos a las estaciones del Sistema Integrado de Transporte Público, se localizan inmuebles clasificados en condición socioeconómica media alta, clasificada en Colombia como estrato cuatro y cinco. En estos sectores, se presenta transporte colectivo ilegal de pasajeros como intercambio modal para acceder a las estaciones de BRT. Este servicio se presta por medio de vehículos automotores particulares tipo automóvil, busetas tipo van de seis pasajeros que ofrecen el servicio de transporte por puestos y por medio de vehículos denominados popularmente “bicitaxis”, clasificados como triciclos, triciclos con pedaleo asistido o tricimotos (con adición artesanal de motores a gasolina), los cuales eran propios de los sectores de menores recursos o de estratos bajos.

### **1.3.1 Antecedentes y particularidades del transporte colectivo informal en Bogotá D.C.**

La Secretaría Distrital de Movilidad (2011) realizó el *Inventario y diagnóstico de la ilegalidad en el transporte público de pasajeros en Bogotá*. Para ese momento, se registraron cinco (5) modos de transporte informal en ciento sesenta y tres (163) puntos de la ciudad. Se destaca en mayor porcentaje el bicitaxismo, el vehículo particular prestando servicio de transporte público, vehículo de servicio público especial prestando servicio público urbano, taxis prestando servicio de transporte colectivo y en otros el vehículo de servicio público colectivo prestando servicio no autorizado.

**Tabla 1-1:** Registro de servicio de transporte en Bogotá

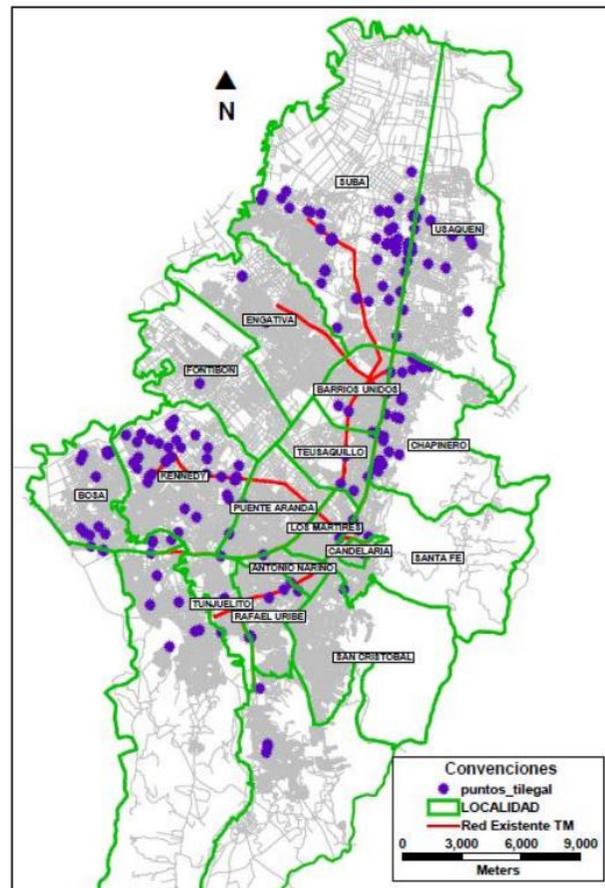
<b>Modalidad</b>	<b>Septiembre/2011</b>
Bicitaxismo	73
Vehículo particular prestando servicio de transporte público	43
Vehículo de servicio público especial prestando servicio público urbano	31
Taxis prestando servicio de transporte colectivo	14
Otros	2
<b>Total</b>	<b>163</b>

Fuente: (Secretaría Distrital de Movilidad, 2011, p. 20)

Las localidades de Kennedy y Suba son las que registraron mayor cantidad de usuarios. En el caso de la localidad de Suba, se registran en total 7.795 usuarios día, de los cuales 1.541 son usuarios de bicitaxi, 3.236 son usuarios de vehículo particular por puesto, 31 de vehículo de servicio público especial prestando servicio público urbano y 2.987 usuarios de taxi colectivo.

El estudio muestra que los usuarios inicialmente toman transporte ilegal y posteriormente toman transporte formal para llegar a un destino final, por lo que el uso se torna cotidiano. Por esta razón, este transporte se convierte en rutas alimentadoras que reducen el tiempo de desplazamiento y dan cobertura a la insuficiencia del transporte formal.

Como se muestra en la Figura 1-1, los puntos de ilegalidad se registran en los sectores próximos a la red troncal de Transmilenio y en sectores que no cuentan con accesibilidad a transporte formal, es decir, existen sectores próximos a la red troncal que cuentan con transporte formal y pese a ello los usuarios prefieren el transporte ilegal.

**Figura 1-1:** Puntos de ilegalidad en Bogotá, 2011

Fuente: (Mercado, 2012, p. 53)

Las principales razones por las cuales las personas utilizan el bicitaxi son la accesibilidad al transporte formal con un cuarenta y tres por ciento (43%) y el tiempo en el desplazamiento para acceder al servicio formal con un cincuenta y cuatro por ciento (54%), ya que estos pueden llegar a tardar quince (15) minutos o más para acceder al servicio formal.

**Tabla 1-2:** Causas y uso de los cinco modos de transporte ilegal

Causas del uso	Bicitaxi	Vehículo particular prestando servicio colectivo	Vehículo de servicio público especial prestando servicio público urbano	Taxis prestando servicio colectivo	Vehículo de servicio colectivo prestando servicios no autorizados
Accesibilidad	43	43	51	38	66
Economía	19	19	13	17	2
Comodidad	23	23	28	20	9
Tiempo	54	54	60	57	26
Familiarización	2	2	0	6	0
Victimización	0	0	2	0	0
Otros	4	4	4	0	0
Según el uso					
Uso habitual	64	80	80	82	87
Uso esporádico	36	20	20	18	13

Fuente: (Secretaría Distrital de Movilidad, 2011, p. 20)

A nivel mundial, se han realizado diversos estudios sobre el transporte ilegal que lo enmarcan como parte de la economía de las grandes ciudades del tercer mundo (Cervero, 2000), en donde presentan el contraste entre lo formal relacionado con la clase media alta y lo informal (ilegal) relacionado con la clase baja, con los sectores pobres. El presente estudio comprende desde la percepción del transporte ilegal en los sectores socioeconómicos medio y alto a la cuantificación de la demanda de transporte ilegal y la competencia con el transporte formal.

## 1.4 Estado del Arte

Dentro de los estudios académicos realizados por Universidades de la ciudad de Bogotá, se recopilaron seis trabajos que se consideraron importantes en el tema, ya que abordan la problemática del bicitaxismo. Se han realizado estudios que van desde el análisis jurídico, hasta una propuesta de homologación del vehículo. Los estudios se enfocan especialmente en el bicitaxismo por tratarse de la problemática de mayor antigüedad y la que más se percibe en la ciudad.

### 1.4.1 Proyectos de grado

Del *Análisis Jurídico y social del “Bici-Taxi” como servicio de transporte público en el Distrito de Bogotá durante el 2009-2010* (Ramírez, 2010), se concluyó que este servicio resulta positivo y pertinente. Señala que es necesario por parte del legislativo reglamentar los aspectos relacionados con la actividad laboral y el orden jurídico para el desarrollo de la actividad.

La Universidad Antonio Nariño realizó la actualización de la Norma Técnica Colombiana 5286 de 2011, *Requisitos generales para triciclos destinados a la movilización de personas* (Sierra, 2011), generando un análisis de la norma vigente y una propuesta de actualización.

De la Universidad de los Andes, se valoró el estudio *Caracterización y evaluación de los beneficios de un servicio formal de bicitaxis en la ciudad de Bogotá* (Moncayo, 2013). En este estudio, se concluyó que, al realizar una caracterización de la demanda por un servicio de transporte intermedio, el bicitaxismo tiene tres caminos: la eliminación, la sustitución o la regulación e integración al sistema de transporte de la ciudad de Bogotá. Con respecto a la eliminación, se daría como consecuencia de que se sustituya por un servicio eficiente que podría ser taxi colectivo. Sin embargo, esta medida no es ambientalmente favorable y el costo podría ser superior. Otra posibilidad es el uso de alimentadores y buses colectivos, aunque se señala que para trayectos de dos kilómetros no se alcanza el cupo eficiente para ser cubierto por estos vehículos, lo que ha generado que el bicitaxi sea una de las mejores opciones para los micro viajes de los habitantes de la ciudad de Bogotá. En la tercera opción que es la regulación, no se indica como viable integrarse al Sistema Integrado de Transporte Público SITP y se sugiere más bien la homologación de los vehículos para ofrecer un mejor servicio al usuario.

De la Universidad Nacional de Colombia, el estudio *Viabilidad Técnica y Financiera de la Utilización del Bicitaxi como medio de transporte público en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público en Bogotá D.C* (Mercado, 2012) concluyó que este servicio necesita la instrumentación jurídica para posicionarse como un nuevo servicio público de pasajeros complementario en la ciudad. Deben generarse estrategias con

respecto a la prestación del servicio a ofrecer y no limitarse a las características del vehículo, garantizando la seguridad para los usuarios de manera que cumplan con la Norma NTC 5286. De otra parte, al disponer de un servicio en donde el ciudadano pueda evitar largas caminatas para acceder al transporte público y además genere percepción de seguridad, se reduciría la dependencia del vehículo particular. Según el estudio, los recorridos son en promedio de 1.5 km de distancia y en tiempo de 5 a 10 minutos.

Otro estudio de la Universidad de Los Andes al respecto es *Integración del sistema BRT con modos de transporte no motorizados “Bicitaxis” como sistema de alimentación: estudio de Caso: Portal Américas, Patio Bonito y Biblioteca Tintal* (Pipicano, 2014). Este trabajo concluye que es necesario definir un esquema operacional y empresarial, por el impacto social. Además, se requiere la reglamentación del empleo para beneficiar a los usuarios y a los conductores.

De la Universidad Piloto de Colombia, se evaluó el proyecto *El bicitaxismo como opción de transporte en Bogotá: Alternativas e implicaciones en el barrio el Tintal, Kennedy* (Socha, 2016). Este estudio plantea que pese a la informalidad, los usuarios prefieren este servicio por economía, rapidez y accesibilidad. Además, se determinó que la actividad informal es rentable, no maneja horarios, ni perfiles para los conductores, ni requisitos para los operadores. El transporte formal tiene una mala imagen frente a los usuarios por congestión, contaminación y pérdida de tiempo, lo que hace que el transporte informal sea más atractivo.

### **1.4.2 Censo de población que trabaja en bicitaxis 2013**

La Secretaria Distrital realizó el *Censo de la población que trabaja prestando el servicio informal de transporte a la comunidad como “bicitaxista” y el inventario de cada uno de los vehículos que operan (bicitaxi) en la ciudad de Bogotá D.C* (Secretaria Distrital de Movilidad, 2013). Esta actividad que fue encomendada en el año 2013 al Observatorio de Logística, Movilidad y Transporte del Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID) de la Universidad Nacional de Colombia.

El universo considerado fue de todos los bicitaxis que trabajan cotidianamente prestando el servicio en veinte localidades, cubriendo las unidades de planeamiento zonal (UPZ) de

la ciudad y utilizando como periodo censal el lunes 11 de febrero de 2013 al 24 de marzo de 2013.

Las personas censadas que tienen como actividad económica el bicitaxismo eran 3.054, de las cuales 1.570 (51.4%) corresponden a la localidad de Kennedy. La localidad de Bosa tiene con el segundo lugar con el 21.3%, en tercer lugar la localidad de Suba con 11.1%, cuarto lugar con 4.5% la localidad de Usaquén y quinto lugar con 4.0% la localidad de Engativá. De la población censada, el 93.5 % eran hombres y el 6.5% mujeres. Además, el 92.7 % de la población se identifica como desplazados, el 5.0% como reinsertados y el 2.2 % como habitante de la calle.

El documento expresa que 2.505 (82%) bicitaxistas reportaron que el vehículo (bicitaxi) pertenece a una asociación o agremiación. Existen 15 asociaciones o agremiaciones de más de 45 afiliados a las que los censados señalan pertenecer. Cuatro de esas asociaciones tienen más de 90 afiliados.

El porcentaje de bicitaxis de tracción humana era del 97,1%, 2.7% de motor a gasolina y 0.2% de motor eléctrico. Según la capacidad de pasajeros, el 94.9% tiene capacidad para dos personas, el 4.1% para tres personas, el 0.7% para 4 personas y el 0.1% para 1 persona. Las vías predominantemente utilizadas por los bicitaxistas son en primer y segundo lugar las vías secundarias (82,6%) y las ciclo rutas (53,9%).

### **1.4.3 Viabilidad de la prestación servicio público de pasajeros en motocarros y triciclos**

El Ministerio de Transporte realizó un estudio con el objeto de “determinar la viabilidad técnica y legal para la prestación del servicio público de pasajeros mediante el uso de motocarros y triciclos con estudio de caso” (Ministerio de transporte, 2017). Dentro de las causas, evidencias y consecuencias del Bicitaxismo en Bogotá, se ratifican el subempleo, la demanda insatisfecha de transporte público, la informalidad, la congestión, cuyas consecuencias son la prestación de un servicio de transporte en condiciones de riesgo para el pasajero, la alta potencialidad de accidentalidad para los usuarios del espacio público, la invasión de zonas peatonales y ciclovías y el incumplimiento de la normas. Este estudio es la base que se utilizó para generar la propuesta de reglamentación,

documento publicado en junio de 2017 y finalmente reglamentado en agosto de 2018 (Ministerio de transporte, 2017).

#### **1.4.4 Prefactibilidad transporte en modos no motorizados**

La Secretaría Distrital de Movilidad en el año 2015 presentó el resultado del *Estudio de prefactibilidad, técnica, operacional, financiera y jurídica del servicio de transporte de pasajeros en medios no motorizados tricimoviles*. Se evaluaron aspectos territoriales como uso del suelo, densidad territorial y equipamientos. En el aspecto económico, se valoró el estrato y en el aspecto del transporte la cobertura del SITP, para ello se tuvo en cuenta el inventario y diagnóstico realizado por la Secretaría distrital de Movilidad en el año 2011, la encuesta de movilidad del año 2011, la estructura de rutas del SITP e información cartográfica de la ciudad.

En el diagnóstico, se encontró que los puntos donde se concentra la operación del servicio de bicitaxi se corresponden con los portales de Transmilenio, como el caso del Norte, Calle 80, Suba, Américas y Sur y las estaciones Patio Bonito, Biblioteca Tintal, Banderas, Marsella, Mundo Aventura, Sevillana, Venecia, Calle 127, Calle 142, Calle 146, Mazurén, Cardio Infantil y Toberín. Se ofrece el servicio en puntos de concentración de usuarios del sistema de transporte público SITP, a las rutas alimentadoras y/o troncales, para el caso los buses BRT, mostrándolo como un “*servicio de pseudo – alimentación*”.

## **2. Metodología aplicada**

Este capítulo contiene la metodología utilizada para el desarrollo del estudio de caso. Para el proceso de investigación, se empleó un enfoque mixto tanto cuantitativo como cualitativo (Hernández Sampieri, et al., 2014), vinculando variables para el análisis, con un muestreo no probabilístico que permite describir el comportamiento del área objeto de estudio y un muestreo por cuotas.

Se recolectó la información en franjas donde se presenta el mayor número de usuarios del sistema de transporte masivo. Lo anterior teniendo presente la limitación de recursos para el trabajo de campo. La información primaria tiene un análisis cuantitativo que genera un análisis detallado del área de estudio. El desarrollo de este trabajo consta de cuatro etapas que se describen en detalle a continuación.

### **2.1 Etapa 1. Diagnóstico del área de estudio**

Las actividades que se analizaron en el diagnóstico corresponden a información secundaria que permite conocer aspectos físicos, sociales, administrativos, económicos, legales, de infraestructura, entre otros. Se realizó una valoración de los siguientes aspectos:

- Marco de referencia. Conformado por el marco conceptual, marco legal, marco contextual y estado del arte.
- Solicitud de información a entidades del estado (Derecho de petición, Artículo 23 de la Constitución Política y Ley 1755 de 2015).
- Elección de la estación para el estudio de caso, que incluye la condición geopolítica y económica del sector.
- Localización del área.
- Jerarquización vial.

- Aspectos físicos del sector.
- Oferta de transporte formal.
- Verificación de información del sector en la encuesta de movilidad.
- Análisis de la estación BRT Mazurén.

## **2.2 Etapa 2. Recolección de información primaria**

Para la realización del proyecto, además de la información secundaria recolectada en la Etapa 1, es necesario obtener información primaria del sector, que permita conocer la condición actual. A continuación, se indicarán las herramientas y métodos utilizados para tener la mayor eficacia en la captura de información.

### **2.2.1 Selección Grupo Focal**

Una vez seleccionada la estación para el estudio de caso y conociendo el área de estudio, se procedió a seleccionar un grupo focal al que se le pudieran realizar con mayor proximidad las actividades de campo. Se acudió a agencias inmobiliarias del sector Mazurén, ubicadas en el Centro Comercial Mazurén, de amplia trayectoria y reconocimiento en el sector. Se contactó la administración del centro comercial Mazurén con el fin de obtener permiso para la ubicación de equipos y personal vinculado al trabajo de campo dentro de sus instalaciones.

Se contactó a administradores de conjuntos residenciales del sector para facilitar la recolección de información. Como resultado, se seleccionaron los conjuntos residenciales Acacia Real I y II (estrato 4), Balcones del Carmel (estrato 4) y Conjunto Faro (estrato 5).

### **2.2.2 Selección tamaño muestral**

Para determinar el tamaño muestral, se determinó la proyección de población del sector, la demanda del transporte, frecuencia de viajes y el número de usuarios. El tamaño muestral determina la cantidad de encuestas de preferencias reveladas y declaradas necesarias para aplicar dentro del marco del estudio (Ortúzar, 2015)

Para conocer la demanda de transporte formal e ilegal en el acceso a la estación BRT Mazurén, se utilizó información suministrada por Transmilenio S.A como operador del Sistema. De la serie de datos analizada, se seleccionó el mes de febrero del año 2017, el mes de máximo ingreso al sistema y el día de máximo ingreso. Como se muestra en la Tabla 2-1, se ha tomado el número de ingresos del día jueves 2 de febrero de 2017 con 13.801 validaciones.

**Tabla 2-1:** Validaciones mes de febrero estación BRT Mazurén

<b>FEBRERO</b>	Jueves	02-feb-17	13.801
	Viernes	03-feb-17	12.095
	Sábado	04-feb-17	6.854
	Domingo	05-feb-17	2.250
	Lunes	06-feb-17	11.707
	Martes	07-feb-17	11.994
	Miércoles	08-feb-17	12.157
	Jueves	09-feb-17	12.201
	Viernes	10-feb-17	12.323
	Sábado	11-feb-17	6.902
	Domingo	12-feb-17	2.196
	Lunes	13-feb-17	11.829
	Martes	14-feb-17	12.119
	Miércoles	15-feb-17	12.038
	Jueves	16-feb-17	12.343
	Viernes	17-feb-17	12.180
	Sábado	18-feb-17	6.924
	Domingo	19-feb-17	2.354
	Lunes	20-feb-17	11.480
	Martes	21-feb-17	11.895
	Miércoles	22-feb-17	12.129
	Jueves	23-feb-17	11.642
	Viernes	24-feb-17	11.817
	Sábado	25-feb-17	6.705
	Domingo	26-feb-17	2.205
	Lunes	27-feb-17	12.206
	Martes	28-feb-17	12.158

Fuente: Elaboración propia a partir de información proveída por Transmilenio S.A

Para el cálculo, se tendrá en cuenta la ecuación 1 (Ortúzar, 2015) para encuestas tipo Origen/Destino, como se observa en la Tabla 2-2. Se realizaron tres aproximaciones: la primera con la proyección estimada de residentes del sector al año 2018, la segunda con las validaciones de ingresos a Transmilenio del año 2017 del día de máximos ingresos (mes de mayor ingreso) y la tercera con información primaria, tomando el aforo de usuarios de transporte ilegal que ingresan al sistema. Estos tres valores se analizaron para elegir un valor que permita realizar con mayor acierto el trabajo en el sector. El resultado señala 383, 374 y 324, respectivamente, por lo que se decidió aplicar 400 encuestas para todos los casos expuestos, con el fin de reducir el error que se pueda presentar por falta de información o mala opción de datos. El resultado permite realizar inferencias poblacionales con estimación representativa y económicamente realizable en el marco del proyecto de grado.

(1)

$$n \geq \frac{p * (1 - p)}{\left(\frac{e}{Z}\right)^2 + \frac{p * (1 - p)}{N}}$$

Fuente: (Ortúzar, 2015, Pág. 97)

Donde N el tamaño de la población, Z es la variable normal estándar para el nivel de confianza requerido, p es la proporción de viajes con un destino determinado, e es el nivel de error y n es el número de personas a encuestar.

**Tabla 2-2:** Cálculo del tamaño muestral

<b>Variables</b>	<b>Población sector</b>	<b>Validaciones Transmilenio S. A.</b>	<b>Aforos Febrero 2018</b>
<b>N</b>	94.019	13.801	2.066
<b>p</b>	0,5	0,5	0,5
<b>e</b>	0,05	0,05	0,05
<b>Z</b>	1,96	1,96	1,96
<b>n</b>	383	374	324

Fuente: Elaboración propia aplicando ecuación de cálculo del tamaño muestral

Para la encuesta inicial, se realizarán encuestas por franja horaria como se muestra en la Tabla 2-3, determinando un valor según el número de personas que acceden al sistema en el periodo a evaluar.

**Tabla 2-3:** Número de encuestas por franja horaria

Rango	Número de encuestas
5:00 - 8:00	100
8:00 - 11:00	60
11:00 - 14:00	52
14:00 - 17:00	56
17:00 - 20:00	96
20:00 - 23:00	32
Total	400

Fuente: Elaboración propia, utilizando información proporcionada por Transmilenio S.A

### **2.2.3 Encuestas de movilidad de preferencias reveladas y declaradas**

Se aplicaron encuestas de movilidad como una herramienta de tipo observacional para recaudar datos. Para determinar el comportamiento de los usuarios en la movilidad cotidiana de corta distancia, se empleó la encuesta de preferencia revelada (EPR) a través de una muestra representativa. Las preferencias reveladas permiten observar el comportamiento real de las personas, conocer la forma como eligen, para predecir la justificación, motivo o discernimiento el uso del transporte ilegal en los viajes. Esto requirió estar en el sitio y observar por medio de una muestra selectiva y estratificada lo que sucede.

A través de encuesta de preferencias declaradas (EPD), se plantearon propuestas hipotéticas de modos de transporte (Ortúzar, 2015), para determinar las preferencias y el comportamiento de los usuarios frente a cambios hipotéticos no existentes, frente a variaciones de tarifas, tiempos de viaje, tiempos de espera, entre otros, o frente a la posibilidad de utilizar transportes alternativos autónomos.

Los transportes ilegales que en la actualidad resultaron de preferencia de los usuarios, se analizaron y valoraron frente a una eventual formalización en el largo plazo (3 años). De ellos, se eligió el transporte ilegal que puede ser formalizado por estar dentro de la política pública de crecimiento verde y dentro de las metas del país hacia el año 2030.

El bicitaxi resultó ser de mayor preferencia por los usuarios del sector, como se muestra en el capítulo 4, Gráfica 4-16, tomándolo para el estudio hipotéticamente como un servicio formalizado, para compararlo con una opción de transporte formal en este caso el servicio de bus complementario al SITP (bus color naranja).

Las etapas en el diseño del experimento de preferencias declaradas involucran la identificación del ámbito de elección (Kocur et al., 1982), los factores a considerar y el rango de variación (grupo focal, cliente, otro). Se debe tener una versión inicial de la encuesta a considerar, un primer borrador del cuestionario, el cual se fue ajustando y rediseñando con las pruebas que se realizaban con el grupo focal hasta obtener la versión final. Se realiza una encuesta piloto que es reevaluada, se hace un simulacro para la recuperación de parámetros y de esta manera se obtiene el diseño definitivo.

Es importante mencionar que, de la experiencia obtenida, una encuesta de preferencia revelada en sector socioeconómico medio alto, debe tener entre 6 y 15 preguntas para que no genere agotamiento en la persona que la responde y el tiempo para responderla debe ser inferior a cinco minutos.

#### **2.2.4 Elección de herramientas tecnológicas**

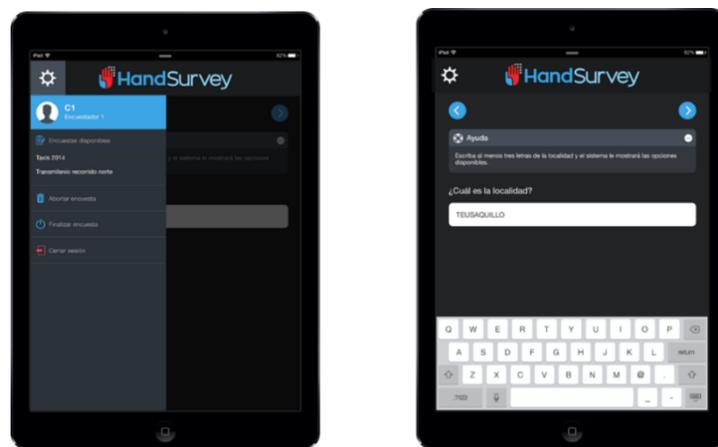
De los recorridos de campo, valoraciones preliminares del sector y la condición socioeconómica, se decidió realizar los aforos peatonales y vehiculares utilizando cámaras de video de propiedad de la empresa privada Transport Systems. La cámara de grabación, unidad de procesamiento y poste de fijación, permitieron el almacenamiento continuo de más de 26 horas de video (Transport Systems, 2018)

El personal técnico que manejó e instaló las cámaras y el personal que se vinculó para realizar las encuestas de preferencias reveladas, utilizando tablets, se contrató por medio de una empresa legalmente constituida para garantizar seguridad social y la cobertura de

riesgos laborales. El personal se capacitó en las actividades a realizar y se realizó un proceso de pruebas piloto previo a la aplicación definitiva de cada jornada.

Las encuestas se realizaron con tablets Lenovo con un sistema operativo Android 5.0.1, capaz de soportar el software Hand Survey, que es una aplicación desarrollada por Transport Systems. El sistema de encuestas es intuitivo, lo que permite la recolección, verificación y procesamiento. Se utilizaron cinco tablets durante cada jornada de trabajo. El software tiene un diseño que permite establecer preguntas y a su vez escoger los formatos adecuados para mejorar la efectividad en la toma de la información. Además, está diseñado para funcionar en dispositivos con sistema operativo Android 3 o superior, cuenta con certificado de registro de soporte lógico del Ministerio del Interior, Dirección Nacional de Derechos de Autor.

**Figura 2-1:** Interfaz de la aplicación Hand Survey



**AGILIZA TUS ENCUESTAS**

Con *Hand Survey* reduces el tiempo de procesamiento de la información recopilada, y experimentas con un diseño de encuesta pensado para minimizar errores y reducir el tiempo en cada toma.



**SEGURA Y CONFIABLE**

El sistema de *Hand Survey* no permite alterar la información obtenida. Además, te ofrecemos herramientas para controlar la recolección de datos como restricciones horarias y monitoreos periódicos.



**INTERFAZ INTUITIVA**

Cada encuesta en *Hand Survey* tiene una guía o ayuda para que el entrevistador realice la recolección de datos de acuerdo al diseño planteado, y no se desvíe durante la toma.



**TODOS LOS TIPOS DE ENCUESTA EN UNA**

*Hand Survey* soporta todos los modelos de encuesta con diferentes tipos de preguntas, para cualquier sector del mercado. Ningún diseño es imposible para nuestra APP.

Fuente: (Transport Systems, 2018)

## 2.2.5 Trabajo de campo

Para las actividades de trabajo de campo, se analizó el comportamiento de los ingresos al sistema de transporte, así como series de datos de la empresa Transmilenio S.A, seleccionando las fechas y días de acuerdo con la caracterización de mayor oferta al sistema. Se valoró la fecha y programación de actividades, de manera que las de mayor importancia no se ubicaran en periodos atípicos como el mes de diciembre, enero y junio, o fechas como semana santa y puentes festivos o periodos de vacaciones académicas.

Para estas actividades, se tramitó un permiso ante la subgerencia de comunicaciones y atención al usuario de Transmilenio S.A. Durante cada jornada, los aforadores y encuestadores capacitados para la realización de las actividades, tenían un documento firmado por el director del trabajo final de maestría, que señalaba el objetivo y alcance del trabajo de campo, expresando que el único propósito de la actividad en la toma de información era la realización de una actividad académica para la Universidad Nacional de Colombia. Se realizaron las siguientes actividades:

- Aforo peatonal
- Aforo vehicular
- Aforo de transporte ilegal

Se seleccionó el día 13 de febrero del año 2018 para la realización de una primera jornada de encuestas de preferencias reveladas, aplicadas para conocer en la estación Mazurén el porcentaje de usuarios de los estratos 4 y 5. El aforo peatonal se realizó también el día 13 de febrero de 2018, durante 16 horas de grabación para conocer el número de ingresos durante el periodo de las encuestas y tener una referencia propia poblacional. Se planeó que coincidiera con el tiempo de la realización de la primera encuesta de preferencias reveladas.

Durante los días 20 y 21 de febrero de año 2018 se realizaron aforos vehiculares utilizando cámaras de video durante 16 horas de grabación. Se hicieron aforos de transporte ilegal durante los días 20 y 21 de febrero de 2018 utilizando planillas de recolección de información. Se diseñaron encuestas de preferencias reveladas para determinar la preferencia de los usuarios en el uso del transporte ilegal, actividad de

campo que se realizó durante los días 22, 23 y 25 de mayo de 2018. Durante el mes de julio del año 2018 se realizaron las encuestas de preferencias declaradas, utilizando encuesta virtual y una encuesta física que se aplicó directamente en el sitio a residentes del sector, usuarios del transporte ilegal.

El día jueves 11 de octubre de 2018, con el propósito de comparar las preferencias hipotéticas de cambio modal de los estratos medio y alto, respecto a los estratos bajos, se aplicó la segunda parte de la encuesta de preferencias declaradas, a una prueba piloto en la estación BRT Tintal para comparar el comportamiento en las hipótesis de cambio modal.

## **2.3 Etapa 3. Caracterización de la demanda de transporte ilegal**

Para la caracterización de la demanda de transporte ilegal, que lleva a determinar las preferencias en el uso del mismo, se realizaron las siguientes actividades:

- Encuesta de preferencia revelada No.1. Máximo 6 preguntas
  - Estructuración de encuestas de preferencias reveladas
  - Capacitación a encuestadores y contratación del personal
  - Prueba piloto de la encuesta
  - Aplicación de la encuesta de preferencia revelada, se realizaron 1.373
  - Determinación del porcentaje de usuarios que prefieren transporte ilegal en condición socioeconómica media alta
- Encuesta de preferencia Revelada No.2. Máximo 15 preguntas
  - Una vez se tiene la información del porcentaje de usuarios de transporte ilegal en el sector, con una segunda encuesta de preferencia revelada estructurada específicamente para la población objetivo, se plantean preguntas para determinar la preferencia en el uso de transporte ilegal en el sector. Se realizaron 945.
  - Se realiza análisis y procesamiento de información.

## **2.4 Etapa 4. Evaluación de opciones de cambio modal**

Con los resultados obtenidos de preferencias reveladas de la encuesta No. 2, se estructura una encuesta de preferencias declaradas, en donde se plantean a los residentes del sector posibilidades de transporte alternativo y se presentan dos opciones de transporte, una ilegal asumiendo hipotéticamente que se encuentra formalizado el transporte en bicitaxi y una formal. Esto permite comparar las preferencias frente a las opciones hipotéticas de cambio modal para reducir la ilegalidad. Se sitúa el transporte ilegal de mayor demanda para analizar la competencia que puede darse respecto al transporte formal, y valorar la opción de cambio.

### **2.4.1 Encuestas de preferencias declaradas**

- Estructuración de las preguntas relacionadas con modos alternativos de transporte para el sector
- Elección de los dos modos de transporte a comparar. Se selecciona el modo ilegal de mayor uso. En este caso, se seleccionó el bicitaxi que presenta mayor demanda y compite con el modo formal del Sistema Integrado de Transporte Público
- Diseño de ortogonalidad de la encuesta para los dos modos de transporte a comparar
- Atributos y niveles para la estructuración de las dos alternativas hipotéticas
- Diseño de la encuesta para modo de aplicación virtual
- Diseño de la encuesta para modo de aplicación físico
- Envío de encuestas al grupo focal por medio virtual. Respondieron 33.
- Aplicación de encuestas a residentes de Mazurén sector occidental, se realizaron 400.

### **2.4.2 Modelo de elección discreta**

Para este trabajo final de maestría se trabajó con modelos desagregados (Ortúzar, 2015) que consideran decisiones individuales y tratan a cada individuo en particular. Para el caso, se usan principios de la teoría de la utilidad aleatoria, teniendo en cuenta que las

personas eligen entre alternativas discretas, es decir, que pueden ser numerables, en donde libremente eligen el destino, el modo y la ruta de su viaje. Esto permite determinar cómo eligen las personas entre alternativas de transporte formal e ilegal.

Los supuestos de la teoría aleatoria son: 1) Los individuos son racionales y poseen información perfecta, 2) Los individuos poseen un conjunto de alternativas disponibles, 3) Cada alternativa tienen asociada una cierta utilidad, 4. El individuo elige aquella alternativa que le reporta mayor utilidad.

Teniendo presente que el modelador es un observador del sistema y solo puede observar parte de lo que considera el individuo, se plantea la utilidad del individuo como se muestra en la ecuación 2.

(2)

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq}$$

Fuente: (Ortúzar, 2015, p. 199)

Donde  $U_{iq}$  es la utilidad impuesta por el individuo,  $V_{iq}$  es el modelador que se entiende como la utilidad representativa o sistemática, y  $\varepsilon$  supone el conjunto de errores que se asumen en los supuestos.

La ecuación para estimar la utilidad en este caso es la siguiente:

$$U_i = Asc1 + \beta c * COSTO1 + \beta d * TVIAJE1 + \beta e * TESPORA1 \quad (3)$$

Fuente: Elaboración propia a partir de (Ortúzar, 2015, p. 199)

### 2.4.3 Software BIOGEME

BIOGEME (Bierlaire, 2018) es un software diseñado para calcular los parámetros de la estimación de máxima verosimilitud, principalmente en modelos de elección discreta. En el campo de movilidad, se pueden encontrar múltiples trabajos para la determinación de la demanda, entre ellos, *Modelación de la elección de modo y hora de salida ante pico y placa combinado con peaje urbano* (Álvarez, 2009), *Modelación de la elección del motocarro como medio de transporte público en zonas rurales, aplicación al Municipio de*

*Girardota* (Saldarriaga, 2011), *Estrategias para integrar la bicicleta con la primera línea del metro de Bogotá*. Caso estudio localidad de Kennedy (Ríos, 2015), entre otros.

En el presente estudio, se utilizará el software en su versión 2.6. Para el uso de la aplicación se hace necesario preparar un conjunto de datos obtenidos por medio de la aplicación de las encuestas de preferencias declaradas. De las preferencias expresadas por los encuestados frente a las dos alternativas hipotéticas de transporte y la preferencia entre ocho opciones, se realizó el procesamiento de información en el software y se determina la función de utilidad para los modos de transporte analizados.

#### **2.4.4 Cálculo de probabilidad de uso**

Teniendo la función de utilidad para los dos modos de transporte comparados, se calculan las probabilidades de elección empleando la siguiente ecuación en la que el factor de escala se asume como 1, debido a las infinitas combinaciones que se hacen con la utilidad del modo, que arrojan el mismo resultado, lo que hace imposible su determinación para esta práctica.

(4)

$$P_{iq} = \frac{\exp(\lambda V_{iq})}{\sum_{j \in A(q)} \exp(\lambda V_{iq})}$$

Fuente: (Ortúzar, 2015, p.207)

Donde  $P_{iq}$  es la probabilidad de uso;  $\lambda$  el factor de escala; y  $V_{iq}$  es la utilidad del modo.

#### **2.4.5 Propuestas de transporte para el sector en condición socioeconómica medio y alta**

- ✓ Análisis de resultados de transportes alternativos estación BRT Mazurén
- ✓ Análisis de resultados de transportes comparados estación BRT Mazurén
- ✓ Determinación de función de utilidad utilizando el software Biogeme 2.6

- ✓ Determinación de probabilidad de elección y probabilidad de uso
- ✓ Propuestas de transporte alternativo para el sector, resultado del análisis técnico, que permitan reducir el transporte ilegal en el sector.
- ✓ Propuestas de transporte colectivo formal que permitan reducir la ilegalidad en el sector objeto de estudio

#### **2.4.6 Preferencia en el uso del transporte ilegal según condición socioeconómica**

- ✓ Para este ejercicio académico, los resultados de preferencia en el uso del transporte ilegal en condición socioeconómica media alta, se comparan con información secundaria de estudios realizados sobre transporte ilegal en la ciudad de Bogotá D.C, para valorar si existen diferencias o si las razones para el uso del transporte ilegal son las mismas.
- ✓ Se aplicaron 125 encuestas como prueba piloto a usuarios de la estación BRT Tintal, ubicada en un sector en condición socioeconómicamente baja (estratos 1 y 2) y que hizo parte de estudios realizados previamente, para conocer el comportamiento de los usuarios frente a las opciones hipotéticas planteadas en los estratos medio alto.
- ✓ Análisis de resultados de transportes comparados en la estación BRT Tintal
- ✓ Determinación de función de utilidad utilizando el software Biogeme 2.6
- ✓ Determinación de probabilidad de elección y probabilidad de uso estación BRT Tintal

## **3. Diagnóstico del Área de Estudio**

Una vez identificado el problema, se analizaron los aspectos que motivan la selección de la estación para la realización del estudio de caso como la descripción física, geoadministrativa, económica y la delimitación del sector, las proyecciones de población, la demanda de transporte en el sector, tanto pública como ilegal. Para esto, se usó información secundaria de fuentes institucionales y la información primaria recolectada.

### **3.1 Selección de la estación para el estudio de caso**

En el año 2000, inicia el funcionamiento del sistema de transporte masivo de Bogotá en buses tipo BRT, basado en el sistema de transporte de la Ciudad de Curitiba, Brasil. El sistema es operado a través de la empresa de transporte Transmilenio S.A, a quien se asignaron funciones como gestor del Sistema de Transporte Público para Bogotá (Transmilenio S.A, 2013).

Una de las primeras fases construidas fue la troncal Autopista Norte, que generó para la época de implementación un mejoramiento en la movilidad hacia el norte de la ciudad, lo que a su vez motivó la inversión privada para la construcción de nueva infraestructura de vivienda y de centros comerciales. Por medio de procesos de cobro de contribución de valorización por beneficio local (Acuerdo 180, 2005), se han construido obras de interés público orientadas a optimizar el sistema de movilidad y de espacio público, que han permitido ampliar la cobertura del servicio del sistema de transporte masivo.

En el caso mencionado de la Troncal de la Autopista Norte, las estaciones que se ubican en la Localidad de Suba (Figura 3.1 y 3.2), sector noroccidental de la Autopista Norte

desde la calle 106 hasta la estación Toberín, han presentado procesos de renovación urbana y de consolidación por medio de construcción de nuevas edificaciones.

Para la selección de la estación del estudio de caso, se analizaron tres aspectos. En primer lugar, se valoró por medio de imágenes de Bogotá a lo largo del tiempo la transformación de la morfología del sector tanto en plano vertical como en el plano horizontal. En segundo lugar, se valoró el impacto de la densidad en el uso del suelo en el sector, usando información secundaria (Bocarejo, et al., 2013). Finalmente, en tercer lugar se analizó la nueva estratificación de Bogotá del julio 28 de 2017 (Decreto 394, 2017).

Se dio mayor relevancia al sector que tuviera mayor consolidación del territorio desde la entrada en operación del sistema de transporte masivo de Bogotá, especialmente destinado a área residencial en condición socioeconómica media alta que corresponde a los estratos 4 y 5.

**Figura 3-1:** Localidades de Bogotá D.C.



Fuente: (Universidad Distrital, 2018)

**Figura 3-2:** Estaciones del Sistema BRT Zona B

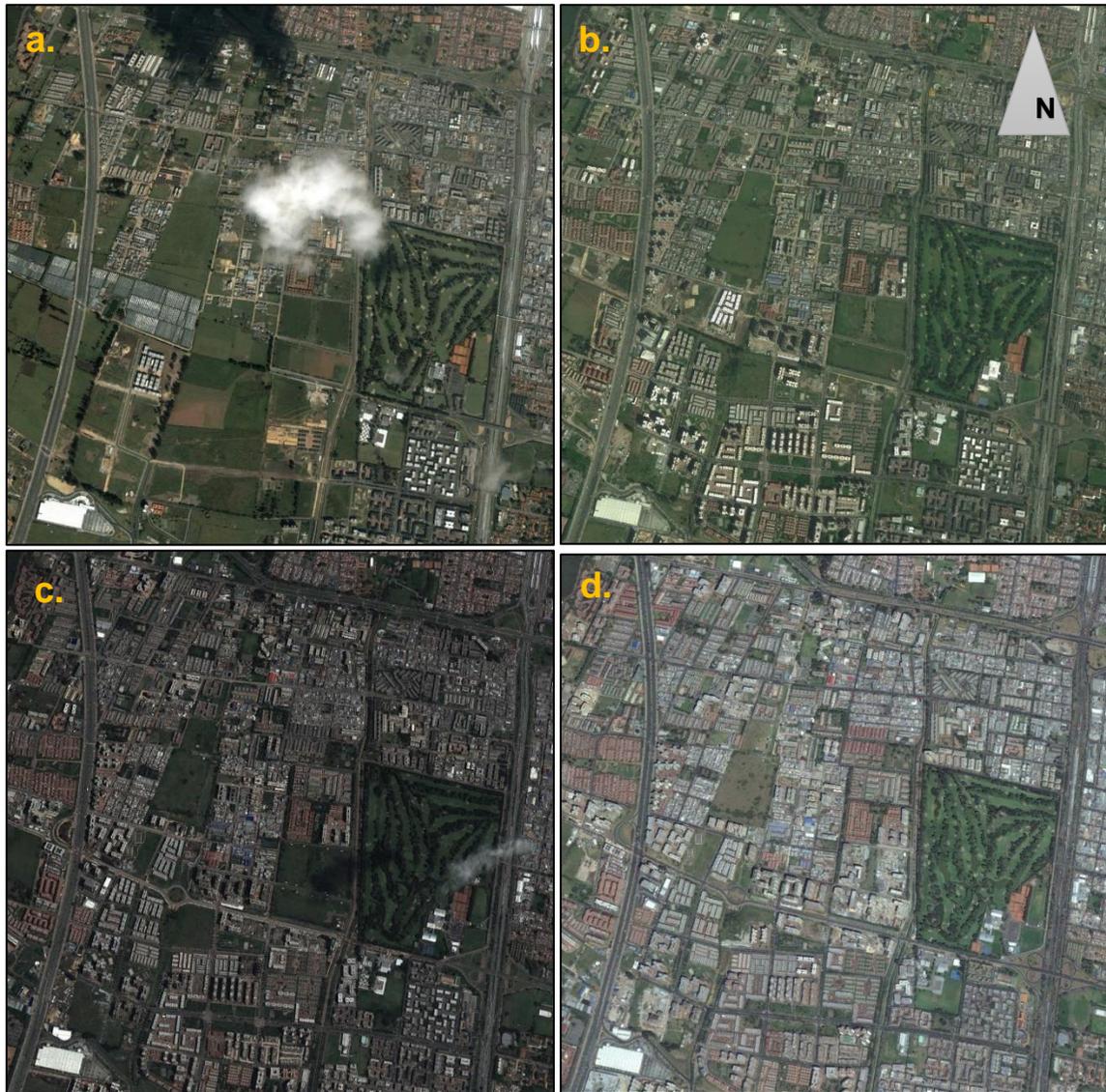


Fuente: Fragmento Zona B del Mapa General Sistema (Transmilenio S.A., 2018)

El sector de las estaciones Calle 146, Mazurén, Cardio Infantil y Toberín ha presentado los mayores procesos de consolidación con la construcción de la troncal del sistema de transporte masivo hacia el norte, Además, ha tenido un cambio en la morfología en la parte occidental con ocasión de la prolongación de la Avenida Boyacá y hacia la parte norte con la construcción de la Avenida la Sirena en la calle 153 que conecta oriente con occidente y mejora la red vial hacia norte y sur de la ciudad. Esto explica el aumento de edificaciones nuevas en sectores próximos a la estación Mazurén.

Empresas constructoras como Amarillo, Constructora Bolívar, Cusezar, MAZ, entre otras han construido y continúan construyendo edificios de 12 a 15 pisos para vivienda. Algunas de estas son Balcones del Carmel, Prodesa, Reserva de Mazurén, Centro Empresarial MAZ, Picabia, Tuset, Proyecto Alejandría que estará constituida por ocho (8) conjuntos de apartamentos como son Azimut, Corinto, Faro, Mediterráneo, Nilo, Portus, Tenerife y Vintage. Esta población generará nuevas necesidades de desplazamiento hacia la estación Mazurén. Desde el punto de vista de valorización, como ya se indicó antes, este sector ha tenido inversión en infraestructura por parte del distrito, lo que ha generado un auge en el crecimiento de la renta del sector y por lo tanto es un polo generador de nuevos viajes.

**Figura 3-3:** Proceso de consolidación del Sector Noroccidental de la Autopista Norte. a) 2002, b) 2010, c) 2013 y d) 2016.



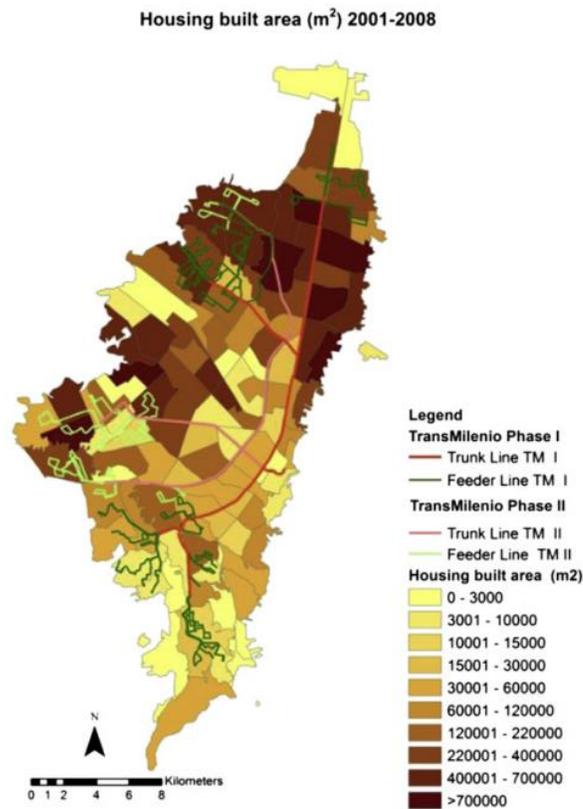
Fuente: Google Earth

Otro aspecto valorado hace referencia a la relación entre el transporte y el uso del suelo, en donde se encontró que la introducción de nuevos corredores de transporte induce a una respuesta del mercado inmobiliario. Las mejoras en los tiempos de viaje con la entrada en funcionamiento del Sistema de Transporte por medio de los buses BRT han presentado una densificación en los sitios próximos a las estaciones sobre la red troncal,

aunque en el caso de Bogotá, el sistema no fue concebido, ni desarrollado como parte del uso de la tierra, ni dentro de un plan integrado de transporte.

La densidad general en Bogotá aumentó un 8% en el periodo del año 2001 al 2008, lo que significa un aumento de 1400 hab./km<sup>2</sup>. La anterior información fue tomada del inventario de estadísticas disponibles del Departamento Nacional de Estadística - DANE, que incluye el área construida mensualmente e información de nuevas edificaciones realizadas. Del análisis de mapas de calor y el software ArcGIS para valores asociados a cada UPZ, se encontró que las áreas atendidas por Transmilenio aumentaron a 1700 hab./km<sup>2</sup>, con mayor representación en el noroccidente de la ciudad. El 75% de las áreas nuevas construidas fue destinado al uso residencial, como se muestra en la Figura 3-4, donde el color más oscuro muestra la mayor densidad de población en el sector próximo a la estación Mazurén.

**Figura 3-4:** Cambios en el área construida de viviendas: distribución espacial y análisis de puntos calientes



Fuente: (Bocarejo, et al., 2013, p. 83)

### 3.1.1 Diagnóstico del transporte ilegal en Mazurén año 2011

Del *Inventario y Diagnostico de ilegalidad en el transporte público de pasajeros en Bogotá D.C* (Secretaría Distrital de Movilidad, 2011), el sector próximo a la estación Mazurén presentaba ocho (8) focos de transporte ilegal, en cuatro modos de transporte. En tres puntos de transporte ilegal tenía presencia vehículos particulares prestando servicio de transporte público, uno de bicitaxis, dos de vehículos de servicio público especial prestando servicio público urbano y dos de taxis prestando servicio de transporte colectivo. Estos puntos están localizados en el sector occidental de la estación y con la función principal de servir de alimentador a los buses BRT.

Para ese momento, el número de vehículos operando en el sector eran siete (7) bicitaxis, cuarenta y cinco (45) vehículos particulares prestando servicio público, seis (6) vehículos deservicio público especial y veinticinco (25) taxis prestando servicio de transporte colectivo.

Respecto a las características de la operación, solamente un foco cuenta con despacho de vehículos, los demás no tienen distintivos, ni comunicación, ni representación y en la definición de rutas, de las ocho rutas solamente cinco están definidas. En el recaudo, la forma de pago era directa, el cobro individual, y el rango de la tarifa entre 1.000 y 1.500 pesos. Además, funcionaba de lunes a sábado y operaba durante todo el día, aunque cabe aclarar que el estudio no señala a qué se refiere con el horario “todo el día”.

De la información del sector, el diagnóstico señala como causas del uso del servicio, en primer lugar, la accesibilidad; en segundo lugar, el tiempo; en tercer lugar, la economía; en cuarto lugar, la comodidad; y en quinto lugar, la familiarización. De la frecuencia de uso del servicio, en promedio de las ocho rutas analizadas, el 65% era habitual y el 36% esporádico. La percepción de los usuarios respecto a la calidad del transporte ilegal fue de bueno en un 94% y regular en un 5%; en cuanto a seguridad, el 99 % de los usuarios encuestados señaló que lo consideraba seguro y el 1% inseguro. Finalmente, a la pregunta de si el usuario era consiente de utilizar un servicio ilegal, el 70% respondió no y el 30% respondió que sí.

En este sector, quienes utilizan el transporte ilegal posteriormente toman el transporte formal de larga distancia, lo que lo convierte en un sistema de alimentación de uso habitual o cotidiano. Un aspecto que mencionan los usuarios es que el transporte formal

tiene recorridos muy largos y los tiempos de espera son superiores a 10 o 15 minutos. De otra parte, el transporte formal presenta sobrecupo y la tarifa resulta más económica que la del transporte formal. Por modo de transporte, los usuarios al día eran 53 para bicitaxi, 1.257 para vehículo particular, 411 para vehículo de servicio especial y 754 para taxi, con un total de 2.475 usuarios de transporte ilegal en este sector.

### **3.1.2 Estudio de prefactibilidad de transporte de pasajeros en medio no motorizado año 2015**

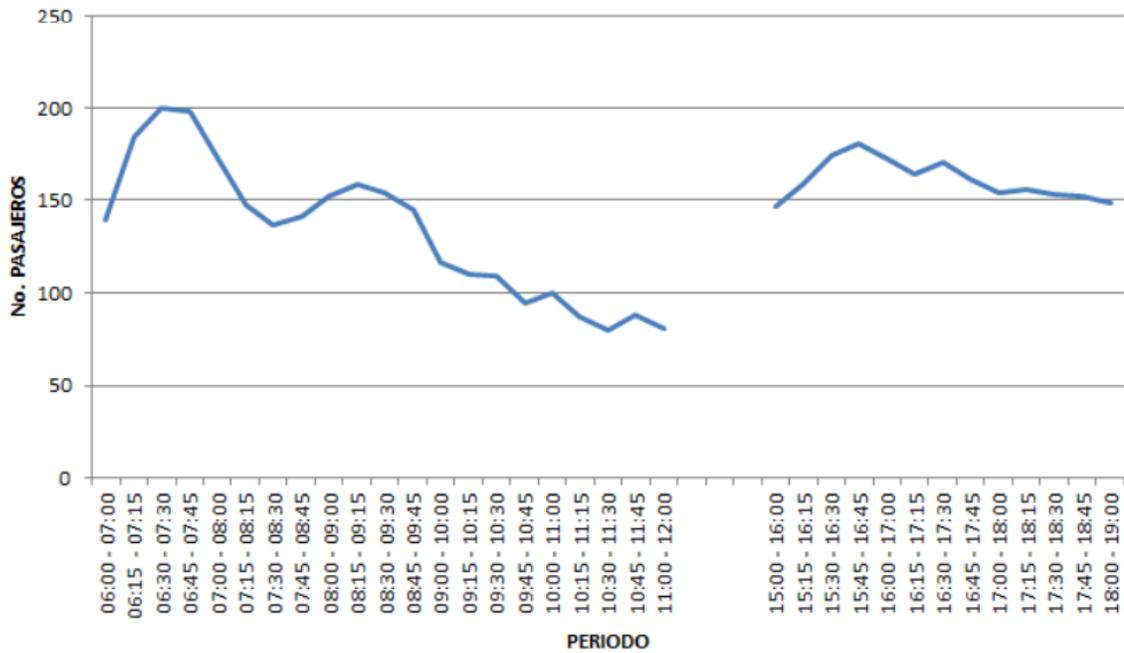
Del estudio de prefactibilidad técnica, operacional, financiera y jurídica del servicio de transporte de pasajeros en medios no motorizados “tricimóviles”, que se menciona en el capítulo 1, se encontró que en la localidad de Suba las principales zonas de operación son Prado Veraniego, Mazurén, Cantalejo – San Cipriano, Subazar- Sauces, La Campiña y Portal Suba. Mazurén comprende los barrios y/o conjuntos residenciales ubicados dentro del corredor de la calle 152 entre la Autopista Norte hasta la Carrera 58.

Con respecto a la oferta en el sector Mazurén, el estudio encontró que contaba con tres rutas del SITP (C37, C97 y P50), una ruta de servicio complementario (19-11) y rutas de bicitaxismo. En el caso del bicitaxi, tienen como punto de partida la Calle 152 con Autopista Norte, realizando un recorrido por la calle 150 hasta la carrera 58, por un sector habitacional en donde el punto de interés es la estación del sistema BRT en Mazurén, zona de recreación y comercio local. La distancia recorrida es de 1.400 m, el tiempo de viaje va de 15 a 25 minutos, por una tarifa de mil pesos (\$1.000) y el tipo de ruta es permanente

En el análisis de la demanda de la zona, se encontró que el número de personas estimadas que utilizan este tipo de vehículos es 1.384, en 1.125 recorridos de bicitaxis con un factor de ocupación de 1.23 usuarios por unidad.

El consolidado de la información registra en la hora pico de la mañana 200 pasajeros en 167 despachos para un factor de ocupación de 1,20 y en la hora pico de la tarde 181 pasajeros con 110 despachos para un factor de ocupación de 1,41. En la hora de máxima demanda, se obtuvo una longitud de viaje de 1.4 km, en un tiempo total de 20 minutos, para 200 pasajeros.

**Gráfica 3-1:** Distribución horaria de pasajeros de bicitaxi en zona Mazurén, localidad de Suba



Fuente: (Secretaría de movilidad, 2015, p. 136)

### 3.2 Localización del área de estudio

El área seleccionada para el estudio de caso corresponde al sector noroccidental de la estación BRT Mazurén, ubicada en la localidad de Suba de Bogotá D.C. Esta localidad está distribuida parcialmente en tres unidades de planeamiento zonal que incluyen Britalia, Casa Blanca, Suba y El prado. En la Tabla 3-1 se describen en síntesis las características principales de cada una de estas.

El área de estudio comprende las ZAT 46, 48, 50, 64, 65, 66 y 838, en un área total de 388,1 hectáreas. Por el norte, tiene como límite la parte perimetral de la ZAT 46, 48 y 50; al oriente limita con la Autopista Norte; hacia el sur está el límite perimetral de las ZAT 64, 66 y 838; y al occidente limita con la Avenida Boyacá, como se muestra en la Figura 3-5.

Figura 3-5: Delimitación zona de estudio sector noroccidental estación BRT Mazurén



Fuente: Elaboración propia con base en información geográfica del IDECA (2017)

**Tabla 3-1:** Distribución de áreas por UPZ y ZAT

UPZ	ZAT	Área Ha (dentro de la zona de estudio)	Observación
<b>EL PRADO</b>	64	32.2	Se encuentra consolidada. Se caracteriza por edificaciones principalmente de 5 a 6 pisos, uso dotacional (iglesia) y comercial de bajo impacto.
	65	24.3	Presencia del centro comercial Mazurén y de conjuntos residenciales de más de 20 años de antigüedad de 5 a 6 pisos.
	66	61.3	Diversidad de alturas de reciente desarrollo, en promedio 10 años, con alturas variables entre los 5 y 16 pisos.
	TOTAL	117,7	
<b>BRITALIA</b>	46	94.4	El desarrollo constructivo es reciente, en promedio cinco años. Está caracterizado en la parte sur por conjuntos residenciales de 5 a 12 pisos y al norte por conjuntos residenciales y barrios tradicionales de vivienda. Esta ZAT presenta dualidad entre la parte tradicional y las edificaciones nuevas. Las áreas residenciales ubicadas en la parte norte corresponden a estrato 3 y en la movilidad estas personas tienen mayor acceso a la estación Cardio Infantil y Toberín.
	48	28.8	En la parte sur tiene conjuntos residenciales de alturas superiores a 15 pisos y al norte edificaciones mixtas entre conjuntos residenciales de menor altura y barrios de vivienda de autoconstrucción. Presenta problemas de conectividad, especialmente hacia el sentido norte y occidente.
	50	79.0	Esta ZAT se encuentra cubierta en un 59% de su superficie por el club el Carmel, presenta conjuntos de 6 a 10 pisos en su costado norte y en el costado sur se han venido construyendo desarrollos de estrato 5 de 12 o más pisos en los últimos 3 años.
	TOTAL	202,1	
<b>CASA BLANCA SUBA</b>	838	68.2	Esta ZAT tiene grandes superficies comerciales como el centro Comercial Parque la Colina y el Éxito de la Colina, que representan el 13% de la superficie. Presenta una división sin conectividad en la calle 147. Presenta zonas residenciales ya consolidadas al costado sur y usos residenciales nuevos en la parte norte.
	TOTAL	68.2	
<b>Total Área de Estudio</b>		388.1	

Fuente: Elaboración propia a partir de fotografías satelitales del IDECA. Recorrido del sector durante febrero de 2018.

La totalidad del sector hace parte del distrito capital y de la localidad de suba. Las autoridades administrativas sobre el territorio son el Distrito Capital y la Alcaldía Local de Suba. Según el Plan de Ordenamiento territorial vigente, el área está clasificada aproximadamente en el 82.4% como residencial consolidado. La UPZ 838 que se encuentra en Casa Blanca Suba es caracterizada como UPZ en desarrollo.

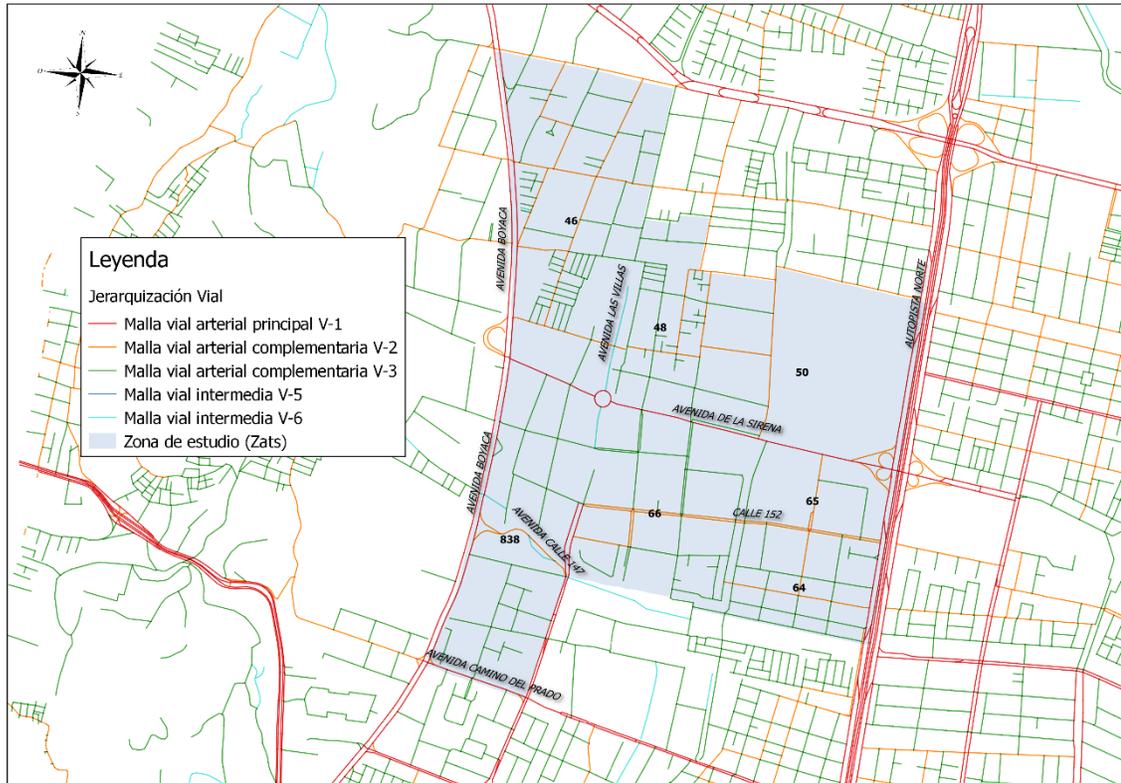
La tipificación residencial predomina los subsectores normativos, con algunas excepciones dedicadas a uso integral, es decir, zonas sin urbanizar que pueden ser usadas para nuevos desarrollos residenciales y área destinadas a usos dotacionales de impacto local como parques, colegios y zonas de culto.

En el sector se presenta comercio en grandes y medianas superficies, como lo son el centro comercial Parque la Colina, centro comercial Mazurén, Carulla del Rincón de la Colina, Colsubsidio de Mazurén, Éxito la Colina, D1 y Justo y Bueno. En los últimos años, han existido desarrollos de oficinas, particularmente la Torre Arturo Calle y el edificio de oficinas MAZ ubicado sobre la Avenida La Sirena. El 94% de los metros cuadrados construidos en el sector son de uso residencial. Sin embargo, dentro de este uso se pueden contar negocios familiares o comercios pequeños en las inmediaciones de viviendas uni y multifamiliares (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2016).

### **3.3 Jerarquización vial del sector**

El sector limita con dos vías regionales de la Ciudad de Bogotá, que son la Avenida Boyacá y la Autopista Norte. La Avenida La Sirena es importante en el sector por la conexión del área de estudio entre oriente y occidente, clasificada como malla arterial complementaria (V-2) y la Avenida Las villas como malla arterial complementaria (V-3). Dentro de la malla vial local, son de gran importancia la Calle 152 y la Calle 147. Cuenta con ciclovía la Avenida Boyacá, La Avenida La Sirena y la Autopista Norte. La jerarquización vial de la zona puede observarse con mayor detalle en la Figura 3-6.

**Figura 3-6:** Jerarquización vial del sector.



Fuente: Mapa de referencia de Bogotá IDECA. Malla vial integral junio de 2018.

### 3.4 Aspectos físicos del entorno del sector seleccionado

El sector analizado se caracteriza por una topografía homogénea, donde no existen condiciones de relieve. Se encuentra el canal pluvial Córdoba sobre la carrera 54, el cual sirve de división entre las ZAT 65 y 64 con la ZAT 66. El canal desemboca en el humedal Córdoba que se encuentra fuera de las inmediaciones del área de estudio. Estas condiciones físicas del sector conllevan la ausencia de riesgos de inundación o fenómenos de remoción en masa, información corroborada por el Plan de Ordenamiento Territorial POT vigente (Secretaría Distrital de Planeación, 2018).

Según la microzonificación sísmica de 2010, el suelo de dicha zona es blando. Está clasificado geotécnicamente por la Secretaría Distrital de Planeación en el año 2010 como lacustre A en su totalidad. Se caracteriza por arcillas y limos compresibles y plásticos, lo que implica poca capacidad portante del suelo.

El sector cuenta con coberturas verdes, en especial por el Club el Carmel ubicado en la esquina noroccidental de la intersección de la Autopista Norte y la AC 153, también llamada Avenida La Sirena. A partir de los datos presentados por la secretaria Distrital de Planeación y el DANE sobre proyecciones de población entre 2005 y 2015, se realizó el ajuste a la curva que presenta un índice  $r^2$  más cercano a 1. A partir de dicho ajuste, se proyectó la población a 2018.

Con base en dichas proyecciones y considerando que el censo de población se está realizando actualmente por el DANE, se pudo estimar la población para el año 2018 de cada una de las UPZ. Asumiendo que el área construida es proporcional a la población presente, se le puede asignar a cada una de las ZAT, una población total en el área de estudio de 94.019 habitantes, como se muestra en la tabla 3-2.

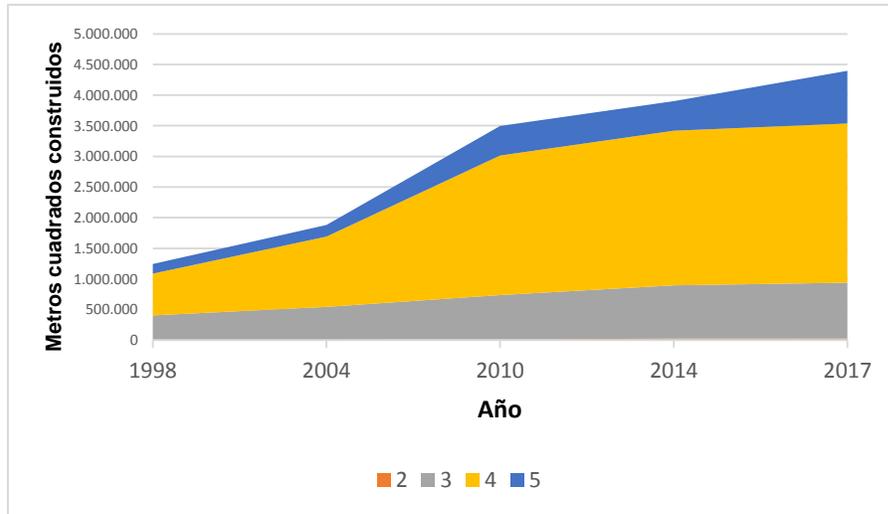
**Tabla 3-2:** Proyección de población para el año 2018

UPZ	ZAT	Proyección 2018 por ZAT	Total	
<b>BRITALIA</b>	46	23.563	46.598	94.019
	48	13.417		
	50	9.618		
<b>CASA BLANCA SUBA</b>	838	16.970	16.970	
<b>EL PRADO</b>	64	10.365	30.451	
	65	3.399		
	66	16687		

Fuente: Elaboración propia a partir de información del DANE y la Secretaría Distrital de Planeación

Con la estratificación socioeconómica del año 2017 y las construcciones actuales, se hizo un análisis del comportamiento de la construcción en el sector discriminado por ZAT, el cual que se muestra en la Gráfica 3-2.

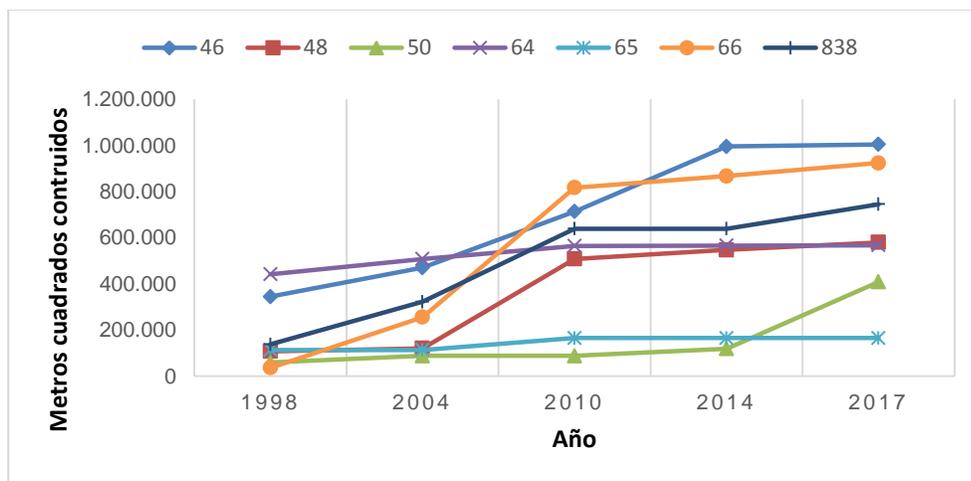
**Gráfica 3-2:** Metros cuadrados construidos de uso residencial vs. año por estrato



Fuente: Elaboración propia con base en el Decreto 394 de 2017 e información Geográfica del IDECA

El estrato predominante es el 4, ya que presentó un aumento en el periodo 2004 a 2010. El estrato 5 también muestra un crecimiento considerable en los últimos años.

**Gráfica 3-3:** Metros cuadrados construidos uso residencial por ZAT vs. año



Fuente: Elaboración propia con base en el Decreto 394 de 2017 e información Geográfica del IDECA

En la gráfica 3-3, podemos observar que, antes del sistema BRT, se encontraban edificadas las ZAT 46 y 64. La primera parte estaba ubicada en el sector próximo a la autopista norte y la segunda en inmediaciones de la avenida Boyacá. Entre 2004 y 2010, se aumentó la construcción en las ZAT 48, 65 y 66. La ZAT 46 ha presentado construcción permanente y la ZAT 50 presenta el desarrollo más reciente, siendo construida solo posteriormente al año 2014.

Cabe destacar que solo la ZAT 46 tiene áreas edificables de gran magnitud, la ZAT 66 presenta espacios más reducidos y el resto solo podrían ser densificadas por cambio de uso o densificación por renovación.

**Tabla 3-3:** Población por estrato y ZAT

	ZAT	Estrato					Total general
		0	2	3	4	5	
<b>Britalia</b>	<b>46</b>	298	20	11.185	9.977	0	21.480
	<b>48</b>	1	294	7.018	5.096	0	12.409
	<b>50</b>	2	0	1.102	1.480	6.160	8.744
<b>Casa Blanca Suba</b>	<b>838</b>	16	0	126	5.795	10.009	15.946
<b>El Prado</b>	<b>64</b>	7	0	0	12.136	2.221	14.364
	<b>65</b>	0	0	0	3.535	0	3.535
	<b>66</b>	0	0	0	17.541	0	17.541
<b>Total general</b>		324	314	19.431	55.560	18.390	<b>94.019</b>

Fuente: Elaboración propia con base en proyecciones de la Secretaría Distrital de Planeación, el DANE e información geográfica del IDECA

Con respecto a los estratos socioeconómicos presentes en el sector por UPZ (Tabla 3-3), el estrato 4 es predominante en las ZAT 64,65 y 66. El estrato 5 en las ZAT 50 y 838 y el estrato 3 en la 46. El estrato 4 y el 3 tienen valores similares en la ZAT 48.

### 3.5 Transporte formal en el sector

En este caso, por el alcance del proyecto se analizaron aquellas rutas que circulan efectivamente por el sector y cuyos sus recorridos se traslapan con los ejercidos por los transportes informales. Existen rutas tangenciales que no son evaluadas, dado que los

límites del área de estudio son la avenida Boyacá y la Autopista Norte, que son corredores importantes de transporte público. En el caso de la avenida Boyacá, es corredor de buses del SITP y en el caso de la Autopista Norte, es una troncal del sistema masivo de transporte BRT. En la tabla 3-4, se muestran las rutas formales que pasan por el sector, según el destino y distancia.

**Tabla 3-4:** Rutas del SITP Zonal y complementario. Oferta del sector.

NOMBRE	RUTA	DISTANCIA	DENOMINACIÓN	TIPO	ORIGEN	DESTINO
E70-1	E70	47,42	CASALOMA USME - COLINA	Urbana	Usme	Suba Oriental
E57-2	E57	46,21	EL UVAL - CASA BLANCA	Urbana	Usme	Suba Oriental
E57-1	E57	44,31	EL UVAL - CASA BLANCA	Urbana	Usme	Suba Oriental
E70-2	E70	43,28	CASALOMA USME - COLINA	Urbana	Usme	Suba Oriental
C97-1	C97	33,70	LOMAS - SAN CIPRIANO	Urbana	Usme	Suba Oriental
C97-2	C97	33,03	SAN CIPRIANO - LOMAS	Urbana	Usme	Suba Oriental
C33-1	C33	31,65	MUNDO AVENTURA – COLINA	Urbana	Suba Oriental	Kennedy
C33-2	C33	28,36	MUNDO AVENTURA – COLINA	Urbana	Suba Oriental	Kennedy
C37-1	C37	26,13	VILLAS DE GRANADA – MAZUREN	Urbana	Calle 80	Usaquén
C37-2	C37	25,27	MAZUREN - VILLAS DE GRANADA	Urbana	Calle 80	Usaquén
107B-1	107B	22,00	COLINA - PARQUE CENTRAL BAVARIA	Urbana	Suba Oriental	Neutra
107B-2	107B	19,86	COLINA - PARQUE CENTRAL BAVARIA	Urbana	Suba Oriental	Neutra
421-1	421	18,25	COLINA - PORCIÚNCULA	Urbana	Suba Oriental	Neutra
421-2	421	17,72	PORCIÚNCULA - COLINA	Urbana	Suba Oriental	Neutra
2-7a	43283	6,98	SAN JOSÉ	Alimentador	Usaquén	Suba Oriental
T52	T52	5,69	CALLE 167	Complementaria	Suba Oriental	Suba Oriental
19-7c	43300	5,13	CANTABRIA	Complementaria	Suba Oriental	Suba Oriental
19-12c	43453	3,98	CANTALEJO	Complementaria	Suba Oriental	Suba Oriental

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por la Secretaria Distrital de Movilidad en el segundo semestre de 2017

De las rutas complementarias y zonales del sector, solo una conecta con la estación Mazurén. Las rutas urbanas que acceden al sector no tienen un transbordo fácil a la estación Mazurén, dado que al tener que atravesar el puente de la calle 153, el paradero que posibilitaría dicho transbordo se encuentra distanciado (más de 500 metros) del puente peatonal de acceso a la estación.

Las rutas urbanas que presentaban en febrero del 2018 un transbordo con mejor accesibilidad son las líneas E57, C33 y la C97 en sentido de ingreso al sector (El uval – Casablanca). Para salir del sector con destino a la estación de Mazurén, solo se cuenta con la ruta complementaria 19-7. Los usuarios que desean transbordar de Mazurén, sin tener que caminar una distancia superior a los 500 metros, solo tienen una opción para ingresar y salir.

En marzo de 2018, se modificó la ruta C33, que cambió su nombre a C33A, acortando su recorrido en la parte norte, por lo que ya no ingresa al área de estudio. Con dicho cambio, se creó la nueva ruta T53, que es urbana de tipo zonal. Esta ruta realiza un recorrido circular pasando por las estaciones de Transmilenio de Mazurén, Calle 146 y Calle 142, luego ingresa a la calle 138 al sector de colina y por la avenida Boyacá ingresa a la zona de Britalia a la calle 167, pasa por las vías locales atravesando el área de estudio y regresa a la estación de Transmilenio Mazurén por la calle 152.

**Figura 3-7:** Rutas del sector Mazurén T-53, C97, C37, E57, 19-7, 19-6.

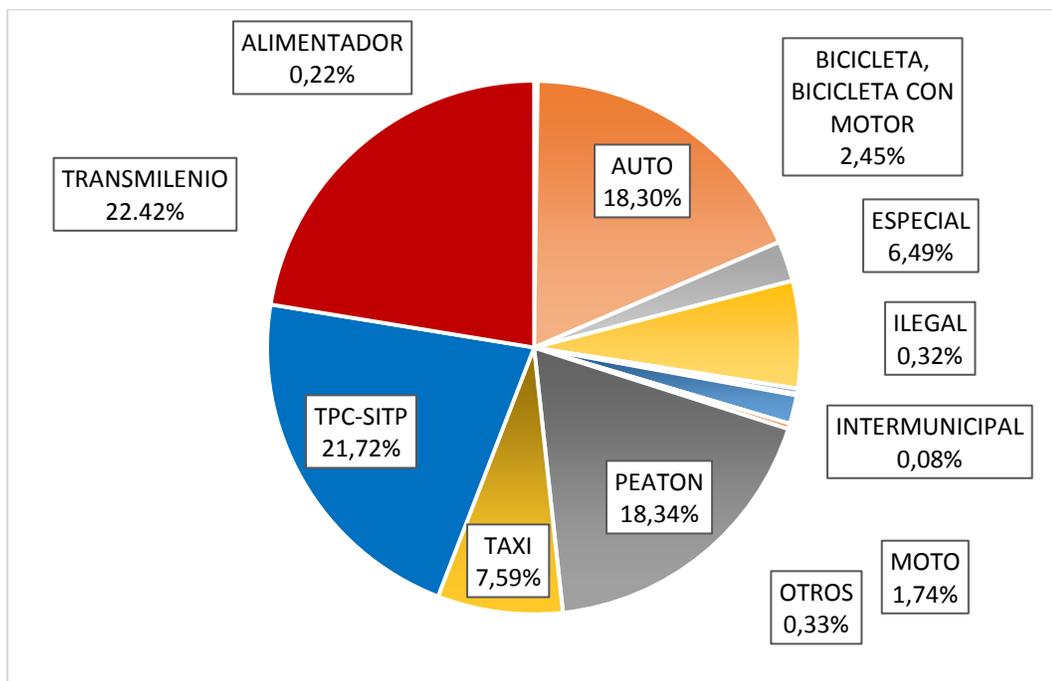


Fuente: Información suministrada por Transmilenio S. A.

### 3.6 Encuesta de movilidad 2015

A partir de información secundaria de la *Encuesta de movilidad* del año 2015 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015), se ha obtenido que la demanda de viajes con origen en el sector está distribuida como se muestra en la Gráfica 3-4 y en la Tabla 3-5: el 22.4% Transmilenio, 21.7% TPC-SITP, 18.3% auto, 18.3% peatones, 7.6% taxi, 6.5% transporte especial, 2.4% Bicicleta, 1,7% bicicleta con motor, moto ilegal, 0.3%, otros, 0.3%, alimentador 0.2% e intermunicipal 0.1%.

**Gráfica 3-4:** Partición modal de la zona de estudio - origen



Fuente: Elaboración propia a partir de la *Encuesta de movilidad 2015*

El 0.32% corresponde a transporte ilegal, sin tener claridad de la conformación o caracterización de los modos de transporte que se incluyen en este valor porcentual. No se tiene información del bicitaxismo en la conformación de la partición modal.

**Tabla 3-5:** Distribución de viajes zona de estudio origen

Medio predominante	Viajes	Distancia promedio	
Alimentador	369	14,2	0,2%
Auto	31.231	8,7	18,3%
Bicicleta, bicicleta con motor	4.181	4,4	2,4%
Especial	11.081	5,9	6,5%
Ilegal	546	1,2	0,3%
Intermunicipal	144	20,9	0,1%
Moto	2.973	12,4	1,7%
Otros	558	7,1	0,3%
Peatón	31.290	2,0	18,3%
Taxi	12.953	5,4	7,6%
TPC-SITP	37.064	9,2	21,7%
Transmilenio	38.258	14,1	22,4%
<b>Total</b>	<b>170.649</b>	<b>8,5</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la *Encuesta de movilidad 2015*.

De la *Encuesta de movilidad* del año 2015, se ha obtenido que la demanda de viajes con destino al sector objeto de estudio está distribuida como se muestra en la Tabla 3-6: el 20.2% Transmilenio, 17.6% TPC-SITP, 19.4% auto, 19.3% peatones, 7.0% taxi, 7.1% transporte especial, 6.1% bicicleta, bicicleta con motor, 2.0% moto, alimentador 0.6%, otros 0.4% e ilegal 0.3%.

**Tabla 3-6:** Distribución de viajes zona de estudio - destino

Medio predominante	Viajes	Distancia promedio	Porcentaje
Alimentador	1,033	3,4	0,6%
Auto	30.816	8,5	19,4%
Bicicleta, bicicleta con motor	9,664	5,4	6,1%
Especial	11,277	6,1	7,1%
Ilegal	543	0,9	0,3%
Moto	3,227	10,8	2,0%
Otros	558	7,1	0,4%
Peatón	30.735	1,4	19,3%
Taxi	11.115	6,2	7,0%
TPC-SITP	27.920	8,4	17,6%
Transmilenio	32.108	11,7	20,2%
<b>Total</b>	<b>158.998</b>	<b>7,3</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la *Encuesta de movilidad 2015*

### 3.7 Análisis de la Estación BRT Mazurén

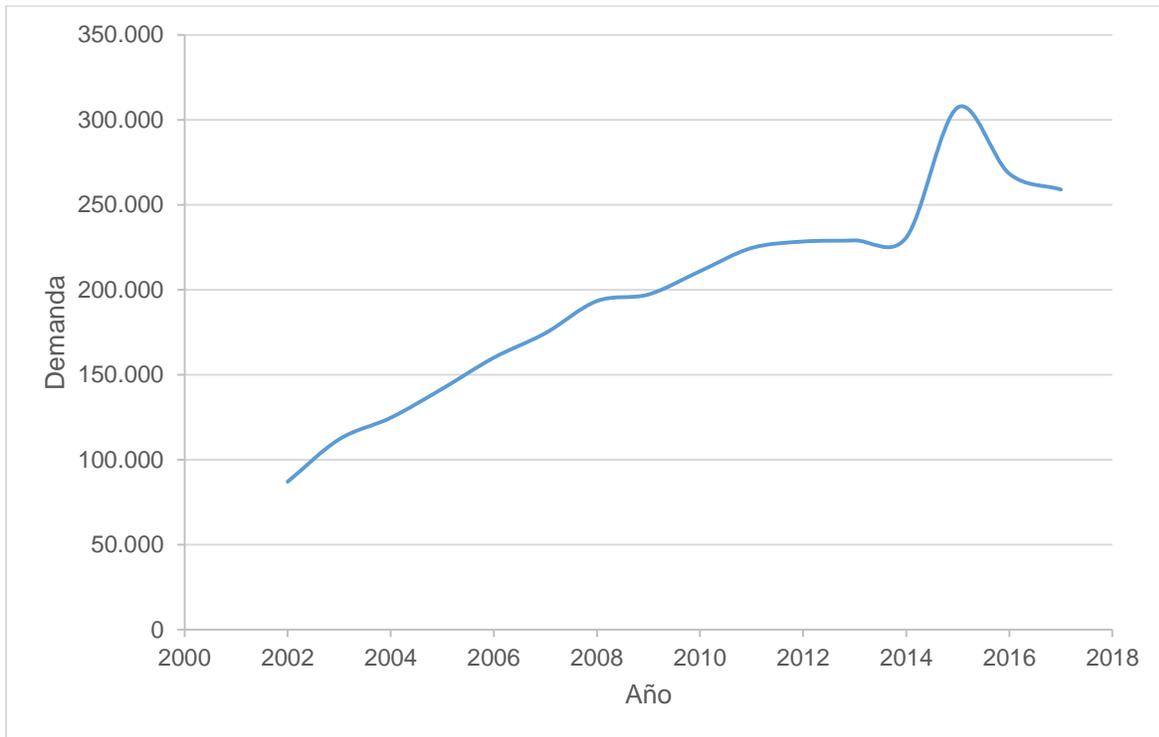
La estación Mazurén corresponde a la Fase I del sistema BRT troncal de la ciudad de Bogotá D.C. Fue diseñada en dos alas (ala sur y ala norte), con una entrada por cada una que desemboca en el puente peatonal sobre la Autopista Norte con calle 152.

Por información de Transmilenio S.A, se tiene que la estación Mazurén contaba originalmente con cuatro vagones unidireccionales, dos vagones por cada sentido de circulación. La tipología de estos vagones es W3 de 28.86 m de longitud, un vagón W4 de 24.06 metros de longitud en ambos sentidos con un ancho de 3.5 metros por cada sentido de circulación.

En el año 2016, se construyó un nuevo vagón al costado sur de la estación original, con una longitud de 43.2 metros y ancho de 3.5 metros. Cuenta con dos accesos por el puente peatonal ubicado en la Calle 152. Se encuentra en proceso de estructuración por parte del IDU el contrato de obra que reemplazará el puente peatonal existente de la estación calle 146, tiene contemplada a futuro una rampa de conexión al nuevo vagón de la Estación Mazurén, lo que le permitirá tener tres accesos.

El atrio de accesos de los vagones originales tiene una longitud de 14.40 metros. El pórtico de ingreso y validación de los vagones originales tiene una longitud de 9.6 metros y el nuevo vagón tiene una longitud de 12 metros. Las plataformas de parada tienen una longitud de 14.4 metros para los vagones originales y 24 metros para el nuevo vagón, permitiendo las paradas de buses biarticulados.

Con información de Transmilenio S.A, se obtuvieron los valores mensuales del año 2002 al 2017 de ingresos al sistema y se calculó el promedio anual. Los resultados consolidados se muestran en la Gráfica 3-5, donde para el año 2002 se tenía un promedio mensual de 87.104 validaciones, en el año 2015 un promedio de 307.304, hacia el año 2016 disminuye a 268.272 y en el año 2017 a 262.459. Esta disminución es causada por los trabajos de ampliación de esta estación, lo que generó el traslado de pasajeros hacia otras estaciones cercanas.

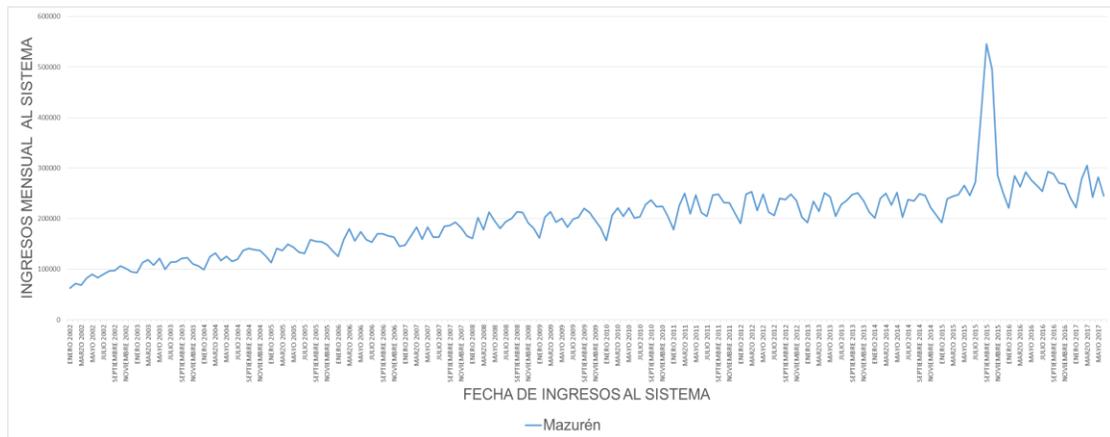
**Gráfica 3-5:** Promedio anual estación BRT Mazurén con datos mensuales 2012 - 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por Transmilenio S.A.

La Gráfica 3-5 muestra que la demanda es mayor en los primeros meses del año y va decreciendo hacia los meses de noviembre, diciembre, enero. Luego, empieza nuevamente el aumento en el mes de febrero de cada año. Este aspecto fue relevante para definir la fecha en la que se realizaron los estudios de campo para la recolección de información primaria, ya que se definió como mes objetivo febrero del año 2018 para realizar el estudio de la demanda formal e informal del sector y posteriormente realizar las encuestas para determinar preferencias reveladas en el mes de mayo de 2018 a usuarios del transporte informal.

De información suministrada por Transmilenio S.A, se analizaron las validaciones a la estación BRT Mazurén del año 2017, desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre. Se ordenó la información por mes, día y cantidad, con el propósito de determinar el comportamiento de máximas y mínimas validaciones por día para elegir la fecha para la realización de los aforos y trabajos de campo. La Gráfica 3-6 muestra el comportamiento mensual de las validaciones entre el 2012 y el 2017.

**Gráfica 3-6:** Demanda mensual estación BRT Mazurén 2012-2017.



Fuente: Elaboración propia utilizando información suministrada por Transmilenio S.A

La información registrada en la Tabla 3-7 muestra que, del promedio diario, los días de máximas validaciones son de martes a viernes. Sin embargo, al valorar el promedio mensual por día, el día martes presenta el mayor valor. Por ello, para la realización del trabajo de campo se realizaron las actividades los días martes 13, martes 20 y miércoles 21 de febrero del año 2018. En general, para actividades de trabajo de campo se tuvieron en cuenta días de martes a viernes.

**Tabla 3-7:** Promedio de validaciones diarias máximas y mínimas BRT Mazurén

Día	Promedio de Validaciones	Suma de Validaciones	Máx. de Validaciones	Mín. de Validaciones
Lunes	8.390	436.277	12.206	1.016
Martes	10.859	564.651	12.276	4.953
Miércoles	10.923	567.999	12.419	5.323
Jueves	10.635	553.011	13.801	1.753
Viernes	10.748	558.903	12.556	1.136
Sábado	6.145	319.524	7.273	2.642
Domingo	2.029	107.512	.2878	829
<b>Total general</b>	<b>8.515</b>	<b>3.107.877</b>	<b>13.801</b>	<b>829</b>

Fuente: Elaboración propia utilizando información suministrada por Transmilenio S.A



## **4. Transporte ilegal en sector en condición socioeconómica media alta**

Este capítulo contiene la información primaria producto del trabajo de campo en el sector, realizado durante los meses de febrero y mayo del año 2018, que permite conocer la dinámica de la movilidad en cuanto a transporte ilegal. Se diseñaron y aplicaron dos encuestas de preferencias reveladas: la primera en el mes de febrero de 2018 y la segunda en el mes de mayo de 2018. Se realizó un aforo peatonal, un aforo vehicular de transporte formal y un aforo de transporte ilegal. Para los aforos se utilizó tecnología de identificación de imágenes en dos puntos de la estación Mazurén, con el software de captura de imágenes e inteligencia artificial.

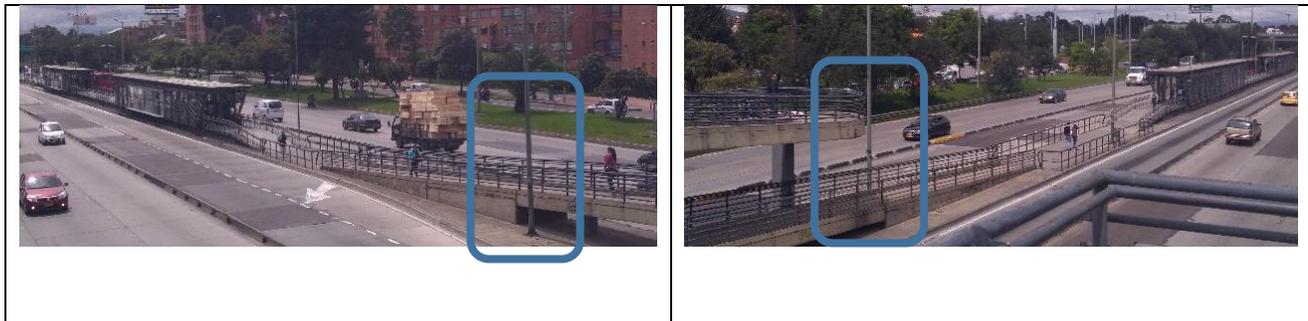
### **4.1 Aforo Peonatoal**

Con el propósito de conocer el número de peatones que ingresan a la estación, se realizó un aforo peatonal de los usuarios que acceden por el ala norte y el por ala sur. Se ubicaron dos cámaras de video durante un tiempo de 16 horas continuas el día 13 de febrero de 2018. Para la toma de ingreso a la estación, se utilizaron dos cámaras que enfocaban las dos filas de vagones con los que cuenta la estación, con el fin de estimar la demanda peatonal y tener información propia del sector objeto de estudio.

La grabación inició a las 6:00 y finalizó a las 22:00. Durante este periodo ingresaron por el ala sur 4.140 personas y por el ala norte 7.472 personas. Esta actividad se realizó para conocer el comportamiento durante el día y determinar horas pico y horas valle. El total de ingresos al sistema fue de 11.899 usuarios. La gráfica de distribución horaria muestra que en las horas de la mañana es cuando los usuarios acceden en mayor cantidad al sistema de transporte masivo.

**Figura 4-1:** Grabación de ingresos ala sur estación Mazurén

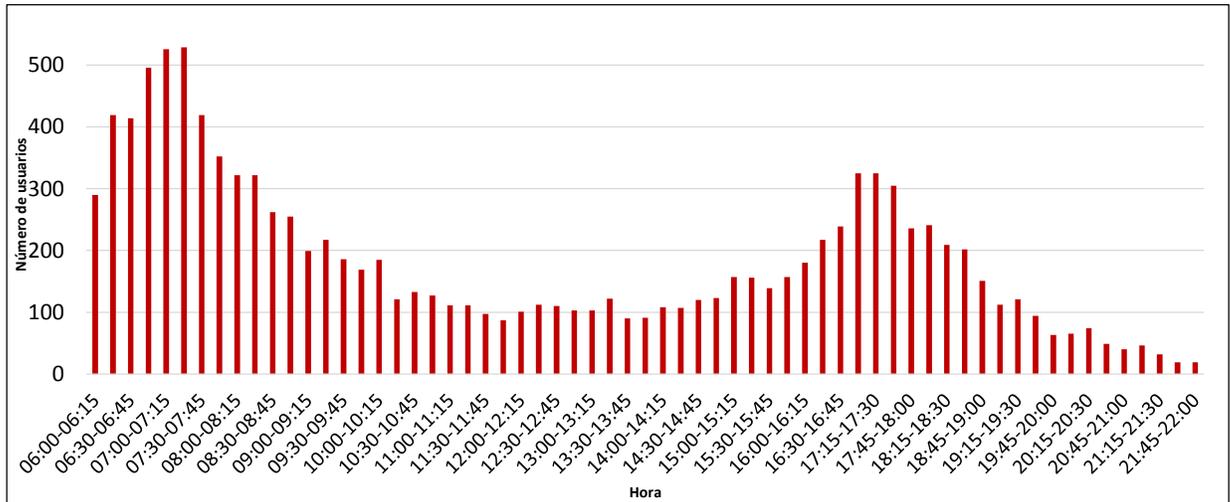
Fuente: Imágenes propias (13-Feb-2018)

**Figura 4-2:** Ubicación de cámaras de video toma de ingreso peatonal costado sur y costado norte Estación BRT Mazurén

Fuente: Imágenes propias (13-Feb-2018)

Las imágenes de la Figura 4-2 muestran los puntos donde se ubicaron las cámaras de video y la Figura 4-1 muestra una imagen de la recolección de información. La Gráfica 4-1 muestra la distribución horaria de los Ingresos a la estación Mazurén, en donde el mayor número de ingreso se presenta entre 6:45 y 7:45 y un segundo pico entre 16:30 y 17:30.

**Gráfica 4-1:** Distribución horaria de ingresos a la estación Mazurén



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes tomadas el día 13-Feb-2018 en la estación Mazurén

## 4.2 Aforos vehiculares sector Mazurén

Para la toma de información de los aforos, se utilizó tecnología de identificación de imágenes en dos puntos de la estación Mazurén con el software de captura de imágenes e inteligencia artificial. Se realizaron los conteos en la zona aledaña a la estación del estudio de caso y conteos vehiculares por tipo. A través del video, se realizó el análisis que permitió determinar las características de la oferta formal e informal de servicio complementario, tipo de ruta, tipo de diseño y capacidad de diseño (tipo de vehículo y capacidad), intervalo, demanda, frecuencias de servicio (buses, vehículo/hora). Esta actividad fue realizada durante los días 20 y 21 de febrero del año 2018.

El aforo vehicular se realizó sobre la Calle 152 entre la Cra. 45 (Autopista Norte) y la Cra. 46 por medio de videos que se dejan como respaldo de la información capturada. La ubicación de las cámaras se eligió luego de un análisis de los alrededores de la estación, para determinar el lugar más óptimo y tener las mejores imágenes de grabación. La grabación se realizó durante dos jornadas de 16 horas para determinar el número de vehículos en el sector en el sentido oriente – occidente y occidente - oriente. El aforo se realizó con cámara de grabación, unidad de procesamiento y poste de fijación. Estos equipos permitieron el almacenamiento continuo de más de 26 horas de video, que

sirven de respaldo para la toma de información.

La información del aforo contiene la hora y tipología en el sentido oriente- occidente y occidente-oriente. La información se registra en Tablas con los resultados consolidados para cada día, es decir, 20 y 21 de febrero de 2018.

Se realizó el registro de bicicletas, motos, vehículos livianos, minivan, taxi, bus, van, Sitp y bicitaxis. Es importante aclarar que minivan hace referencia a los vehículos de 6 pasajeros que realizan transporte informal y corresponde a busetas de servicio especial que prestan un transporte no autorizado. El aforo no incluyó vehículos de carga, ni transporte de carga. En la figura 4-3, se muestra una captura de la imagen que captó la cámara de video y la Figura 4-4 muestra el sitio en donde se instaló la cámara.

**Figura 4-3:** Imagen de área de grabación sector Calle 152



Fuente: Imágenes propias tomadas el 20 y 21 de febrero de 2018

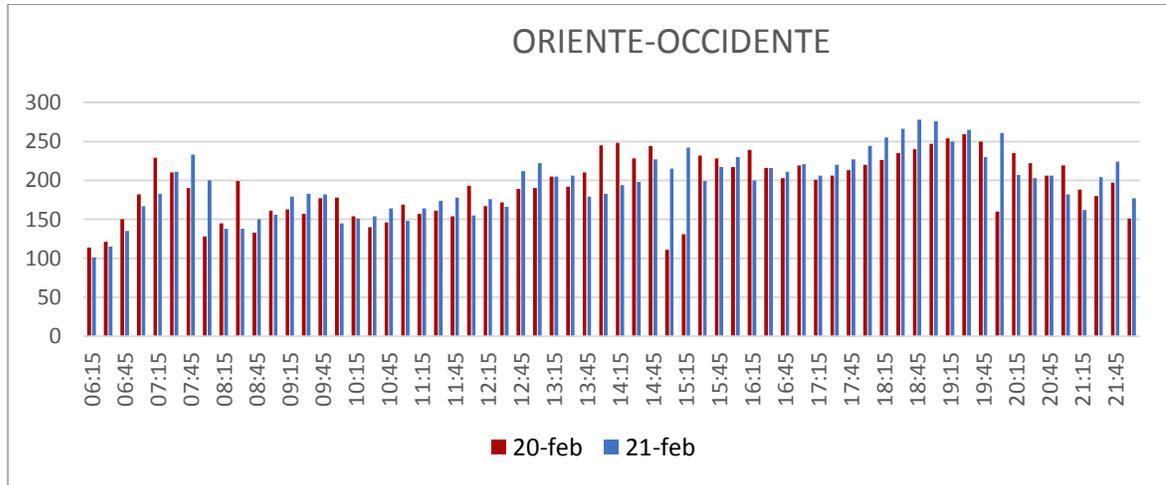
**Figura 4-4:** Localización de cámara de video sector Calle 152



Fuente: Imágenes propias tomadas el 20 y 21 de febrero de 2018

El comportamiento del aforo vehicular en el sentido oriente – occidente se muestra en la Grafica 4-2, en donde se puede observar que el sector presenta un número de vehículos superior a 100 cada 15 minutos, de manera permanente durante la jornada aforada, que aumenta en las horas pico de la noche.

**Gráfica 4-2:** Aforo vehicular sentido oriente - occidente



Fuente: Elaboración propia a partir de aforos vehiculares tomados el 20 y 21 de febrero de 2018

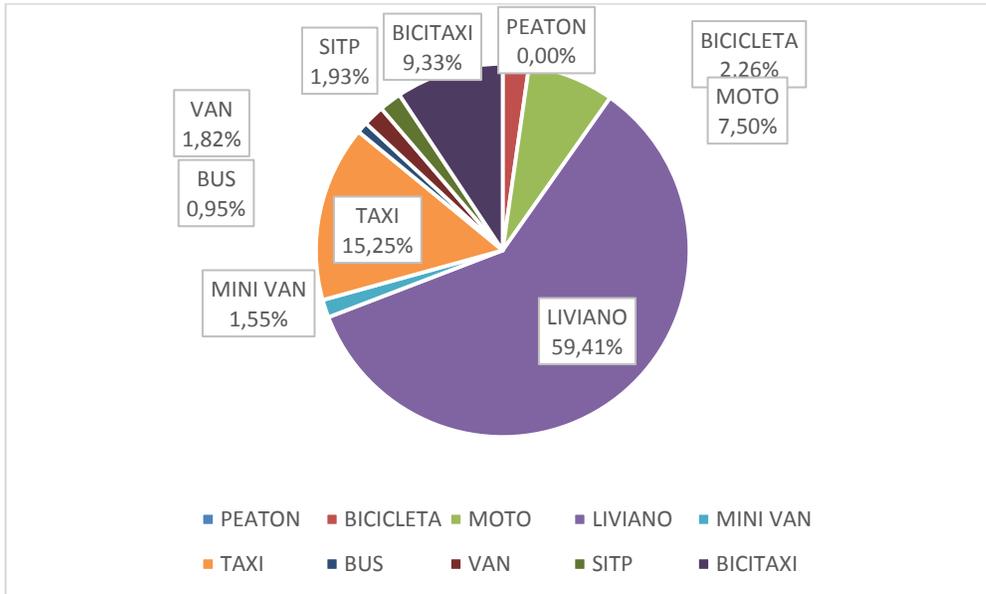
El porcentaje total del promedio calculado durante los días 20 y 21 de febrero de 2018 en el sentido oriente – occidente muestra que el 59.41% corresponde a vehículos livianos, el 15.25% a taxi, el 9.33% a bicitaxi, el 7.5% a motos, el 2.26% a bicicleta, el 1.93% a SITP, el 1.82% a van, el 1,55% a minivan y el 0.95% a bus. Esto muestra que en el sentido oriente – occidente predominan los vehículos livianos, el taxi y el bicitaxi, como se observa en la Tabla 4-1 y la Gráfica 4-3.

**Tabla 4-1:** Resultado aforo vehicular oriente - occidente

Modo	Peatón	Bicicleta	Moto	Liviano	Minivan	Taxi	Bus	Van	SITP	Bicitaxi	Total general
	1	523	1.736	13.757	358	3.532	221	422	447	2.160	23.157

Fuente: Elaboración propia a partir de aforos vehiculares tomados el 20 y 21 de febrero de 2018

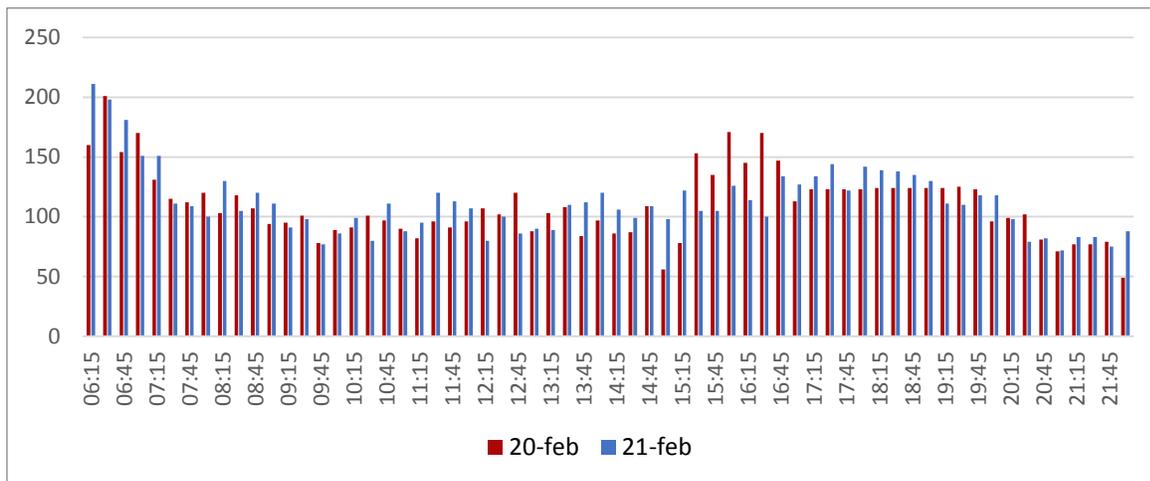
**Gráfica 4-3:** Porcentajes totales aforo vehículos sentido oriente - occidente



Fuente: Elaboración propia a partir de aforos vehiculares tomados el 20 y 21-Feb-2018

En el sentido occidente – oriente, se muestra en la Grafica 4-4 que el sector presenta un comportamiento vehículos que es mayor a 200 cada 15 minutos en la hora pico de la mañana y que presenta un pico en las horas de la tarde.

**Gráfica 4-4:** Aforo vehicular sentido occidente - oriente



Fuente: Elaboración propia a partir de aforos vehiculares tomados el 20 y 21 de febrero de 2018

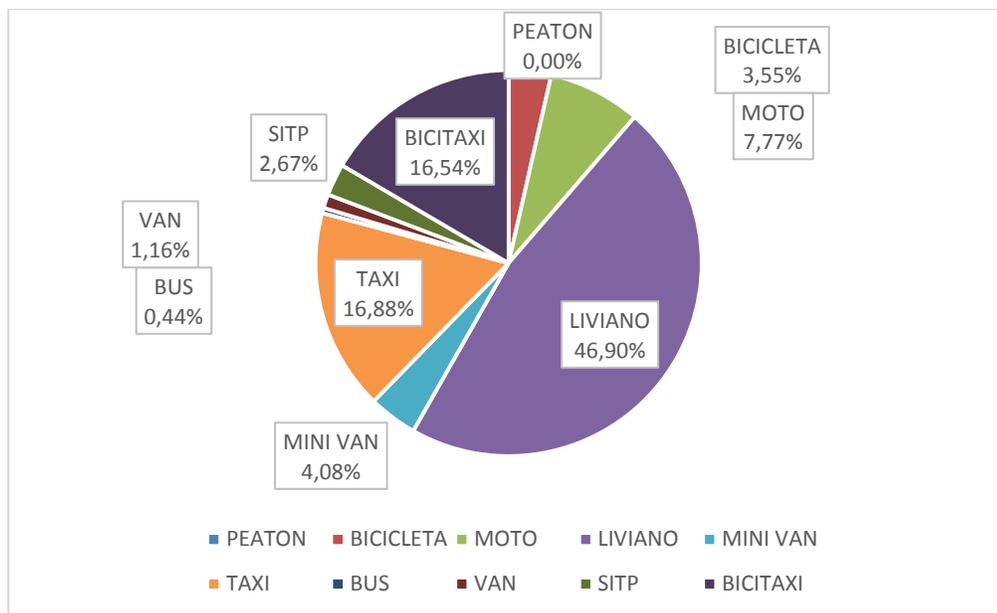
El porcentaje total del promedio calculado durante los días 20 y 21 de febrero de 2018 en el sentido Occidente – Oriente muestra que el 46.90% corresponde a vehículos livianos, el 16.88% a taxi, el 16.54% a bicitaxi, el 7.77% a motos, el 4.08% a minivan, el 3.55% a bicicleta, el 2.67% a SITP, el 1.16% a van, y el 0.44% a bus (Tabla 4-2 y Gráfica 4-5).

**Tabla 4-2:** Resultado aforo vehicular occidente - oriente

Modo	Peatón	Bicicleta	Moto	Liviano	Mini van	Taxi	Bus	Van	SITP	Bicitaxi	Total general
	0	472	1.032	6.228	542	2.242	58	154	355	2.197	13.280

Fuente: Elaboración propia a partir de aforos vehiculares tomados el 20 y 21-Feb-2018

**Gráfica 4-5:** Porcentajes totales aforo vehículos sentido occidente - oriente



Fuente: Elaboración propia a partir de aforos vehiculares tomados el 20 y 21 de febrero de 2018

Esto muestra que en el sentido Occidente – Oriente predominan los vehículos livianos, el taxi y el bicitaxi. Como se puede observar en la Gráfica 4-2 del consolidado oriente – occidente, las horas de mayor congestión en el sector corresponden a la tarde, lo que es inverso a la gráfica de los ingresos al sistema de transporte donde el pico de la mañana

es de mayor afluencia al sistema de transporte (Gráfica 4-1).

### 4.3 Aforo de transporte ilegal

El aforo de transporte ilegal se realizó en el sector del Centro Comercial Mazurén, en dos puntos: uno en el costado occidental y el segundo al costado sur. Se escogieron estos dos puntos porque las llegadas en los modos ilegales buscan estos lugares cercanos a la estación de Transmilenio, mientras que las salidas son diferentes de acuerdo con la localización de los usuarios en los diferentes conjuntos residenciales, puntos comerciales o de servicios del sector.

En el caso del costado occidental del centro comercial Mazurén, corresponde a vehículos que tienen como destino los residentes de conjuntos residenciales que están ubicados en el costado norte de la calle 153. El recorrido es más largo y deben cruzar la Avenida La Sirena o calle 153. En el costado sur del centro comercial Mazurén, los vehículos parten para la zona occidental de la autopista norte hasta la avenida Boyacá.

La actividad se realizó durante los días 20 y 21 de febrero de 2018 en el horario de 6:00 a las 22:00 horas para un total 16 horas, en turnos de 4 horas para los aforadores, ya que jornadas más largas afectan la concentración y distorsionan la toma y registro de la información. El aforo se realizó para la llegada a la estación y la salida.

Los modos de transporte presentes en el lugar son: el bicitaxi, los vehículos particulares prestando servicio por puesto y las busetas tipo van de 6 pasajeros o minivan. Los usuarios eligen el intercambio modal de su preferencia de la oferta ilegal. Es importante resaltar que los bicitaxis se comportan como un vehículo privado que lleva a los usuarios al destino final, mientras que los vehículos particulares por puesto y las busetas tipo van tienen rutas preestablecidas.

El aforo de transporte ilegal requirió de la utilización de formatos físicos de toma de información. Se estructuró una planilla que cuenta con identificación, un código de referencia y un diseño en el contenido de acuerdo con la necesidad de la captura de información. Las personas contratadas para la realización del aforo se capacitaron y se

hizo una prueba piloto para reconocimiento del formato. La actividad fue supervisada durante la jornada para evitar errores. En esta actividad, los aforadores se vincularon a una empresa de transporte para cubrir los riesgos laborales.

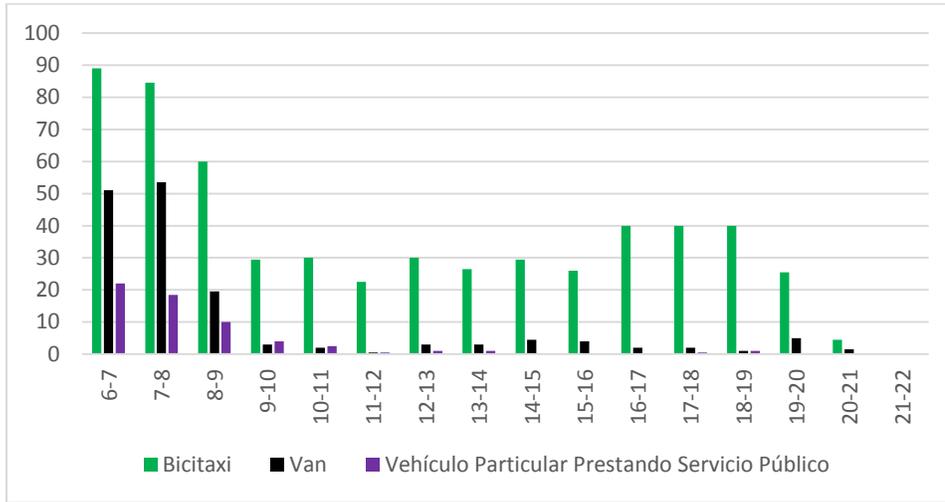
Los aforadores seleccionados para realizar esta actividad, no se identificaron con prendas distintivas, porque al tratar de aforar transporte ilegal podían ser objeto de agresión. No obstante, sí portaban un documento que los identificaba y que exponía que la actividad realizada se trataba de un estudio académico para un proyecto de maestría de la Universidad Nacional de Colombia. Durante la jornada de trabajo, los aforadores fueron abordados por funcionarios de la policía Nacional para solicitar información de lo que realizaban, sin que se presentaran novedades.

Los resultados del aforo de cada día para la llegada y salida se promediaron por franja horaria y fueron representados en la Gráfica 4-6 y 4-7 para la llegada y Gráfica 4-8 y 4-9 para la salida. Los resultados muestran que predomina el uso del bicitaxi y es permanente durante la jornada del aforo de 6:00 a las 22:00 horas. En segundo lugar, está el vehículo particular que presta su servicio con predominio en la hora punta de la mañana y un porcentaje reducido en la noche. En tercer lugar, las busetas tipo minivan que solo prestan el transporte en la hora pico de la mañana.

Para el aforo de llegada (Gráfica 4-7), presenta un total de 794 vehículos al día, de los cuales 578 corresponden a bicitaxi, 156 a van y 61 a vehículo particular prestando servicio público. La distribución cada 15 minutos se muestra en la Gráfica 4-6, donde se puede observar que el servicio de bicitaxi es permanente, presentando mayor número de usuarios en la hora punta de la mañana, con un total de 2.066 usuarios al día, y un factor de ocupación de 2.0.

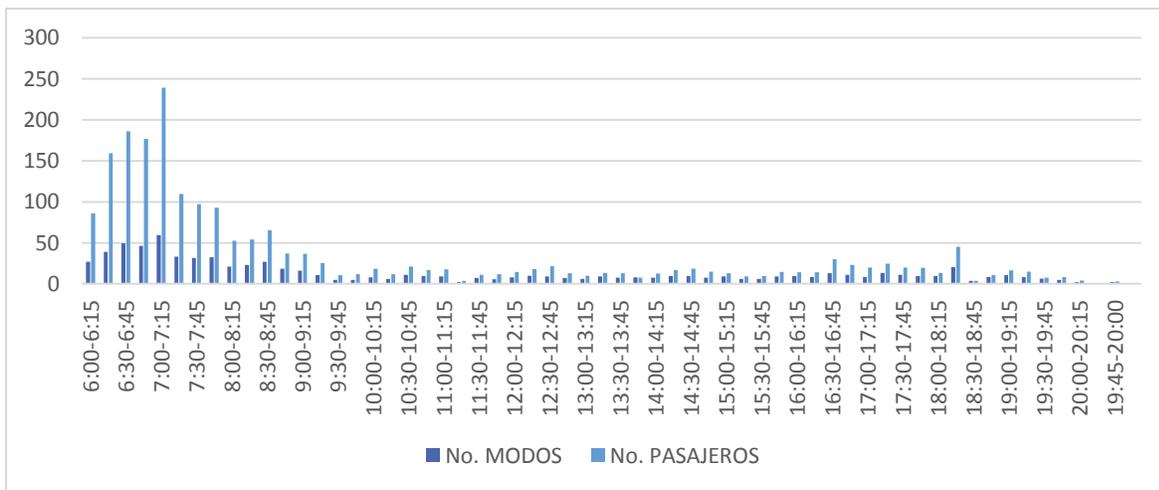
El aforo de salida registra un total de 564 vehículos, de los cuales 489 son bicitaxi, 69 de vehículo particular por puesto y 7 de vehículos tipo minivan. La distribución horaria se muestra en la Gráfica 4-8, donde se observa que el servicio de Bicitaxi es permanente durante todo el día, presentando dos picos, uno en la mañana y otro en la tarde.

**Gráfica 4-6: Distribución horaria aforo de transporte ilegal - Llegada**



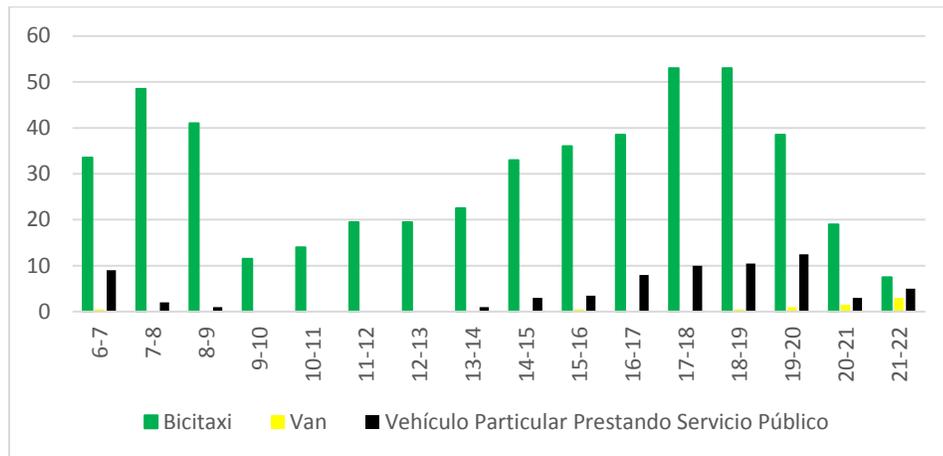
Fuente: Elaboración propia a partir de aforos de transporte ilegal durante los días 20 y 21 de febrero de 2018

**Gráfica 4-7: Distribución transporte ilegal cada 15 minutos - Llegada**



Fuente: Elaboración propia a partir de aforos de transporte ilegal durante los días 20 y 21 de febrero de 2018

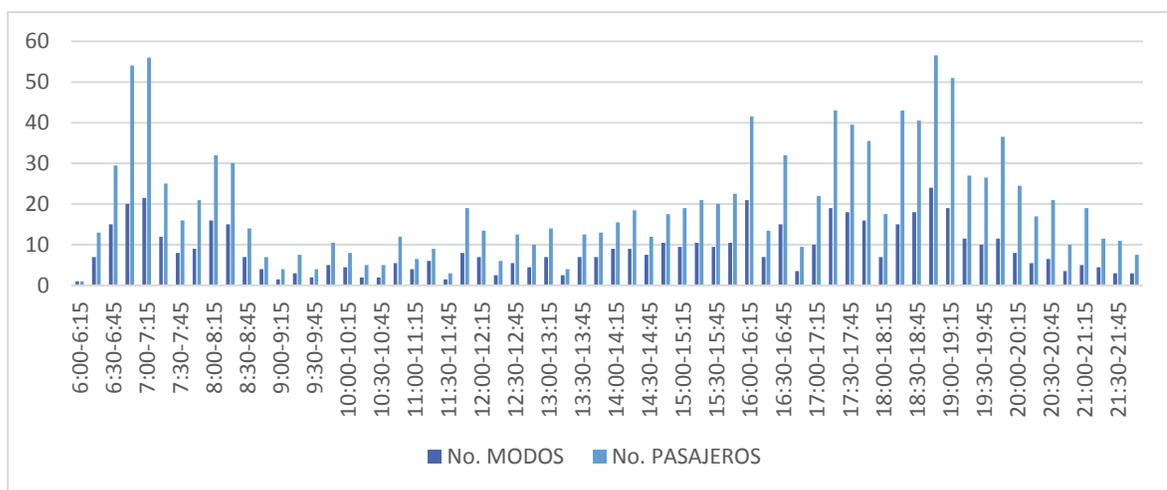
**Gráfica 4-8:** Distribución horaria aforo de transporte ilegal - Salida



Fuente: Elaboración propia a partir de aforos de transporte ilegal durante los días 20 y 21 de febrero de 2018

Para la salida (Gráfica 4-9), se encontraron 1.280 usuarios, con un factor de ocupación de 2.3. El total de usuarios de transporte ilegal en la entrada y salida en el sector Mazurén es de 3.346, lo que muestra que el 62% de los usuarios se registran en la llegada al sistema y el 38% a la salida del sistema.

**Gráfica 4-9:** Distribución transporte ilegal cada 15 minutos - Salida

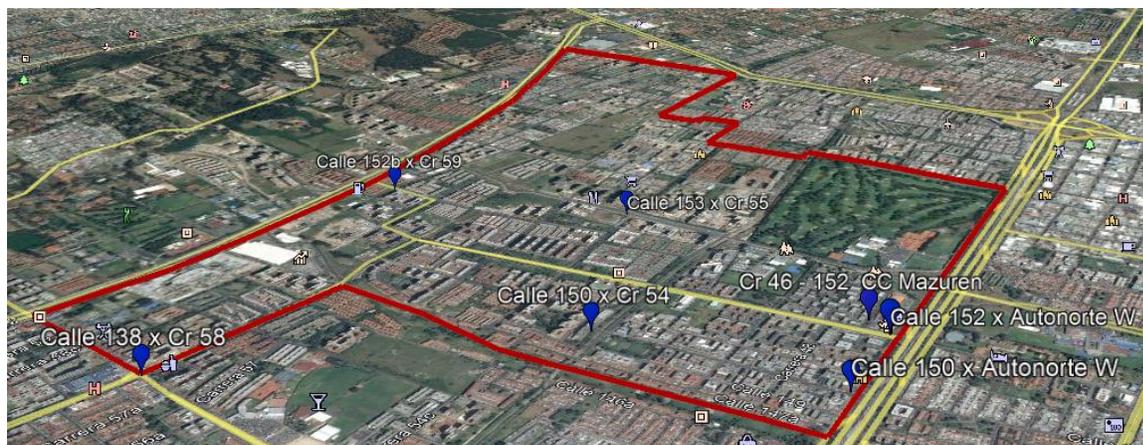


Fuente: Elaboración propia a partir de aforos de transporte ilegal durante los días 20 y 21 de febrero de 2018

En la zona de estudio, se realizó un recorrido para identificar los puntos que funcionan como estaciones informales, es decir, puntos de llegada de los usuarios. Allí, dependiendo del modo de transporte, se selecciona el de su preferencia. Las estaciones informales encontradas en la zona de estudio en el sector occidental (Figura 4-5) durante el periodo del trabajo de campo son:

- Calle 138 x Cr 58
- Calle 150 x Autopista Norte
- Calle 150 x Cr 54
- Calle 152 x Autopista Norte
- Calle 152b x Cr 59
- Calle 153 x Cr 55
- Cr 46 - 152 CC Mazurén

**Figura 4-5:** Localización estaciones informales en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia utilizando Google Maps

## 4.4 Porcentaje de usuarios de transporte ilegal

Como instrumento de recolección de información, se estructuró una encuesta aplicando la técnica de preferencias reveladas, para obtener información que permita conocer el porcentaje de usuarios en condición socioeconómica media alta (estratos 4 y 5) del sector que utiliza transporte ilegal. Otro aspecto a determinar es el modo de transporte que las personas utilizan como intercambio modal para llegar a la estación del sistema

BRT Mazurén, y estimar la partición modal por cada modo ilegal.

Se diseñaron seis preguntas cortas. Las preguntas se estructuraron de tal manera que el encuestado tomara el menor tiempo en dar las respuestas en los puntos de acceso al sistema de transporte.

Se realizó una prueba piloto que permitió hacer ajustes al proceso, se simuló la forma de interceptación de las personas para corregir errores, se ajustaron las preguntas, se preparó a los encuestadores para que la actividad tuviera garantía de éxito en el resultado. Se hizo énfasis a los encuestadores en aplicar la encuesta a las personas que ingresaran al sistema por el costado occidental.

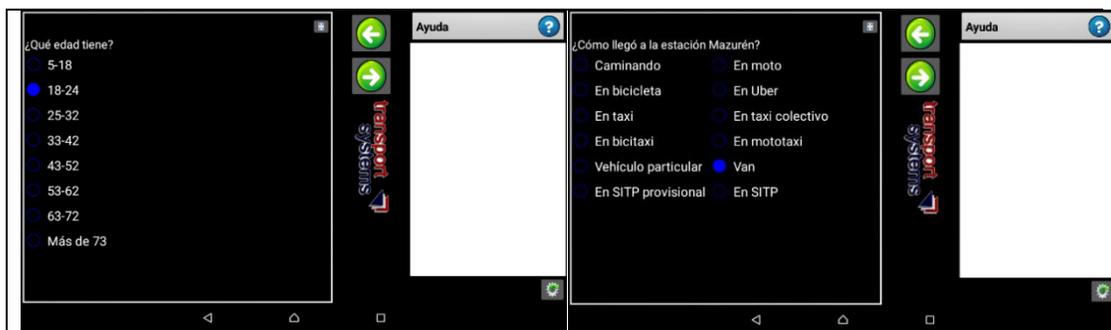
Las preguntas aplicadas fueron las siguientes:

1. Sexo. Conocer la cantidad de hombres y mujeres que acceden al sistema
2. Edad. Se establecieron rangos para clasificar los usuarios que ingresan al sistema (5-18, 18-24, 25-32, 33-42, 43-52, 53-62, 63-72, más de 73).
3. Estrato. Con el propósito de conocer la clasificación socioeconómica de los usuarios del sector y determinar el porcentaje de usuarios de los estratos 4 y 5. A partir de la respuesta, si el encuestado tenía un estrato superior al 3 se continuaba con las siguientes preguntas. En caso de corresponder a estratos 1, 2 y 3, se finalizaba la encuesta señalando en la tableta la opción “No aplica - N.A”.
4. Distribución modal. Se incluyó en la encuesta una pregunta que permitiera conocer el intercambio modal realizado por la persona (caminando, bicicleta, bicitaxi, moto, mototaxi, SITP, SITP provisional, taxi, taxi colectivo, Uber, minivan, vehículo particular. Esta pregunta se enfocó en conocer las diferentes alternativas de transporte tanto formal como informal del sector y dimensionar los porcentajes de uso para los estratos 4 y 5.
5. Costo del transporte. Determinar en primer lugar si el intercambio modal generó un pago y en segundo lugar conocer en promedio el costo de cada uno de los modos de transporte presentes en el sitio.
6. Si el servicio de transporte le costó, continuaba una pregunta abierta para determinar el valor pagado por el usuario. En la Figura 4-6 se muestra una imagen que presenta la dinámica de la actividad realizada en el ingreso al sistema de transporte masivo.

**Figura 4-6:** Estación de Estudio BRT Mazurén

Fuente: Imágenes propias tomadas el día 13 de febrero de 2018 en la estación Mazurén

Gracias a las herramientas utilizadas, las encuestas válidas realizadas fueron 1.373, superando el tope de muestra estimada. Como se observa en la Figura 4-7, la tableta permitía capturar la información de manera más rápida, almacenarla de manera inmediata en la base de datos y tener certeza del momento de la realización de la actividad por parte del encuestador, ya que registra con precisión fecha y hora de la toma de información (Figura 4-7).

**Figura 4-7:** Interfaz de la aplicación utilizada en tabletas para el trabajo de campo

Fuente: Imagen propia tomada en la estructuración del trabajo de campo

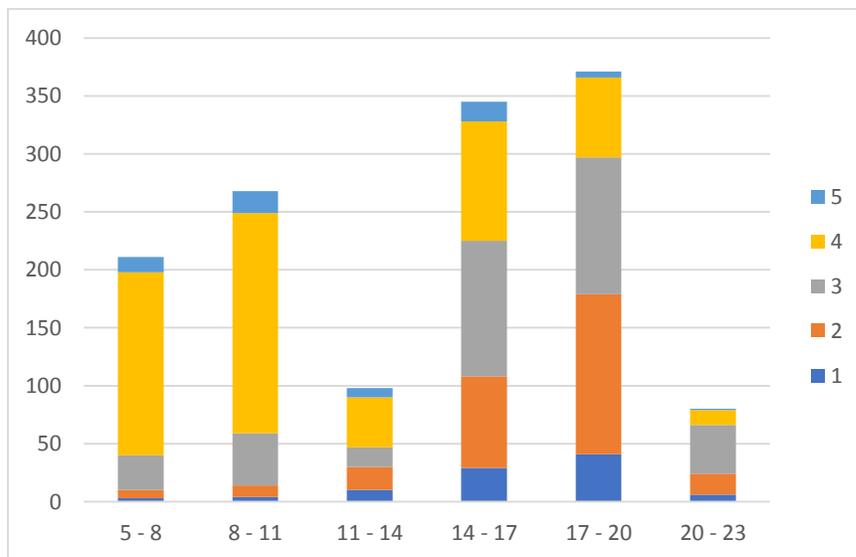
Como se muestra en la Figura 4-6, los encuestadores estaban debidamente identificados, se prepararon y capacitaron para la realización de la actividad. Se vincularon a una empresa de transporte legalmente constituida para evitar los riesgos laborales por la realización de actividades en área públicas, ya que podrían ser objeto de agresión, caídas, accidentes de tránsito, entre otros. Lo anterior permitió reducir los riesgos laborales del trabajo de campo que puedan generar impacto negativo para el autor del estudio de caso.

### 4.4.1 Resultados obtenidos primera jornada encuestas reveladas

La distribución de la aplicación de las encuestas por estrato y rango horario de realización se muestra en la gráfica 4-10, en donde se puede observar durante el periodo de 16 horas el número de ingresos por estrato.

La franja de 5:00 a 11:00 a.m. es el periodo en donde el estrato 4 y 5 ingresan en mayor porcentaje al sistema de transporte. También en la hora valle, de 11:00 a 14:00, se observa que los estratos 4 y 5 son los que en mayor porcentaje utilizan el transporte público y en la horas de la tarde se disminuye el uso, dando como resultado que la franja de la mañana es la de máxima demanda por estos estratos.

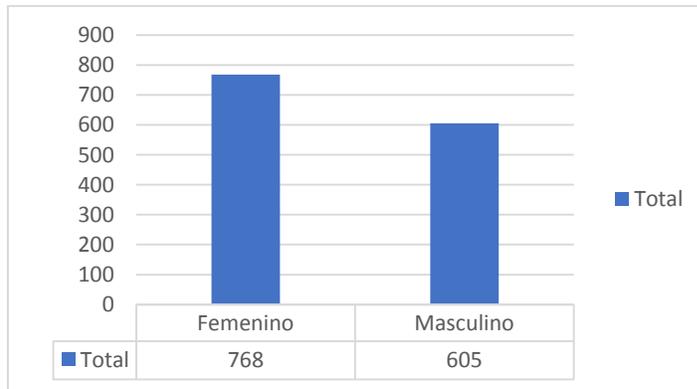
**Gráfica 4-10:** Distribución de encuestas por estrato y rango horario



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 20 y 21-Feb-2018

De las 1.373 encuestas realizadas, el 56% de los usuarios corresponde a mujeres y el 44% a hombres (Gráfica 4-11).

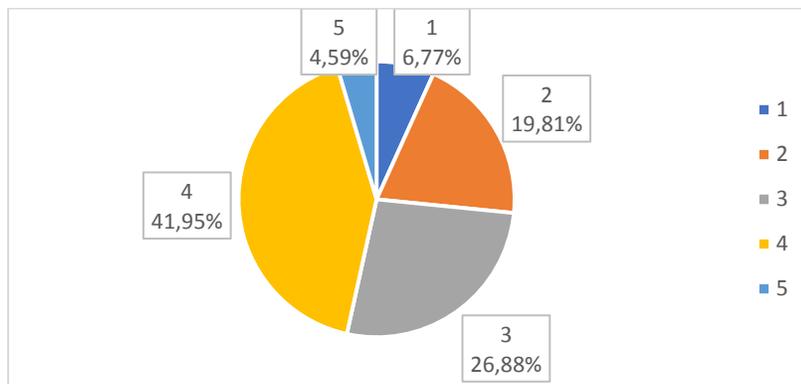
**Gráfica 4-11:** Distribución de encuestas por género



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 20 y 21-Feb-2018

La distribución por estratos se muestra en la Gráfica 4-12, cuyos resultados coinciden con la estratificación del sector noroccidental, donde no se presenta estrato 6 en el área de estudio. Se obtuvo que 93 usuarios son estrato 1, 272 estrato 2, 369 estrato 3, 576 estrato 4 y 63 estrato 5, lo que muestra que el 46.54% corresponde a usuarios de estratos 4 y 5.

**Gráfica 4-12:** Distribución de encuestas por estrato



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 20 y 21-Feb-2018

### 4.4.2 Intercambio modal para acceder al sistema BRT

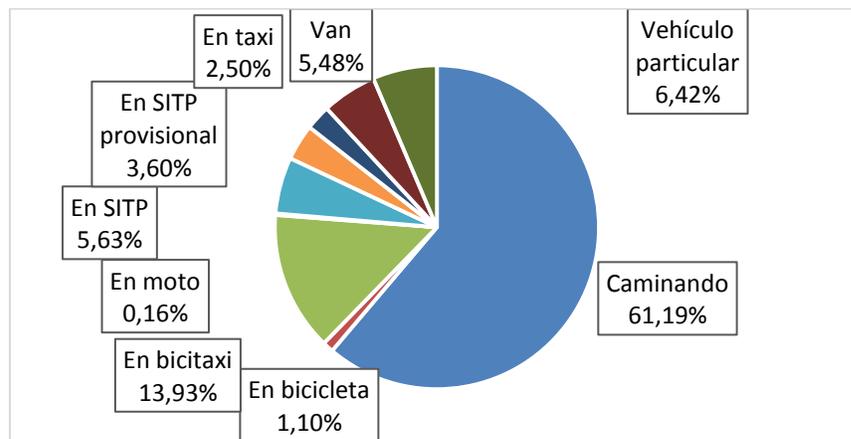
Las respuestas de los usuarios de estrato 4 y 5 indican que el reparto modal para acceder al sistema integrado de transporte es: 61.19% caminando, 13.93% en bicitaxi, 6,42% en vehículo particular por puestos, 5,48% en minivan, 5,63% en SITP, 3,60 % en SITP provisional, 2,50% en taxi, 1,10% en bicicleta y 0,16% en moto. Los datos y la representación gráfica de esta distribución se presentan en la Tabla 4-3 y en la Gráfica 4-13.

**Tabla 4-3:** Número de encuestados por modo de transporte en estratos 4 y 5

Modo	Encuestados	Porcentaje
Caminando	391	61,19%
En bicicleta	7	1,10%
En bicitaxi	89	13,93%
En moto	1	0,16%
En SITP	36	5,63%
En SITP provisional	23	3,60%
En taxi	16	2,50%
Minivan	35	5,48%
Vehículo particular	41	6,42%
<b>Total general</b>	<b>639</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 20 y 21-Feb-2018

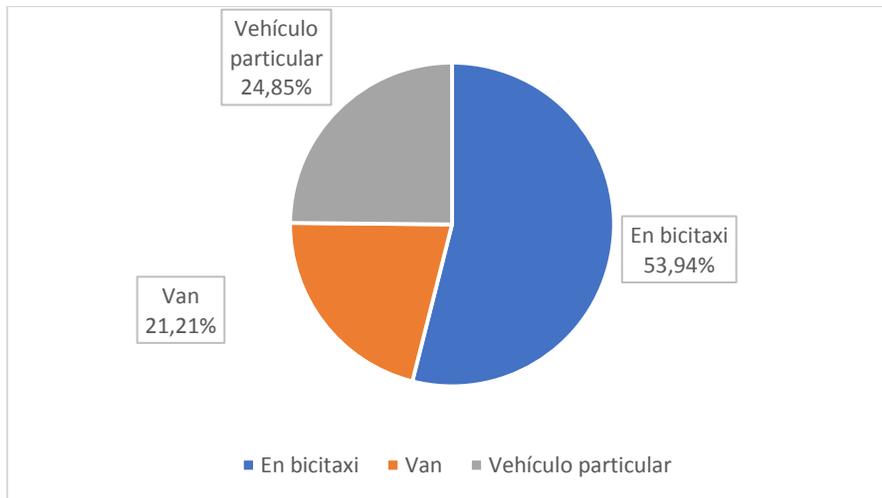
**Gráfica 4-13:** Distribución modos de transporte estratos 4 y 5 estación Mazurén



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 20 y 21-Feb-2018

De la distribución presentada en la Grafica 4-13, se toma de manera separada la porción de usuarios de transporte ilegal en los estratos 4 y 5. Al representarla en la Grafica 4-14, se obtiene que el 53.94% corresponde a bicitaxi, el 24.85% a vehículo particular por puesto y el 21.21% a van.

**Gráfica 4-14:** Distribución modos de transporte ilegal estratos 4 y 5 estación Mazurén



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 20 y 21-Feb-2018

El costo promedio que los usuarios pagan por el servicio de transporte se presenta en la Tabla 4-4, con los valores máximos y mínimos, generando un valor promedio del costo en recorridos que para bicitaxi es de \$1.134, para SITP \$2.103, para SITP provisional \$2.013, taxi \$4.231, minivan \$1.127 y vehículo particular por puesto \$1.129. El costo es para recorridos que pueden estar entre distancias de 500 m y 3.000 m, considerando los transportes ilegales como vehículos compartidos como servicio colectivo.

Los valores señalados para el bicitaxi como \$4.200 corresponde a casos excepcionales cuando el usuario decide pagar el vehículo de manera individual y no compartida, para disminuir el tiempo de espera, es decir, el usuario puede pagar dos o tres pasajes y utilizar el vehículo como un servicio individual.

En cuanto al valor del transporte ilegal bicitaxi, se observa que los costos actuales son similares a los encontrados en estudios del año 2011, 2012, 2013 y 2015, lo que indica que con el paso del tiempo el valor se ha mantenido.

**Tabla 4-4:** Costo promedio de transporte ilegal en la estación Mazurén

<b>Modo</b>	<b>Promedio Costo</b>	<b>Mín. Costo</b>	<b>Máx. Costo</b>
En bicitaxi	1.134	1.000	4.200
En SITP	2.103	2.000	2.300
En SITP provisional	2.013	300	2.300
Minivan	1.127	1.000	3.900
Vehículo particular	1.129	1.000	2.000

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 20 y 21-Feb-2018

## 4.5 Preferencia del uso actual del transporte ilegal

Con la información recaudada en las primeras encuestas de preferencias reveladas, se estructuró una encuesta de preferencias reveladas específicamente dirigida al segmento de población objeto de estudio. Lo anterior para determinar la preferencia en el uso actual del transporte ilegal en condición socioeconómica media alta. Se diseñó un cuestionario de quince preguntas que fueron objeto de diversos análisis, revisiones y ajustes, procurando generar preguntas precisas de manera que el usuario residente del sector tomara el menor tiempo en atender la encuesta.

Se realizó una prueba piloto y capacitación a los encuestadores que participaron en el trabajo de campo, quienes se vincularon a una empresa temporal para evitar riesgos laborales por tratarse de una actividad en las vías, donde se pueden presentar factores de riesgo laboral para las personas. La actividad se realizó durante los días martes 22, miércoles 23 y viernes 25 de mayo de 2018, realizando en total durante las tres jornadas 945 encuestas válidas, de las cuales 748 corresponden a usuarios de transporte ilegal.

Para esta actividad se utilizó como herramienta de recolección de la información tabletas Lenovo con el sistema operativo Android 5.0.1 con el software Hand Survey. Con la prueba piloto realizada en el sector, se determinó que para esta población en condición socioeconómica media alta, la estructura de las encuestas debía tener en la parte inicial las preguntas que se consideraban más relevantes para el estudio, de tal manera que en caso de que la persona no contestara en su totalidad la encuesta, se tuviera la información de mayor relevancia para el estudio de caso.

La utilización de las tabletas facilitó el procesamiento de la información, eliminando papel y tiempos de transcripción, lo que además reduce errores en la captura de información. De otra parte, el hecho de que un encuestador estuviera identificado y tuviera una Tablet da sensación de aceptación en el ciudadano y permitía realizar la actividad de manera más asertiva.

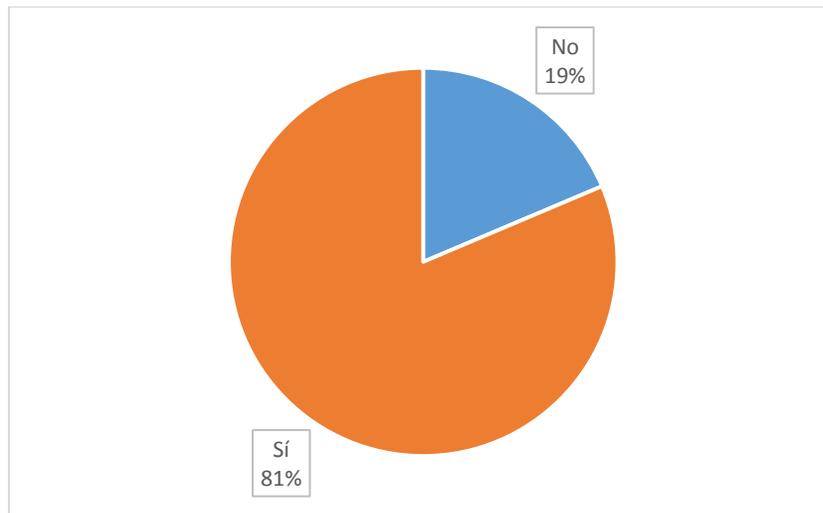
Al encuestado se le preguntaba sobre transporte “*informal*”, ya que en la prueba piloto la persona no era receptiva al interrogarle sobre un transporte “*ilegal*”, es decir, psicológicamente la palabra “*ilegal*” genera cierta negación en la persona encuestada.

El cuestionario de preguntas fue el siguiente:

1. ¿Usa el transporte informal?
2. ¿Cuál?
3. ¿Cuál es el motivo de su viaje?
4. ¿Razón por la que usa el transporte ilegal en lugar del formal?
5. ¿Cuántos días a la semana utiliza este servicio?
6. ¿Cuál es el horario en que usa el transporte informal?
7. ¿Cuántas veces al día utiliza el transporte informal?
8. ¿Cuánto tiempo dura su viaje en el transporte informal?
9. ¿Cuánto tiempo espera para tomar este transporte?
10. ¿Cuál es su grado de satisfacción con este servicio de transporte informal?
11. ¿Qué aspectos limitan el uso de las rutas formales del SITP (ruta azul y naranja)?
12. Su dirección o punto de referencia donde toma el transporte informal
13. Edad
14. Género

En la Gráfica 4-15 se muestran los resultados obtenidos, que señalan que de los 945 encuestados, el 81% que corresponde a 769 usuarios en condición socioeconómica media alta utiliza el transporte ilegal y el 19% no lo utilizan (Tabla 4-5).

**Gráfica 4-15:** Porcentaje de usuarios del transporte ilegal



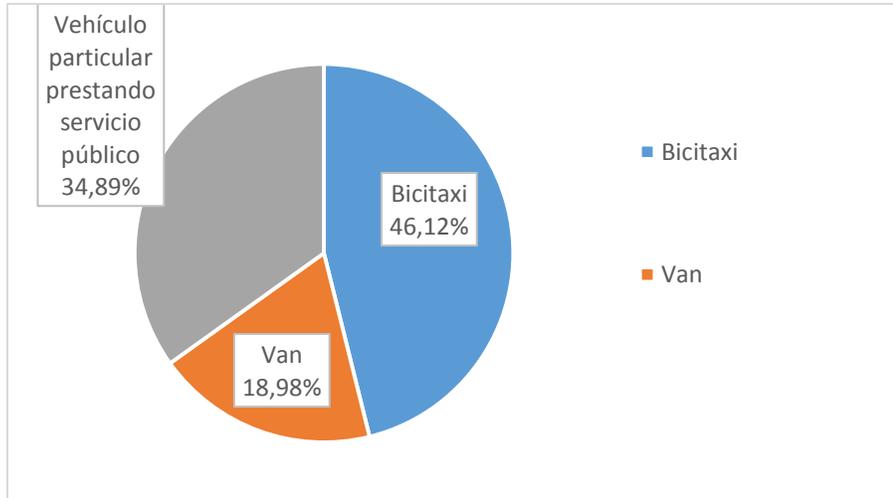
Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22, 23 y 25 -May-2018

El modo de transporte que utilizan (Gráfica 4-16) corresponde el 46.12% a bicitaxi, el 34.89% a vehículo particular por puesto y el 18.98% utiliza la buseta tipo minivan (vehículo de servicio especial realizando un transporte no autorizado para máximo 6 pasajeros).

**Tabla 4-5:** Modo de transporte ilegal utilizado

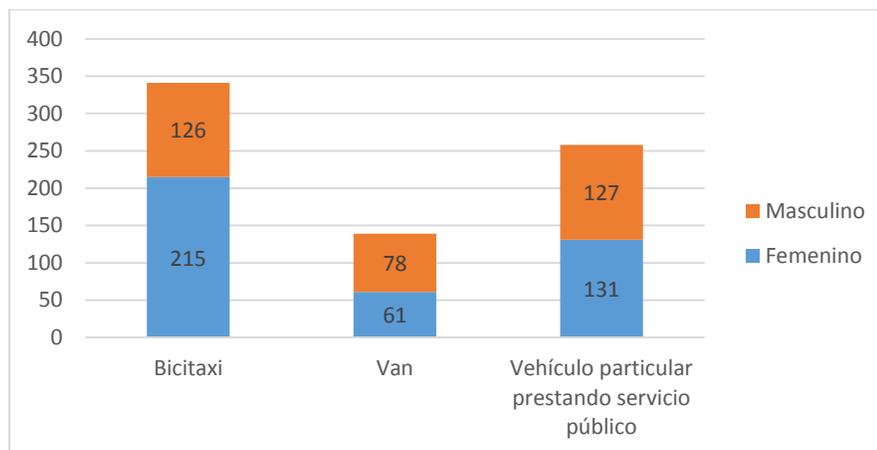
Modo Ilegal	Encuestados	Porcentaje
Bicitaxi	345	46,12%
Van	142	18,98%
Vehículo particular prestando servicio público	261	34,89%
<b>Total general</b>	748	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22, 23 y 25 –May-2018

**Gráfica 4-16:** Partición modal transporte ilegal estratos 4 y 5

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22, 23 y 25 -May-2018

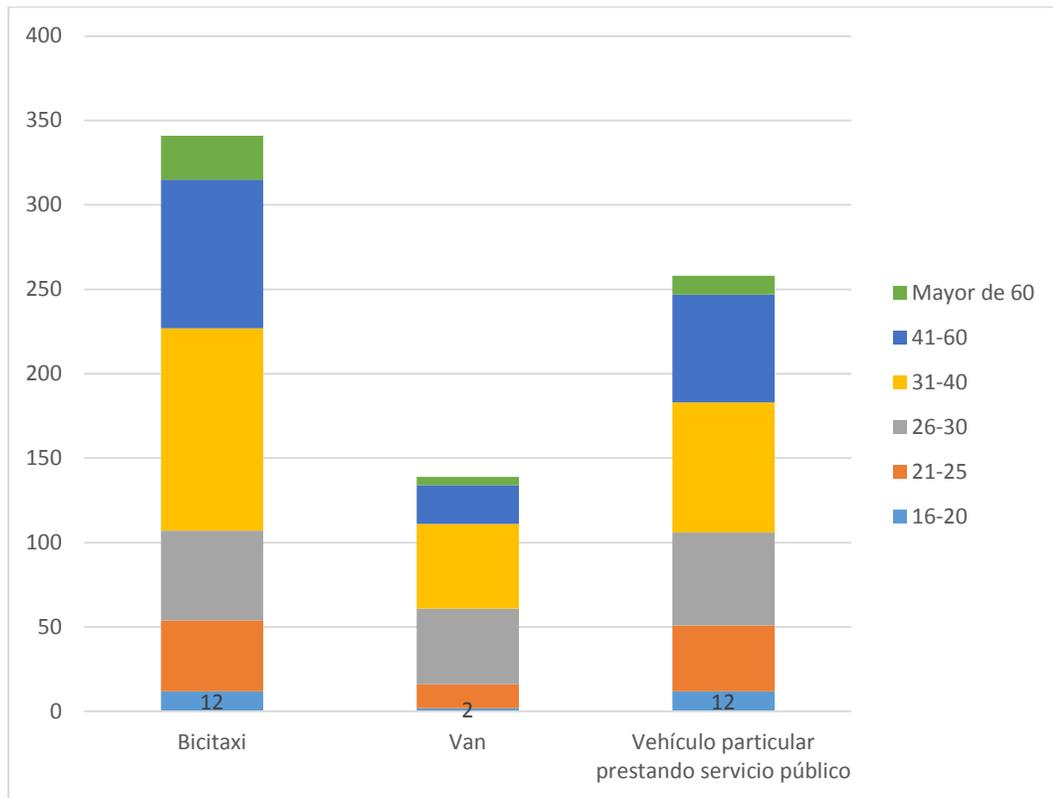
La distribución de los modos de transporte según el género del usuario (Gráfica 4-17), registra que el bicitaxi predomina el sexo femenino, en el caso de las busetas tipo van y en el vehículo particular por puesto predomina el sexo masculino.

**Gráfica 4-17:** Usuarios de transporte ilegal según el género

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

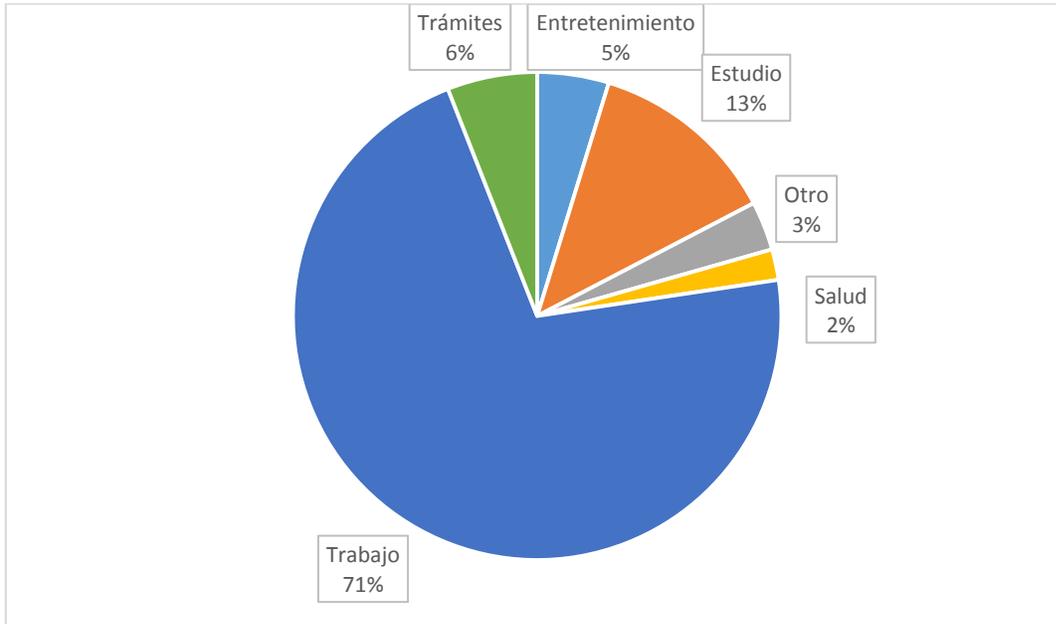
En los rangos de edades para los tres modos de transporte, se presenta una distribución proporcional sin que se note una tendencia marcada hacia algún modo en especial (Gráfica 4-18).

**Gráfica 4-18:** Usuarios de transporte ilegal por edades



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

La gráfica 4-19 presenta la distribución del motivo del viaje, partición que corresponde a trabajo con 71%, el 13% a estudio, el 6% a trámites, el 5% a entretenimiento, el 3% a otros y el 2% a salud.

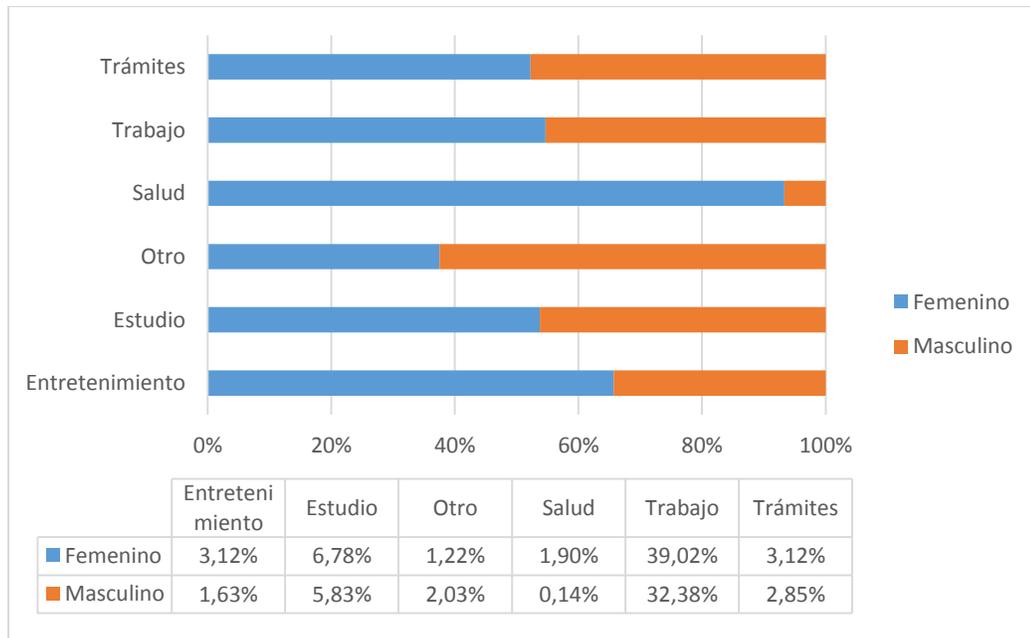
**Gráfica 4-19: Motivo del viaje**

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

En el motivo del viaje que muestra la Gráfica 4-20, se observa que las mujeres presentan mayor porcentaje en el uso del transporte ilegal en entretenimiento, estudio, salud, trabajo y trámites.

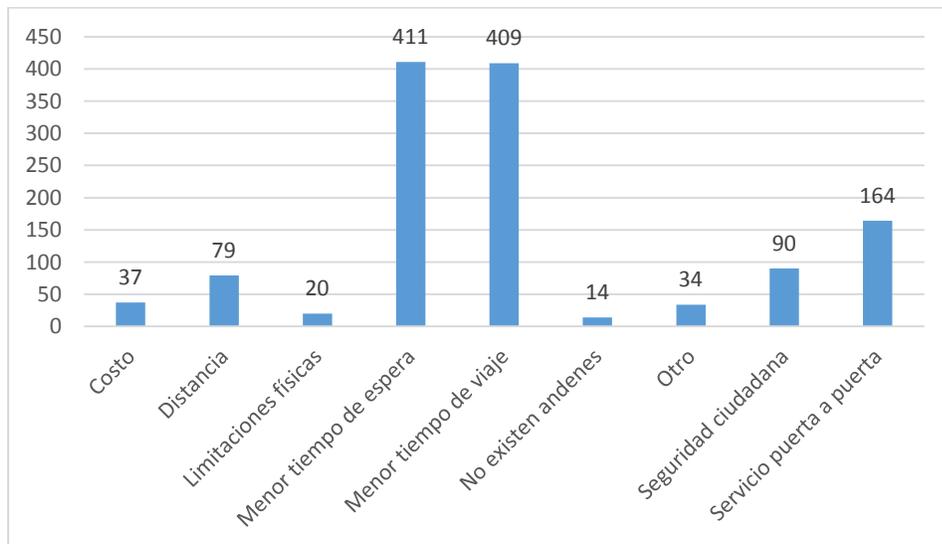
En la respuesta a la pregunta cuál es la razón por la que prefiere el transporte ilegal (Gráfica 4-21), se observa notoriamente que predominan dos razones principales: menor tiempo de espera y menor tiempo de viaje. Otras razones son servicio puerta a puerta, seguridad ciudadana, distancia, costo, limitaciones físicas, no existen andenes y otros. En los sectores en condición socioeconómica media alta, es importante el aspecto del servicio puerta a puerta que facilita el transporte ilegal, lo que lo hace atractivo a la hora de elegir.

**Gráfica 4-20: Motivo del viaje, distribuido según el sexo**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22, 23 y 25 -May-2018

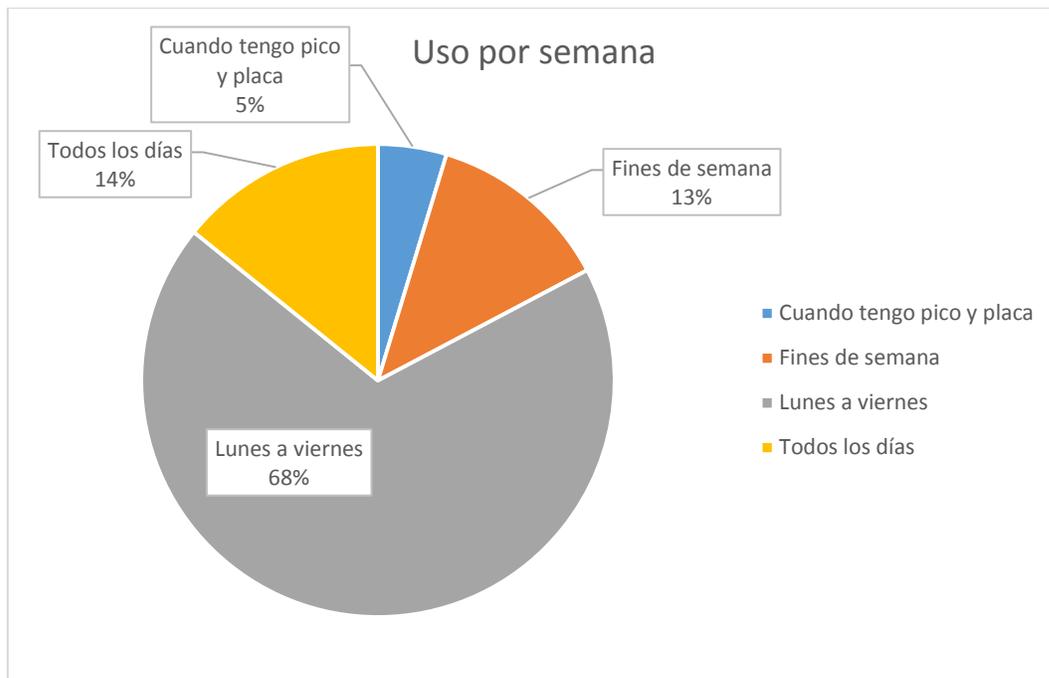
**Gráfica 4-21: Preferencia en el uso del transporte ilegal**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22, 23 y 25 -May-2018

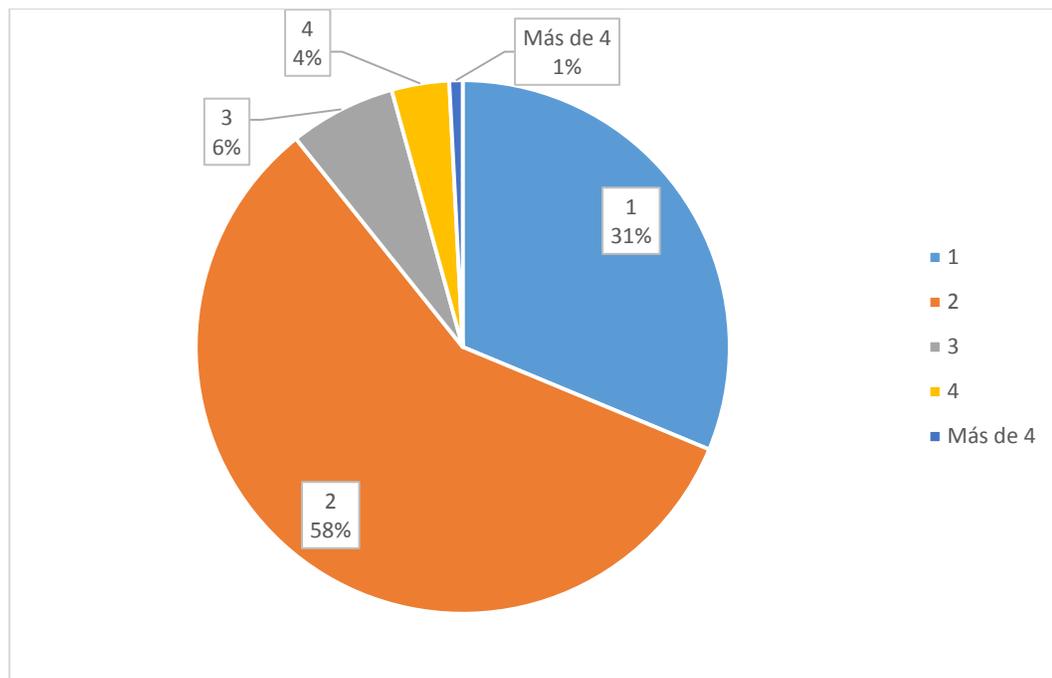
Con respecto a cuantos días a la semana utiliza el transporte ilegal (Gráfica 4-22), el 68% indica que, de lunes a viernes, el 14% todos los días de la semana, el 13% los fines de semana y el 5% cuando tiene pico y placa. La grafica muestra que el transporte ilegal es utilizado de manera frecuente de lunes a viernes para acceder al trabajo especialmente.

**Gráfica 4-22:** Frecuencia de uso del transporte ilegal



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

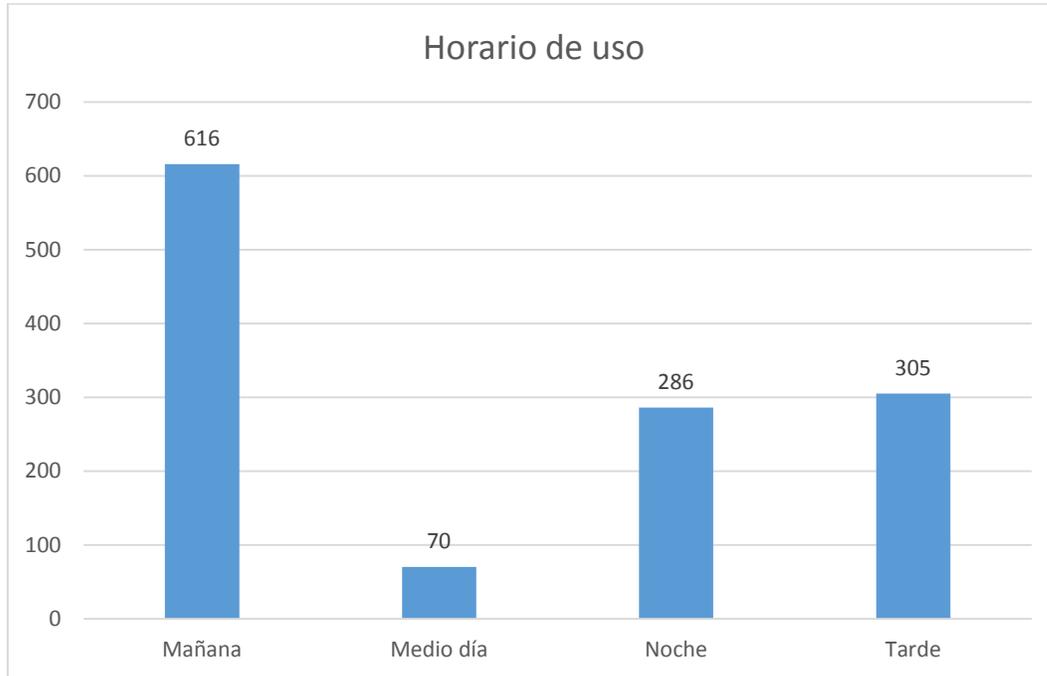
A la pregunta cuantas veces al día utiliza el transporte ilegal, el 58% respondió dos veces, el 31% respondió una vez al día, el 6% tres veces, el 4% cuatro veces y el 1% más de 4 veces (Gráfica 4-23). Esto muestra que es utilizado especialmente en el trayecto de ida y regreso al hogar.

**Gráfica 4-23:** Frecuencia de uso por día del transporte ilegal

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

La Gráfica 4-24 muestra los horarios de uso. A las franjas horarias se les dio la denominación de mañana, mediodía, tarde y noche, para facilitar la pregunta al usuario. En la prueba piloto se observó que darle rangos horarios al encuestado generaba demoras, lo que motivó a realizarlas en un lenguaje popular.

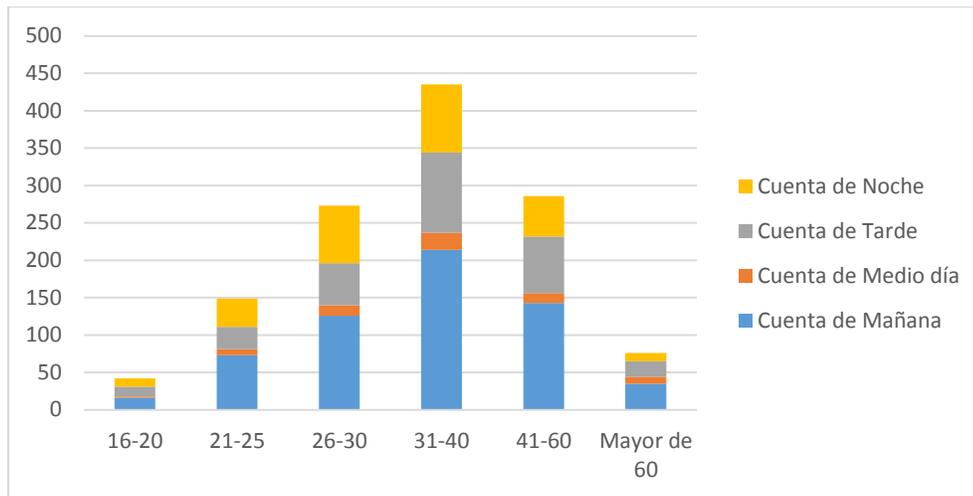
El mayor número de usuarios se encuentra predominantemente en la hora pico de la mañana con un 80,10%, en la franja del medio día es reducido con el 9,10%, en la tarde se obtiene el 37.19% y en la noche el 39.66%.

**Gráfica 4-24: Horarios de uso del transporte ilegal**

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

Según las edades (Gráfica 4-25), los usuarios entre 31 - 40 años son los que en mayor proporción lo utilizan, especialmente en el pico de la mañana, seguido de usuarios entre los 41 y 60 años, en tercer lugar, los usuarios de 26-30 años, cuarto lugar los usuarios mayores de 60 años, seguido de los usuarios más jóvenes de 21-25 años.

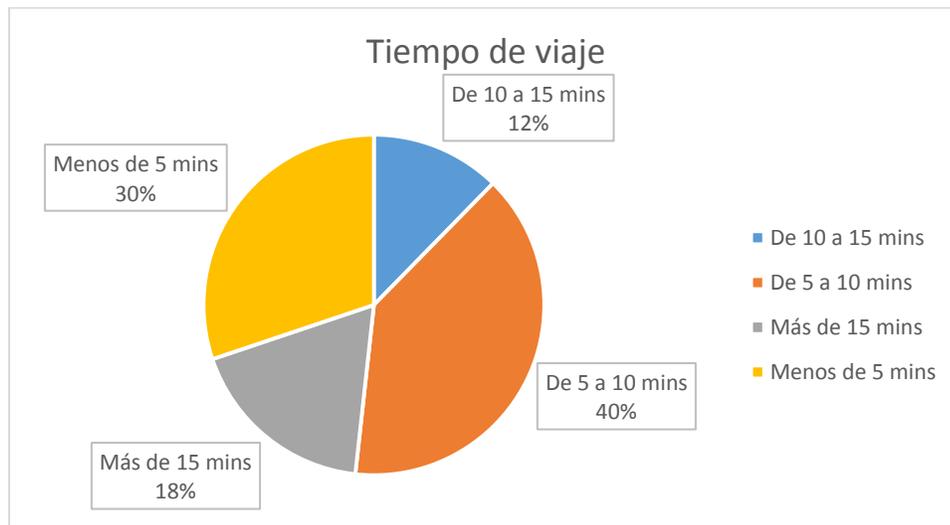
**Gráfica 4-25: Horarios de uso por edades del transporte ilegal**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 - May-2018

Respecto al tiempo de viaje, el 40% señalan de 5 a 10 minutos, el 30% menos de 5 minutos, el 18% más de 15 minutos y el 12% de 10 a 15 minutos (Gráfica 4-26). Sumando los resultados la franja de menos de 10 minutos, el porcentaje alcanza el 70%.

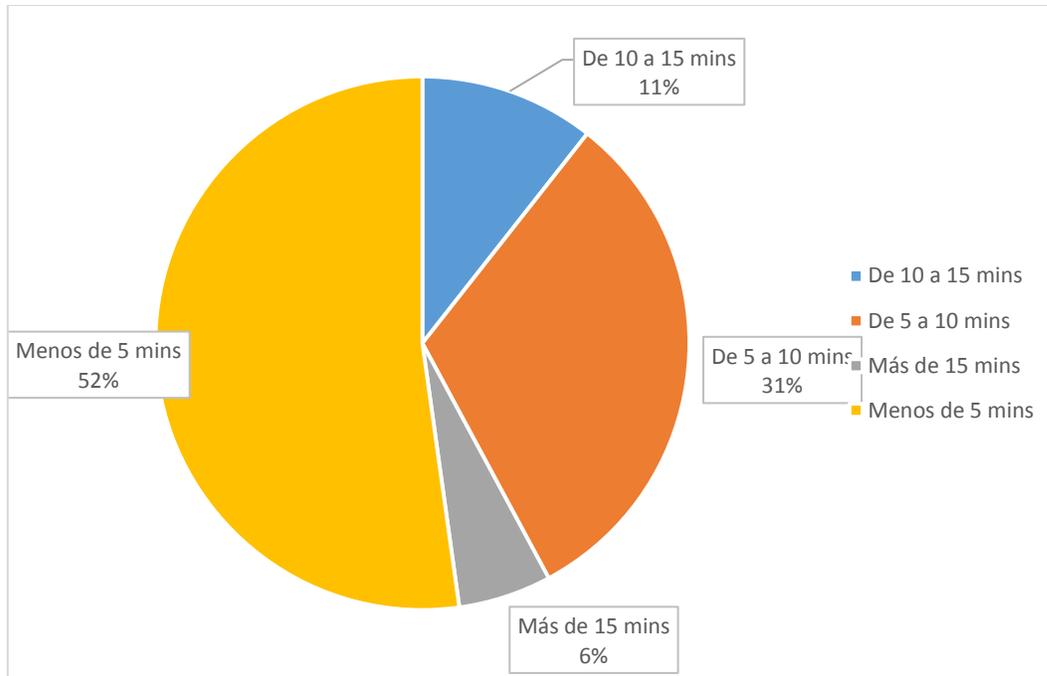
**Gráfica 4-26: Tiempo de viaje**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

En cuanto al tiempo de espera del transporte ilegal (Gráfica 4-27), el 52% señala que es de menor a 5 minutos, el 31% de 5 a 10 minutos, el 11% de 10 a 15 minutos y el 6% más de 15 minutos (gráfica 4-27)

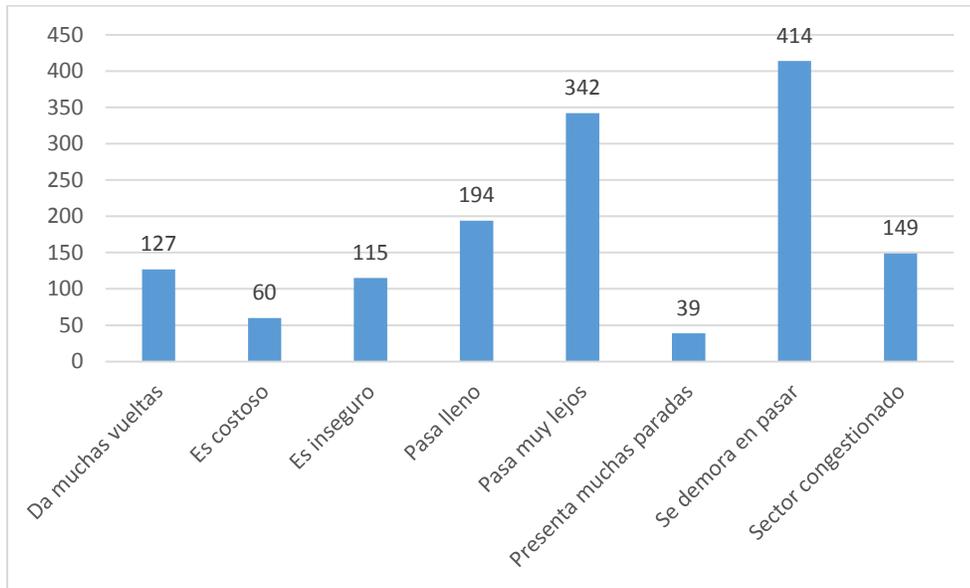
**Gráfica 4-27: Tiempo de espera**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22, 23 y 25 -May-2018

El sector cuenta con rutas de transporte zonal y complementario del SITP, por lo que se preguntó la razón de la preferencia del transporte ilegal. Las respuestas que predominaron fueron: se demora en pasar, pasa muy lejos, pasa lleno, sector congestionado, da muchas vueltas, es inseguro, es costoso, presenta muchas paradas (Gráfica 4-28).

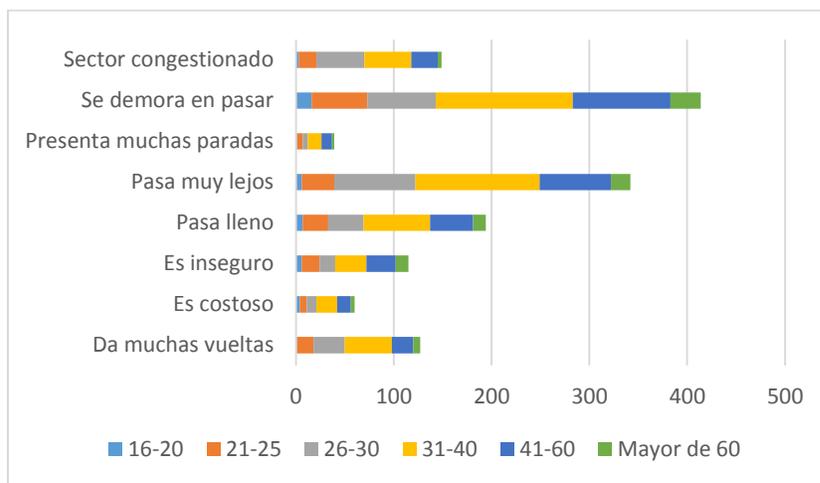
**Gráfica 4-28:** Razón por la que no usa el transporte formal



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

Según las edades, se observa que se encuentran personas de los diferentes rangos en cada una de las opciones señaladas (Gráfica 4-29).

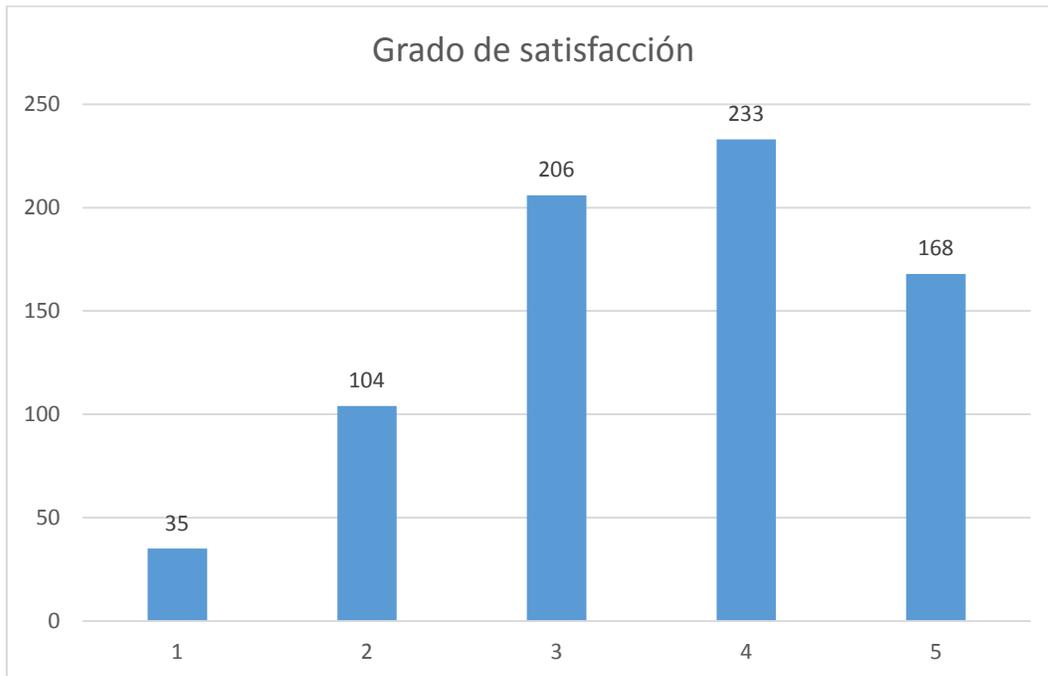
**Gráfica 4-29:** Razón por la que no usa el transporte ilegal según la edad



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22, 23 y 25 -May-2018

Se pidió a los residentes en condición socioeconómica media alta calificar de 1 a 5 el transporte ilegal (Gráfica 4-30), tomando 1 como la calificación más baja y 5 como la máxima. El 30.3% lo califican con 4, el 21.85% con 5, el 26.79% con 3, el 13,52% con 2 y el 4,55% con 1. Esto indica que más del 78.93% lo califica con un puntaje superior a 3, lo que permite observar que tienen satisfacción con este transporte.

**Gráfica 4-30:** Grado de satisfacción del transporte ilegal

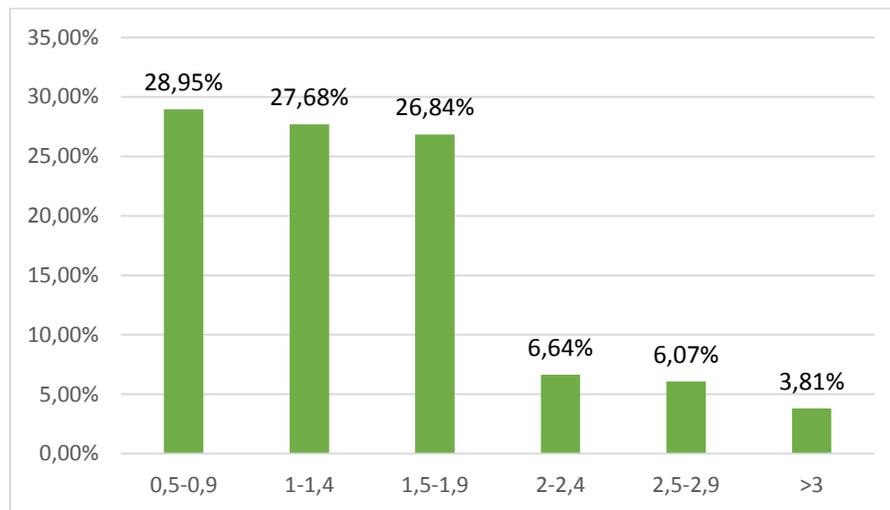


Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

## 4.6 Porcentaje de viajes realizados respecto a tiempo y distancia

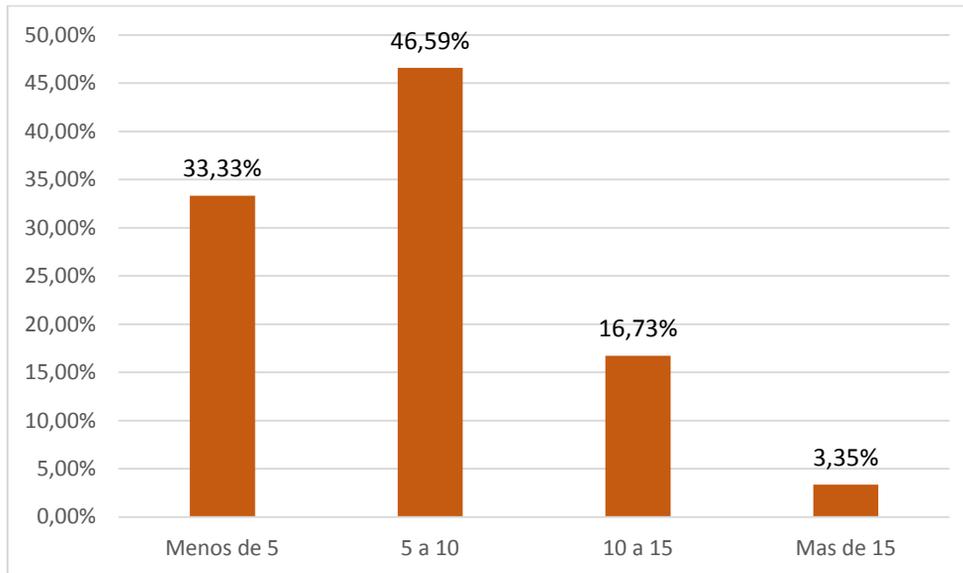
Al analizar el porcentaje de viajes realizados en el sector respecto a la distancia (Gráfica 4-31), se observa que el mayor porcentaje de los viajes, es decir el 28,95%, se realiza entre los 0,5 Km y 0,9 Km; en segundo lugar, el 27,68% de los viajes presentan distancias entre 1,0 Km y 1,4 Km; en tercer lugar, el 26,84% de los viajes se realiza entre 1,5 Km y 1,9 Km. Esto refleja que, en el sector en condición media alta, el 83,47% de los viajes tienen una distancia entre 0,5 km y 1,9 Km y el 16,53% de los viajes tiene distancias entre 2 y 3 Km.

**Gráfica 4-31:** Porcentajes de viajes realizados respecto a distancia



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

El porcentaje de viajes realizados respecto al tiempo medio de viaje (Gráfica 4.32), señala que el 46,59% de los viajes presentan entre 5 y 10 minutos, el 33,33% menos de 5 minutos, el 16,73% de 10 a 15 minutos y el 3,35% más de 15 minutos. La línea de tendencia de los datos es lineal descendente, dado que el mayor número de viajes se encuentra a menores distancias.

**Gráfica 4-32.** Porcentaje de viajes respecto al tiempo medio de viaje

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias reveladas 22,23 y 25 -May-2018

## **5. Del transporte ilegal al intercambio modal sostenible**

Por medio de la estructuración de encuestas de preferencias declaradas, se realiza la evaluación de la opción de cambio modal, comparando dos modos de transporte y la disposición de uso de modos alternativos en el sector objeto de estudio. Se plantean para analizar posibilidades que reduzcan la ilegalidad en el acceso a los buses BRT del Sistema Integrado de Transporte.

Como se indicó en la metodología, se eligió el modo ilegal de mayor preferencia por los usuarios para compararlo con el transporte formal, es decir, el modo ilegal de transporte colectivo que en mayor proporción compite con la oferta formal.

### **5.1 Encuestas de preferencias declaradas**

Para las encuestas de preferencias declaradas se utiliza un diseño factorial, con el número total de situaciones requeridas, en donde cada nivel de cada atributo se combina con todos los niveles de los demás atributos, expresando todas las posibles combinaciones de niveles. Es la enumeración factorial de las posibles combinaciones de niveles de los atributos.

Para el presente estudio se establecieron dos niveles para los atributos de costo, tiempo de viaje y tiempo de espera, que generaron 8 casos ( $2^3$ ). El diseño garantiza que todos los efectos de interés de los atributos sean independientes, obteniendo atributos independientes por diseño, lo que permite que los parámetros de interés en los modelos de elección especificados se estimen independientemente de los resultados del experimento.

Teniendo en cuenta que el número de opciones que se presentarán es exponencial, se genera el riesgo de fatiga por parte del encuestado y que responda de manera errónea o de manera rápida sin realizar análisis de lo que le preguntan (Saldarriaga, 2011).

Es necesario reducir el número de opciones, eliminando aquellas que puedan dominar o ser dominadas por el resto de las posibilidades disponibles (Ortúzar, 2015). Kocur et al. (1982) categorizan las diferentes posibilidades de casos, con atributos y niveles dados en lo que se denomina Plan Master.

**Tabla 5-1:** Diseño Ortogonal

COMBINACIÓN	COSTO	TIEMPO DE VIAJE	TIEMPO DE ESPERA
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	1	0
4	0	1	1
5	1	0	0
6	1	0	1
7	1	1	0
8	1	1	1

Fuente: Elaboración propia, utilizando resultados encuesta preferencia revelada mayo 2018

**Tabla 5-2:** Atributos y niveles

	COMPLEMENTARIO	BICITAXI
COSTO	0	\$1.500 A \$2.000
	200	\$2.000 A \$2.500
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN	3 A 5 MIN
	15 A 25 MIN	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN	3 A 5 MIN
	15 A 25 MIN	5 A 10 MIN

Fuente: Elaboración propia, utilizando resultados encuesta preferencia revelada mayo 2018

El diseño empleado en la encuesta de preferencias declaradas se clasifica en 2b, con un total de tres variables, dos niveles cada una de ellas, dando como requerimiento 8 pruebas. Los atributos y niveles son observables en la Tabla 5-2 (Kocur, et al., 1982)

En las encuestas de preferencias declaradas (EPD), el usuario dispone de un conjunto de opciones con diferentes características o casos hipotéticos, con el fin de obtener la preferencia por individuo (Ortúzar, 2015).

Dentro del contenido de la encuesta, las opciones se presentan en dos partes como se muestra en la Figura 5-1. En la primera parte, se presentarán posibilidades de transporte alternativo para que el usuario desde su condición personal elija de manera autónoma si lo utilizaría, no lo utilizaría o tal vez lo utilizaría. Estas preguntas se enfocan en el uso de la bicicleta privada, el uso de la bicicleta pública, la utilización de tablas, patines, entre otros transportes que se están utilizando ampliamente a nivel mundial.

Se incluye adicionalmente un componente demográfico con aspectos de edad, género y nivel de ingresos, preguntas que se dejan para la parte final de la encuesta. Para la estructuración de las preguntas de encuestas de preferencias declaradas, se analizaron los resultados obtenidos en la encuesta de preferencias reveladas, que son las que permiten conocer en la actualidad el comportamiento de los usuarios, y así plantear preguntas hipotéticas.

Se dejaron como preguntas iniciales las que eran prioritarias para el análisis, de tal manera que si el ciudadano no respondía totalmente la encuesta se tuviera la información más relevante para el estudio. Se estructuraron nueve preguntas para esta primera parte de la encuesta (Figura 5-1).

La segunda parte de la encuesta está conformada por dos modos de intercambio modal: Bicitaxi – BRT y Bus Complementario - BRT. Para estas dos alternativas se diseñaron escenarios con modificaciones en el tiempo de viaje, el tiempo de espera y el costo monetario percibido por los individuos (Figura 5-2). Estos aspectos se analizaron como los más relevantes dentro de los señalados por los usuarios en las encuestas de preferencias reveladas.

Un aspecto que también es importante para los usuarios es el servicio puerta a puerta. En modos de transporte formal, se dificulta tener un servicio personalizado cuando se

deben generar rutas colectivas. En el caso del bicitaxi, el servicio que se ofrece es colectivo con capacidad hasta para cuatro pasajeros.

**Figura 5-1:** Primera parte encuesta de preferencias declaradas

Área curricular de Ingeniería Civil y Agrícola  
Facultad de Ingeniería  
Sede Bogotá

**PROYECTO DE MAESTRÍA EN TRANSPORTE UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – ESTUDIO DE MOVILIDAD PARA ACCEDER A LA ESTACIÓN DE TRANSMILENIO MAZURÉN**

Durante los últimos quince años se ha presentado la consolidación del sector occidental próximo a la estación de Transmilenio Mazurén, construyendo edificaciones residenciales y comerciales que han generado nuevas necesidades de transporte para acceder al transporte masivo. La siguiente encuesta presenta a los residentes del sector Mazurén alternativas hipotéticas de transporte; solicitamos su participación voluntaria contestando las siguientes preguntas con el fin de plantear alternativas de transporte formal que mejoren la movilidad del sector:

1) Si en la estación de Transmilenio Mazurén se implementan cicloparqueaderos, utilizaría su bicicleta para acceder a Transmilenio?  
 Si  No  Tal vez

6) Si su anterior respuesta fue positiva ¿Cuál medio alternativo utilizaría? \_\_\_\_\_

2) Si en el sector próximo a la estación Mazurén se implementaran bicicletas públicas integradas al Sistema de transporte (SITP) las utilizaría?  
 Si  No  Tal vez

7) Su edad es:  
 Menor de 15       Entre 31 y 40  
 Entre 16 y 20       Entre 41 y 60  
 Entre 21 y 25       Mayor de 60  
 Entre 26 y 30

3) Estaría dispuesto a pagar por el servicio de bicicletas públicas?  
 Si  No  Tal vez

8) Genero  
 Mujer  
 Hombre  
 Prefiero no decirlo  
 Otro \_\_\_\_\_

4) Si pudiera escoger ¿Cuál sería su medio de transporte ideal como servicio complementario para llegar a la Estación de Transmilenio Mazurén?  
 Bicicleta Pública       SITP - Zonal  
 Bicitaxi Formal       Taxi  
 SITP - Complementario       Otro \_\_\_\_\_

9) Nivel de ingresos  
 Menos de \$1.564,000  
 Entre \$1,564,000 y \$3,920,000  
 Entre \$3,920,000 y \$6,256,000  
 Entre \$6.256.000 y \$9,384,000  
 Más de \$9,384,000  
 No recibo ingresos

5) ¿Si su sector tuviera mejor seguridad, andenes y ciclo vías, utilizaría transportes alternativos amigables con el medio ambiente para acceder a Transmilenio?  
 Si  No  Tal vez

**Modos de transporte**

A continuación encontrará ocho casos cada uno con dos opciones de transporte complementario, SITP Complementario y Bicitaxi Formal (que cumple con los requisitos legales establecidos por la autoridad competente), en donde se presentan alternativas de tiempo de viaje, tiempo de espera y costo; por favor seleccione para cada caso la opción de mayor preferencia:

**Caso 1**

COSTO	\$1500 - \$2000
TIEMPO DE VIAJE	3 A 5 MIN
TIEMPO DE ESPERA	3 A 5 MIN

Opción 1

COSTO	\$0
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN

Opción 2

**Caso 2**

COSTO	\$1500 - \$2000
TIEMPO DE VIAJE	3 A 5 MIN
TIEMPO DE ESPERA	5 A 10 MIN

Opción 1

COSTO	\$0
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN
TIEMPO DE ESPERA	15 A 25 MIN

Opción 2

Fuente: Elaboración propia

Para plantear las opciones hipotéticas, se valoró el costo del transporte al momento de decidir el modo del intercambio modal. El costo del valor del bicitaxi se tomó teniendo presente que, para el momento de la estructuración de la encuesta, el servicio podía ser reglamentado. De otra parte, el modo ilegal de mayor uso en el sector es precisamente el bicitaxi, que compite con el transporte formal.

**Figura 5-2:** Segunda parte encuesta de preferencias declaradas



**Caso 3**



COSTO	\$1500 - \$2000
TIEMPO DE VIAJE	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	3 A 5 MIN

 Opción 1



COSTO	\$0
TIEMPO DE VIAJE	15 A 25 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN

 Opción 2

**Caso 4**



COSTO	\$1500 - \$2000
TIEMPO DE VIAJE	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	5 A 10 MIN

 Opción 1



COSTO	\$0
TIEMPO DE VIAJE	15 A 25 MIN
TIEMPO DE ESPERA	15 A 25 MIN

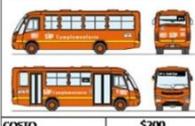
 Opción 2

**Caso 5**



COSTO	\$2000 - \$2500
TIEMPO DE VIAJE	3 A 5 MIN
TIEMPO DE ESPERA	3 A 5 MIN

 Opción 1



COSTO	\$200
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN

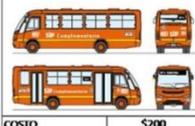
 Opción 2

**Caso 6**



COSTO	\$2000 - \$2500
TIEMPO DE VIAJE	3 A 5 MIN
TIEMPO DE ESPERA	5 A 10 MIN

 Opción 1



COSTO	\$200
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN
TIEMPO DE ESPERA	15 A 25 MIN

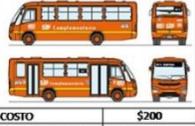
 Opción 2

**Caso 7**



COSTO	\$2000 - \$2500
TIEMPO DE VIAJE	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	3 A 5 MIN

 Opción 1



COSTO	\$200
TIEMPO DE VIAJE	15 A 25 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN

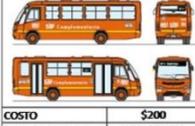
 Opción 2

**Caso 8**



COSTO	\$2000 - \$2500
TIEMPO DE VIAJE	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	5 A 10 MIN

 Opción 1



COSTO	\$200
TIEMPO DE VIAJE	15 A 25 MIN
TIEMPO DE ESPERA	15 A 25 MIN

 Opción 2

Fecha de la encuesta:

Hora:

Sector toma de la encuesta:

\_\_\_\_\_  
Firma del encuestador

Ana Francy Espinel Ortega  
Estudiante de Maestría en Ingeniería - Transporte  
afespinelor@unal.edu.co.

Para la estructuración de la encuesta, también se valoró que el servicio de transporte en bicitaxi, al ser reglamentado y cumpliendo con los requisitos de homologación de vehículos, puede ser una oferta de transporte formal para el sector, teniendo como beneficio el uso de tecnologías amigables con el ambiente y la generación de empleo en condiciones dignas.

El vehículo particular por puesto, que transporta cuatro pasajeros, y las busetas tipo minivan de seis pasajeros, caracterizados como vehículo de servicio especial prestando un servicio no autorizado, no se tuvieron en cuenta para plantear las opciones hipotéticas. Lo anterior porque su formalización requiere de un mayor estudio dentro de la dinámica de la movilidad de la ciudad de Bogotá, las frecuencias de uso y la cantidad de usuarios que moviliza, ya que los vehículos prestan el servicio solamente en las horas pico, especialmente el pico de mañana.

Los vehículos particulares y busetas tipo van son vehículos que funcionan con combustibles derivados del petróleo, los cuales afectan o generan externalidades como emisión de gases efecto invernadero. Estos modos funcionan con combustibles tipo diésel y gasolina, el número de pasajeros es limitado, máximo seis para el caso de la minivan y cuatro para caso de vehículo particular, lo que genera externalidades en el sector como mayor congestión, mayor contaminación y aumenta el riesgo de accidentes. Esto hace que estos modos de transporte no sean comparables con un transporte formal para viajes de corta distancia para acceder al sistema de buses BRT.

Una vez estructurada la encuesta de preferencias declaradas, se realizaron las pruebas piloto durante el mes de junio del año 2018, utilizando encuestas en formatos físicos. Otra alternativa para el diligenciamiento fue la implementación de una encuesta virtual que se envió a las administraciones de los conjuntos aledaños a la estación Mazurén seleccionados como grupo focal.

La aplicación se inició durante el mes de julio de 2018 y se hizo una divulgación en los conjuntos residenciales del sector Faro (Torre 1), Balcones del Carmel y Acacias Real I y II. Se solicitó el diligenciamiento de las encuestas de manera virtual y se esperó un término de 15 días. La respuesta no fue masiva, lo que generó la aplicación de la encuesta en formatos impresos, la contratación de encuestadores, con su respectiva

capacitación para realizar la actividad en el sector, precisando la aplicación exclusiva a residentes de estratos 4 y 5.

## 5.2 Resultados obtenidos sobre transportes alternativos

La encuesta inicia con un párrafo que contextualiza el propósito de la actividad y le indica al usuario del transporte ilegal la finalidad, señalando que se trata de un trabajo de grado para la Maestría en Ingeniería Transporte de la Universidad Nacional de Colombia.

En la encuesta, al transporte “ilegal” se le denominó “informal”, para que el ciudadano no sintiera señalamiento hacia el uso de un transporte ilegal, aspecto que también se pudo experimentar en la prueba piloto realizada.

En total, se aplicaron 432 encuestas de preferencias declaradas durante el mes de julio de 2018, aplicadas por medio virtual y en formatos físicos en el sitio, a residentes del sector objeto de estudio durante los días 27 y 28 de julio de 2018.

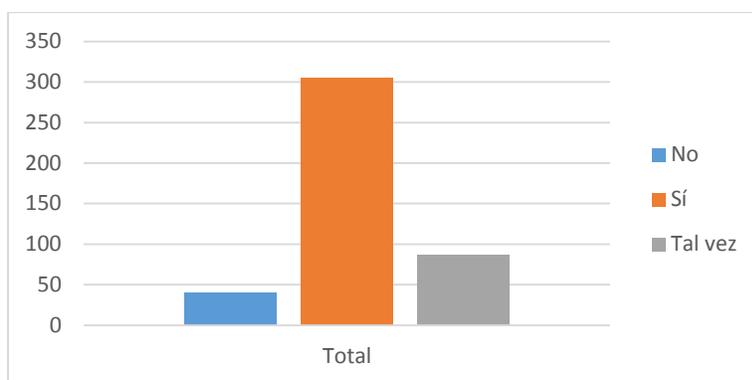
Las nueve primeras preguntas se presentaron de la siguiente manera:

1. Si en la estación de Transmilenio Mazurén se implementan cicloparqueaderos, ¿utilizaría su bicicleta para acceder a Transmilenio?
2. Si en el sector próximo a la estación Mazurén se implementaran bicicletas públicas integradas al Sistema de transporte (SITP), ¿las utilizaría?
3. ¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio de bicicletas públicas?
4. Si pudiera escoger, ¿cuál sería su medio de transporte ideal como servicio complementario para llegar a la estación de Transmilenio Mazurén? Las opciones de selección eran bicicleta pública, bicitaxi formal, SITP complementario, SITP zonal, taxi y otros.
5. Si su sector tuviera mejor seguridad, andenes y ciclovías, ¿utilizaría transportes alternativos amigables con el medio ambiente para acceder a Transmilenio?
6. Si su anterior respuesta fue positiva, ¿cuál medio alternativo utilizaría?
7. Edad
8. Género
9. Nivel de ingresos. Se planearon los rangos: menos de \$1.564.000, entre \$1.564.000 y \$3.920.000, entre \$3.920.000 y \$6.256.000, entre \$6.256.000 y \$9.384.000 y no recibo ingresos. Este último se planteó de acuerdo con lo

valorado en la prueba piloto, ya que existen adultos mayores, jóvenes o personas en general que residen en el sector, pero no reciben ingresos.

Los resultados obtenidos muestran que la implementación de cicloparqueaderos en la estación BRT Mazurén puede ser viable, ya que un 70,60% de los residentes encuestados sí utilizarían sus bicicletas para acceder a Transmilenio (Gráfica 5-1).

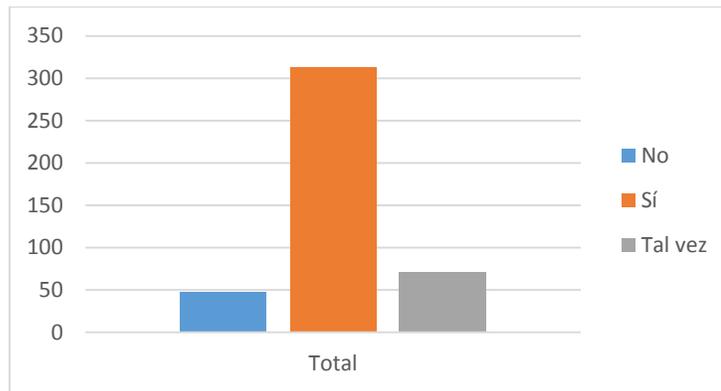
**Gráfica 5-1:** Implementación hipotética de cicloparqueaderos



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

Si hipotéticamente se implementaran bicicletas públicas integradas al Sistema de transporte (SITP) en el sector próximo a la estación Mazurén, el 72,45% de los encuestados indicaron que las utilizarían (Gráfica 5-2).

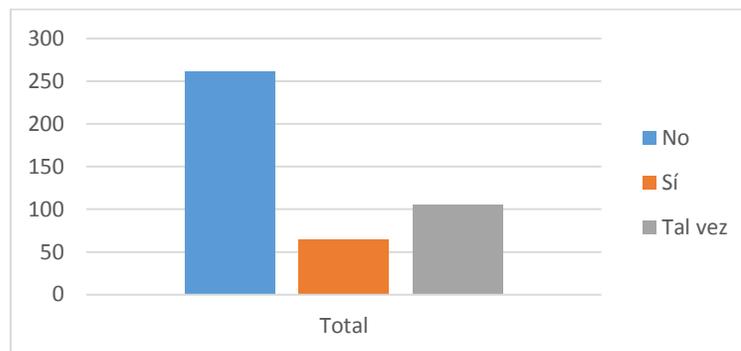
**Gráfica 5-2:** Uso hipotético de bicicletas públicas en el sector estación BRT Mazurén



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

El 60,65% de los encuestados no están dispuestos a pagar por el servicio de bicicletas públicas integradas al sistema de transporte, el 24,31% tal vez lo harían y el 15,05% sí estarían dispuestos a pagar (Gráfica 5-3).

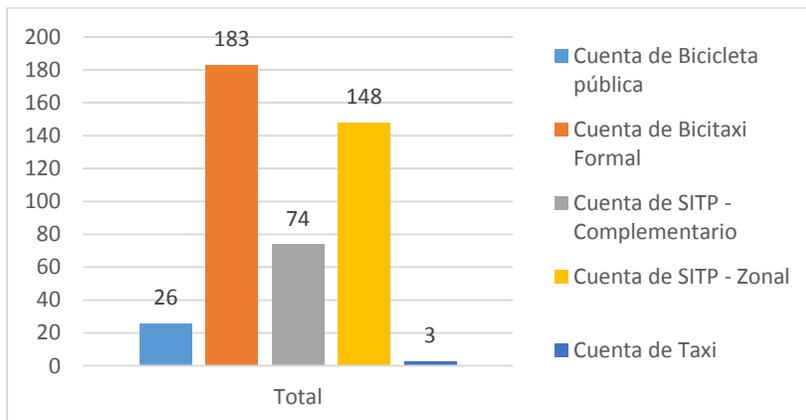
**Gráfica 5-3:** Disposición hipotética a pagar por el uso de bicicletas públicas



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

La pregunta que presenta la hipótesis sobre el modo de transporte ideal como servicio complementario para llegar a la estación de Transmilenio Mazurén, el 42,36% de los encuestados prefieren bicitaxi formal, el 34,26% usarían SITP Zonal, el 17,13% SITP Complementario, el 6,02% bicicleta pública y el 0,69% taxi. Esto refleja la aceptación de la formalización del bicitaxi en este segmento de la población (Gráfica 5-4).

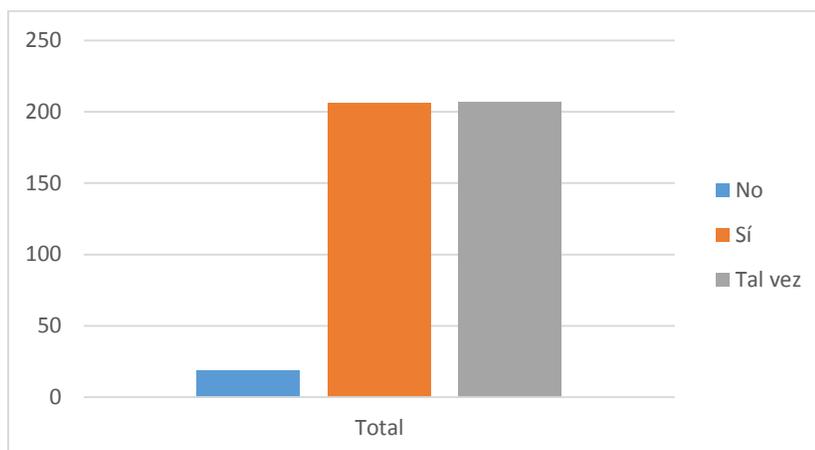
**Gráfica 5-4.** Medio hipotético de transporte ideal para acceder al sistema BRT



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

Si hipotéticamente el sector tuviera mejor seguridad, andenes y ciclo vías, la utilización de transportes alternativos es aceptada por 47.69% de los encuestados, el 47.92 indicó que tal vez y el 4.4% indicó que no (Gráfica 5-5).

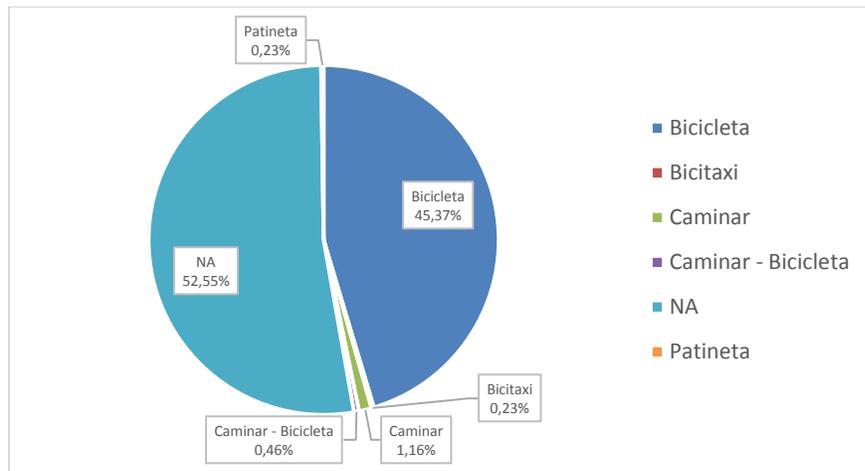
**Gráfica 5-5:** Utilización de modos alternativos de transporte



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

El principal modo alternativo que los encuestados señalaron que podrían utilizar es la bicicleta, con un 45.37% (Gráfica 5-6).

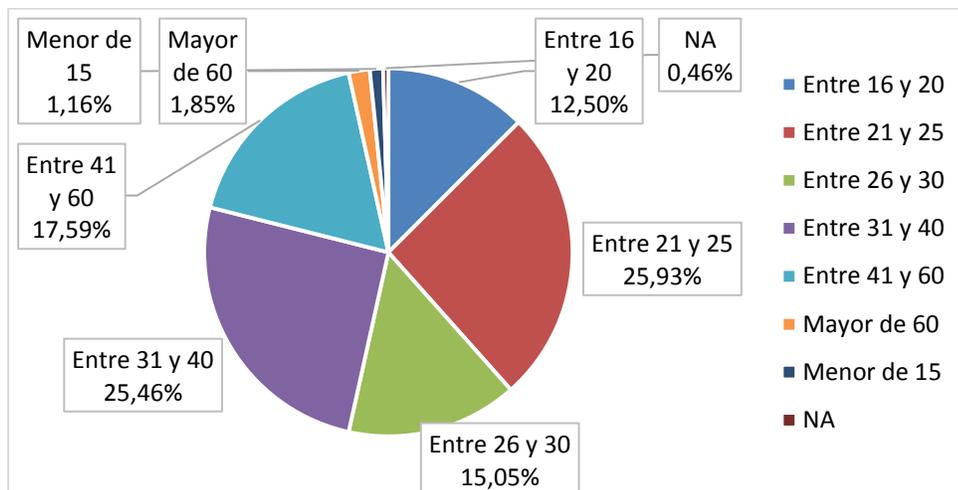
**Gráfica 5-6: Modos alternativos (hipotéticos) que se utilizarían**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

Con respecto a la edad de los encuestados, el 25.93% tenía entre 21 y 25 años, el 25.46% entre 31 y 40, el 17.59% entre 41 y 60 años, el 15.05% entre 26 y 30 años, el 12.5% entre 16 y 20 años, el 1.85% eran mayores de 60 años y el 1.16% menores de 15 años (Gráfica 5-7).

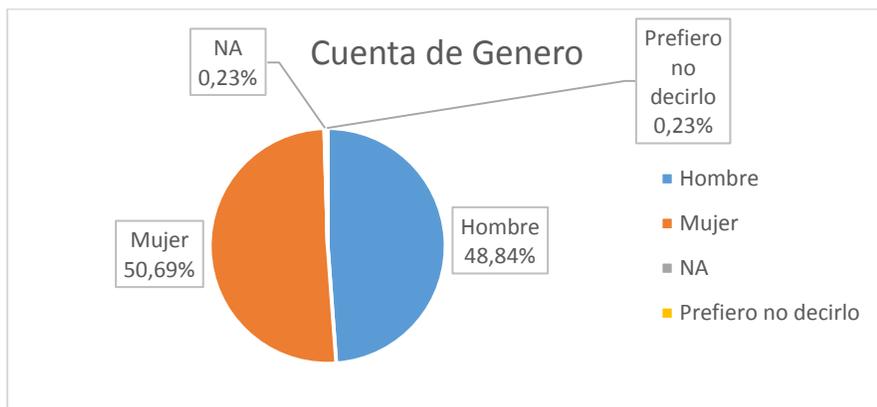
**Gráfica 5-7: Rango de edades de los encuestados**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

El 48,84% de los encuestados era del sexo masculino, mientras que el 50,69% era femenino. El 1% no indicó el sexo y el 1% N.A. (Gráfica 5-8).

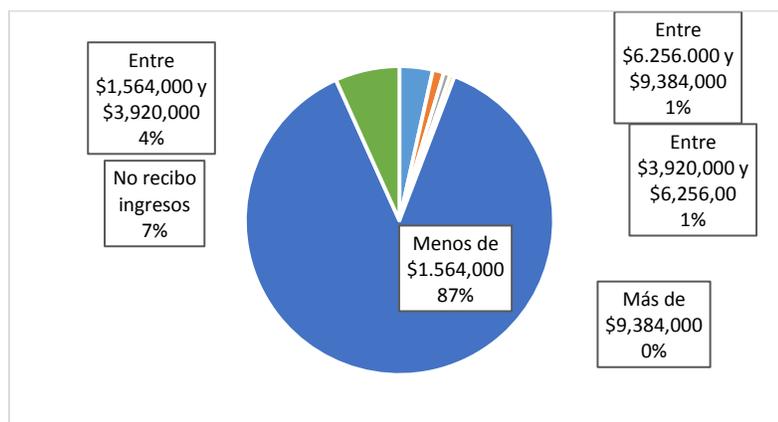
**Gráfica 5-8: Género de los encuestados**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

De las respuestas a la pregunta de nivel de ingresos, se puede deducir que en los niveles socioeconómicos medio alto, la población no da información de los ingresos que realmente recibe, ya que el 87.44% de los encuestados expresó recibir menos de \$1.564.000 (Gráfica 5-9).

**Gráfica 5-9: Nivel de ingresos de los encuestados**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

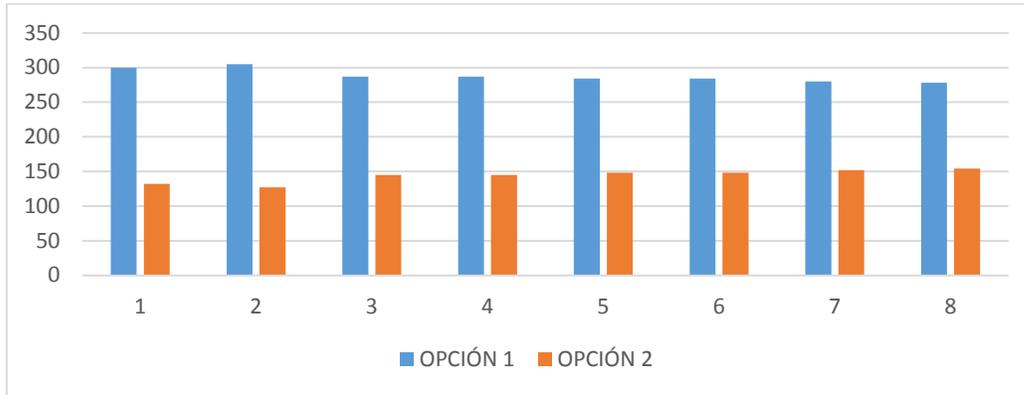
### 5.3 Determinación función de utilidad

En la segunda parte de la encuesta de preferencias declaradas, se presentan ocho casos al encuestado. Cada caso tenía dos opciones de transporte: la primera opción era bicitaxi y la segunda era el servicio complementario integrado al SITP. Para estas hipótesis, se indica al ciudadano que, para efectos de la encuesta, el bicitaxi es formal, es decir, un modo de transporte que cuenta con reglamentación otorgada por la autoridad competente, en este caso, el Ministerio de Transporte y la Secretaría Distrital de Movilidad.

Las alternativas de tiempo de viaje y tiempo de espera para el caso del SITP colectivo se estructuraron de acuerdo con las condiciones de operación de un bus con frecuencias eficientes, con tiempos de espera y tiempos de viaje programados adecuadamente. Para los tiempos de viaje se asignaron rangos de entre 10 y 25 minutos y los tiempos de espera entre 10 y 25 minutos. Respecto al costo, se tomaron dos alternativas: \$0 pesos, que es el costo actual al utilizar la tarjeta personalizada Tu llave y \$200, que es el valor del transbordo de BRT a bus zonal.

En cuanto a los tiempos de viaje del bicitaxi, este servicio cuenta con una mayor eficiencia y versatilidad. El número de pasajeros es inferior, por ello las paradas y recorridos son más rápidos. Se señalaron dos rangos en tiempos de viaje de 3 a 10 minutos y tiempos de espera de 3 a 10 minutos. Para este modo, los costos presentados se ubicaron en dos rangos por encima del costo promedio actual con un valor hipotético para un servicio compartido y formal de entre \$1.500 y \$2.500.

Los resultados obtenidos de los ocho casos representados de manera gráfica, sin el procesamiento de los datos en el software, muestran que la opción 1 es la de mayor preferencia por los usuarios, es decir, que los usuarios no tienen inconveniente en pagar un mayor valor por el uso de transporte público siempre que se reduzca el tiempo de viaje y el tiempo de espera.

**Gráfica 5-10. Opciones hipotéticas de cambio modal - Sector Mazurén**

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de preferencias declaradas, julio de 2018

Se analizaron modelos de elección discreta para las ventajas y limitaciones, tomando para el procesamiento de la información, un modelo de elección discreta tipo Logit (Ortúzar, 2015), en donde el usuario luego de comparar opciones elige lo que según su criterio representa la mayor utilidad. Se optó por el Logit multinomial porque se aplica en situaciones en donde la variable dependiente tiene una elección, que corresponde en el trabajo desarrollado a un modo de transporte.

El modelo Logit es el de mayor uso, ya que la fórmula tiene una expresión cerrada y de fácil interpretación. La estructura del modelo considera las variables independientes como diferencias con respecto a la media, variables con un número limitado de opciones cualitativas para la estimación de la demanda. El procesamiento de la información se realizó utilizando el software libre Blogeme 2.6 (Bierlaire, 2018).

Los parámetros que requieren ser estimados en el modelo son la constante específica del modo  $Asc1$ ,  $\beta c$  del costo,  $\beta d$  del tiempo de espera y  $\beta e$  del tiempo de viaje. Estos valores están relacionados con las variables costo, tiempo de espera y tiempo de viaje y cómo son percibidos por el usuario en general al momento de utilizarlos.

$$U_i = Asc1 + \beta c * COSTO1 + \beta d * TVIAJE1 + \beta e * TESPORA1$$

La estructura presentada se ha utilizado ampliamente para la realización de modelos de elección discreta en transporte. Para su correcto uso, es necesario diseñar un conjunto de variables con aquellas características que aporten significancia al modelo. En este caso, las EPR indican que los motivos que más afectan la decisión de los usuarios está relacionados con los tiempos de espera, tiempos de viaje y adicionalmente se incluye el costo.

En la Tabla 5-3, se presentan los parámetros de utilidad de cada una de las variables que se consideraron en el modelo. Se diseñan dos ecuaciones con estas variables, las cuales son incluidas en el software.

**Tabla 5-3:** Parámetros de utilidad

Nombre	Valor	Std err	t-test	p-valor
Asc1	0.974	0.420	2.32	0.02
Asc2	-0.974	1.80e+308	-0.00	1.00
BetaC	-0.000434	0.000246	-1.76	0.08
BetaD	0.0229	0.0148	1.55	0.12
BetaE	-5.77e-005	0.0148	-0.00	1.00

Fuente: Elaboración propia procesamiento EPD en software Biogeme 2.6

$$Bicitaxi = Asc2 + \beta c * COSTO2 + \beta d * TVIAJE2 + \beta e * TESPORA2$$

$$SITP Complementario = Asc1 + \beta c * COSTO1 + \beta d * TVIAJE1 + \beta e * TESPORA1$$

Las variables son:

BetaC: Costo de viaje por modo

BetaD: Tiempo de viaje por modo

BetaE: Tiempo de espera por modo

En el anexo A se incluyen los resultados obtenidos por medio del software.

## 5.4 Probabilidad de elección y probabilidad de uso

Con la función de utilidad se calculan las probabilidades de elección de las opciones bicitaxi y SITP complementario. La función de utilidad del bicitaxi es 0.95 y la del SITP es -1.0. Al aplicar la ecuación de probabilidad de uso, da como resultado que para el bicitaxi es del 87,5% y para el SITP del 12,5%.

**Tabla 5-4:** Probabilidades de elección sector Mazurén

	Utilidad	Probabilidad de uso
<b>Bicitaxi</b>	0,95	0,8752284
<b>SITPC</b>	-1,00	0,1247716

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de las transferencias que se pueden generar de la condición actual en el sector Mazurén para las personas en condición socioeconómica media alta, se presenta en la Tabla 5-5. De un 13.93% de usuarios de bicitaxi con la formalización de los vehículos y el mejoramiento de las condiciones reglamentarias, se podría llegar a un 30.11%. Este resultado calcula que de los usuarios actuales de bicitaxi, el 2.31% se transferirían a SITP, de los usuarios de vehículos tipo minivan, el 4.79% se transfieren a bicitaxi y de los usuarios de vehículo particular por puesto, el 5.62% se transfieren también a bicitaxi.

De otra parte, el número de usuarios de SITP tiende a disminuir de 9,23% en su condición actual a 4.76%, debido a que el 8.08% de los usuarios de SITP se transferirían al modo bicitaxi, el 0.60% de usuarios de vehículo tipo van se transferirían a SITP complementario y un 0.70% de vehículo particular por puesto se transferiría a SITP complementario.

Como se puede observar, la reducción de la ilegalidad en el sector se puede dar al mejorar las condiciones del servicio de bicitaxi. Este aspecto tiende a limitar la utilización y la demanda de vehículo particular por puesto y de busetas tipo van.

**Tabla 5-5:** Porcentajes de transferencias

<b>Modo</b>	<b>Actual Tabla 3-5</b>	<b>Tranfe. Bicitaxi</b>	<b>Tranfe. SITPC</b>	<b>Total</b>
En bicitaxi	13,93%	18,49%	-2,31%	30,11%
En SITP	9,23%	-8,08%	3,61%	4,76%
Van	5,48%	4,79%	0,60%	0,09%
Vehículo particular	6,42%	5,62%	0,70%	0,10%

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos, se puede esperar en el mediano plazo una distribución modal hipotética, que se muestra en la Tabla 5-6 y la Gráfica 5-11, donde se aumenta el porcentaje de usuarios de bicitaxi y tiende a desaparecer la ilegalidad en modos motorizados que funcionan con combustibles derivados del petróleo.

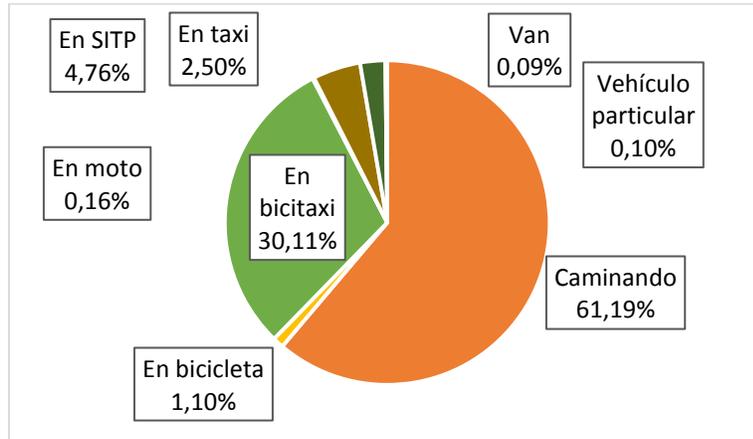
**Tabla 5-6:** Partición modal hipotética sector Mazurén estratos 4 y 5

<b>MODO</b>	<b>Cantidad usuarios</b>	<b>Porcentaje</b>
Caminando	391	61,19%
En bicicleta	7	1,10%
En bicitaxi	192	30,11%
En moto	1	0,16%
En SITP	30	4,76%
En taxi	16	2,50%
Van	1	0,09%
Vehículo particular	1	0,10%
Total general	639	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Este aspecto mejora la movilidad del sector, ya que se reduciría en 163 vehículos tipo minivan y en 68 vehículos particulares por puesto realizando recorridos en el sector, lo que generaría una disminución tanto de CO2 como de externalidades como el ruido y la congestión.

**Gráfica 5-11: Distribución modal hipotética**



Fuente: Elaboración propia

## 5.5 Propuestas de intercambio modal sostenible

De los resultados obtenidos en el sector Mazurén para las personas en condición socioeconómica media alta, se plantean las siguientes alternativas de intercambio modal que tienden a reducir el transporte ilegal en el sector en el mediano plazo.

### 5.5.1 Implementación de cicloparqueadero en la estación

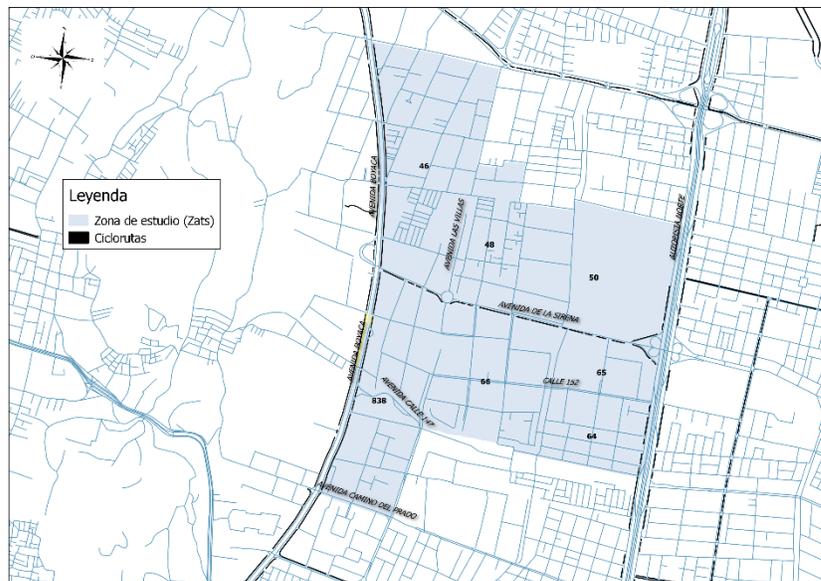
#### Mazurén

De las encuestas de preferencias declaradas, el 70,60% de los residentes encuestados, usuarios de transporte ilegal, señalan que utilizarían su bicicleta como intercambio modal para acceder al sistema de transporte masivo, lo que representa una alternativa que puede reducir la ilegalidad.

Generar seguridad en la protección de la bicicleta, con el registro del vehículo al ingresar a la estación, las cámaras de video que se han implementado en el sistema, la vigilancia de cada estación y tener la certeza de encontrar su vehículo al regreso, motivará su uso en trayectos de intercambio modal.

La calle 153, la Autopista Norte, la Avenida Boyacá y la Avenida La Sirena cuentan con ciclovía (Figura 5-3), lo que facilita la integración modal en el sector, generando un transporte autónomo desde los conjuntos residenciales que son atendidos por el transporte ilegal. La meta de Transmilenio es seguir promoviendo la intermodalidad según las metas del plan de desarrollo (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2016), lo que genera una alternativa que puede ser realizable en el mediano plazo.

**Figura 5-3:** Ciclovía actual del área de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de IDECA

### 5.5.2 Mejoramiento de infraestructura urbana

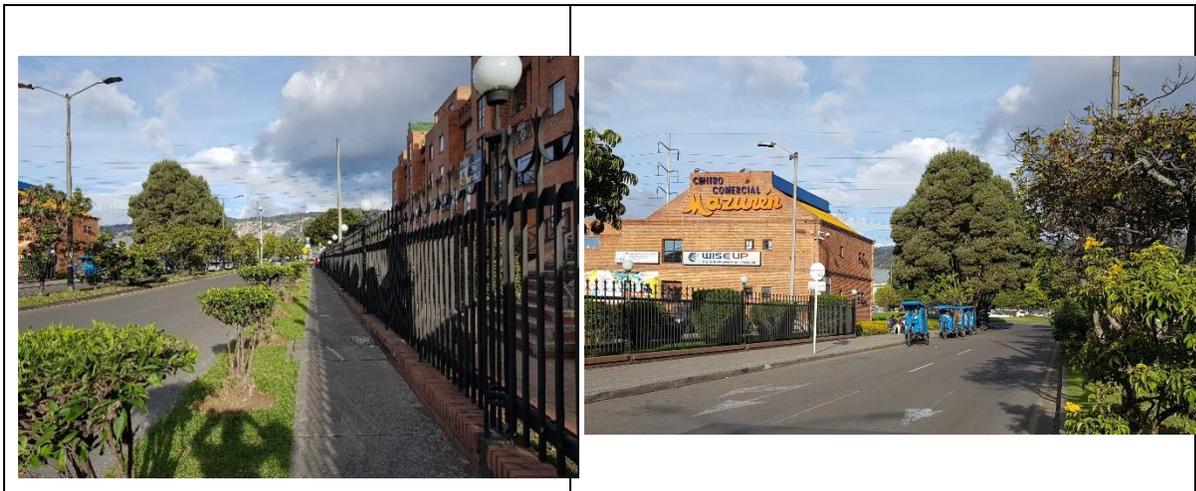
El sector de acceso a la estación Mazurén, como se presentó en el capítulo 3, ha tenido consolidación desde la entrada en funcionamiento del sistema de buses del transporte masivo. Este sector requiere de mejoramiento en ampliación de andenes en la zona de la Calle 152, donde se presentan espacios reducidos para caminar. Los andenes presentan conflicto con la arborización, el ancho es en promedio de 1.0m, no existe ciclovía y los andenes no tienen continuidad, lo que afecta caminar o utilizar modos alternativos de transporte (Figura 5-4).

Los aspectos mencionados dificultan los desplazamientos de personas con movilidad reducida lo que genera mayores barreras en la integración de la ciudad. La calle 152 es uno de los accesos principales al sector y requiere obras de renovación urbana, que permitan la movilidad y que generen ambientes sociales de integración.

En las encuestas de preferencias declaradas, se indica por parte de los usuarios de transporte ilegal que al tener mayor seguridad ciudadana, andenes y ciclovías, el 47.7% de los usuarios utilizaría transportes alternativos y el 47.9% señaló que tal vez los utilizaría, lo que indica que mejorar los entornos urbanos y la seguridad ciudadana es una alternativa de largo plazo para reducir la ilegalidad en el transporte.

Es necesario que en el sector y en la ciudad se genere desarrollo urbano orientado al transporte (DOTS), de manera que se permita libertad al elegir el intercambio modal, donde se tenga la posibilidad de caminar, pedalear, conectar, transportar, mezclar, densificar, donde se pueda cambiar el automóvil por otros medios de transporte (Cervero, 2000).

**Figura 5-4:** Andenes Calle 152 - Accesos estación Mazurén



Fuente: Imágenes propias tomadas en mayo de 2018

### 5.5.3 Formalización del bicitaxi

El Ministerio de Transporte de Colombia publicó en el mes de junio de 2017 el proyecto de resolución que proponía reglamentar la prestación del servicio de transporte público en tricimóviles no motorizados. Meses más tarde, el 3 de agosto de 2018 publicó la Resolución 3256 del 3 de agosto de 2018 *“Por la cual se reglamenta y autoriza la prestación del servicio público de transporte de pasajeros en triciclos o tricimóviles no motorizados y tricimóviles con pedaleo asistido, para su prestación de forma eficiente, segura, y oportuna, aprovechando el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones, y se dictan otras disposiciones”*.

Con la expedición de la resolución mencionada, desde el punto de vista social y técnico, se da el primer paso para tener en la ciudad una nueva alternativa de transporte, integrada al sistema de transporte masivo, que permite tener una flota de vehículos adecuada que contribuya a la sostenibilidad y seguridad de los usuarios.

Para la formalización, se requieren especificaciones precisas en aspectos mecánicos del vehículo a homologar, las cuales no se incluyeron en la resolución y tienen un plazo de un año para reglamentarse por parte del Ministerio de Transporte. La resolución tiene pendiente por definir aspectos mecánicos como el sistema de frenos, estructura, sistema de luces, sistema de tracción, sistema de suspensión, entre otros, lo que por el momento seguirá generando riesgo para los usuarios del transporte ilegal.

En el caso de Bogotá D.C, con lo señalado en el Decreto 309 de 2009 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009), la prestación del servicio debe integrarse al SITP, de manera que se cumpla con la integración de redes y la integración de tarifas. Para los usuarios, la integración del transporte público debe ser un servicio más atractivo porque pueden utilizarlo con la visión de una sola red, un horario, un solo tiquete, una tarifa. Para esto, se requiere reglamentar la articulación entre los operadores del transporte público y el Ministerio de Transporte que es el encargado de establecer el marco político, normativo y estratégico, ajustado a las particularidades de cada ciudad en aspectos culturales, geográficos, regionales, entre otros.

Todo el sistema de transporte debe estar integrado, tanto el de larga como el de corta distancia (alimentador o complementario). El desarrollo de un sistema integrado de red y horarios necesita un enfoque sistemático y jerárquico con respecto a las circunstancias locales y regionales.

Aún está pendiente por precisar en la resolución aspectos técnicos de la infraestructura que requieren estos vehículos, para que transiten de manera segura y no se generen conflictos con otros modos de transporte, con la invasión del espacio público, o la utilización de ciclovías (Figura 5-5). Esto requerirá de una modificación al código de tránsito que no incluye reglamentación para esta clase de vehículos en servicio público colectivo. Además, será necesario valorar la señalización y normas reglamentarias de seguridad vial actuales.

La implementación de la resolución requiere tiempo, que en el caso de la homologación se señala un plazo de un año. De otra parte, se consagra un plazo de 18 meses para adecuar y generar la funcionalidad del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT) y se concede un año de permiso para las personas que actualmente prestan el servicio para que se garantice tiempo, medios necesarios y puedan adaptarse a la reglamentación.

Un aspecto importante que señala la Resolución es la implementación de tecnologías de la información y las comunicaciones, lo que puede facilitar la utilización de esta clase de servicio público no motorizado por demanda.

A nivel mundial, existen muestras de la formalización del bicitaxi y las ventajas que ofrece como un transporte amigable con el medio ambiente. Se tienen ejemplos en las ciudades de Guadalajara, Barcelona, Berlín, Copenhague, Londres, Ámsterdam, Nueva York, México, San Francisco, entre otros. Algunos de estos se muestran en las Figuras 5-6, 5-7 y 5-8.

**Figura 5-5:** Bicitaxi sector Mazurén y área de estacionamiento



Fuente: Imagen propia tomada en mayo de 2018

**Figura 5-6:** Transporte público colectivo en Ciudad de México



Fuente: Imágenes tomadas de (Pastrana, 2014)

**Figura 5-7:** Transporte turístico en España



Fuente: Imágenes tomadas de (Pastrana, 2014) y (Publidinámica, 2018)

**Figura 5-8: Bicitaxi solar**



Fuente: (Foro ambiental, 2018)

#### **5.5.4 Eficiencia rutas SITP Complementario**

La operación en el sistema troncal y zonal de la ciudad se encuentra concesionado a operadores privados. La estructura de costos de la empresa que opera el sistema zonal y complementario para el caso de Bogotá D.C es determinada por cada concesionario. El sistema troncal corresponde a los buses de color rojo y verde y el sistema zonal a los buses de color naranja, azul y vino tinto.

El sistema integrado de transporte cuenta con rutas que ofrecen el servicio complementario sin costo para las personas que realizan la personalización de la tarjeta de acceso al sistema, denominada “Tu llave” y de 200 pesos en el trasbordo de bus zonal a BRT. Este aspecto es favorable para la ciudadanía, ya que el sector cuenta con una flota de buses al servicio de la comunidad.

Para que se reduzca la ilegalidad, es necesario definir una mejor operación del sistema, que permita reducir los tiempos de viaje, tiempo de espera del bus, los tiempos para ascensos y descensos, tiempos de paradas del bus, tiempo para la salida. Estos aspectos compiten con el transporte ilegal o con modos de transporte más versátiles y de menor número de pasajeros, lo que hace que en las condiciones actuales el servicio no sea atractivo para los usuarios del sector. Es necesario valorar el dimensionamiento del bus, la ubicación de los paraderos y el diseño de las rutas, lo que permitirá generar una mayor eficiencia en los recorridos.

Los buses pueden dotarse con tecnología de dispositivos inteligentes, es decir, tener una red inteligente del vehículo que permita al usuario reducir los tiempos de espera. Según información suministrada por Transmilenio S.A, los intervalos promedio de las frecuencias de las rutas del servicio complementario están entre 4 y 12 minutos para los días hábiles. Sin embargo, en los aforos vehiculares realizados estos intervalos son superiores, lo que hace que el potencial usuario en las condiciones actuales deserte de este modo de transporte y prefiera un modo ilegal.



## **6. Transporte ilegal en la movilidad de corta distancia: propuesta metodológica**

Este capítulo contiene dos aspectos, la primera parte contiene el análisis que resulta de comparar las preferencias en el uso del transporte ilegal en sector socioeconómico bajo, utilizando estudios anteriores, respecto a las preferencias encontradas en el presente trabajo. La segunda parte plantea una metodología que puede ser aplicada en otros lugares de la ciudad de Bogotá D.C o de ciudades donde se presente demanda de transporte ilegal en sectores de condición socioeconómica media alta, para valorar el problema y plantear alternativas que reduzcan el uso de este tipo de transporte, en la movilidad cotidiana de corta distancia.

### **6.1 Preferencias uso de transporte ilegal según condición socioeconómica**

El propósito de esta sección es determinar si al momento de elegir el modo de transporte ilegal, los usuarios en condición socioeconómica media alta tienen la misma razón que las personas en condición socioeconómica baja o si influyen otros factores.

Para esta actividad, se han tomado tres tesis que se mencionaron en el capítulo uno, las cuales realizaron estudios de transporte ilegal en estaciones del sistema BRT Portal Américas, Tintal y Patio Bonito, que corresponden a sectores en condición socioeconómica baja. Estos estudios se comparan con los resultados obtenidos en el sector BRT Mazurén que corresponde a condición socioeconómica media alta.

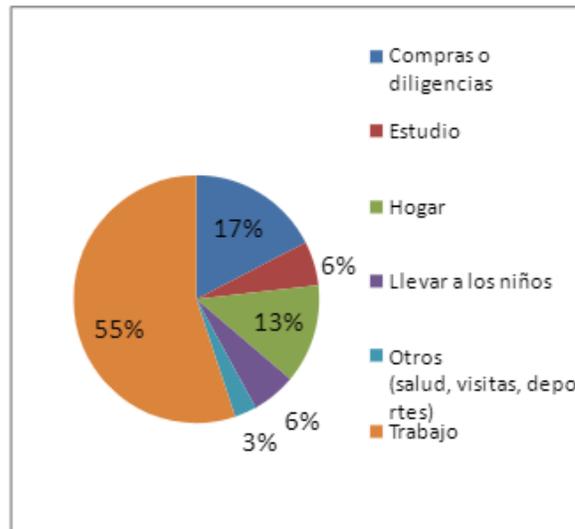
### 6.1.1. Preferencia comparada con estudios anteriores

Se han seleccionado las tesis de Claudia Mercado, Christian Pipicano y Víctor Socha, que se relacionan en la Tabla 6-1. Las tres tesis en sus objetivos tienen propósitos diferentes, sin embargo, presentan coincidencia en la valoración de la problemática del transporte ilegal como intercambio modal para acceder al sistema BRT.

Como se registró en las encuestas de preferencias reveladas realizadas en el mes de mayo de 2018 en el sector Mazurén, los usuarios muestran que unos de los principales motivos del viaje son trabajo, estudio, trámites y entretenimiento, y que el modo de transporte ilegal de mayor uso es el bicitaxi, lo que corresponde con las tesis valoradas.

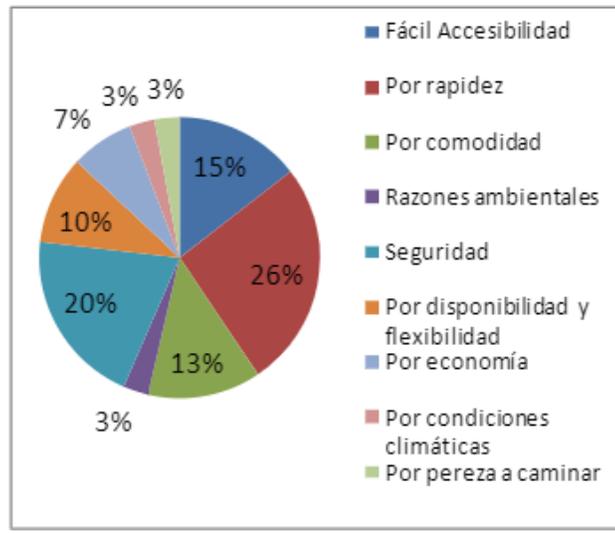
El estudio realizado por Claudia Mercado en el portal Américas encontró que los cuatro principales propósitos del viaje son: para el 55% es el trabajo, el 17% compras o diligencias, el 13% actividades del hogar y el 6% estudios (Gráfica 6-1). En la pregunta ¿cuál es la razón principal para usar el bicitaxi?, el 26% de los usuarios indica por rapidez, el 20% fácil accesibilidad, el 15% por seguridad, el 13% por comodidad, el 10% por disponibilidad y flexibilidad, entre otros (Gráfica 6-2).

**Gráfica 6-1:** ¿Cuál es el propósito del viaje habitual? – Resultados de Mercado (2012)



Fuente: (Mercado, 2012, p. 152)

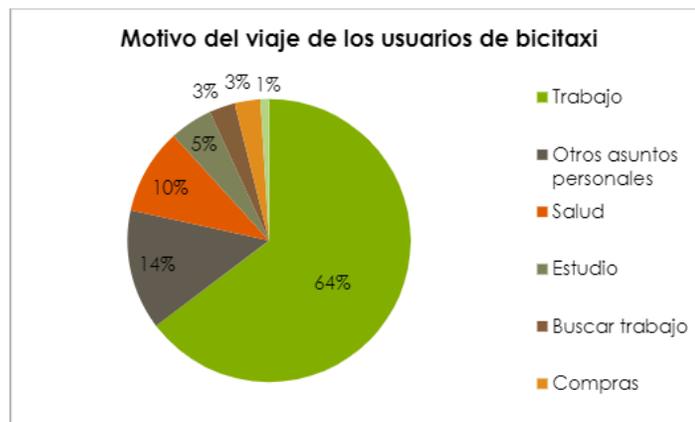
**Gráfica 6-2:** ¿Cuál es la razón principal para usar el bicitaxi? – Resultados de Mercado (2012)



Fuente: (Mercado, 2012, p. 153)

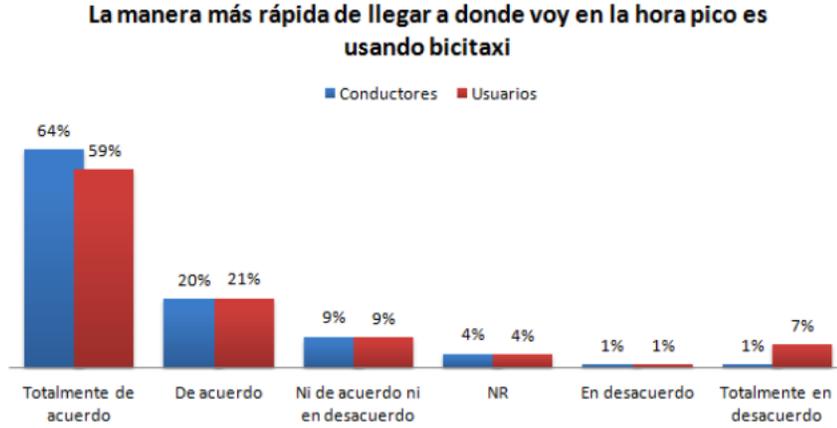
De igual manera, en la tesis realizada por Christian Pipicano, los cuatro principales motivos del viaje son: para el 64% es el trabajo, el 14% estudio, el 10% salud y el 3% compras o buscar trabajo (Gráfica 6-3). El 59% por ciento de los usuarios está totalmente de acuerdo en que la manera más rápida de llegar a donde va es utilizando el bicitaxi (Gráfica 6-4).

**Gráfica 6-3:** Motivo del viaje de los usuarios de bicitaxi – Resultados de Pipicano (2014)



Fuente: (Pipicano, 2014, p. 101)

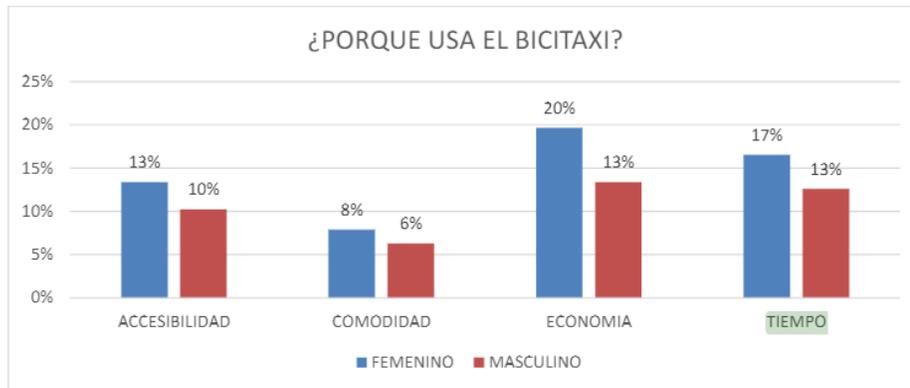
**Gráfica 6-4:** Modo más rápido cuando es hora pico – Resultados de Pipicano (2014)



Fuente: (Pipicano, 2014, p. 108)

Finalmente, en la tesis de Víctor Socha se señala la preferencia de los usuarios por este tipo de transporte por economía, tiempo, accesibilidad y comodidad (Gráfica 6-5).

**Gráfica 6-5:** ¿Por qué usa el bicitaxi? – Resultados de Socha (2014)



Fuente: (Socha, 2014, p. 36)

Los anteriores registros señalan que, independientemente de la condición socioeconómica de los usuarios del transporte ilegal en Bogotá D.C, los aspectos que hacen que los usuarios tengan mayor preferencia por el transporte ilegal como

intercambio modal para acceder al sistema de transporte, son reducir el tiempo de viaje y el tiempo de espera. Este aspecto coincide con lo encontrado en el sector de Mazurén, donde el bicitaxi da mayor accesibilidad al sistema y permite reducir los tiempos en las interrupciones del viaje.

El estudio sobre transporte ilegal del año 2011 registró cinco modos de transporte ilegal presentes en la ciudad, Para ese momento, no se había realizado la integración del Sistema de Transporte para la ciudad de Bogotá, ni se habían implementado rutas zonales ni complementarias. Actualmente, aunque existen rutas de transporte formal en todas las estaciones de Transmilenio, las condiciones en el uso del transporte ilegal en la ciudad siguen aumentando. Esto refleja que los tiempos de viaje se han aumentado y esto genera que los usuarios acudan a modos ilegales para reducir tiempos de viaje y de espera.

En el *II Seminario Internacional Movilidades Contemporáneas*, en la Mesa 2 “Desigualdades e inequidades en la búsqueda de ciudad para todos” (Guzmán, 2018), uno de los trabajos presentados expuso un análisis realizado a las encuestas movilidad del año 2011 y 2015, donde se observó que con la implantación del SITP zonal en Bogotá D.C no se ha mejorado la accesibilidad al trabajo en la ciudad, ya que los tiempos de viaje se han aumentado. Este aspecto puede ser una de las causas de la mayor demanda de transporte ilegal en la ciudad.

Según las respuestas de los ciudadanos a las encuestas de preferencias reveladas en el sector Mazurén, lo más trascendental a la hora de elegir el modo de transporte de intercambio modal es el menor tiempo en llegar a tomar el transporte de larga distancia, por cuanto su uso predominante es como un servicio complementario al sistema de Buses BRT.

Actualmente, el transporte ilegal en el sector Mazurén oscila entre \$1.000 y \$2.300 por persona, excepcionalmente puede llegar a \$4.200 cuando se minimiza el tiempo de espera y se paga el vehículo de manera individual y no colectiva. Comparado con el costo actual implementado por medio del Decreto 056 del 24 de enero de 2018, con la tarjeta “TuLlave” los transbordos entre SITP zonales y de TransMilenio a SITP zonal se

mantienen en \$0 pesos, mientras que los transbordos de Zonal a Troncal cuestan \$200 pesos.

**Tabla 6-1:** Preferencia en el transporte ilegal según la condición socioeconómica

	Área de estudio mazurén estratos 4 y 5	Área de estudio estación BRT portal américas, tinto y patio bonito	Estación BRT Tinta	Estación BRT portal américas
<b>Autor de la tesis</b>	Ana Francy Espinel Ortega – Universidad Nacional 2018	Christian Pipicano López. Universidad de Los Andes 2014	Víctor Alfonso Socha Báez – Universidad Piloto de Colombia 2016	Claudia Janeth Mercado Velandia – Universidad nacional 2012
<b>Motivo del viaje</b>	Trabajo 69.57% Estudio 12.22% Trámites 5.72% Entretenimiento 4.55%	Trabajo 64% Otros asuntos personales 14% Salud 10% Estudio 5%		Trabajo 55% Compras 17% Hogar 13% Estudio 6%
<b>Razón principal por la que usa transporte ilegal</b>	Menor tiempo de espera Menor tiempo de viaje Servicio puerta a puerta Distancia	Menor tiempo de desplazamiento Menor tiempo de espera	Economía Tiempo Accesibilidad Comodidad	Rapidez Fácil accesibilidad Seguridad Por comodidad
<b>Por qué no utiliza el transporte público o alimentador</b>	Se demora en pasar Pasa muy lejos Pasa lleno Sector congestionado	Seguridad	El 87% de los encuestados prefiere utilizar Transporte ilegal	Pasa lleno Se demora mucho en pasar No pasa cerca No hay transporte público

Fuente. Elaboración propia a partir de estudios realizados por los autores relacionados

### 6.1.2 Preferencia comparada con opciones de cambio modal

Frente a las opciones hipotéticas de cambio modal en el caso de las personas en condición media alta, ante una eventual formalización del bicitaxi y rutas de transporte complementario con frecuencias fijas, los usuarios independientemente del mayor costo prefieren utilizar modos de transporte que le generen menor tiempo de viaje y menor tiempo de espera, lo que corresponde a la opción 1 (ver numeral 5.3, Gráfica 5-10).

Para analizar el comportamiento de los estratos 1 y 2 frente a un posible cambio modal, se aplicó como una prueba piloto la segunda parte de la encuesta de preferencias declaradas utilizada en la estación Mazurén. El ejercicio piloto se realizó el día jueves 11 de octubre de 2018 entre las 8:00 y 12:00, encuestando a 125 usuarios de transporte ilegal de la estación BRT Tintal. Se seleccionó la estación BRT Tintal por que corresponde a sectores analizados por dos proyectos de grado que son objeto de comparación y porque este sector también se ha consolidado desde la entrada en operación del sistema de buses BRT (Figura 6-1).

**Figura 6-1:** Sector Tintal año 2016

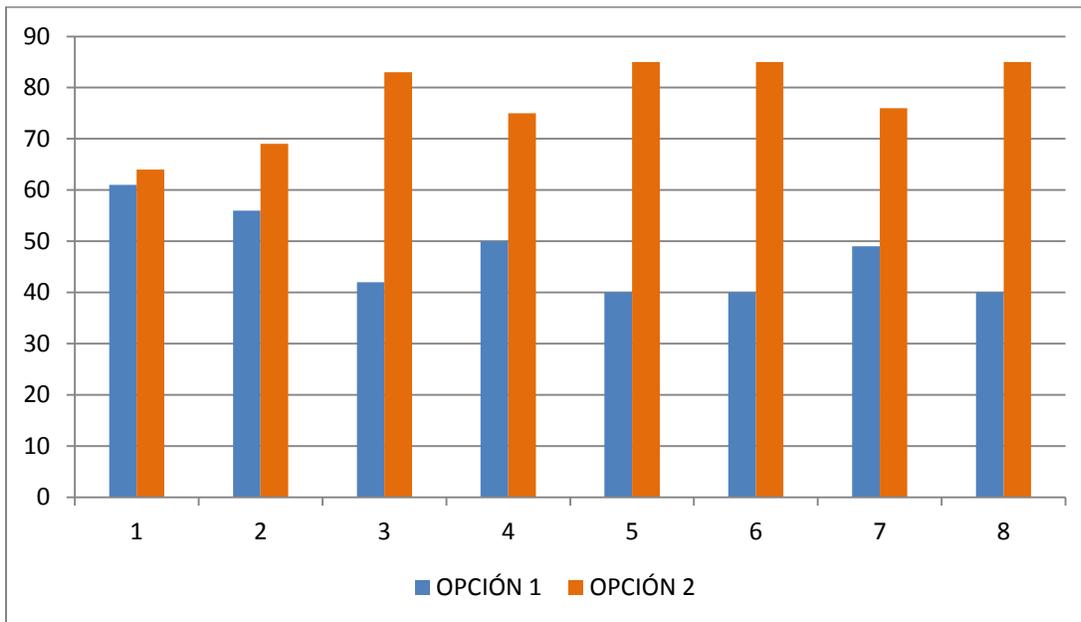


Fuente: Google Earth

El 52% de los encuestados corresponde a hombres y el 48% a mujeres. El 1.6% de los encuestados corresponde a menores de 15 años, el 11.2% tiene entre 16 y 20 años, el 18.4% entre 21 y 25 años, el 15,2% entre 26 y 30 años, el 15,2% entre 31 y 40 años, el 29.6% entre 41 y 60 años y 8.8% son mayores de 60 años.

Los resultados obtenidos de los ocho casos hipotéticos muestran en la Gráfica 6-6 que la opción 2, que corresponde a transporte complementario, es la de mayor preferencia por los usuarios, es decir, los usuarios de este sector en condición social baja, sí tienen dificultad para pagar un mayor valor por el uso de transporte y prefieren aumentar sus tiempos de viaje y de espera.

**Gráfica 6-6:** Prueba piloto de opciones hipotéticas de cambio modal - sector Tintal



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas piloto EPD estación BRT Tintal

Esto muestra una diferencia en el cambio hipotético de opciones de cambio modal entre personas en condición socioeconómica baja, respecto a personas en condición socioeconómica media alta.

La Gráfica 6-4 muestra que los usuarios en todos los sectores socioeconómicos, tienen la misma necesidad de reducir el tiempo de viaje y el tiempo de espera. Sin embargo, para quienes residen en sector en condición socioeconómica baja, el costo del intercambio modal sí es un factor importante para la preferencia al elegir el intercambio modal.

Aplicando la metodología de modelo de elección discreta tipo Logit y procesando la información en el software libre Blogeme 2.6, se obtuvieron los siguientes parámetros de utilidad (Tabla 6-2):

**Tabla 6-2:** Parámetros de utilidad - sector Tintal

Nombre	Valor	Std err	t-test	p-valor
Asc1	1.06	0.742	1.43	0.15
Asc2	-1.06	1.80e+308	-0.00	1.00
BetaC	-0.00103	0.000437	-2.35	0.02
BetaD	0.0309	0.0262	1.18	0.24
BetaE	0.00343	0.0262	0.13	0.90

Fuente: Elaboración propia de procesamiento de EPD Tintal en software Biogeme 2.6

$$Bicitaxi = Asc2 + \beta c * COSTO2 + \beta d * TVIAJE2 + \beta e * TESPORA2$$

$$SITP Complementario = Asc1 + \beta c * COSTO1 + \beta d * TVIAJE1 + \beta e * TESPORA1$$

Las variables son:

BetaC: Costo de viaje por modo

BetaD: Tiempo de viaje por modo

BetaE: Tiempo de espera por modo

Con los resultados de la estimación de la preferencia al momento de elegir y la función de utilidad, se calculan las probabilidades de elección en las opciones bicitaxi y SITP complementario. En el anexo B se incluyen los resultados obtenidos por medio del software.

La función de utilidad del Bicitaxi es 1,06 y la del SITP es -1,06. Al aplicar la ecuación de probabilidad de uso, da como resultado que para el bicitaxi esta es del 10,71% y para el SITP de 89,28%.

**Tabla 6-3:** Probabilidades de elección Tintal

	UTILIDAD	PROBABILIDAD DE USO
Bicitaxi	1,06	0,107168
SITPC	-1,06	0,89283

Fuente: Elaboración propia

Comparando los resultados obtenidos en el capítulo 5 en las tablas 5.4 Probabilidad de elección del sector Mazurén y 5.5 Porcentajes de transferencias, respecto a los resultados obtenidos, en la tabla 6.3 se refleja que, en el sector en condición socioeconómica baja, la reducción de la ilegalidad se podría dar mejorando las condiciones del servicio del transporte complementario, aspecto que aumentaría la demanda de este servicio y reduciría el transporte ilegal por el alto costo.

## 6.2 Propuesta metodológica para analizar transporte ilegal

Se presenta la propuesta metodológica para analizar el transporte ilegal en la movilidad cotidiana de corta distancia. Está conformada por seis etapas para analizar el transporte ilegal como intercambio modal para acceder al sistema masivo de larga distancia BRT, en sectores socioeconómicos medio alto.

La metodología permitirá de manera rápida y económica analizar el problema para generar alternativas de transporte formal que reduzcan la ilegalidad. El contenido de las etapas 1 a 4 corresponde a la experiencia adquirida como resultado de la metodología aplicada en el Capítulo 2, las etapas 5 y 6 corresponde a eventos propios de los administradores públicos que se deben tener presentes cuando se decida implementar las alternativas.

En éste documento se construye una metodología integral para un problema específico, que va desde el diagnóstico del área de estudio, hasta el planteamiento de propuestas que reduzcan la ilegalidad. Lo anterior teniendo en cuenta que, en la bibliografía

consultada se presentan metodologías desagregadas, que son específicas para temas como recolección de información, estructuración de encuestas, estructuración de modelos o para procesos de planificación en general.

Se presentan las etapas y la valoración de aspectos técnicos que permitieron decidir sobre aspectos relevantes de la misma y se muestra el examen de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas por medio de una matriz FODA.

### **6.2.1 Aspectos técnicos de la metodología**

Al momento de planear la logística y actividades del trabajo de campo para la realización de la recolección de información primaria, se analizó el tiempo, costo y precisión en la obtención de información, respecto a tomar la información de manera manual vinculando solamente personal o la posibilidad de realizarla de manera integrada utilizando herramientas tecnológicas y personal, buscando mayor celeridad y precisión en la captura de información.

Los aspectos analizados se resumen en la Tabla 6.4, en donde se comparó el costo de la actividad, en cuanto a número de personas a vincular, número de jornadas de trabajo por cada persona vinculada, la receptividad de los residentes del sector, la calidad de la toma de información en la escritura inicial de planillas y posterior transcripción o digitación, el tiempo requerido para la aplicación de cada encuesta de preferencias reveladas, la apatía o grado de aceptación que presentaron los residentes del sector por medio del contacto con el grupo focal, el riesgo de agresión hacia el personal de campo al entrar a investigar técnicamente una actividad que se encuentra fuera del marco legal, entre otros aspectos.

Para el caso de la primera jornada de encuestas de preferencias reveladas, en las pruebas piloto realizadas con el formato impreso para 6 preguntas el tiempo promedio era de seis minutos, ya que se debía caminar con el encuestado. Al hacer el ejercicio con las encuestas en las Tablet, el tiempo se redujo a 3 minutos máximo.

En la realización de la segunda jornada de encuestas de preferencias reveladas, se diseñaron formatos de preguntas que permitieran tener la información relevante para el

estudio y de parte reducir el tiempo de contacto con el encuestado. En las pruebas pilotos con el formato impreso, una encuesta podía tardar entre 9 y 10 minutos, y al hacer el ejercicio con la Tablet esto redujo el tiempo a cinco minutos.

Para analizar el comportamiento en cada caso se realizó una calificando de los aspectos valorados, tomando un rango de 1 a 5, otorgando 5 como la favorabilidad de mayor eficiencia para el estudio de caso, lo que permitió decidir sobre la forma más efectiva de realizarlo y se muestra en la gráfica 6-7.

**Tabla 6-4:** Análisis técnico de recolección información primaria

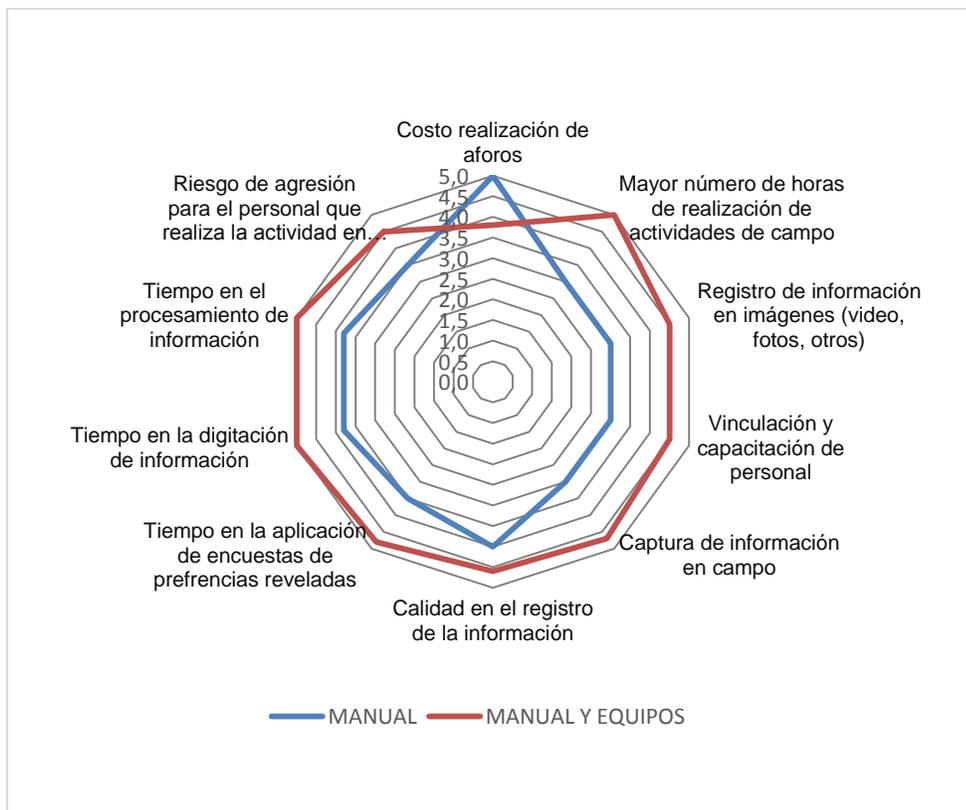
RECOLECCION INFORMACION PRIMARIA	MANUAL	MANUAL Y EQUIPOS
Costo realización de aforos	5,0	3,8
Mayor número de horas de realización de actividades de campo	3,0	5,0
Registro de información en imágenes (video, fotos, otros)	3,0	4,5
Vinculación y capacitación de personal	3,0	4,5
Captura de información en campo	3,0	4,7
Calidad en el registro de la información	4,0	4,6
Tiempo en la aplicación de encuestas de preferencias reveladas	3,5	4,8
Tiempo en la digitación de información	3,8	5,0
Tiempo en el procesamiento de información	3,8	5,0
Riesgo de agresión para el personal que realiza la actividad en campo	3,5	4,5

Fuente: Elaboración propia

Se observa que uno de los aspectos que genera mayor impacto es el costo de alquiler de equipos, ya que respecto a realizarlo manualmente este valor se incrementó en un 20%, sin embargo, se garantiza mayor oportunidad en el tiempo de realización.

Otro aspecto que se valoró al momento de calificar, es que las personas de estrato medio alto, no presentaron en las pruebas realizadas a los grupos focales, disposición a destinar tiempo para la realización de las encuestas de manera manual.

**Gráfica 6-7:** Análisis método de recolección información primaria



Fuente: Elaboración propia

**Etapas 1. Diagnóstico del área de estudio**

Esta etapa incluye valorar la información secundaria del sector en el aspecto legal, técnico y socioeconómico, acudiendo a solicitar información a las entidades por medio de derecho de petición.

En este caso, se requiere información del Ministerio de transporte, Secretaría Distrital de Movilidad, Alcaldía Mayor de Bogotá, Alcaldía Local del sector objeto de estudio, Policía de Tránsito, Secretaría Distrital de Planeación, empresa operadora y gestora del sistema de transporte masivo Transmilenio S.A, entre otras.

- Marco de referencia que integre los aspectos técnicos, legales, antecedentes y contextualización del problema en el sector objeto de estudio.
- Solicitud de información
- Localización del área
- Jerarquización vial
- Aspectos físicos del sector
- Oferta de transporte formal
- Verificación de información del sector en la encuesta de movilidad
- Análisis de la demanda de la estación BRT seleccionada, con información del operador del sistema de transporte

## **Etapas 2. Recolección de información primaria**

Para la recolección de la información primaria en estratos socioeconómicos medio alto es necesario buscar aliados estratégicos que permitan llegar de manera más práctica a los usuarios del sistema y que generen confianza en el sector. Por ello, la selección del grupo focal es relevante, ya que de ello depende ingresar con mejores condiciones al sector. Para la recolección de información en aforos y conocimiento del sector, resultan de utilidad las cámaras de video, que pueden ser instaladas en lugares estratégicos del sector objeto de estudio.

Es importante identificar a los administradores de centros comerciales, gerentes inmobiliarios, administradores de conjuntos residenciales, servidores públicos que tengan relación con la operación del sistema de transporte, presidente de junta de acción comunal del sector, un concejal o un líder comunitario que permita entrar al sector y establecer vínculos que faciliten el desarrollo del trabajo y que en alguna medida puedan servir de enlace en trámites o requerimientos.

El tamaño muestral se determina de acuerdo con la información del operador del sistema de transporte Transmilenio S.A, quien facilita la información histórica de los accesos. Para el cálculo, se sugiere la Ecuación 1 señalada en la metodología presentada en el capítulo 2. Cuando se tenga la información de censo de población 2018, se tendrá la población del sector objeto de estudio por estrato, lo que puede compararse y a criterio de lo realizado en el estudio valorar los resultados. En el caso del presente estudio, no se tenía información de la población del sector objeto de estudio por estratos, lo que generó la realización de cálculos de estimación de población.

El análisis histórico del acceso al sistema permite conocer si la demanda del sector aumenta, disminuye o ha variado desde la entrada en operación del sistema. Los datos históricos son importantes al momento de decidir el mes, día o días de la semana y horarios en los que se deben realizar las actividades de trabajo de campo de acuerdo con la necesidad particular de cada actividad.

Como se indicó en la metodología, las encuestas de movilidad son una herramienta útil para determinar las preferencias de los usuarios al momento de elegir el modo de transporte. Se recomiendan las encuestas de preferencias reveladas para analizar las preferencias actuales y las encuestas de preferencias declaradas para las preferencias hipotéticas que se plantean a los usuarios.

Para la realización de encuestas, resulta de utilidad la captura de información por medio de tabletas, que reducen los errores por parte de los encuestadores y facilitan la digitación de la información reduciendo tiempo.

En cuanto a la realización de aforos, se requiere un aforo de transporte ilegal que permita conocer sus características, modos y demandas y un aforo de transporte del sector sin incluir carga.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Elección de herramientas tecnológicas
- Selección grupo focal

- Selección tamaño muestral
- Aforo de transporte ilegal del sector
- Aforo de transporte en general
- Diseño de encuestas de preferencias reveladas para determinar en el sector el porcentaje de usuarios en condición socioeconómica media alta (máximo 6 preguntas) y la preferencia de estos usuarios por el transporte ilegal (máximo 15 preguntas).
- Diseño de encuestas de preferencias declaradas Máximo 10 preguntas hipotéticas y ocho alternativas de elección hipotética

### **Etapas 3. Caracterización de la demanda de transporte ilegal**

En el estudio de caso se realizaron dos jornadas de encuestas de preferencias reveladas de manera separada. La primera se hizo para conocer de los usuarios que ingresan al sistema de transporte masivo, el segmento que corresponde a condición socioeconómica media alta, determinando en qué modos llegaban a la estación, para así realizar una caracterización de la población debido a que las encuestas de movilidad realizadas en la ciudad no llegan a ese nivel de detalle.

Estas encuestas, como se indicó anteriormente, deben tener máximo seis preguntas y deben realizarse de manera rápida, de modo que la persona no tenga que detenerse a responder, sino que pueda ir caminando y respondiendo las preguntas.

Una vez analizado el resultado de la primera encuesta de preferencia revelada, la segunda jornada se realizó para determinar la preferencia de los usuarios en los modos ilegales. Esta debe estructurarse con máximo 15 preguntas, en un lenguaje claro.

Para el caso de la propuesta metodológica, se recomienda estructurar encuestas que reduzcan el tiempo de respuesta al encuestado, ya que las personas en condición socioeconómicamente media alta son renuentes a dar información. Es importante estructurar las preguntas ubicando las de mayor importancia para el estudio en el inicio y las preguntas de carácter social al final, de manera que, si el encuestado por afán no responde totalmente la encuesta, se tenga la información más relevante para el estudio.

La utilización de herramientas tecnológicas facilita el registro de la información y genera mayor confianza al momento de realizar la encuesta. Es importante también identificar al personal encuestador con carnet y distintivos que permitan visualizar el nombre, identificación y propósito del estudio.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Encuesta de preferencia revelada No.1. Máximo 6 preguntas.
  - Selección, capacitación y contratación del personal
  - Prueba piloto de la encuesta
  - Aplicación de la encuesta de preferencia revelada
  - Determinación del porcentaje de usuarios de transporte ilegal en condición socioeconómica media alta
- Encuesta de preferencia revelada No. 2. Máximo 15 preguntas.
  - Estructuración de preguntas para determinar la preferencia en el uso de transporte ilegal en el sector.
  - Selección, capacitación y contratación del personal.
  - Prueba piloto de la encuesta.
  - Aplicación de la encuesta de preferencia revelada.
  - Análisis y procesamiento de información.

#### **Etapas 4. Evaluación de opciones de cambio modal**

Se deben analizar los resultados obtenidos de las encuestas de preferencias reveladas y con base en ello estructurar las opciones hipotéticas de cambio modal. Es necesario identificar los modos de transporte ilegal de mayor utilización y valorar si estos pueden ser objeto de formalización, para compararlos con los modos formales colectivos del sector.

Se sugiere trabajar con modelos desagregados, los cuales permiten el análisis de decisiones individuales, relacionado con la teoría de la utilidad aleatoria. Los resultados obtenidos de manera individual en las encuestas de preferencias declaradas, que

describen el comportamiento individual, se deben procesar en un software, para este caso se sugiere la aplicación tipo Logit.

Por tratarse de un estudio académico, se recomienda el software libre Biogeme versión 2.6, utilizado por razones económicas y prácticas dentro del desarrollo del trabajo. Sin embargo, para un trabajo contratado por el estado o una entidad pública debe utilizarse un software con licencia vigente. Para esta etapa se siguieron los siguientes pasos:

- Encuestas de preferencias declaradas
  - Estructuración de las preguntas relacionadas con modos alternativos de transporte para el sector.
  - Elección de los dos modos de transporte a comparar.
  - Diseño de ortogonalidad de la encuesta para los dos modos de transporte a comparar.
  - Atributos y niveles para la estructuración de las dos alternativas hipotéticas.
  - Diseño de la encuesta para modo de aplicación virtual.
  - Diseño de la encuesta para modo de aplicación físico.
  - Envío de encuestas al grupo focal.
  - Aplicación de encuestas a residentes del sector Mazurén – occidental

Las encuestas se diseñaron y estructuraron con el propósito inicial de realizarlas de manera virtual, se socializó con los conjuntos que hicieron parte del grupo focal y se remitieron a los administradores de los conjuntos en un enlace de encuestas de google. En total se enviaron a 293 apartamentos, de los conjuntos Balcones del Carmel (60), Acacias Real II (150) y Conjunto Faro (83). Se esperó un lapso de 10 días, obteniendo respuesta de 31 residentes.

Teniendo en cuenta que la muestra de encuestas a realizar era de 400, se complementó la actividad realizándolas en campo de manera directa por medio de encuestadores. En totales tanto virtuales como directos, se realizaron 433. El porcentaje de encuestas atendidas de manera virtual fue del 10,11%.

- Modelo de elección Discreta

- Determinación de la función de utilidad
- Cálculo de la probabilidad de elección

Propuestas de transporte para el sector condición socioeconómica medio y alta:

- ✓ Análisis de resultados de transportes alternativos estación BRT Mazurén.
- ✓ Análisis de resultados de transportes comparados estación BRT Mazurén.
- ✓ Determinación de función de utilidad utilizando el software Biogeme 2.6.
- ✓ Determinación de probabilidad de elección y probabilidad de uso.
- ✓ Propuestas de transporte alternativo para el sector resultado del análisis técnico, que permitan reducir el transporte ilegal en el sector.
- ✓ Propuestas de transporte colectivo formal que permitan reducir la ilegalidad en el sector objeto de estudio

### **Etapas 5. Implementación de alternativas**

La implementación corresponde a quienes deciden sobre la política pública del transporte en la ciudad, se incluye como aspecto relevante en la planificación del transporte

La ciudad de Bogotá D.C requiere la integración del viaje en su trayecto inicial y final por medio de servicio formal, es decir, rutas de buses del servicio complementario o la vinculación de modos sostenibles como el bicitaxi en condiciones de formalización total, ya que la reciente expedición de la Resolución 3256 del 3 de agosto de 2018 es solamente el inicio de este proceso.

### **Etapas 6. Monitoreo, control y retroalimentación**

Una vez se implementen soluciones que reduzcan el transporte ilegal, se debe realizar control y vigilancia por parte de las autoridades. Analizar los focos de transporte ilegal que se presenten, valorando los fenómenos que los generan o las nuevas dinámicas de la movilidad que requieran la implementación de cambios estructurales y ajustes en el sistema de transporte formal. Lo que se debe tener presente es generar un servicio de calidad, eficiente, ajustado a su necesidad de accesibilidad y que reduzca el tiempo en los desplazamientos.

Las ciudades son dinámicas y van cambiando los usos y formas de vida, los modos de transporte también van cambiando con el tiempo, por ello la metodología propuesta permite que una vez reglamentado un servicio de transporte público, las autoridades puedan hacer revisión de la dinámica de movilidad del sector.

## 6.2.2 Matriz FODA valoración de la propuesta metodológica

Por medio de una matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), se realizará la valoración de las fortalezas y oportunidades de cada una de las fases de la metodología propuesta en las etapas 1 a 4. Las debilidades y amenazas se presentarán como recomendaciones a tener presentes al momento de aplicar la metodología, las cuales se plantean desde la experiencia obtenida durante el trabajo realizado y se califican de acuerdo a la forma como se superaron.

Realizar el estudio siguiendo las etapas propuestas, permite tener información en tiempo real para plantear opciones de cambio modal que reduzcan la ilegalidad y que estén acordes a las necesidades del sector.

**Tabla 6-5:** Matriz FODA propuesta metodológica

ETAPA 1. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Por medio de recorridos, se identificaron las particularidades sociales, técnicas, económicas, ambientales, políticas, geográficas del sector y la dinámica de la movilidad cotidiana de corta distancia.  Realización de recorridos permanentes y en diferentes horas del día, para tener conocimiento directo de la dinámica del sector.	Tener claridad de la dinámica de movilidad del área de estudio.	Para la fecha de realización del estudio no existía censo de población en la ciudad. Se realizaron proyecciones con base en la consolidación del sector.	Tomar información de las páginas institucionales sin tener certeza de su actualización.
Estructuración de un formato de derecho de petición para la solicitud de información a las	Por medio del Derecho de Petición de	Tomar decisiones con información incompleta o sin	Derechos de petición redactados de

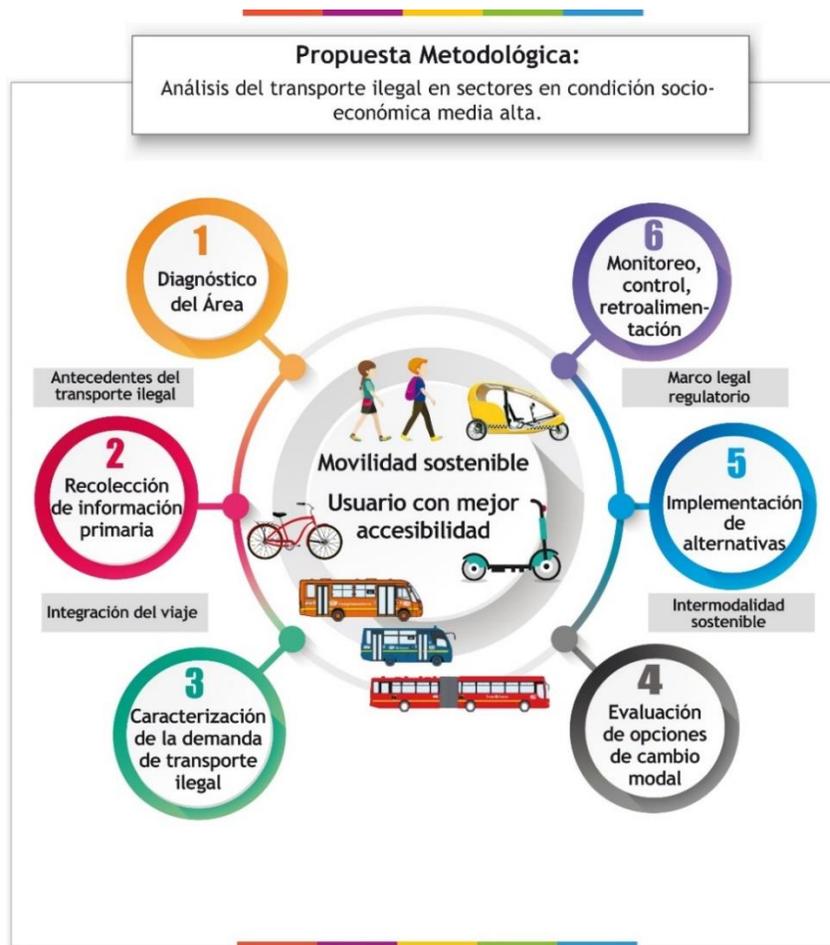
entidades públicas y privadas.	información, las entidades públicas y privadas facilitan información en menor tiempo	fuentes oficiales.	manera incompleta o imprecisa, generan demoras en el recaudo de información secundaria.
Soportes documentales de la correspondencia enviada y recibida.	Generar trazabilidad del trabajo.		Tomar información sin fuente conocida
<b>ETAPA 2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA</b>			
Contacto directo con personas claves del sector como: administradores de conjuntos residenciales, administrador centro comercial Mazurén, personas del sector comercial y líderes comunitarios Selección del grupo focal con mayor cercanía y confianza	Trabajo de socialización con personas claves del sector en estudio.	Indiferencia respecto al tema de ilegalidad por parte de los residentes del sector.	Dificultad en la socialización del trabajo a realizar.
Trámite de permisos para la instalación de equipos ante autoridades (SITP Policía Nacional, Alcaldía local).	Realización de actividades con la tranquilidad de tener autorización por parte de la autoridad competente.	Falta de atención y respuesta por parte de las autoridades	Trámite inoportuno ante las autoridades los permisos para la ubicación de los equipos de grabación. Sanciones o llamados de atención.
Formación y contratación del personal cumpliendo con la seguridad social y riesgos laborales. Identificación del personal por medio de distintivos para el personal que trabaja (encuestadores, aforadores, técnicos de equipos).	Menor riesgo para el personal que trabaja en campo. Disminución del riesgo de agresión para personal que labora en la realización de aforos de transporte ilegal.	Realizar el trabajo de campo sin cumplir con seguridad social del personal.	Agresión física o verbal a personal de campo
Utilización de herramientas tecnológicas como cámaras de video de más de 16 horas continuas. Equipos utilizados asegurados contra todo riesgo (daño o pérdida)	Confiable y precisión en la captura de información, mayor número de horas de trabajo (no se limitó a las franjas pico)	Se aumenta el costo general del estudio por alquiler de equipos en un 20%, con respecto a actividades de toma de información manual	Robo o daño de equipos. Condiciones climáticas que impidan la realización de las actividades en las fechas

Utilización de tablets para las encuestas de preferencias reveladas	Menor tiempo en la realización de captura de información	En estrato medio alto las personas presentan desconfianza al momento de atender a encuestadores.	Realizar encuestas incluyendo más de 15 preguntas.
Procesamiento de información en software con licencia de funcionamiento	Menor tiempo en el procesamiento de la información.	Mayor costo por la utilización de equipos.	Software sin licencia de funcionamiento
Diseño y estructuración de preguntas para encuestas de preferencias reveladas y declaradas. Diseño de formatos para aplicar encuestas de preferencias reveladas en formatos físicos y para las encuestas de preferencias declaradas en formatos físicos y virtuales			
<b>ETAPA 3. CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE ILEGAL</b>			
Estructuración y aplicación de las preguntas de la encuesta de preferencias reveladas en orden de importancia para las necesidades del estudio. Procesamiento de información en tiempo real. Soportes digitalizados de la información tomada en campo y del procesamiento.	Agilidad en la caracterización que permite determinar las preferencias reveladas en el uso del transporte ilegal	El encuestado no responde totalmente las preguntas.	Condiciones del clima que impidan la realización de la actividad. Alteraciones de orden público durante la realización del trabajo.
Estructuración y aplicación de las preguntas de la encuesta de preferencias declaradas en orden de importancia para las necesidades del estudio Diseño de las preguntas de opciones hipotéticas de cambio modal teniendo en cuenta criterios de ortogonalidad, atributos y niveles de elección			
<b>ETAPA 4. EVALUACIÓN DE OPCIONES DE CAMBIO MODAL</b>			
Modelación de la demanda utilizando métodos de reconocida aplicación académica, modelos desagregados con análisis de decisiones individuales. Procesamiento de la información en un software gratuito por tratarse de un estudio	Planteamiento de opciones hipotéticas ajustadas a la realidad y necesidades del sector y de la condición económica.	Para estudios diferentes a los académicos, se debe incluir el costo de utilización de software comercial.	Utilización de software sin licencia para estudios diferentes a los académicos

académico (Biogeme 2.6).	Propuestas viables para el corto, mediano y largo plazo.		
Propuestas de reducción de la ilegalidad con transporte viables en la implementación a corto, mediano y largo plazo.	Reducción de tiempo y costo en las propuestas de cambio modal para reducir el transporte ilegal		

Fuente: Elaboración propia

**Figura 6-2:** Diagrama Propuesta Metodológica



Fuente: Elaboración Propia

# Conclusiones y recomendaciones

## - Condición actual del transporte ilegal

Para el año 2011 los usuarios de transporte ilegal en el sector objeto de estudio eran 2.475 al día, utilizando cuatro modos de transporte: el vehículo particular prestando servicio de transporte público, el vehículo de servicio público especial prestando servicio público urbano, el taxi prestando servicio colectivo y el bicitaxi; predominaba el vehículo particular por puesto, seguido del taxi prestando servicio colectivo (Numeral 3.1.1). Los usuarios de bicitaxi eran 53 al día, en el año 2015 aumentaron a 1.384 y actualmente son 2.403 usuarios. Esto refleja un crecimiento acelerado de este modo de transporte ilegal, debido al aumento en los metros cuadrados construidos y consolidación del sector especialmente para uso residencial, en los estratos 4 y 5 (Gráfica 3-2).

La proyección de población de la zona de estudio muestra que las ZAT que la conforman el 78.6%, corresponde a residentes en condición socioeconómica media alta (Tabla 3-1 y Tabla 3-2), aspecto que se valoró al momento de seleccionar el área de estudio.

Del aforo de transporte ilegal registrado en el numeral 4.3, los modos de transporte ilegal de preferencia en la llegada y en la salida son el bicitaxi, el vehículo de servicio especial prestando un servicio no autorizado (busetas tipo minivan) y el vehículo particular prestando servicio público. La cifra de usuarios de transporte ilegal ha aumentado a 3.297 usuarios al día, en 794 vehículos, en los que predomina el bicitaxi, que pasó de 7 usuarios en el año 2011 a 578 en el año 2018 (Gráfica 4-7).

El servicio de transporte ilegal es permanente durante la jornada evaluada de 6:00 a las 22:00 (numeral 4.3), se presenta mayor número de usuarios en la hora punta de la mañana, predominando en todas las franjas horarias el bicitaxi, seguido del vehículo particular y en tercer lugar las busetas tipo van (Gráfica 4-6). El modo utilizado de taxi prestando servicio de colectivo fue desplazado por el biciraxi.

Hasta agosto de 2018 los triciclos y las bicicletas no estaban contemplados como vehículos para prestar el servicio de transporte público urbano de pasajeros. Con la expedición de la Resolución 3256 de agosto de 2018, se generó un avance en la formalización por parte del Ministerio de Transporte, quedando pendiente la forma de organización de los prestadores del servicio, la estructura organizacional que tendrán los vehículos en la vías de la ciudad, aspectos importantes como la homologación de los bicitaxis y la reglamentación del registro único nacional de tránsito RUNT. Esta regulación parcial e incompleta impide tener en la ciudad un transporte legal.

Los modos regulados en Colombia para el servicio colectivo incluyen buses, busetas, microbuses; para el servicio individual se encuentra el taxi. El marco legal nacional como del distrito especial de Bogotá, es determinante al señalar que los medios de transporte público de pasajeros deben estar autorizados para prestar el servicio, con equipos matriculados o registrados. Por lo anterior, el vehículo particular por puesto y los vehículos de servicio especial (busetas tipo minivan) que prestan servicio en el sector objeto de estudio, realizan una actividad ilegal.

La ilegalidad atiende la demanda de un servicio público que es una responsabilidad constitucional del Estado Colombiano, aspecto que se refleja en el marco legal señalado en el numeral 1.2. El transporte ilegal ofrece una solución a una necesidad en la movilidad cotidiana, que a largo plazo se convierte en un problema social y económico como se expresa en el proyecto de acuerdo 260 de 2012, ya que quienes consolidan una actividad en la informalidad posteriormente exigen derechos, y para solucionarlo la administración pública tendrá que disponer de importantes cifras de recursos públicos para atender esta problemática. Lo que requiere una intervención oportuna para evitar mayor costo en medidas de control y evitar medidas represivas que afecten la tranquilidad social.

#### - **Preferencia en el uso del transporte ilegal**

El proceso de consolidación del sector noroccidental de la autopista norte con ocasión de la entrada en operación de la primera fase del sistema BRT en la ciudad de Bogotá, es un factor que ha influido en la existencia de transporte ilegal en el sector (Figura 3-3 y Figura 3-4). Cuenta con rutas zonales y complementarias del sistema integrado de transporte – SITP como se muestra en el numeral 3.5, sin embargo, dentro de las

principales razones por las que los residentes no usan el transporte formal se encuentran: se demora en pasar, pasa muy lejos, pasa lleno, el sector es congestionado, da muchas vueltas, es inseguro, entre otros (Gráfica 4-28).

La aplicación de las encuestas de preferencias reveladas muestra que el sector objeto de estudio, el 56% de los usuarios son mujeres y el 44% son hombres. En la distribución por estrato los usuarios el 41.95% corresponde a estrato 4, el 26.88% estrato 3, el 4,59% estrato 5, el 19,81% estrato 2 y el 6,77% estrato 1. El mayor porcentaje corresponde al estrato 4 y 5 con el 46,54% (Gráfica 4-12).

La distribución modal para los usuarios en condición socioeconómica media alta (estratos 4 y 5), el transporte ilegal equivale al 25.83%, (Gráfica 4-13). La distribución de los usuarios de transporte ilegal en el estrato medio y alto el 46.12% son usuarios de bicitaxi, el 34.89% son usuarios de vehículo particular y el 18.98% son usuarios de busetas tipo mini van (Gráfica 4-16). El promedio de costo en bicitaxi se encuentra entre \$1.134 a \$4.200, en minivan en \$1.127 a \$3.900 y en vehículo particular entre \$1.129 a \$2.000 (tabla 4-4); el 55% de los usuarios son género femenino y el 45% género masculino (Gráfica 4-17); el 71% señalan como principal motivo del viaje el trabajo, seguido del estudio con 13%, trámites 6%, entretenimiento 5%, salud 2%, otros 3%. (Gráfica 4-19)

La causa más frecuente en la preferencia en el uso del transporte ilegal, está asociada a menor tiempo de espera, menor tiempo de viaje para acceder al sistema BRT, servicio puerta a puerta, seguridad ciudadana, distancia, costo, entre otros (Gráfica 4-21). Los operadores ilegales en los diferentes modos han logrado organización en sus rutas, las cuales son definidas y cuentan con puntos de despacho que las hacen eficientes. El usuario no tiene en cuenta el riesgo en la seguridad vial al utilizar transporte ilegal, ya que lo más trascendental al elegir el modo del intercambio modal es el menor tiempo en llegar a tomar el transporte de larga distancia. Por esto, el uso predominante del transporte ilegal es como servicio complementario al sistema de buses BRT.

Respecto a la frecuencia del uso del transporte ilegal el 68% es de lunes a viernes (Gráfica 4-22), el 58% lo utiliza 2 veces al día (Gráfica 4-23) y el 80,10% de los usuarios se encuentra en la hora pico de la mañana (Gráfica 4 -24).

El 70% de los usuarios presenta tiempo de viaje de 10 minutos (Gráfica 4-26) y el 83% tiempos de espera de 10 minutos (Gráfica 4-27). En la calificación de 1 a 5 del transporte ilegal, el 78,93% de los usuarios califican el servicio con un puntaje superior a 3.0 (Gráfica 4-30), lo que muestra aceptación por los modos ilegales.

En el sector el 83,47% de viajes realizados se realiza en distancia entre 0,5 y 1,9 km (Gráfica 4-31). El 46,59% de los viajes presenta tiempo entre 5 y 10 minutos, el 33% menos de cinco minutos, el 16,73% de 10 a 15 minutos y el 3,35% más de 15 minutos.

#### - **Opciones de cambio modal**

Para los usuarios en condición socioeconómica media alta, el costo del transporte ilegal no es un factor que limite su utilización, ya que dentro de los atributos y niveles presentados a los usuarios se les presentaron rangos entre 1.500 a 2.000 y 2.000 a 2.500 (Tabla 5-2), que en este caso equivalen a un incremento del viaje total entre 65% y 108% y pese a ello, los usuarios prefieren el transporte ilegal. Esto muestra que la solución al intercambio modal debe incorporar modos colectivos que sean versátiles, que generen tiempos de espera inferiores a 5 minutos, tiempos de viaje de máximo 10 minutos y que permitan un servicio puerta a puerta.

La aplicación de la primera parte de la encuesta de preferencias declaradas (Figura 5-1), respecto a la utilización hipotética de bicicletas públicas integradas al sistema de transporte, el 72,45% de los usuarios indica que las utilizaría (Gráfica 5-2). Sin embargo, a la pregunta hipotética de si estaría dispuesto a pagar, el 61% expresa que no está dispuesto a pagar, lo que no muestra una alternativa viable en el mediano plazo (Gráfica 5-3). Los modos alternativos que los usuarios estarían dispuestos a utilizar como intercambio modal son la bicicleta en 45.37% (Gráfica 5-6) pese a que el sector no cuenta con una cicloruta totalmente integrada.

Los modos alternativos no son atractivos para los usuarios, porque el sector carece de nivelación de andenes y adecuación de espacios mixtos que permitan utilizar de manera segura modos como patines, patinetas, tablas, monociclos, entre otros. Para el largo

plazo, es necesario el mejoramiento de la infraestructura urbana que permita la utilización de transportes alternativos, generando metodologías de planeación urbana orientadas al transporte. Esto permite integrar la ciudad y generar mejores condiciones para las personas con movilidad reducida y ciudades para la accesibilidad universal.

Para el corto plazo, se debe mejorar la operación de los buses que prestan el servicio complementario en el sector, de manera que se reduzca tiempo de viaje y tiempo de espera, ya que el reducido costo que tiene el servicio formal (\$0 pesos y \$200 pesos), no es un factor que influye en el sector en condición económica media alta al momento de decidir el modo de transporte, como se observa en los ocho casos planteados en la segunda parte de la encuesta de preferencias declaradas Figura 5-1 y Figura 5-2.

Para el mediano plazo, la implementación de cicloparqueaderos en la estación Mazurén es un aspecto viable. Según la respuesta dada por los usuarios, el 70,60% expresa que sí utilizarían cicloparqueaderos (Gráfica 5-1). Esta alternativa reduce el uso de transporte ilegal en el mediano plazo, lo que implica generar infraestructura para biciusuarios en la estación BRT Mazurén.

Al aplicar la segunda parte de la encuesta de preferencias declaradas, el resultado obtenido para los ocho casos presentados, muestran que los usuarios en condición socioeconómica media alta prefieren el bicitaxi al servicio complementario (Gráfica 5-10). De los resultados obtenidos con los parámetros de utilidad, aplicándolos para calcular la probabilidad de elección y la probabilidad de uso, se tiene que la utilidad del bicitaxi es 0,95 y la utilidad del SITP complementario -1,0, la probabilidad de uso del bicitaxi es 0,875 y la del SITP complementario 0,124 (Tabla 5-4).

La formalización integral o total del bicitaxi aumentará la demanda del servicio en el sector que pasará del 13.93% al 30.11%. La demanda del transporte complementario actual del SITP es de 9.23% y se reducirá a 4.75% (Tabla 5-5). Lo anterior ocurriría debido a los escenarios de tiempo de espera y tiempos de viajes en rangos de 10 a 15 minutos y de 15 a 25 minutos, lo que genera un impacto negativo frente a un transporte público colectivo de corta distancia que ya se encuentra establecido en la ciudad.

El servicio de bicitaxi formal disminuirá el transporte ilegal en modos como el vehículo particular por puesto, reduciendo su uso del 6.42% al 0.10%, y en el caso de las busetas tipo minivan pasarían del 5.48% al 0.09%, lo que desestimularía la prestación de este servicio ilegal (Tabla 5-5).

Tomando información de estudios realizados en sectores en condición socioeconómicamente baja se encuentra, que los aspectos que hacen que los usuarios tengan mayor preferencia por el transporte ilegal son reducir el tiempo de viaje y el tiempo de espera (Tabla 6-1). El resultado de aplicar la segunda parte de la encuesta de preferencias declaradas en una prueba piloto en la estación Tintal, muestra que existe preferencia por la propuesta de transporte complementario del SITP (Gráfica 6-6).

Se encuentra una diferencia en el cambio hipotético de opciones de cambio modal entre personas en condición socioeconómica baja, con respecto a personas en condición socioeconómica media alta. Aunque en los dos casos los usuarios tienen la misma necesidad de reducir el tiempo de viaje y el tiempo de espera, para los usuarios en condición socioeconómicamente baja el costo del intercambio modal es un factor importante en la toma de decisión (Gráfica 6-6). Esto se refleja en el resultado obtenido, en donde los usuarios indicaron la opción 2, que corresponde al transporte complementario con costos de cero pesos y 200 pesos en costo de trasbordo.

Los resultados obtenidos en la Tabla 6-2 y Tabla 6-3 muestran que la utilidad y la probabilidad de uso en este sector socioeconómico bajo es inverso al sector socioeconómico medio alto. Para el caso la función de utilidad del Bicitaxi es 1,06 con probabilidad de uso de 0,107 y para el SITP complementario la utilidad es de -1,06 con probabilidad de uso de 0,892.

#### - **Propuesta metodológica**

La metodología propuesta es el resultado de la experiencia obtenida durante las diferentes etapas del desarrollo del trabajo de grado, que permitan analizar el problema de la ilegalidad de manera efectiva, generando alternativas para cada sector de acuerdo con las preferencias de los usuarios del nivel medio alto.

La utilización de herramientas tecnológicas como cámaras de video para la realización de aforos de transporte ilegal, genera precisión en la toma de información, agiliza el procesamiento de la misma y reduce el riesgo de agresión al personal que realiza actividades de campo (Tabla 6-4 y en Gráfica 6-7).

La realización de encuestas de preferencias reveladas utilizando herramientas tipo Tablet, reduce el tiempo de la actividad con el encuestado, facilita la captura o toma de información y agiliza el procesamiento de la información. De otra parte, el encuestado presenta receptividad y sensación de seguridad al estar en contacto con un encuestador identificado y con una herramienta tecnológica. Las encuestas deben tener entre 6 y 15 preguntas, y tiempos de realización entre 3 a 5 minutos, ubicando en primer orden las que son esenciales para el estudio, ya que un número mayor de preguntas no son atendidas por el encuestado (Numeral 6.2.1). Es necesario garantizar la seguridad social y los riesgos laborales de las personas vinculadas al trabajo de campo y asegurar contra todo riesgo los equipos que se ubicarán en las vías y espacios públicos.

La estructuración y perfeccionamiento de las encuestas de preferencias declaradas y reveladas, a través de la participación de grupos focales residentes del sector, permitió disminuir los errores al momento de aplicar las encuestas y garantizó precisión en los tiempos con cada encuestado.

En el estrato medio alto del sector Mazurén, las encuestas de preferencias declaradas se atendieron de manera virtual en un 10,11%, lo que refleja que se requiere aplicar estas encuestas de manera directa en campo por medio de encuestadores formados para esta actividad.

La información que se solicite a entidades públicas o privadas debe tramitarse a través del mecanismo legal, derecho de petición de información, en el que se debe expresar claramente el objetivo de trabajo a realizar, el responsable del manejo y el uso exclusivo que se le dará a la información suministrada. En el anexo C, se incluye el modelo de derecho de petición estructurado para la solicitud de información secundaria.

## **Recomendaciones**

Respecto a la reglamentación del servicio del bicitaxi y en general a todas las formas de transporte ilegal presentes en el sector objeto de estudio, se requiere una intervención del estado que genere oportunidades de reconversión laboral. A los conductores que obtienen ingresos de esta actividad, es necesario otorgarles oportunidades de cambio laboral, de manera que no se afecte al ser humano que realiza esta actividad como un medio de subsistencia.

Es necesario desestimular el transporte ilegal, generando servicio de calidad en el marco de las normas y del servicio eficiente al ciudadano, evitando las medidas represivas y la fuerza pública para el control, ya que la ilegalidad se da como respuesta a una necesidad inminente de la comunidad del sector.

La integración del viaje en la ciudad de Bogotá D.C debe realizarse tanto en la parte operativa como tarifaria, para generar alternativas en el urbanismo de la ciudad y que el usuario pueda realizar de manera autónoma el acceso al sistema de transporte en modos amigables con el medio ambiente y sostenibles. Por ejemplo, caminar o la bicicleta, son buenas alternativas por medio de espacios seguros en las estaciones del sistema de buses BRT. Se deben generar posibilidades de transporte alternativo para la movilidad acorde a las ciudades del futuro, como monopatines, tablas, monociclos, entre otros modos que día a día se crean a nivel mundial.

Se recomienda aplicar en Bogotá D.C la propuesta metodológica desarrollada, para identificar patrones de comportamiento en el uso de transporte ilegal. Las alternativas de transporte sostenible que reduzcan la ilegalidad deben analizarse para cada estación de acuerdo con las condiciones particulares de cada lugar y para cada modo de transporte. Las propuestas deben ser acorde a las características particulares de cada estación del sistema BRT. Se debe tener en cuenta características operacionales, seguridad del sector, condición socioeconómica, aspectos ambientales, sostenibilidad, flexibilidad al cambio e infraestructura vial actual y potencial.



## **A. Anexo: Resultados Modelo Estación BRT Mazurén**

21/10/2018

ModeloEPD.html - Report from biogeme 2.6a [Wed, Apr 19, 2017 7:41:58 AM]

## biogeme 2.6a [Wed, Apr 19, 2017 7:41:58 AM]

### Michel Bierlaire, EPFL

This file has automatically been generated.

10/14/18 20:25:24

Tip: click on the columns headers to sort a table [[Credits](#)]

Modelo\_Demanda\_1

```

Model: Logit
Number of estimated parameters: 5
Number of observations: 1000
Number of individuals: 1000
Null log likelihood: -693.147
Cte log likelihood: -662.072
Init log likelihood: -693.147
Final log likelihood: -658.604
Likelihood ratio test: 69.087
Rho-square: 0.050
Adjusted rho-square: 0.043
Final gradient norm: +1.316e-003
Diagnostic: Convergence reached...
Iterations: 8
Run time: 00:00
Variance-covariance: from analytical hessian
Sample file: Libro1.dat

```

### Utility parameters

Name	Value	Std err	t-test	p-value	Robust Std err	Robust t-test	p-value
Asc1	1.06	0.742	1.43	0.15	* 0.890	1.19	0.23
Asc2	-1.06	1.80e+308	-0.00	1.00	* 1.80e+308	-0.00	1.00
BetaC	-0.00103	0.000437	-2.35	0.02	0.000437	-2.35	0.02
BetaD	0.0309	0.0262	1.18	0.24	* 0.0262	1.18	0.24
BetaE	0.00343	0.0262	0.13	0.90	* 0.0262	0.13	0.90

### Utility functions

Id	Name	Availability	Specification
2	BICITAXI	One	Asc2 * One + BetaC * COSTO_2 + BetaD * T_VIAJE_2 + BetaE * T_ESPERA_2
1	SITPC	One	Asc1 * One + BetaC * COSTO_1 + BetaD * T_VIAJE_1 + BetaE * T_ESPERA_1

### Correlation of coefficients

Coefficient1	Coefficient2	Covariance	Correlation	t-test	p-value	Rob. cov.	Rob. corr.	Rob. t-test	p-value
Asc2	BetaC	-9.01e-008	0.00	0.00	1.00	* -9.25e-008	0.00	0.00	1.00
BetaC	BetaE	-6.38e-009	-0.000557	-0.17	0.86	* 2.10e-007	0.0184	-0.17	0.86

21/10/2018

ModeloEPD.html - Report from biogeme 2.6a [Wed, Apr 19, 2017 7:41:58 AM]

Coefficient1	Coefficient2	Covariance	Correlation	t-test	P-value		Rob. cov.	Rob. corr.	Rob. t-test	P-value	
BetaD	BetaE	1.98e-007	0.000288	0.74	0.46	*	-2.06e-006	-0.00301	0.74	0.46	*
Asc1	BetaD	0.00870	0.447	1.41	0.16	*	0.00953	0.409	1.17	0.24	*
Asc1	BetaC	-0.000411	-1.27	1.43	0.15	*	-0.000413	-1.06	1.20	0.23	*
Asc1	BetaE	0.00860	0.443	1.45	0.15	*	0.00812	0.348	1.20	0.23	*
BetaC	BetaD	-6.30e-008	-0.00550	-1.22	0.22	*	-4.70e-007	-0.0410	-1.22	0.22	*
Asc1	Asc2	-0.550	0.00	1.79	0.07	*	-0.317	0.00	1.78	0.08	*
Asc2	BetaE	8.68e-006	0.00	0.00	1.00	*	8.54e-006	0.00	-45.47	0.00	
Asc2	BetaD	8.77e-006	0.00	0.00	1.00	*	8.94e-006	0.00	-46.64	0.00	

Smallest singular value of the hessian: 1.28471

**B. Anexo: Resultados Modelo  
Estación BRT Tintal**

7/9/2018

ModeloEPD.html - Report from biogeme 2.6a [Wed, Apr 19, 2017 7:41:58 AM]

## biogeme 2.6a [Wed, Apr 19, 2017 7:41:58 AM]

### Michel Bierlaire, EPFL

This file has automatically been generated.

09/07/18 05:38:31

Tip: click on the columns headers to sort a table [[Credits](#)]

Modelo\_Demanda\_1

```

Model: Logit
Number of estimated parameters: 5
Number of observations: 3344
Number of individuals: 3344
Null log likelihood: -2317.884
Cte log likelihood: -2109.539
Init log likelihood: -2317.884
Final log likelihood: -2106.766
Likelihood ratio test: 422.236
Rho-square: 0.091
Adjusted rho-square: 0.089
Final gradient norm: +3.948e-002
Diagnostic: Radius of the trust region is too small
Iterations: 38
Run time: 00:01
Variance-covariance: from analytical hessian
Sample file: Ejercicio_2.dat

```

### Utility parameters

Name	Value	Std err	t-test	p-value	Robust Std err	Robust t-test	p-value	
Asc1	0.974	0.420	2.32	0.02	0.563	1.73	0.08	*
Asc2	-0.974	1.80e+308	-0.00	1.00	* 1.80e+308	-0.00	1.00	*
BetaC	-0.000434	0.000246	-1.76	0.08	* 0.000246	-1.76	0.08	*
BetaD	0.0229	0.0148	1.55	0.12	* 0.0148	1.55	0.12	*
BetaE	-5.77e-005	0.0148	-0.00	1.00	* 0.0148	-0.00	1.00	*

### Utility functions

Id	Name	Availability	Specification
2	BICITAXI	One	Asc2 * One + BetaC * COSTO_2 + BetaD * T VIAJE_2 + BetaE * T ESPERA_2
1	SITPC	One	Asc1 * One + BetaC * COSTO_1 + BetaD * T VIAJE_1 + BetaE * T ESPERA_1

### Correlation of coefficients

Coefficient1	Coefficient2	Covariance	Correlation	t-test	P-value	Rob. cov.	Rob. corr.	Rob. t-test	p-value

file:///C:/Users/Libre/Desktop/Sra.%20Francy%20Espinel/Productos%20Finales/Modelo%20EPD%20-%20VF%20(Biogeme%202.6)/ModeloEPD.html

1/2

7/9/2018

ModeloEPD.html - Report from biogeme 2.6a [Wed, Apr 19, 2017 7:41:58 AM]

Coefficient1	Coefficient2	Covariance	Correlation	t-test	P-value		Rob. cov.	Rob. corr.	Rob. t-test	P-value	
Asc2	BetaC	-1.91e-007	0.00	0.00	1.00	*	-1.91e-007	0.00	0.00	1.00	*
BetaC	BetaE	-2.03e-010	-5.58e-005	-0.03	0.98	*	-1.17e-009	-0.000322	-0.03	0.98	*
BetaD	BetaE	3.81e-009	1.75e-005	1.10	0.27	*	6.84e-007	0.00313	1.10	0.27	*
BetaC	BetaD	-6.16e-009	-0.00169	-1.58	0.12	*	2.67e-008	0.00734	-1.58	0.12	*
Asc1	BetaD	0.00276	0.445	2.30	0.02		0.00270	0.324	1.70	0.09	*
Asc1	BetaC	-0.000131	-1.27	2.32	0.02		-0.000131	-0.941	1.73	0.08	*
Asc1	BetaE	0.00274	0.441	2.36	0.02		0.00275	0.330	1.74	0.08	*
Asc1	Asc2	-0.176	0.00	3.14	0.00		-0.0337	0.00	3.14	0.00	
Asc2	BetaE	5.59e-006	0.00	0.00	1.00	*	5.61e-006	0.00	-78.48	0.00	
Asc2	BetaD	5.64e-006	0.00	0.00	1.00	*	5.55e-006	0.00	-80.28	0.00	

Smallest singular value of the hessian: 4.01437

**C. Anexo: Modelo derecho de  
petición solicitud de información**

## MODELO DERECHO DE PETICIÓN DE INFORMACION

Bogotá D.C,

Doctor

(Nombre del servidor público)

Director de Transporte e Infraestructura

Secretaría Distrital de Movilidad

Calle 13 No. 37-35

Bogotá D.C

Asunto: Derecho de petición Artículo 23 de la Constitución Política y Ley 1755 de 2015 (Solicitud sobre Transporte público ilegal)

Respetado Doctor Martínez Jaimes:

(Nombre del estudiante), identificada con cédula de ciudadanía xxxx, de conformidad con lo establecido en el artículo 23 de la Constitución Política, en concordancia con la Ley 1755 de 2015, comedidamente me permito presentar la siguiente petición,

### **HECHOS:**

Como estudiante de Maestría en Ingeniería - Transporte de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá D.C, con fines académicos con el propósito de realizar un estudio de caso sobre (señalar el objetivo del trabajo final de maestría o tesis), solicito la siguiente información:

### **PETICIÓN**

Solicito me faciliten a mi costa información relacionada con (exponer claramente lo que el estudiante necesita).

- 1.
- 2.
- 3.

Para mayor facilidad la anterior información puede ser suministrada de manera digital.

### **FINALIDAD**

La información tendrá como única finalidad, valorar documentos técnicos realizados por entidades públicas y/o privadas (como información secundaria), para la estructuración del estado del arte en la realización de un estudio de caso académico.

### **NOTIFICACIÓN**

Mi dirección de correspondencia es la siguiente: (indicar la dirección precisa del lugar en donde se quiere recibir la información, correo electrónico y teléfono)

Cordialmente,

Nombre y firma del estudiante

Cédula de ciudadanía

## **D. Anexo: Encuesta de preferencias declaradas**

Área curricular de Ingeniería Civil y Agrícola  
 Facultad de Ingeniería  
 Sede Bogotá



**PROYECTO DE MAESTRÍA EN TRANSPORTE UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - ESTUDIO DE MOVILIDAD PARA ACCEDER A LA ESTACIÓN DE TRANSMILENIO MAZURÉN**

Durante los últimos quince años se ha presentado la consolidación del sector occidental próximo a la estación de Transmilenio Mazurén, construyendo edificaciones residenciales y comerciales que han generado nuevas necesidades de transporte para acceder al transporte masivo. La siguiente encuesta presenta a los residentes del sector Mazurén alternativas hipotéticas de transporte; solicitamos su participación voluntaria contestando las siguientes preguntas con el fin de plantear alternativas de transporte formal que mejoren la movilidad del sector:

1) Si en la estación de Transmilenio Mazurén se implementan cicloparqueaderos, utilizaría su bicicleta para acceder a Transmilenio?  
 Si  No  Tal vez

2) Si en el sector próximo a la estación Mazurén se implementaran bicicletas públicas integradas al Sistema de transporte (SITP) las utilizaría?  
 Si  No  Tal vez

3) Estaría dispuesto a pagar por el servicio de bicicletas públicas?  
 Si  No  Tal vez

4) Si pudiera escoger ¿Cuál sería su medio de transporte ideal como servicio complementario para llegar a la Estación de Transmilenio Mazurén?  
 Bicicleta Pública       SITP - Zonal  
 Bicitaxi Formal       Taxi  
 SITP - Complementario       Otro \_\_\_\_\_

5) ¿Si su sector tuviera mejor seguridad, andenes y ciclo vías, utilizaría transportes alternativos amigables con el medio ambiente para acceder a Transmilenio?  
 Si  No  Tal vez

6) Si su anterior respuesta fue positiva ¿Cuál medio alternativo utilizaría? \_\_\_\_\_

7) Su edad es:  
 Menor de 15       Entre 31 y 40  
 Entre 16 y 20       Entre 41 y 60  
 Entre 21 y 25       Mayor de 60  
 Entre 26 y 30

8) Genero  
 Mujer  
 Hombre  
 Prefiero no decirlo  
 Otro \_\_\_\_\_

9) Nivel de ingresos  
 Menos de \$1.564,000  
 Entre \$1,564,000 y \$3,920,000  
 Entre \$3,920,000 y \$6,256,000  
 Entre \$6.256.000 y \$9,384,000  
 Más de \$9,384,000  
 No recibo ingresos

**Modos de transporte**

A continuación encontrará ocho casos cada uno con dos opciones de transporte complementario, SITP Complementario y Bicitaxi Formal (que cumple con los requisitos legales establecidos por la autoridad competente), en donde se presentan alternativas de tiempo de viaje, tiempo de espera y costo; por favor seleccione para cada caso la opción de mayor preferencia:

**Caso 1**



COSTO	\$1500 - \$2000
TIEMPO DE VIAJE	3 A 5 MIN
TIEMPO DE ESPERA	3 A 5 MIN



COSTO	\$0
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN

Opción 1       Opción 2

**Caso 2**



COSTO	\$1500 - \$2000
TIEMPO DE VIAJE	3 A 5 MIN
TIEMPO DE ESPERA	5 A 10 MIN



COSTO	\$0
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN
TIEMPO DE ESPERA	15 A 25 MIN

Opción 1       Opción 2

Área curricular de Ingeniería Civil y Agrícola  
 Facultad de Ingeniería  
 Sede Bogotá



**Caso 3**



COSTO	\$1500 - \$2000
TIEMPO DE VIAJE	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	3 A 5 MIN

Opción 1



COSTO	\$0
TIEMPO DE VIAJE	15 A 25 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN

Opción 2

**Caso 4**



COSTO	\$1500 - \$2000
TIEMPO DE VIAJE	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	5 A 10 MIN

Opción 1



COSTO	\$0
TIEMPO DE VIAJE	15 A 25 MIN
TIEMPO DE ESPERA	15 A 25 MIN

Opción 2

**Caso 5**



COSTO	\$2000 - \$2500
TIEMPO DE VIAJE	3 A 5 MIN
TIEMPO DE ESPERA	3 A 5 MIN

Opción 1



COSTO	\$200
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN

Opción 2

**Caso 6**



COSTO	\$2000 - \$2500
TIEMPO DE VIAJE	3 A 5 MIN
TIEMPO DE ESPERA	5 A 10 MIN

Opción 1



COSTO	\$200
TIEMPO DE VIAJE	10 A 15 MIN
TIEMPO DE ESPERA	15 A 25 MIN

Opción 2

**Caso 7**



COSTO	\$2000 - \$2500
TIEMPO DE VIAJE	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	3 A 5 MIN

Opción 1



COSTO	\$200
TIEMPO DE VIAJE	15 A 25 MIN
TIEMPO DE ESPERA	10 A 15 MIN

Opción 2

**Caso 8**



COSTO	\$2000 - \$2500
TIEMPO DE VIAJE	5 A 10 MIN
TIEMPO DE ESPERA	5 A 10 MIN

Opción 1



COSTO	\$200
TIEMPO DE VIAJE	15 A 25 MIN
TIEMPO DE ESPERA	15 A 25 MIN

Opción 2

Fecha de la encuesta:

Hora:

Sector toma de la encuesta:

Firma del encuestador

Ana Francy Espinel Ortega  
 Estudiante de Maestría en Ingeniería - Transporte  
 afespinel@unal.edu.co

# Bibliografía

Alcaldía Mayor de Bogotá. (15 de agosto de 2006) *Por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital, que incluye el ordenamiento de estacionamientos, y se dictan otras disposiciones.* [Decreto 319 de 2006]. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21066>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (23 de julio de 2009) *Por medio del cual se adopta el Sistema Integrado de Transporte de Bogotá D.C y se adoptan otras disposiciones.* [Decreto 309 de 2009]. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36852>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). *Encuesta de movilidad 2015.* Bogotá, D.C.: Secretaría Distrital de Movilidad. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/0ByNoeWkPXuHpakpSeFVOdnBsQ3c/view>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2016). *Proyecto del Plan de Desarrollo Bogotá 2016-2020.* Recuperado de [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/20160429\\_proyecto\\_pdd.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/20160429_proyecto_pdd.pdf)

Alcaldía Mayor de Bogotá. (28 de julio de 2017) *Por medio del cual se adopta la actualización de la estratificación urbana de Bogotá D.C. para los inmuebles residenciales de la ciudad.* [Decreto 394 de 2017]. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=70196>

Álvarez, C. (2009). *Modelación de la elección de modo y hora de salida ante pico y placa combinado con peaje urbano.* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Bierlaire, M. (2018). *BIOGEME.* Recuperado el 20 de septiembre de 2018, de: <http://biogeme.epfl.ch/home.html>

Bocarejo, J. P., Portilla, I., & Pérez, M. A. (2013). "Impact of Transmilenio on density, land use, and land value in Bogotá". *Research in Transportation Economics*, 40(1), 78–86. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.030>

Casado, J. M. (2008). "Estudio sobre movilidad cotidiana en México". *Scripta Nova, Vol.XII*, 273. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-273.htm>

Cervero, R. (2000). *Informal Transport in the Developing World. Nairobi, Kenia: UN Hábitat*. Recuperado de: <https://unhabitat.org/books/informal-transport-in-the-developing-world/+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co>

Concejo de Bogotá. (20 de octubre de 2005). *Por el cual se autoriza el cobro de una Contribución de Valorización por Beneficio Local para la construcción de un Plan de obra*. [Acuerdo 180 de 2005]. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=17948>

Concejo de Bogotá. (4 de febrero de 1999). *Por la cual se autoriza al Alcalde Mayor en representación del Distrito Capital para participar conjuntamente con otras entidades del orden distrital, en la constitución de la empresa de transporte del tercer milenio - Transmilenio S.A.* [Acuerdo 04 de 1999]. Recuperado de [http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/acuerdo\\_no\\_04\\_de\\_1999](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/acuerdo_no_04_de_1999)

Concejo de Bogotá.(2012). *Por medio del cual se ordena la reglamentación de la prestación del servicio de transporte público urbano terrestre no automotor de pasajeros, en el Distrito Capital.*[Proyecto de Acuerdo 260 de 2012]. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=49548>

Congreso de Colombia. (11 de julio de 1994). *Servicios Públicos Domiciliarios*. [Ley 142 de 1994]. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0142\\_1994.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html)

Congreso de Colombia. (6 de julio de 2002). *Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones*. [Ley 769 de 2002]. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5557>

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). *Documento CONPES 3934. Política de crecimiento verde*. Bogotá,D.C.: Departamento Nacional de Planeación.

Constitución política de Colombia [Const.] (1991) 2da Ed. Corregida. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

Corte Constitucional. (01 de diciembre de 2003). *Sentencia C-981/10*. [M.P. Dr. Gabriel Eduardo Mendoza Martelo]. Recuperado de <http://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2010/C-981-10.htm>

Corte Constitucional. (10 de febrero de 1999). *Sentencia C-066/99* [M.P. Dr. Fabio Morón Díaz y Dr. Alfredo Beltrán Sierra]. Recuperado de <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1999/C-066-99.htm>

Corte Constitucional. (10 de noviembre de 2010). *Sentencia C-885/10* [M.P. María Victoria Calle Correa]. Recuperado de <http://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2010/C-885-10.htm>

Departamento Nacional de Estadística. (2018). *Estratificación socioeconómica*. Recuperado el 20 de septiembre de 2018 de <http://www.dane.gov.co/index.php/69-espanol/geoestadistica/estratificacion/468-estratificacion-socioeconomica>

Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018: Todos por un nuevo país*. (Tomo I). Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND%202014-2018%20Tomo%201%20internet.pdf>

Foro ambiental. (2018). *Mototaxi solar recorrerá 20 mil kilómetros* [Imagen]. Recuperado de <https://www.foroambiental.com.mx/bicitaxi-solar-recorrera-20-mil-kilometros/>

Gomez Pineda, O (Ed.). (2011). Régimen Jurídico del Transporte Terrestre en Colombia. Bogotá, D.C.: Corporación Fondo de Prevención Vial.

Gutiérrez, A. (2000). "Transporte Alternativo: Algo mas que una cuestión de tamaño". Trabajo presentado en el *VIII Encuentro de Geógrafos de América Latina*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Recuperado de <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Geografiasocioeconomica/Geografiadeltransporte/01.pdf>

Guzmán, L.A. (2018). "Análisis de los cambios en accesibilidad debidos a la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá". Trabajo presentado en el II Seminario Internacional Movilidades Contemporáneas: La accesibilidad en la búsqueda por ciudades más incluyentes en América Latina. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez, C.; Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6a Ed. México D.F.: Mc Graw Hill.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2009) *NTC 5206 - Vehículo para el tránsito terrestre público colectivo y especial de pasajeros. Requisitos y método de ensayo*. Bogotá: ICONTEC.

Kocur, G., Adler, T., Hyman, W., & Aunet, B. (1982). *Guide to Forecasting Travel Demand With Direct Utility Assessment*. Washinton, D.C.: National Technical Information Service.

Mercado, C.J. (2012). *Viabilidad Técnica y Financiera de la Utilización del Bicitaxi como medio de transporte público en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público en Bogotá D.C. (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Ministerio de Transporte.(26 de mayo de 2015). *Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte, Ministerio de Transporte*. [Decreto 1079 de 2015]. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/normatividad/decretos/7499-decreto-1079-de-2015/file>

Ministerio de Transporte. (2015). *Diagnóstico General de las condiciones de movilidad, transporte y normatividad urbanística de los Municipios Objeto de Estudio*. (Informe inédito) . Bogotá, D.C.

Ministerio de Transporte. (2017) Por la cual se reglamenta la prestación del transporte público en tricimóviles no motorizados y se dictan otras disposiciones.[Proyecto de Resolución]. Recuperado de:

[http://www.fasecolda.com/files/6314/9928/1528/Mintransporte\\_publica\\_proyecto\\_para\\_reglamentar\\_servicio\\_de\\_transporte\\_publico\\_en\\_tricimoviles\\_no\\_motorizados.pdf](http://www.fasecolda.com/files/6314/9928/1528/Mintransporte_publica_proyecto_para_reglamentar_servicio_de_transporte_publico_en_tricimoviles_no_motorizados.pdf)

Ministerio de Transporte. (3 de agosto de 2018). *Por la cual se reglamenta y autoriza la prestación del servicio público de transporte de pasajeros en triciclos o tricimóviles no motorizados y tricimóviles con pedaleo asistido, para su prestación de forma eficiente, segura, y oportuna, aprovechando el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones, y se dictan otras disposiciones*. [Resolución No. 3256 del 3 de agosto de 2018]. Recuperado de <http://web.mintransporte.gov.co/jspui/handle/001/10364>

Miralles-Guasch, C. & Cebollada, A. (2009). "Movilidad cotidiana y sostenibilidad. Una interpretación desde la geografía humana". Boletín de Asociación de Geógrafos Españoles (AGE), 50, pp. 193–216. Recuperado de [http://age.ieg.csic.es/boletin/50/08por\\_ciento20MIRALLES.pdf](http://age.ieg.csic.es/boletin/50/08por_ciento20MIRALLES.pdf)

Moncayo, M. (2013). *Caracterización y evaluación de los beneficios de un servicio formal de bicitaxis en la ciudad de Bogotá*. (Memoria de grado). Universidad de los Andes, Bogotá Colombia.

Ortúzar, J. de D. (2015). *Modelos de Demanda de Transporte*. 2a Ed. Santiago de Chile: Ediciones Alfaomega.

Pastrana, Ricardo. (14 de octubre de 2014). *Bici Taxi México* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=cTNQAzCHtQg>

Pipicano, C. *Integración del sistema BRT con modos de transporte no motorizados "Bicitaxis" como sistema de alimentación: estudio de Caso: Portal Américas, Patio Bonito y Biblioteca Tintal*. (Tesis de maestría). Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Recuperado de

[https://biblioteca.uniandes.edu.co/visor\\_de\\_tesis/web/?SessionID=L1Rlc2lzXzlwMTUxMDEvNjEzMy5wZGY%3D](https://biblioteca.uniandes.edu.co/visor_de_tesis/web/?SessionID=L1Rlc2lzXzlwMTUxMDEvNjEzMy5wZGY%3D)

Publidinámica. (2018). *Vehículos Publicitarios Roadshow* [Imagen]. Recuperado el 16 de enero de 2018 de

[http://www.publidinamica.es/publicidad\\_exterior\\_movil/bicitaxis.html](http://www.publidinamica.es/publicidad_exterior_movil/bicitaxis.html)

Ramírez, J. P. (2010). *Análisis Jurídico y Social del Bici-taxi como servicio durante de transporte público en el Distrito de Bogotá en durante el 2009 - 2010*. (Especialización en Derecho Administrativo). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Recuperado de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/3538/RamirezMoraJuanPablo2010.pdf?sequence=2>

Ríos, C. (2015). *Estrategias para integrar la bicicleta con la primera línea del metro de Bogotá. Caso estudio localidad de Kennedy*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Saldarriaga, A. (2011). *Modelación de la elección del motocarro como medio de transporte público en zonas rurales, aplicación al Municipio de Girardota*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/5466/1/71213617.2011.pdf>

Secretaría Distrital de Movilidad. (2011). *Inventario y Diagnóstico de la ilegalidad en el Transporte Público de Pasajeros en Bogotá D.C*. Bogotá D.C.

Secretaria Distrital de Movilidad. (2013). *Censo de la Población que trabaja prestando el servicio informal de transporte a la comunidad como "bicitaxista"; y el inventario de cada uno de los vehículos que operan (Bicitaxi) en la Ciudad de Bogotá D.C*. (Informe de consultoría realizada por la Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C.

Secretaria Distrital de Movilidad. (2015). *Estudio de prefactibilidad técnica, operacional, financiera, y jurídica del servicio de transporte de pasajeros en medios no motorizados - tricimoviles*. (Informe inédito).

Secretaria Distrital de Planeación. (2018). *Sistema de Norma Urbana y Plan de Ordenamiento Territorial - SINUPOT*. Recuperado el 24 de septiembre de 2018 de <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf>

Sierra, Eduard. *Actualización Norma Técnica NTC 5286*. (Tesis de grado). Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia. Recuperado de [https://issuu.com/essaudesign/docs/planchas\\_2](https://issuu.com/essaudesign/docs/planchas_2)

Smith, R., & Frasser, H. (2015). *Subalimentación: Una estrategia para fortalecer los sistemas de transporte público y para la disminución de la pobreza*. Medellín: Asociación Nacional de Alternativas Innovadoras para la Movilidad.

Socha, V. (2016). *El bicitaxismo como opción de transporte en Bogotá: Alternativas e implicaciones en el barrio el Tintal, Kennedy*. (Tesis de maestría). Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/3319/00002933.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Transmilenio S.A. (2013). *Historia de Transmilenio*. Recuperado el 16 de mayo de 2016 de <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/146028/historia-de-transmilenio/>

Transmilenio S.A. (2016). *Mapas Transmilenio* [Imagen]. Recuperado el 16 de enero de 2019 de [http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/la\\_entidad/nuestra\\_entidad/Historia](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/la_entidad/nuestra_entidad/Historia)

Transport Systems. (2018). Presentación de *Soluciones Tecnológicas en Tránsito y Transporte*. Recuperado de [https://docs.google.com/presentation/d/1Jfvfse3B0SJC0dnXCg-ENuzKjyvL0yNNlwfmwJN69dl/edit#slide=id.g280bfd1c59\\_0\\_0](https://docs.google.com/presentation/d/1Jfvfse3B0SJC0dnXCg-ENuzKjyvL0yNNlwfmwJN69dl/edit#slide=id.g280bfd1c59_0_0)

Unidad de Planeación Minero Energética, U. (2016). *Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética 2017 - 2022*. (Unidad de Planeación Minero Energética, Ed.). Bogotá, D.C.: Ministerio de Minas y Energía, Colombia.

Universidad Distrital. (2018). *Bogotá Localidades [Imagen]*. Recuperado el 16 de enero de 2019 de <https://www1.udistrital.edu.co/universidad/colombia/bogota/localidades/>