



**IMPACTO DE LOS SISTEMAS BRT EN PERCEPCIONES DE
CAMBIOS EN EL BIENESTAR SOCIAL Y EL ENTORNO.
CASO DE BARRANQUILLA, COLOMBIA.**

Alfredo J. Ojeda Díaz

Tesis para optar al título de:

Maestría en Ingeniería Civil
Énfasis en ingeniería de Transporte

Tutores:

Víctor Cantillo Maza, PhD.
Julián Arellana Ochoa, PhD.

Universidad del Norte
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental
Barranquilla, Colombia
Noviembre 2017

Agradecimientos

A la Universidad del Norte, que mediante el programa de Maestría en Ingeniería Civil me brindó los conocimientos y herramientas para desarrollar el presente trabajo de investigación.

A Lincoln Institute of Land Police, en el marco del programa para América Latina y el Caribe, en su convocatoria de Apoyos a Maestría y Doctorados 2017, apoyó de manera económica, destinando recursos para la lograr terminar la presente investigación.

El departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad, en especial a mis tutores, los Ing. Víctor Cantillo y Julián Arellana, por el apoyo, la vinculación al programa, el conocimiento compartido y por todas las oportunidades que me han dado durante estos años.

El equipo colaborador para la toma de información de campo, gracias a su trabajo y esfuerzo se logró cumplir los objetivos del presente trabajo.

A todos mis amigos y familiares, por el apoyo incondicional recibido, han sido fundamentales para culminar este proyecto que me permite crecer en el ámbito profesional y personal.

Alfredo Ojeda

Tabla de Contenido

Resumen.....	5
1. Introducción.....	6
1.1. Planteamiento del problema.....	8
1.2. Justificación.....	9
1.3. Alcance y objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo general.....	11
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
1.3.3. Alcance y limitaciones.....	11
2. Antecedentes.....	12
2.1. Evaluaciones de impacto de los sistemas de transporte.....	12
2.2. Percepción de los usuarios del sistema de transporte.....	14
2.3. Metodologías de evaluación de percepción y satisfacción de usuarios.....	15
3. Contexto de análisis.....	18
3.1. Caso de estudio.....	19
3.2. Relación del BRT con la movilidad y el desarrollo urbano.....	22
4. Enfoque Metodológico.....	26
4.1. Encuestas a nivel hogar.....	26
4.2. Modelos de ecuaciones estructurales.....	30
5. Análisis descriptivo de los datos.....	35
5.1. Resultados sociodemográficos.....	35
5.2. Descripción de percepciones.....	37
6. Análisis multivariado de modelos de percepción del impacto del sistema.....	41
6.1. Modelo de percepción del impacto en las condiciones de entorno.....	41
6.1.1. Planteamiento del modelo.....	42
6.1.2. Resultados del modelo.....	45
6.1.3. Análisis de resultados.....	51
6.2. Modelo de percepción del impacto en el bienestar social.....	58
6.2.1. Planteamiento del modelo.....	58
6.2.2. Resultados del modelo.....	60
6.2.3. Análisis del modelo.....	64
7. Recomendaciones de Políticas Públicas.....	69
8. Conclusiones e investigaciones futuras.....	71
Bibliografía.....	74
Anexos.....	78

Listado de Abreviaturas:

- BRT: Bus Rapid Transit. Servicio de transporte de tipología de carril exclusivo para su circulación.
- AMBAQ: Entidad territorial del Área Metropolitana de Barranquilla, Colombia. Es conformada por la ciudad Barranquilla, y los municipios aledaños de: Soledad, Puerto Colombia, Galapa y Malambo.
- DNP: Departamento Nacional de Planeación de Colombia.
- SITM: Sistemas Integrados de Transporte Masivo.
- TPC: Transporte Público Colectivo.
- SEM: Modelo de ecuaciones estructurales (Structural Equation Model)
- AIC: Akaike information criteria
- BIC: Bayesian information criteria
- PIST: Percepción del Impacto en el Sistema de Transporte
- PITB: Percepción del Impacto en el Transporte a nivel de Barrio
- PIEB: Percepción del Impacto de Entorno a nivel de Barrio
- PITC: Percepción del Impacto en el Transporte a nivel Ciudad
- PIEC: Percepción del Impacto de Entorno a nivel Ciudad
- PITU: Percepción del Impacto en Transporte Urbano
- PIBCV: Percepción del Impacto en Bienestar y Calidad de Vida
- PIEU: Percepción del Impacto en el entorno urbano

Resumen

El sistema de transporte masivo Transmetro hace parte de las políticas en materia de transporte público de los últimos años en el Área Metropolitana de Barranquilla (AMBAQ). El objetivo de la investigación es evaluar el impacto de los sistemas de transporte masivo BRT sobre el bienestar social y el uso del suelo, dentro y fuera del área de influencia del sistema. Este análisis se realiza mediante la formulación de modelos de ecuaciones estructurales que relacionan características sociodemográficas del individuo, variables latentes planteadas a nivel de entorno y bienestar social, e indicadores de percepción de impacto del BRT. La fuente de información primaria consiste en encuestas a nivel de hogar en población vulnerable del AMBAQ.

La modelación permitió determinar los factores que inciden sobre la percepción del impacto en los usuarios y no usuarios del sistema BRT, teniendo en cuenta las condiciones de su entorno y el bienestar social. Los resultados sugieren que los individuos que habitan en los barrios que no tienen acceso al sistema BRT tienen una percepción más positiva sobre los cambios en el entorno y bienestar social durante los últimos años. Adicionalmente, se encontró que las características sociodemográficas del individuo son determinantes en su percepción sobre el impacto del sistema BRT. Los resultados de la investigación marcan un precedente sobre el impacto de los sistemas de transporte público en las ciudades, funcionando como herramienta académica e investigativa para la evaluación de futuras inversiones en transporte. Los atributos encontrados permiten formular y evaluar políticas públicas de transporte urbano que impacten de forma positiva sobre la percepción de la población vulnerable de las ciudades, especialmente en el AMBAQ y las demás ciudades con características similares de América Latina.

Palabras Clave: Sistemas BRT, Percepción, Impacto, Población vulnerable, Entorno, Bienestar Social.

1. Introducción

El armónico desarrollo urbano, económico y social de las ciudades implica asignar eficientemente los recursos disponibles en la ejecución de los proyectos, de manera que tengan los impactos positivos esperados sobre el bienestar de los individuos y la comunidad en general. En este sentido, es fundamental que en las ciudades se cuente con sólidas bases institucionales que se encarguen de planificar el crecimiento y las inversiones necesarias para garantizar el crecimiento ordenado y el bienestar de sus habitantes. Esta tendencia de crecimiento, si se orienta hacia mejorar la competitividad bajo la premisa de sostenibilidad, debe tener como uno de sus grandes objetivos mejorar la movilidad de los ciudadanos. Tal propósito plantea la constante necesidad de formular políticas de transporte público acordes a las necesidades propias de cada entidad territorial.

En el proceso de planificación de las ciudades, se debe contemplar las inversiones en infraestructura y desarrollo del servicio de transporte público que consideren el crecimiento económico y la equidad social, siendo consistente con el bienestar de la población (Hidalgo & Huizenga, 2013). Tales inversiones requieren de apropiados estudios previos y evaluaciones financieras, con la finalidad de lograr captar los atributos que permitan operar un sistema de manera eficiente; además, que se cuente con los recursos necesarios para su implementación. Para garantizar la correcta planificación de una movilidad urbana sostenible en las ciudades y en las inversiones en transporte, es necesario aprovechar los recursos e innovaciones tecnológicas, regular las políticas de precios para gestionar apropiadamente la demanda, integrar el desarrollo de uso del suelo a la regulación y planificación del sistema de transporte y, finalmente, entender las características y limitaciones que pueden llegar a tener los potenciales usuarios y la comunidad (Banister, 2008).

Recientemente se han planteado diferentes tendencias urbanísticas que buscan fortalecer el desarrollo urbano, involucrando la planificación e implementación de sistemas de transportes eficientes en las ciudades. El Desarrollo Orientado al Transporte Público, Transit Oriented Development - TOD, implica la formulación de políticas y regulaciones que fortalecen el crecimiento urbano de las ciudades, primando así los principios de densificación del uso de suelo mixto (residencial y comercial), y acompañado de un fácil acceso de los peatones hacia los sistemas de transporte público. La visión es lograr ciudades con fácil acceso al servicio de transporte y que el sistema de actividades sea concentrado en zonas cercanas, mejorando así la movilidad en zonas urbanas.

En el caso de las ciudades de América Latina, hay recientes experiencias en la implementación de políticas de transporte sostenible, en especial en los sistemas de autobuses de tránsito rápido, "Bus Rapid Transit" – BRT (Hidalgo & Huizenga, 2013). Los sistemas BRT incluyen troncales en carriles exclusivos, separando su flujo ante los demás usuarios de la infraestructura, junto un sistema de control fundamentado en trabajos relacionados con el pago de pasajes en estaciones, programación de rutas y servicios en estaciones de control. Han sido concebidos como una opción de mejoría

de sistemas de transporte público atendiendo a consideraciones de capacidad, costo, tiempo de construcción, entre otras variables (Pardo, 2009). Estos sistemas, en comparación a otras tipologías de transporte masivo, cuando están planificados, diseñados y operados correctamente, pueden proveer un servicio de transporte de alta calidad (Deng & Nelson, 2011). A octubre de 2017 se han implementado 54 sistemas de tipo BRT en ciudades latinoamericanas, siendo la mayor región a nivel mundial en poseer este tipo de transporte masivo y donde se transportan el 60.74% de los pasajeros usuarios de BRT en el mundo (BRTData.org, 2017).

Sin embargo, frecuentemente el proceso de planificación de estas inversiones en transporte se inicia únicamente teniendo en cuenta la incidencia que tienen los BRT sobre algunos aspectos de la movilidad urbana. Esto es, en consideración de variables como la demanda de pasajeros, la contaminación ambiental, congestión vial sobre los corredores y ocurrencia de accidentes de tránsito. Ejemplo de ello, son las recomendaciones para mejorar la movilidad en ciudades de países en vía de desarrollo como India, donde se proponen implementar sistemas BRT sin tener en cuenta condiciones particulares del contexto del país (Pucher et al., 2005). De manera similar, entre la década del 2000 al 2010, se implementaron varios sistemas BRT en América Latina, únicamente teniendo en cuenta el exitoso caso del sistema en Curitiba, Brasil, y el Transmilenio en Bogotá, Colombia.

Uno de los aspectos que se debe evaluar en la planificación de políticas de transporte urbano, en especial de los sistemas de transporte masivo, son los cambios que causa sobre el sistema de actividades en la zona de influencia. Las estrategias de crecimiento de las ciudades deben tener en cuenta el desarrollo que se puede llegar a tener alrededor de los sistemas de transporte, en especial en los sistemas tipo BRT, que presentan un efecto moderado sobre los patrones de desarrollo urbano (Rodríguez & Tovar, 2013). Algunas investigaciones muestran que en ciudades de Norteamérica y Australia se ha encontrado desarrollo significativo en zonas cercanas a las estaciones del BRT (Levinson et al., 2002). Sin embargo, son muy pocas las investigaciones que se han desarrollado sobre la incidencia que tienen los BRT sobre el desarrollo y la forma urbana. En especial, son escasas las evaluaciones sobre el impacto directo que generan sobre las zonas de bajos ingresos, quienes son los potenciales usuarios de estos sistemas, y en las percepciones que sobre los cambios en la calidad de vida por parte de la población afectada.

Esta investigación parte de la premisa según la cual durante la planificación y diseño de los sistemas de transporte masivo tipo BRT es esencial realizar una evaluación integral de su impacto. Entre los atributos que generan la viabilidad de la implementación del BRT, además de las características operativas y financieras del sistema, deben incluirse las evaluaciones de tipo social sobre el entorno. La investigación propone una aproximación metodológica para evaluar los efectos que tiene un sistema BRT sobre el bienestar y el entorno de la población vulnerable, realizando una aplicación específica al caso de Transmetro, el BRT de Barranquilla. El proyecto identifica cuáles son los atributos que influyen en la percepción de la población, de manera que estos resultados sean utilizados como herramientas para

la formulación y evaluación de las políticas públicas del transporte urbano en las ciudades, especialmente en el AMBAQ y las demás ciudades con características similares de América Latina.

Esta investigación, parte de un proyecto de investigación desarrollado a finales de 2016, titulado como "*Inversión en transporte y bienestar: Un análisis de Transmetro y las políticas urbanas en Barranquilla, Colombia*", que contó con la participación de University College of London, Universidad del Norte, Fundesarrollo y ProBarranquilla. Mediante la información primaria obtenida, se buscan complementar los resultados teniendo en cuenta este enfoque de evaluación de percepciones.

1.1. Planteamiento del problema

Los sistemas de transporte masivo, desde su etapa de planificación, hasta su ejecución y funcionamiento, están orientados a atender las necesidades de movilidad de las personas; no obstante, son pocos los estudios que consideran sus efectos el entorno urbano y sobre las percepciones de los usuarios del sistema y la población afectada. Colombia ha logrado importantes avances en orientar sus políticas y proyectos hacia un concepto de transporte urbano sostenible (Hidalgo & Huizenga, 2013), aunque debe reconocerse que el proceso de implementación de estas políticas no ha estado exento de dificultades. La mayoría de los sistemas BRT implementados en desde el inicio del milenio enfrentan crisis financieras que han repercutido en la calidad del servicio y en las percepciones de los usuarios.

La implementación de políticas de transporte debe contar con herramientas que permitan predecir y hacer seguimiento de los efectos que tienen sobre la población. Esto permite revisar sus efectos sobre el desarrollo urbano y evaluar si los resultados son acordes al crecimiento y/o comportamiento esperado de la ciudad.

A escala global, uno de los principales efectos que ha sido ampliamente estudiado es la valorización del suelo debido a los cambios en el sistema de transporte. Los estudios buscan determinar cómo influye la presencia de los sistemas BRT en los precios de suelo (Deng et al., 2015; Mulley et al., 2016; Mulley & Tsai, 2016; Munoz-Raskin, 2010; Perdomo Calvo, 2017; Stokenberga, 2014). En ciudades como Los Ángeles, Pittsburg, Nantes, Rennes, Bogotá y Seúl, se han encontrado efectos positivos en la capitalización de los predios aledaños al sistema BRT (Bocarejo et al., 2013; Cervero & Kang, 2011; Rodriguez & Targa, 2004). En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) ha realizado evaluaciones económicas ex post orientadas a medir el impacto económico de la implementación de los BRT.

Otro aspecto evaluado en la literatura científica es la afectación de los BRT sobre la densificación de las zonas urbanas y el uso de suelo residencial (Bocarejo et al., 2013). Igualmente se han desarrollado estudios referentes a la influencia sobre la contaminación y polución ambiental de las ciudades (Cuellar et al., 2016; Sayeg & Bray, 2012). Adicionalmente, en los últimos años pero en menor medida, se han

realizado estudios en torno al impacto de los BRT en la seguridad vial (Bocarejo et al., 2012) y en temáticas de salud de la población (Mahendra & Rajagopalan, 2015).

Por otro lado, la evaluación de la percepción sobre la calidad del servicio de los sistemas de transporte ha sido ampliamente estudiada, en especial sobre los servicios de tipología BRT (en la sección 2.3 se discutirán los principales resultados encontrados en estas investigaciones). Sin embargo, ninguno de estos estudios se ha enfocado en la percepción que tienen los usuarios sobre los cambios en su entorno y en sus patrones de viajes.

Pocas referencias consideran la afectación que tiene el sistema BRT sobre personas de bajos ingresos, quienes suelen ser una población cautiva del transporte público. Considerando la brecha identificada, la presente investigación busca responder interrogantes relacionados a la forma en la cual se está evaluando las consecuencias que tienen las políticas de transporte en las ciudades. La pregunta de la investigación es: ¿Cuál es el percepción del impacto que tiene una política pública para la implementación de sistemas de transporte masivo sobre el bienestar social de la población vulnerable, dentro y fuera del área de influencia del sistema, y qué factores influyen en la percepción de la población vulnerable sobre el impacto de un sistema BRT en el sistema de transporte público en las condiciones del barrio y de la ciudad? El análisis se realiza para Transmetro, el sistema BRT del Área Metropolitana de Barranquilla.

Se plantea como hipótesis que la población de bajos ingresos que posee fácil acceso al BRT Transmetro percibe de mejor manera sus efectos en las condiciones de transporte y en el barrio, que la población sin acceso al sistema. A su vez, que ambas poblaciones consideran un impacto positivo en los cambios del sistema sobre la ciudad. Igualmente, que los factores que influyen en las percepciones sobre la influencia de Transmetro son las características sociodemográficas de la población, las condiciones del sistema de actividades y uso del suelo, las características del transporte y la accesibilidad al sistema, los cuales se relacionan en una mejora del bienestar social y del entorno cercano.

1.2. Justificación

La creciente implementación de sistemas BRT a nivel mundial y en la región de América Latina debe estar acompañada del análisis sobre los efectos que estos sistemas están teniendo sobre su entorno y bienestar en la población, con el objetivo de evaluar si es acorde a las políticas de desarrollo urbano de las ciudades. Según cifras a nivel mundial existen 165 sistemas de transporte tipo BRT, siendo en América Latina la región con mayor número de ciudades que han utilizado esta tipología de transporte masivo (BRTData.org, 2017). En 55 ciudades a nivel mundial y 38 en Latinoamérica, se encuentran en etapa de expansión; es decir, cuentan con un sistema BRT pero este va a crecer o a expandir su cobertura. Entretanto, 121 ciudades se encuentran en la etapa de planeación o construcción de sistemas BRT,

de las cuales 36 pertenecen a América Latina. Entre el 2000 y 2010 se dio la mayor época de implementación de sistemas BRT, cuando se construyó el 44.2% de los sistemas activos, y entre 2010 a la fecha se han inaugurado el 34.2%.

Teniendo en cuenta este auge en la implementación de políticas de transporte con sistemas BRT, es relevante realizar una evaluación social e integral que permita estimar los efectos sobre la zona de influencia y la ciudad. Lograr entender cuáles son los factores que inciden en la percepción del impacto que tiene una política de transporte sobre los patrones de desarrollo urbano permite realizar los ajustes en la etapa de formulación del proyecto, con el objetivo de garantizar que su implementación logre generar un beneficio integral sobre los diferentes actores de la sociedad. Adicionalmente, es recomendable realizar estas evaluaciones en sistemas que se encuentren en funcionamiento, dado que permite tener una herramienta para que los planificadores y las entidades gestoras logren evaluar los aspectos que deberían mejorar para que el sistema impacte de manera positiva sobre la población, en particular la más pobre y vulnerable.

En consonancia con los argumentos expuestos, la presente investigación ubica como caso de aplicación la ciudad de Barranquilla, donde desde 2010 inició la operación del sistema BRT Transmetro. En su fase inicial opera sobre dos de los principales corredores viales de la ciudad de Barranquilla y su Área metropolitana (AMBAQ), funcionando como troncal de conexión entre el sector suroccidente y la zona noroccidental del área metropolitana. Durante estos últimos años, el sistema ha impactado las características del uso de suelo dentro y fuera de su zona de influencia, evidenciando diferentes cambios en el comportamiento comercial y residencial sobre la zona de influencia cercana (Oviedo et al., 2017). Adicionalmente, el desarrollo urbano de la ciudad de Barraquilla se ha concentrado fuertemente sobre la zona norte de la ciudad, que corresponde a la zona de mayores ingresos. Este fenómeno ha influido en la segregación social hacia la población de menores ingresos, dado que están más alejados de las zonas de desarrollo, afectando así la dinámica del sistema de transporte de la ciudad.

Como se ha reiterado, es relevante la necesidad de obtener y evaluar evidencias de carácter económica y social acerca de la efectividad y la equidad del impacto de las inversiones en transporte público urbano sobre las dinámicas sociales urbanas. Los resultados de la presente investigación marcan un precedente sobre los efectos de los sistemas de transporte público en las ciudades, tomando como caso de estudio el AMBQ, funcionando como herramienta académica e investigativa para la evaluación y determinación de los factores que inciden sobre la percepción del impacto en el entorno, uso de suelo y bienestar social.

1.3. Alcance y objetivos

1.3.1. Objetivo general

La investigación propone una metodología para evaluar el impacto de los sistemas de transporte masivo BRT sobre el bienestar social y el uso del suelo, dentro y fuera del área de influencia del sistema, referido a las percepciones de la población vulnerable sobre los cambios del sistema a escalas de barrio y ciudad, aplicada al AMBAQ.

1.3.2. Objetivos específicos

De igual forma se plantean como objetivos específicos:

- Caracterizar el impacto que tiene un sistema de transporte masivo BRT, Transmetro, sobre el uso de suelo y cambios la movilidad dentro de su área de influencia.
- Proponer una estructura de modelación apropiada para evaluar las percepciones sobre el impacto que ha tenido el BRT sobre la población de bajo ingreso.
- Diseñar el instrumento de toma de datos para evaluar las percepciones.
- Evaluar los atributos que influyen en la percepción del impacto de un sistema BRT sobre el bienestar y entorno de poblaciones de bajos ingresos en el AMBAQ.
- Proponer políticas públicas sobre los sistemas de transporte masivo teniendo en cuenta su afectación sobre la ciudad y población vulnerable.

1.3.3. Alcance y limitaciones

La presente investigación contempla el uso de información socioeconómica y de percepción a nivel de hogar en poblaciones residentes en zonas de bajos ingresos del AMBAQ, específicamente de los municipios de Barranquilla y Soledad. En consecuencia, se plantean la formulación y estimación de modelos de ecuaciones estructurales que permiten evaluar las relaciones de dependencia entre la percepción y características sociodemográficas de los individuos en estos entornos. Con estos modelos se permite identificar cuáles son los atributos que poseen mayor incidencia en la percepción que tienen los usuarios sobre el impacto de una política de transporte a nivel metropolitano.

2. Antecedentes

Esta sección resume los principales resultados de la revisión de la literatura relacionada con este proyecto. Inicialmente se presentan estudios que buscan explicar el impacto de los sistemas de transporte en el sistema de actividades, de tal forma que se identifique la importancia de estudiar el efecto de la implementación de estos sistemas. Dado el alcance de la investigación, también se realiza una revisión de estudios orientados a evaluar la percepción que tienen los usuarios de los sistemas de transporte. Tales estudios definen la importancia de evaluar la calidad de un servicio en términos de la percepción que tiene la población beneficiaria. Luego, se realiza una revisión de las metodologías destinadas a la evaluación de la percepción y satisfacción de los usuarios, destacando los resultados más significativos y las principales limitaciones de estas investigaciones.

2.1. Evaluaciones de impacto de los sistemas de transporte

Entre las investigaciones que evalúan el efecto de los sistemas de transporte se destaca la importancia que ha tenido entender los factores que influyen en los cambios del sistema de actividades producidos por la implementación de una política en transporte. En la Figura 1, se presenta una estructura jerárquica propuesta para entender los factores que influyen en el impacto económico y social que tienen los sistemas de buses urbanos (Agarwal et al., 2017). El esquema destaca que el impacto social de estos sistemas se puede relacionar considerando factores del transporte, la sociedad y el entorno urbano. Por su parte, el impacto económico de estas políticas se puede medir en términos del valor de suelo, el desarrollo industrial, la generación de empleo y el consumo de combustibles. Todo este conjunto de factores puede ser utilizado para cuantificar el impacto en el desarrollo económico y social de las ciudades (Agarwal et al., 2017).

Entre las investigaciones que buscan relacionar los cambios que tiene el sistema de actividades, con base a la implementación de políticas de transporte, se destaca lo encontrado por Eboli et al. (2012). Mediante modelos SEM, se buscaba explicar los efectos de diversos atributos latentes (accesibilidad, características socio-demográficas, uso de suelo y condiciones económicas) sobre la atracción y generación de viajes de la región de Calabria, sur de Italia, en el área urbana de Cosenza y Rende. La fuente primaria de información de la investigación fueron datos del censo y mediciones basadas en sistemas de información geográfica. Mediante la evaluación de 17 variables observables se buscó explicar la relación que estas poseen con las 4 variables latentes que explican los patrones de viajes de los usuarios. Los resultados del modelo encontraron que los patrones de viajes se ven altamente influenciados por las características económicas de la población.

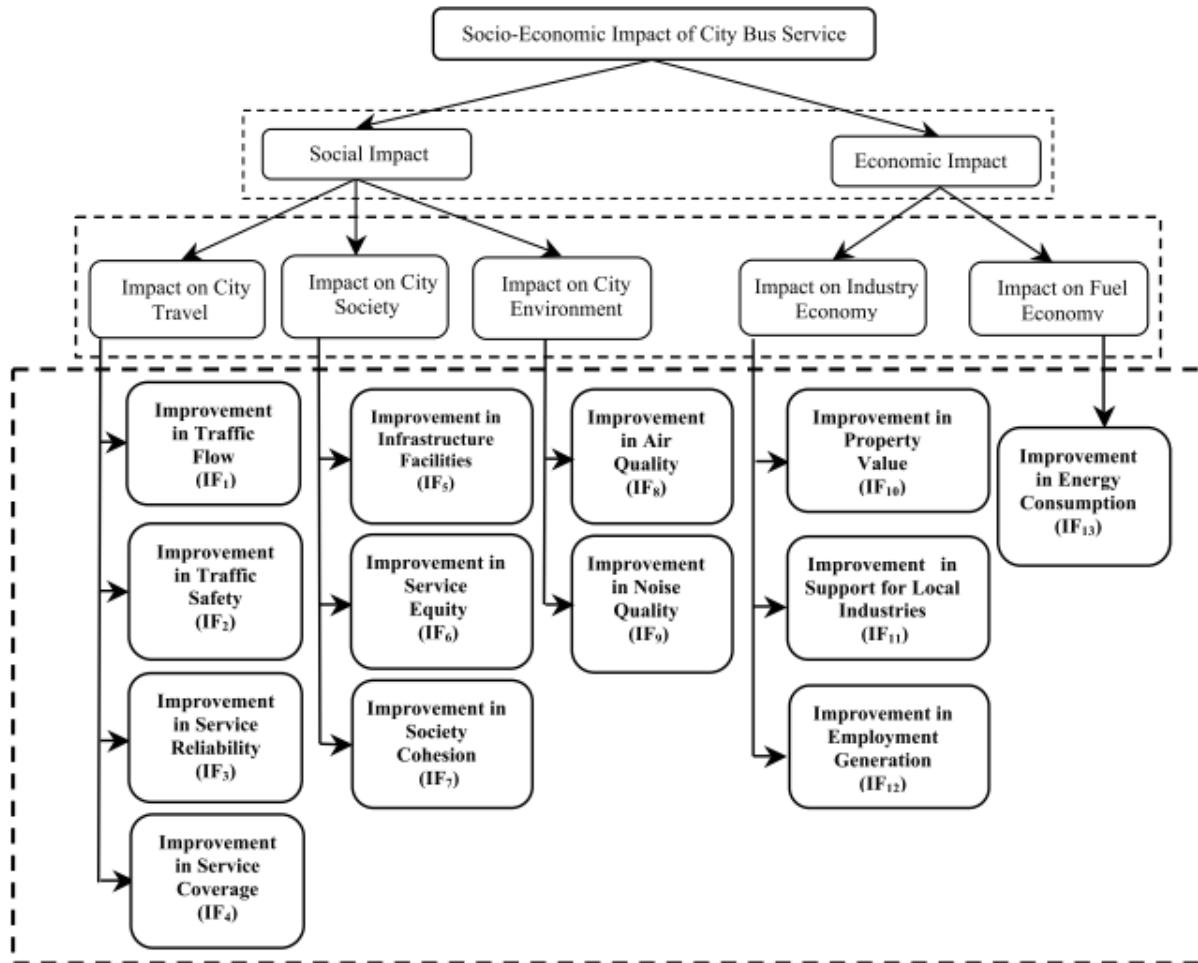


Figura 1. Estructura jerárquica para identificar los factores que inciden en el impacto socioeconómico de los sistemas de buses urbanos

Fuente: (Agarwal et al., 2017)

Los efectos que posee la implementación de sistemas BRT han sido ampliamente estudiados (Stokenberga, 2014). Entre las evaluaciones de impacto, se han desarrollado estudios orientados a identificar los efectos en el uso y valor del suelo en ciudades como Seúl, Corea del Sur (Cervero & Kang, 2011). En esta investigación se estudiaron los cambios que se presentaron en los usos del suelo y el aumento en el valor de las propiedades producto a la implementación del sistema BRT de dicha ciudad. Para evaluar el cambio en el uso del suelo se implementó un modelo logit multinomial que buscaba definir los factores que inciden en el cambio de tres posibles usos residencial. Para el análisis se incluyó una variable binaria que evaluaba si se presentó o no un cambio en el uso del suelo, encontrando como variables explicativas aspectos relacionados con la accesibilidad, atributos económicos y demográficos del sector y la ubicación con respecto al sistema BRT. Entre los principales resultados en torno al impacto en el valor y el cambio del suelo se encontró que eran consistentes con las mejoras que experimentó el sistema BRT en su etapa de implementación (Cervero & Kang, 2011). Adicionalmente, se define la necesidad de regular las

políticas de cambios en el uso del suelo debido a la masiva densificación poblacional que se experimentó en la zona de influencia del sistema en Seúl. De manera similar a esta investigación, se han desarrollado diferentes estudios en torno a la capitalización del valor y uso del suelo en ciudades de Latinoamérica, como es el caso de Bogotá. Mediante técnicas econométricas, como análisis de diferencias en diferencias, se logró estimar que la implementación de sistemas BRT aumenta la densificación del suelo residencial e influye en la capitalización de las propiedades cercanas al sistema BRT Transmilenio (Bocarejo et al., 2013).

2.2. Percepción de los usuarios del sistema de transporte

Durante los últimos años se han desarrollado algunas investigaciones orientadas a evaluar la forma en la que los usuarios perciben la calidad del servicio de los sistemas de transporte público. Evaluar la calidad del servicio de transporte permite conocer la satisfacción que tienen los usuarios, actuales y potenciales, sobre la operación de los sistemas de transporte, e identificar cuáles deben ser las intervenciones necesarias para mejorarla (Das & Pandit, 2013). Esto es un motivante para que las entidades públicas frecuentemente destinen recursos para realizar evaluaciones ante el funcionamiento de sus inversiones en transporte.

Al hacer referencia a la percepción de la calidad del servicio, se pueden considerar dos conceptos diferentes. Por una parte, se puede referir a la experiencia personal del individuo, logrando así identificar el impacto que tienen las características del sistema de transporte sobre su percepción (De Oña et al., 2013). Este concepto permite que los operadores del sistema conozcan la forma en la que impactan sus decisiones a los beneficiarios y puedan realizar inversiones estratégicas. Por otro lado, se puede hacer referencia a al nivel de servicio deseado, donde se busca estimar los factores que inciden en la calidad que esperan recibir por parte del servicio de transporte público. Entre los atributos que evalúan la forma en que los usuarios del transporte público perciben la calidad de servicio deseada, se encuentra el tiempo de espera, limpieza del modo y el confort del viaje (Dell'Olio et al., 2011). Esta calidad deseada permite que los operadores del transporte público realicen inversiones evaluando como se mejoraría la percepción de sus usuarios, con la particularidad de que se estaría implementado justamente lo que más valoran los individuos.

Por otro lado, en algunos estudios se ha encontrado que la percepción global de los usuarios sobre un sistema de transporte se puede ver influenciada después de hacerlos reflexionar sobre algunos atributos relacionados con el servicio (De Oña et al., 2013; dell'Olio et al., 2010). Los parámetros que inciden en la percepción que tienen los usuarios, respecto al nivel de servicio y la calidad de un sistema de transporte público ha sido investigada ampliamente sobre diferentes entornos (Bordagaray et al., 2014; Das & Pandit, 2013; de Oña et al., 2016; dell'Olio et al., 2010; Dell'Olio et al., 2011; Eboli & Mazzulla, 2008, 2011; Hadiuzzman et al., 2017; Tyrinopoulos & Antoniou, 2008).

2.3. Metodologías de evaluación de percepción y satisfacción de usuarios

Entre las metodologías de evaluación de la satisfacción y calidad de los sistemas de transporte público se pueden encontrar dos grandes categorías (Das & Pandit, 2015; Eboli & Mazzulla, 2008). La primera busca evaluar los atributos de la calidad del servicio que ha experimentado el usuario y ver como se relación con la satisfacción. Esta categoría agrupa técnicas de análisis estadístico multivariado como análisis de cuadrantes, gráficos de dispersión, correlación bivariante, análisis factorial, análisis de clústeres y análisis conjunto. Por otro lado, la segunda categoría abarca metodologías destinadas a estimar los coeficientes de modelación entre las variables planteadas e identificar la importancia de los atributos que explican la calidad del servicio. En este tipo de análisis incluye técnicas tales como los SEM y modelos de elección discreta que analizan la calidad del servicio (variable dependiente), en términos de sus atributos (variables independientes).

Con el objetivo de evaluar la percepción de los usuarios actuales y potenciales del sistema de transporte público de la ciudad de Belfast – Reino Unido, Mahmoud and Hine (2016) estimaron un modelo mediante la técnica de regresión logística binaria, relacionando la percepción global de los usuarios y 29 posibles indicadores de percepción de calidad. Utilizando esta información lograron proponer potenciales escenarios que buscaban mejorar la calidad del servicio del sistema de transporte público.

Por otro lado, teniendo en cuenta las diferencias en cuanto a la percepción de los usuarios según sus características socioeconómicas, R. de Oña y de Oña (2015) proponen una metodología para evaluar la percepción respecto a la calidad del servicio según categorías propias del individuo. Ellos utilizan la técnica de árboles de clasificación y regresión, que permite evaluar la relación entre una variable dependiente (percepción de la calidad del servicio, en este caso) y diferentes variables de clasificación del individuo (edad, sexo, frecuencia de uso, motivo del viaje, tipo de tarifa, para el caso evaluado), sin tener que plantear relaciones de dependencia previamente. Los resultados mostraron que para el caso del sistema de Granada, España, atributos como puntualidad e información del servicio resultaron significativos para todas las variables de clasificación. Por otro lado, la tarifa del viaje, no resultó significativa para las variables clasificatorias y la variable de percepción de la calidad del servicio.

Incorporando técnicas de modelos de elección discreta para evaluar la percepción, Eboli y Mazulla (2008) usaron encuestas de preferencias declaradas para estimar una medida de calidad del servicio de transporte público en Calabria, Italia. Según el modelo logit multinomial estimado, se encontró que la calidad del servicio está en función de atributos como: frecuencia del servicio, confiabilidad, limpieza, tarifa y distancia hasta las estaciones. Los resultados demuestran que a medida que aumenta la tarifa y la distancia de acceso al servicio, su percepción de calidad disminuye. Por

otro lado, Dell'Olio et al. (2011) buscaban evaluar la calidad esperada del servicio de transporte público de la ciudad de Santander, España. Para ello se implementaron encuestas de preferencias declaradas y la formulación de modelos de elección discreta tipo MNL. Se encontró que para los usuarios actuales del sistema poseen mayor influencia variables como tiempo de espera, limpieza y confort, y para potenciales usuarios, ocupación del vehículo, tiempo de espera y hora del viaje.

De manera similar, pero utilizando técnicas de Análisis Factorial y Modelo Logit Ordinal, Tyrinopoulos y Antoniou (2008) evaluaron la variabilidad de la percepción de la satisfacción de los usuarios del servicio de transporte público de las dos grandes ciudades de Grecia, Atenas y Tesalónica. Se encontró que los factores que inciden en la satisfacción percibida respecto al servicio son frecuencia, accesibilidad, tiempo de espera y limpieza del vehículo.

Otra de las metodologías de evaluación de la percepción de un atributo del transporte, como es la calidad del servicio, es mediante modelos de elección discreta tipo Probit Ordinal. Se destaca el estudio de Dell'Olio et al. (2010) quienes apoyados en un Modelo Probit Ordinal analizan los cambios en la percepción de la calidad global del servicio de transporte público de Santander, antes y después de hacer que los individuos reflexionen sobre ciertos atributos del sistema. Entre las variables que influyen en la percepción final de la calidad del servicio, luego de que el individuo reflexione sobre ellos, se encuentra la amabilidad del conductor y calidad del vehículo. Usando una aproximación similar, Bordagary et al. (2014) estimaron la percepción de la calidad de diferentes líneas de servicio de transporte público para la ciudad de Santander, también usando modelos tipo Probit Ordinal, teniendo en cuenta las variaciones sistemáticas en los gustos del individuo. La estimación mediante esta metodología permite conocer cuáles son los atributos que poseen mayor importancia en la variable dependiente. El autor encontró que la confianza y amabilidad del conductor inciden fuertemente sobre la percepción de la calidad.

Por otra parte, también se han desarrollado metodologías de tipo cualitativas, tales como grupos focales. Es el caso del estudio para conocer los factores que motivan la elección de modo de viaje en los nuevos buses interurbanos de la zona noreste de Estados Unidos (New York, Boston, Filadelfia, Washington DC) (Klein, 2017). En este estudio se encontró que factores como costo, aspectos operacionales, confort del medio de viaje tienen influencia al momento de evaluar la elección modal. Adicionalmente, algunos autores también han optado por desarrollar sus propias metodologías, tal y es el caso de Eboli y Mazulla (2011), quienes utilizaron la percepción de los usuarios y las medidas de desempeño de un servicio de transporte público en Cosenza y Rende, ciudades del sur de Italia. Con base a esta información, desarrollan sus propios indicadores objetivos que permiten obtener medidas de calidad más realistas, logrando que los operadores del servicio puedan proponer medidas de intervención más estratégicas y pertinentes.

Una de las técnicas más usadas para evaluar la percepción de atributos del transporte, son los Modelos de Ecuaciones Estructurales (Structural Equation

Models). Se destaca el trabajo de Delbosc y Currie (2012), quienes utilizaron esta técnica multivariada para evaluar los factores que inciden en la percepción de la seguridad del transporte público de la ciudad de Melbourne, Australia y el impacto que tiene en el uso del sistema. En su modelo plantearon relaciones entre variables latentes de seguridad en el hogar y en la vía pública, encontrando su influencia sobre la percepción de la seguridad en el sistema de transporte. De manera similar, Eboli y Mazulla (2012) implementaron SEM para determinar la relación existente entre la satisfacción global de los usuarios de un servicio de tren en el norte de Italia y los atributos de calidad del servicio. Se encontró que la limpieza, puntualidad del servicio, regularidad y frecuencia tienen un impacto positivo sobre la satisfacción de los usuarios.

Utilizando un modelo SEM, De Oña et al. (2013) especificaron un modelo que permite relacionar atributos latentes (servicio de transporte, confort y personal de apoyo) con la percepción de la calidad general del servicio de transporte público en la ciudad de Granada. Ellos lograron incorporar el efecto que tiene la evaluación de calidad del individuo, antes y después de que éste reflexione sobre el impacto en algunos atributos. El modelo indicó que las variables operacionales (frecuencia, puntualidad, velocidad, accesibilidad, tarifa e información) tienen alta influencia sobre la percepción de la calidad global del servicio.

Con el objetivo de valorar la evolución de la calidad del servicio del sistema de transporte público de Granada durante una época de crisis económica mundial, R. de Oña et al. (2017) realiza Análisis de Componentes Principales (PCA) y modelos SEM. Los resultados del PCA muestran que existen dos grandes factores en torno al impacto en la satisfacción global de los usuarios: los factores del servicio de transporte y los factores de conveniencia y confort. A su vez, la modelación SEM permitió evaluar el impacto de la tarifa y otros factores en diferentes períodos de tiempo. En otro contexto, Hadiuzzman et al. (2017) utilizaron SEM para evaluar la relación la calidad del servicio de transporte publico tipo bus de la ciudad de Dhaka, Bangladesh, involucrando 22 atributos. El modelo incluye tres variables latentes relacionadas con apariencia de los buses, características del servicio y rendimiento del sistema. Los atributos con mayor incidencia en la calidad del servicio fueron "Experiencia el viaje" y "Sistema de pago".

A partir de las investigaciones presentadas, se denota que existen diferentes aproximaciones metodológicas orientadas a evaluar la percepción de algunos atributos del transporte, cada una con enfoques, planteamientos y limitaciones diferentes. Se destaca que las metodologías orientadas a determinar la relación entre una variable dependiente y los diferentes factores explicativos (modelos de elección discreta y SEM), permiten identificar los parámetros que mayor influencia tienen sobre la percepción del individuo, y sobre los cuales se deberían destinar recursos para mejorar la calidad del servicio.

3. Contexto de análisis

Los sistemas de transporte BRT han sido implementados en grandes y medianas ciudades a nivel mundial como una estrategia para atender los crecientes problemas de movilidad urbana. Varias ciudades han implementado esta tecnología por sus características operacionales y relación costo – beneficio. El éxito que los BRT han tenido en algunas ciudades de América Latina ha sido un factor de promoción para otras ciudades, que han seguido el ejemplo de su implementación, muchas veces sin tener en cuenta particularidades propias del contexto local.

Tras el exitoso caso del sistema BRT de Bogotá a finales de 1999, en Colombia se trazó en 2002 la Política Nacional de Transporte Urbano con el objetivo de fortalecer los sistemas de transporte público del país. Esta política logró financiar los estudios preliminares para la implementación de Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) en siete ciudades. Como resultado de esos estudios, se concretaron los proyectos para la implementación de los sistemas BRT en Bogotá (Transmilenio en 2002), Pereira (Megabus en 2006), Cali (Mio en 2009), Medellín (Metrolinea en 2009), Barranquilla (Transmetro en 2010) y Cartagena (Transcribe en 2015).

En el 2009, para hacer seguimiento a la política nacional de los SITM, y eventualmente a los sistemas BRT implementados, el gobierno nacional creó el Sistema de Información, Seguimiento y Evaluación al Transporte Urbano (SISSETU). Mediante el SISSETU se definieron indicadores para hacer monitoreo y evaluación a los proyectos del transporte urbano en el país. Estos indicadores fueron reevaluados en marzo de 2017 por problemas en su medición y capacidad de levantamiento, generando en total 84 nuevos indicadores para evaluar el estado de las inversiones en transporte. Estos indicadores buscan evaluar atributos relacionados con: Infraestructura (19¹), Operación (21), Desempeño (27), Calidad (5), Tarifa (9), Seguridad Vial (3) (MinTransporte, 2017).

Siguiendo el modelo establecido, en 2012 el Departamento de Planeación Nacional (DPN) realizó cinco evaluaciones económicas ex post individuales en los SITM. Se encontraron resultados positivos en la implementación de estas políticas en transporte, con beneficios superiores a los costos de los diferentes SITM. Sin embargo, Transmetro, similar a otros sistemas evaluados, ha presentado problemáticas asociadas a la demanda de pasajeros, poca cobertura del sistema sobre el AMBAQ, vandalismo hacia la infraestructura del sistema y problemas administrativos con los operadores.

En la presente sección se busca contextualizar el caso de estudio, y mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica se busca caracterizar los cambios que se han producido en la movilidad urbana y uso de suelo, tras la implementación de una política en transporte de tipología BRT.

¹ Cantidad de indicadores para cada uno de los atributos definidos en los anexos de la resolución 600 del 2017 del Ministerio de Transporte.

3.1. Caso de estudio

El municipio de Barranquilla, cuya población ronda 1,3 millones a 2017, se encuentra altamente segregada espacialmente, donde la zona de menores ingresos se encuentra ubicada hacia el sur y sur-occidente de la ciudad (Oviedo et al., 2017). Sobre esta zona es donde se observan mayores densidades poblacionales, infraestructura de menores especificaciones y mayor informalidad en el sistema de transporte. Por su parte, el municipio de Soledad, el séptimo en población en el país y el tercero de la región Caribe con una población proyectada de 0,65 millones a 2017, es habitado mayoritariamente por sectores de bajo ingreso que se desplazan habitualmente hacia Barranquilla, bien sea por motivos de trabajo, estudio o diligencias personales. Ambas ciudades pertenecen al AMBAQ, sobre las cuales se encuentra operando actualmente el sistema de transporte masivo Transmetro, tal y como se presenta en la Figura 2.

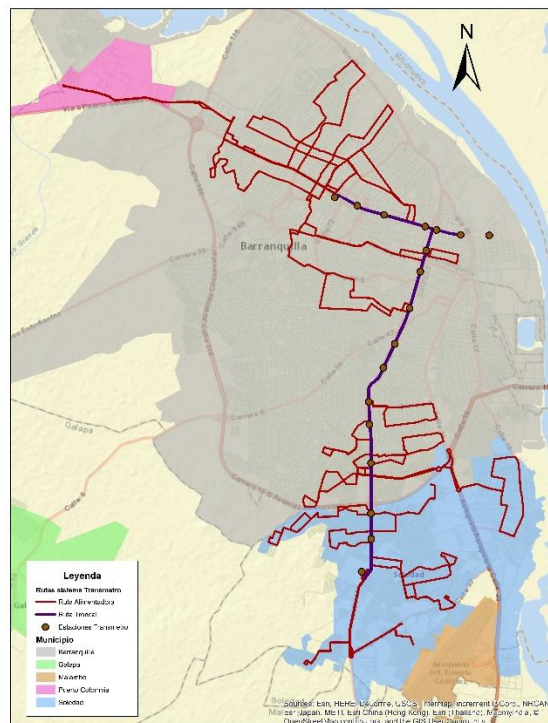


Figura 2. Rutas de operación del sistema de transporte BRT Transmetro en el AMBAQ.
Fuente: Elaboración propia.

El sistema de transporte masivo de la ciudad del AMBAQ, Transmetro, inició sus operaciones en julio de 2010, siendo así el quinto sistema de transporte BRT implementado en el país. Desde su concepción inicial, en el año 2004 mediante el CONPES 3306 del 6 de septiembre, se contemplaron los diseños en dos fases de implementación. Una primera fase que constituía el corredor vial de la calle 45 y el de la carrera 46, y una segunda que contemplaba los corredores de la calle 30 y la vía 40. Sin embargo, por diversos problemas derivados a la situación financiera del distrito de Barranquilla y de la ejecución de las obras, se retrasó el inicio de la primera

fase y se cancelaron los estudios para la segunda. La Figura 2 también muestra las rutas troncales y alimentadoras y estaciones de transbordo del sistema en el AMBAQ.

Actualmente Transmetro cuenta con la operación de 3 rutas troncales (sobre la Calle 45-Avenida Murillo y la Carrera 46-Avenida Olaya Herrera), 26 Rutas alimentadoras, 15 estaciones intermedias ubicadas sobre las troncales del sistema, 2 portales y 1 estación de retorno. Según información del sistema, actualmente se mueven alrededor de 130.000 pasajeros diarios (Oviedo et al., 2017).

La Figura 3 presenta las rutas de Transmetro, junto a la estratificación del AMBAQ. La mayor presencia de rutas alimentadoras se consolida sobre los sectores de bajo ingreso (estratos 1 y 2) de Barranquilla y Soledad y sobre la zona noroccidental de Barranquilla (estratos 5 y 6). Sobre los sectores suroccidental y suroriental no existe conexión alguna con el sistema. Sin embargo, en esta última zona la población es de bajo ingreso, siendo principalmente usuarios del transporte público. A su vez, la accesibilidad al sistema en Soledad es muy irregular por problemáticas asociadas a la inseguridad y conflictos de la población contra Transmetro.

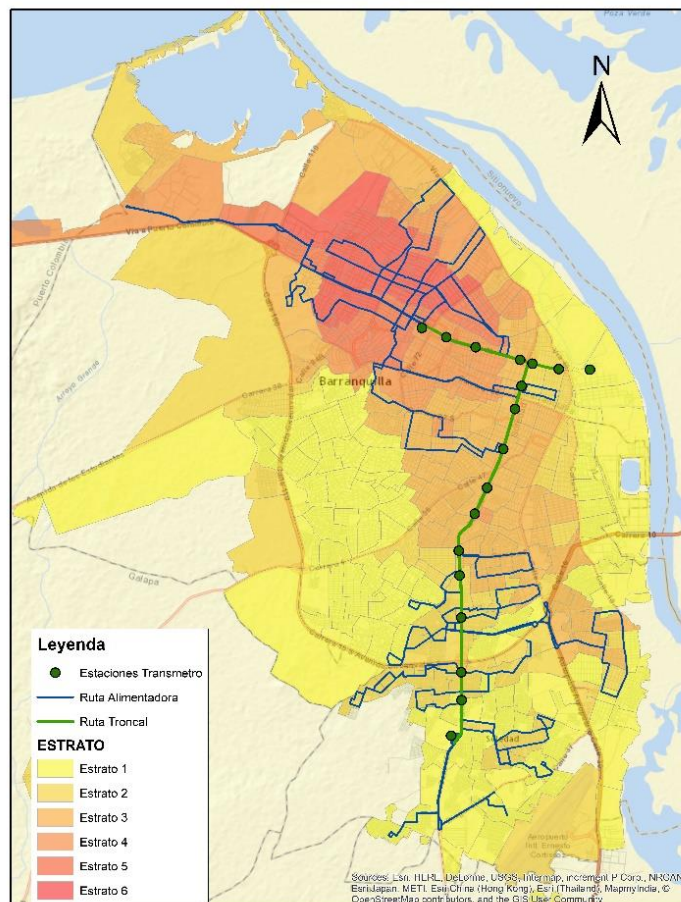


Figura 3. Relación de rutas del sistema Transmetro con estratos socioeconómicos.
Fuente: Elaboración propia.

Referente a la relación con el uso de suelo, en la Figura 4 se presenta las rutas del sistema Transmetro con el mapa de usos de suelo del Plan de Ordenamiento Territorial 2012 de Barranquilla. Se denota que la cobertura espacial del sistema y sus rutas alimentadoras se encuentra orientada hacia el sur en Barranquilla y Soledad, con el uso residencial (RES en la figura). Sobre la zona noroccidental, el uso de suelo predominante sobre el recorrido del sistema es de tipo Actividad Central (ACTC), Residencial (RES), Institucional (INST) y comercial (COMR). El sistema no posee cobertura hacia la zona portuaria ni industrial de la ciudad de Barranquilla. De igual forma se destaca que gran parte de la zona residencial ubicada sobre la sección suroccidental del AMBAQ se encuentra sin fácil acceso al sistema BRT.

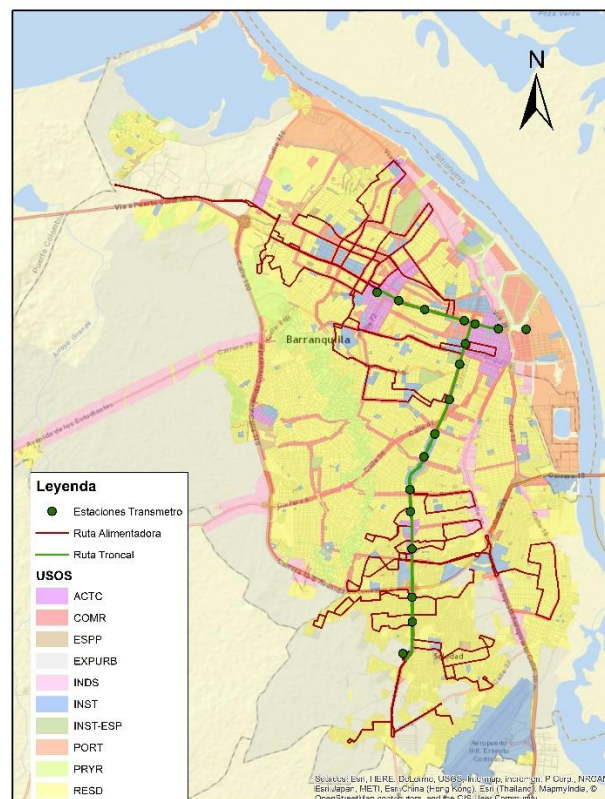


Figura 4. Relación rutas del sistema Transmetro con mapa de usos de suelo
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta el área de influencia espacial del sistema, entre las rutas alimentadoras y troncales del sistema BRT que se presenta en la Figura 5 se tendría alrededor de un cubrimiento espacial del 18% del AMBAQ a una distancia de 200 metros, 34% a una distancia de 800 metros y 51% a 1600 metros de distancia desde las rutas. Sin embargo, gran parte del área que queda por fuera de la influencia del sistema BRT corresponde a poblaciones de bajos ingresos (estratos socioeconómicos 1 y 2). Debe anotarse que donde se da la mayor cobertura espacial por parte de las rutas alimentadoras es sobre sectores de altos ingresos (estratos 4, 5 y 6).

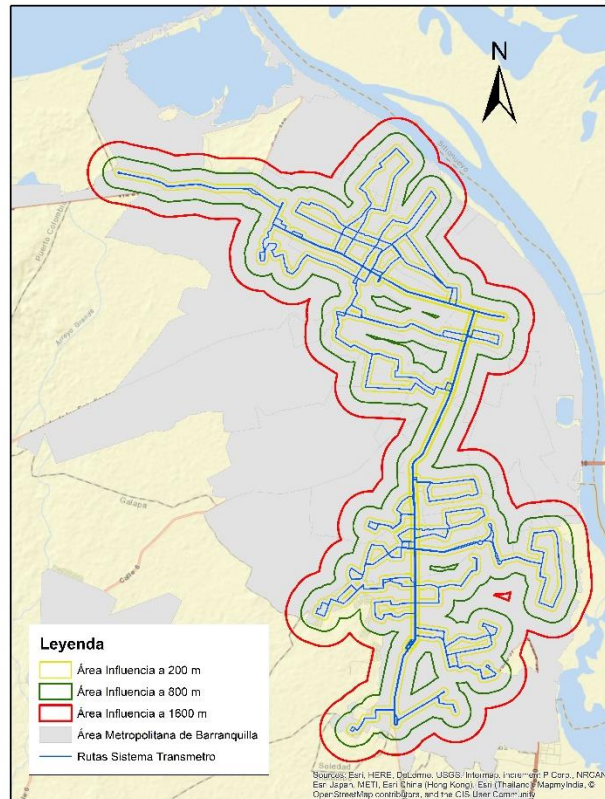


Figura 5. Área de influencia del sistema Transmetro
Fuente: Elaboración propia.

Entre los principales problemas que ha tenido el sistema Transmetro, se destaca la baja demanda de pasajeros observada, que es sustancialmente inferior a la que fue proyectada durante el diseño conceptual. Esto ha ocasionado problemas financieros hacia los operadores del sistema. En repetidas ocasiones el sistema ha solicitado apoyo financiero por parte de las entidades gubernamentales, para lograr cubrir gastos y que permitan mejorar la operación en las rutas activas. Actualmente hay un recargo adicional de \$100 por pasajero en buses del transporte colectivo tradicional que es destinado a Transmetro.

Una de las grandes debilidades que posee el sistema es la falta de articulación con el sistema de transporte público colectivo tradicional (TPC). Actualmente se encuentran en operación alrededor de 85 rutas del TPC, las cuales tienen restricciones de circulación sobre las troncales del BRT. Uno de los grandes desafíos para las administraciones gubernamentales es articular el TPC con el sistema Transmetro, con el objetivo de mejorar la accesibilidad hacia la población usuaria del transporte público. Actualmente una consultoría está evaluando la integración entre los sistemas.

3.2. Relación del BRT con la movilidad y el desarrollo urbano

La movilidad sobre el AMBAQ durante el año 2009, antes de iniciar en funcionamiento el sistema Transmetro, se concentraba fuertemente en el transporte público. En la

Figura 6, se denotan los patrones de generación y atracción, donde en la zona sur del AMBAQ (municipio de Soledad y sur de Barranquilla) se generaban la gran mayoría de los viajes. Las zonas con mayor atracción de viajes se concentraban hacia el centro y Norte de Barranquilla. Según información presentada por Oviedo et al. (2017) de los 146.000 viajes generados durante la hora pico en el AMBAQ durante el 2009, el 75% se realizaban en Transporte Público, el 21% en Autos y el restante 4% Motos.

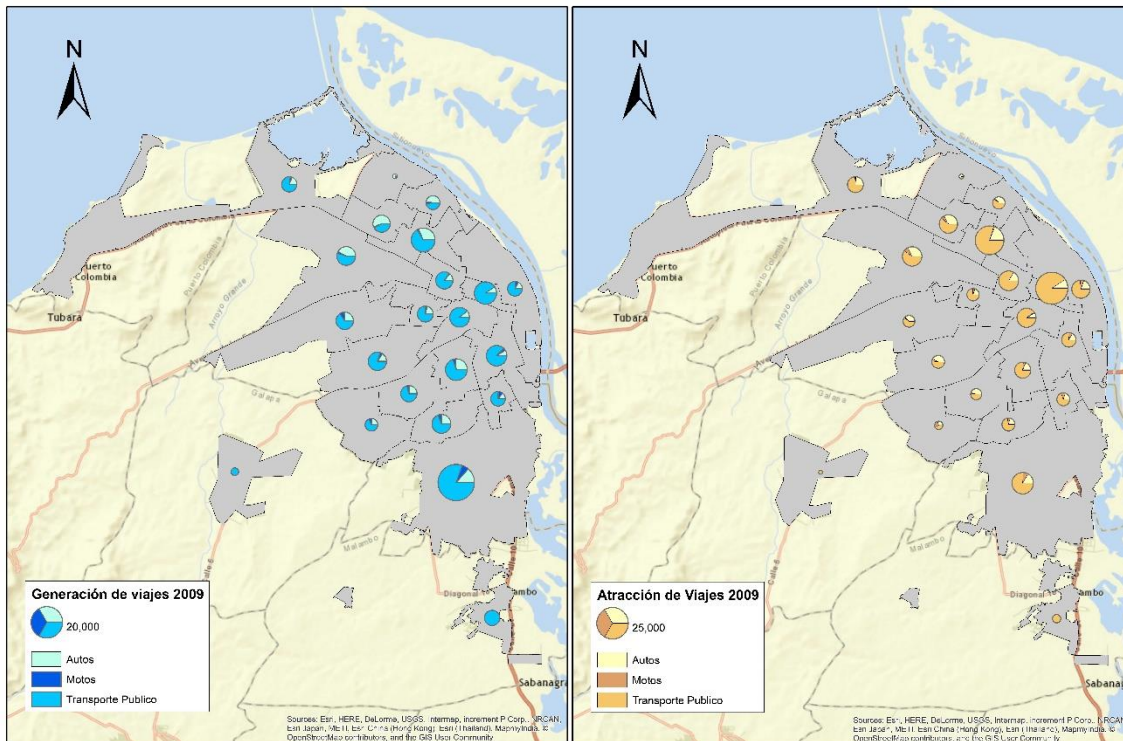


Figura 6. Generación y atracción de viajes en AMBAQ durante el 2009
Fuente: Elaboradas con información de Oviedo et al, 2017

Por su parte, para el año 2014, ya en funcionamiento el sistema masivo, la cantidad de viajes totales generados en hora pico de la mañana ascendió a 195.000, repartidos entre 56% transporte público, 31% autos y 13% motos (Oviedo et al., 2017). Sobre el AMBAQ se notó un notable aumento de viajes generados en automóvil y transporte informal, disminuyendo así la participación del transporte público. Esta tendencia se ha dado en todo el país, donde ha habido un declive del transporte público y un incremento del transporte privado, representado por automóviles y motocicletas.

Luego de implementar las troncales del sistema Transmetro, se notó una disminución de los viajes generados y atraídos durante la hora pico sobre las zonas cercanas a las troncales. Las zonas del sur del AMB, siguen siendo las mayores generadoras de viajes; sin embargo, la atracción se ha fortalecido hacia la zona centro y noroccidental de la ciudad, tal y como se presenta en la Figura 7.

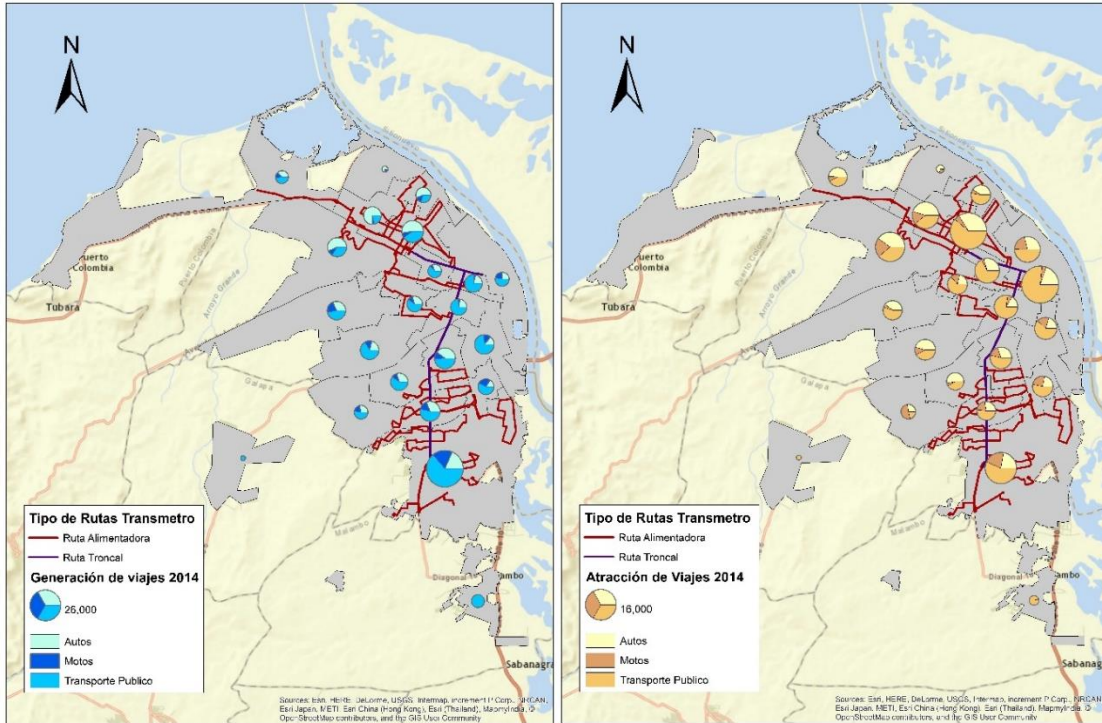


Figura 7. Generación y atracción de viajes en AMBAQ durante el 2014
Fuente: Elaboradas con información de Oviedo et al, 2017

En la Figura 8 se presentan los cambios en el uso de suelo del año 2007 y del 2012, regulado bajo las diferentes entidades de planeación de los municipios del AMBAQ.

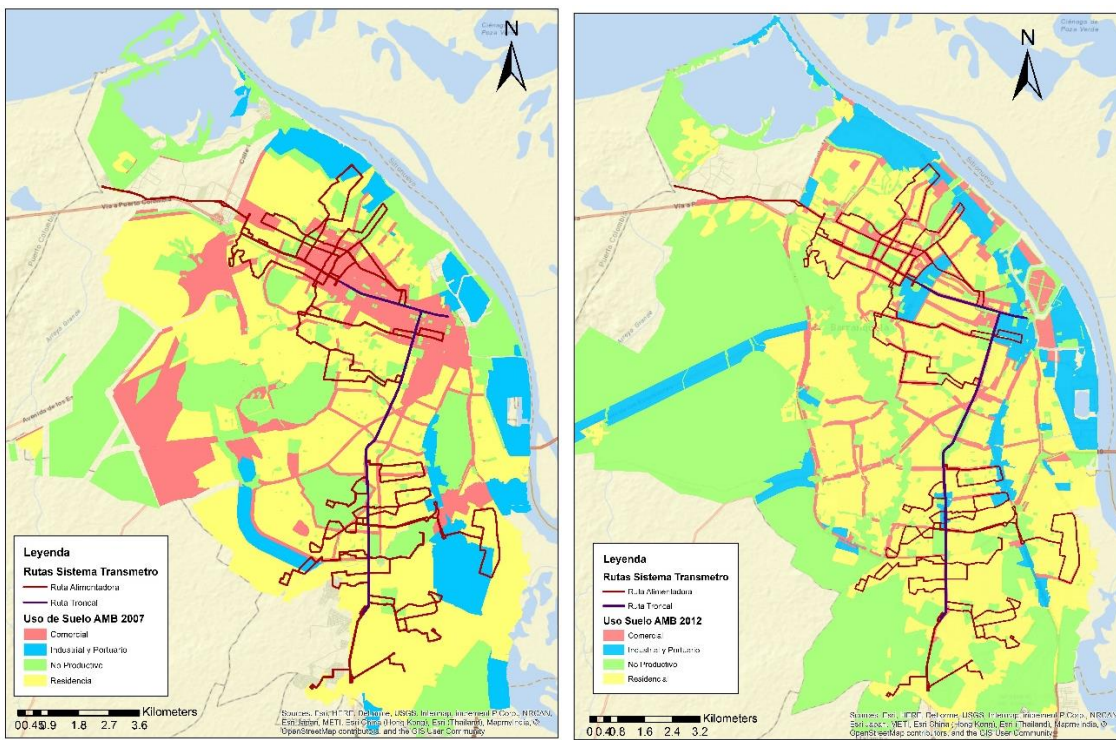


Figura 8. Cambios en el uso de suelo, año 2007 y 2012
Fuente: Elaboradas con información de Oviedo et al, 2017

La Figura 8 muestra que sobre la zona de influencia cercana al sistema (200 metros de proximidad sobre las estaciones y rutas alimentadoras) se ha experimentado una disminución del área superficial destinada a uso comercial cercana al 11%. Sin embargo, en esta misma zona se han experimentado aumentos en el uso residencial e industrial-portuario. Comparando los cambios hacia una zona de mayor influencia (1600 metros de proximidad al sistema BRT), se encontró que cerca del 42% del área comercial existente en el año 2007 cambió de uso y que el uso residencial aumentó su cobertura espacial. Estos cambios de uso de suelo no se pueden atribuir completamente al impacto del sistema BRT, pero sí afectan en las características operativas que se consideraron durante el diseño conceptual del sistema.

Puede concluirse que los patrones de crecimiento de Barranquilla, el desarrollo inmobiliario y la oferta de servicios se han orientado hacia la zona noroccidental de la ciudad. Este fenómeno de crecimiento ha concentrado gran parte de las inversiones en infraestructura y servicios sobre la zona de mayores ingresos. Como se presenta en la Figura 9, el crecimiento urbanístico de proyectos de uso residencial registrados hasta el 2016 se ha concentrado sobre la zona de alto ingreso (estratos 5 y 6), aunque algunos proyectos se han concentrados sobre zonas de menores ingresos, pero en su mayoría con características de interés social y/o prioritario, promovidos por políticas del gobierno.

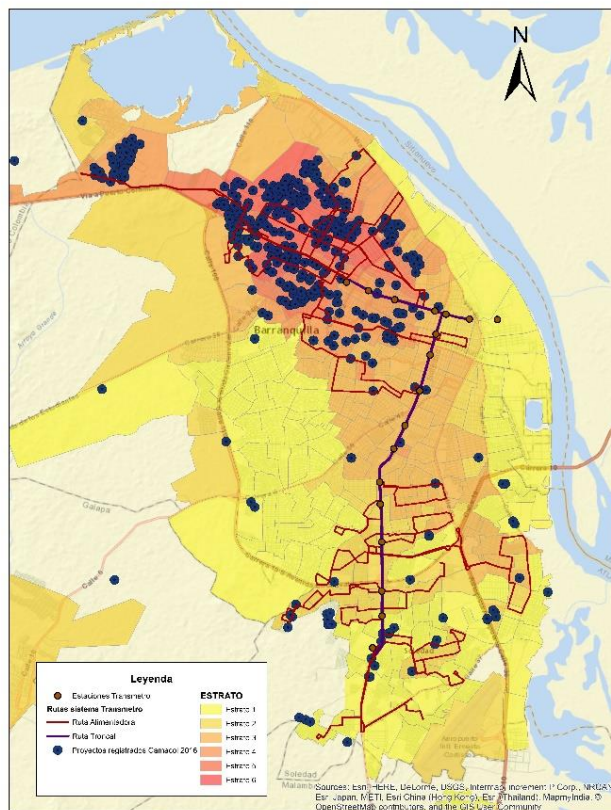


Figura 9. Desarrollo inmobiliario del 2016 sobre el AMBAQ.
Fuente: Elaboración propia con datos de Oviedo et al, 2017.

4. Enfoque Metodológico

El enfoque metodológico inicialmente contempla una etapa de recolección de información secundaria en el AMBQ que permita caracterizar y evaluar la zona de influencia del sistema Transmetro. Seguidamente se aplicaron encuestas socioeconómicas y de percepción a nivel de hogar a una muestra de 305 individuos residentes en zonas de bajos ingresos. A partir de los datos se formularon modelos de ecuaciones estructurales con el objetivo de lograr relacionar los diferentes indicadores de percepción y las características socioeconómicas de los individuos mediante la evaluación de variables latentes.

4.1. Encuestas a nivel hogar

Para el diseño y elaboración de la encuesta se realizó una revisión bibliográfica preliminar, que buscaba identificar atributos de percepción orientados a evaluación de condiciones de entorno y bienestar. De igual forma, se seleccionaron preguntas teniendo en cuenta la encuesta de caracterización de hogares del Departamento Administrativo Nacional Estadística (DANE) y los atributos necesarios para calcular el índice de pobreza multidimensional relacionado en Oviedo et al. (2017). De manera complementaria al instrumento planteado, se desarrollaron paneles de discusión conformados por expertos en temáticas de transporte, urbanismo y economía, con el objetivo de evaluar el contenido y la estructura del cuestionario propuesto. Finalmente, se realizaron grupos focales y pruebas pilotos del instrumento, con el objetivo de revisar el diseño y mejorar la forma en la que se preguntaban los diferentes aspectos del cuestionario.

La encuesta se orientó hacia población residente en zonas de bajos ingresos socioeconómico en el AMBAQ, esto con la finalidad de captar la percepción de los usuarios más vulnerables del sistema BRT Transmetro. Los barrios seleccionados para realizar las encuestas domiciliarias corresponden a poblaciones estrato 1 y 2, de Barranquilla y Soledad, que se encontraban con acceso al sistema (barrios de tratamiento) o sin acceso al sistema Transmetro mediante las rutas troncales y/o alimentadoras (barrio control). En la Figura 10 se presenta la ubicación de los barrios y las encuestas realizadas, acompañadas de la estratificación presente en el AMBAQ.

De la ciudad de Barranquilla se seleccionaron el barrio El Bosque y Carrizal. El Bosque, uno de los barrios más grandes de la ciudad, se encuentra con población estrato 1 en su gran mayoría, y no poseen acceso al sistema Transmetro. Por su parte, Carrizal posee población perteneciente al estrato 1 y 2, los cuales cuentan con cercano acceso al sistema mediante la ruta alimentadora "A6-1" que posee una frecuencia de 10 minutos por servicio (Transmetro.gov.co, 2017). En el barrio Carrizal se encuentra localizada una estación del sistema.

Del municipio de Soledad, se tomaron los barrios de Villa Estadio, Villa María y Villa Sol. El barrio de Villa Estadio es uno de los barrios más grandes del municipio, donde en algunos sectores reside población estrato 1, 2 y 3, aunque para efectos del

presente estudio se tuvo en cuenta únicamente la población estrato 1 y 2. En Villa estadio cuentan con la alimentación de la ruta "A5-2" que posee una frecuencia de 9 minutos aproximadamente (Transmetro.gov.co, 2017) y se encuentran cerca de una estación troncal. Por su parte, la población de barrios Villa Sol y Villa María pertenece al estrato 1, y no posee un servicio constante al sistema dado que cuentan con el servicio de una ruta alimentadora, pero por efectos de protestas y vandalismo en contra al sistema, el servicio frecuentemente es suspendido. En la época de aplicación de la encuesta (octubre - noviembre de 2016) había sido suspendido.

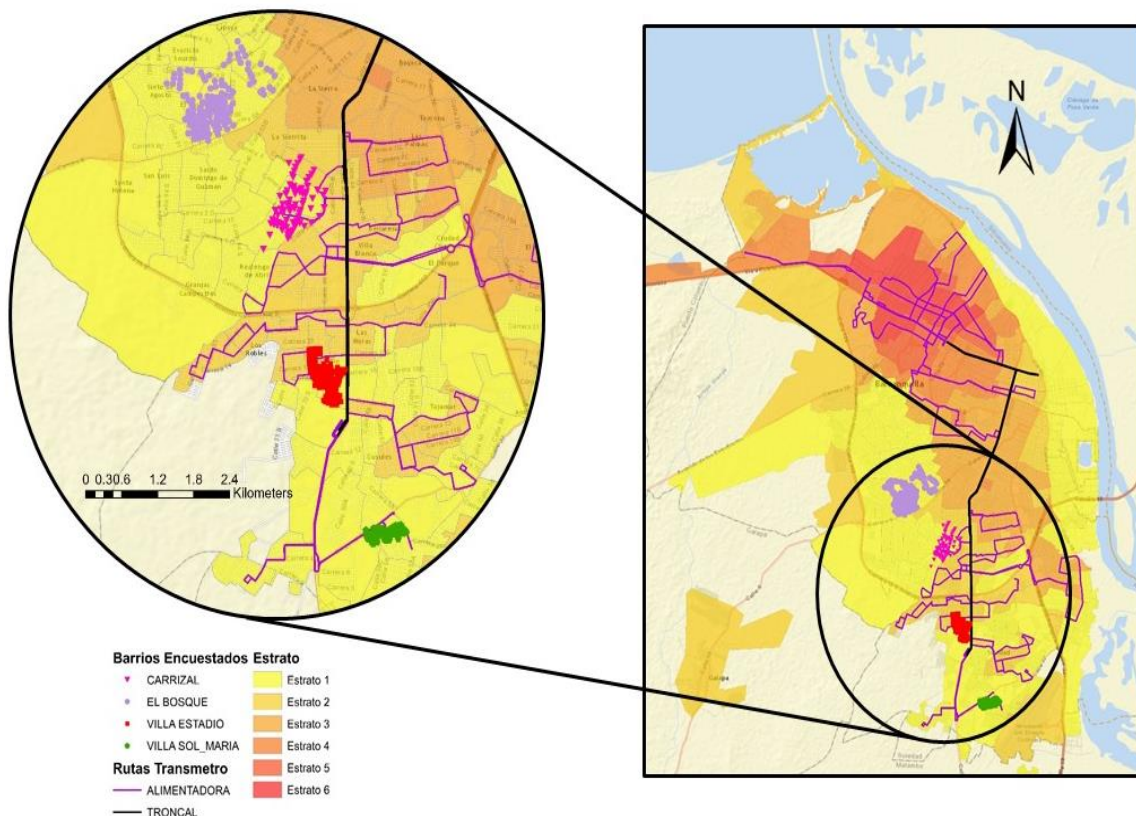


Figura 10. Ubicación de encuestas realizadas en barrios seleccionados.

Fuente: Elaboración propia

La aplicación del instrumento buscaba cubrir espacialmente cada uno de los barrios seleccionados, en especial aquellas zonas de mayor vulnerabilidad y con bajas condiciones socioeconómicas. El proceso implicó contactar líderes comunitarios que lograron brindar información respecto a los habitantes de sus comunidades, encuestando así alrededor de 3 a 4 hogares por cada manzana. En total se lograron aplicar 449 encuestas, de las cuales, realizando una depuración en torno a datos completos y confiables, finalmente derivó en 305 encuestas útiles. La discriminación de encuestas totales por cada uno de los barrios seleccionados se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de encuestas validas realizadas por barrio

<i>Barrio</i>	<i>Encuestas</i>	<i>Porcentaje</i>
Carrizal	79	25.9%
El Bosque	85	27.9%
Villa Estadio	93	30.5%
Villa Sol	24	7.9%
Villa María	24	7.9%
Total	305	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En la encuesta se identificaba un representante del hogar, mayor de edad y que tuviera conocimiento sobre el estado de su entorno hace 6 años, al cual se le solicitó suministrar información socioeconómica, patrones de viajes y de percepción respecto al impacto del sistema de transporte masivo Transmetro. En el Anexo 1 se presenta el formulario utilizado para la aplicación en campo. Sin embargo, la información requerida en el instrumento se encuentra relacionada a continuación:

Información Sociodemográfica

- Año de nacimiento.
- Sexo: Masculino – Femenino.
- Ocupación: Individuos que laboren como empleados, empleados domésticos, amos de casa, trabajador independiente, desempleado, retirado o jubilado, estudiante u otra ocupación.
- Nivel de educación alcanzado: Se contemplaban opciones como ningún nivel educativo, primaria, bachillerato, educación técnica, universitaria (pregrado), postgrado, u otro.

Información de percepción

Se le preguntó al individuo cómo ha percibido los cambios respecto a diferentes indicadores de percepción, presentando para cada uno de ellos una escala de Likert de cinco niveles (Mucho Peor, Peor, No cambió, Mejor, Mucho Mejor), adicionalmente brindando la posibilidad de responder No sabe/No aplica.

Para la selección de los indicadores de percepción, se hizo una revisión bibliográfica existente y grupos focales orientados a conocer aquellos aspectos de la movilidad y el entorno que priorizan la población vulnerable. Estos indicadores de percepción fueron contemplados en tres diferentes categorías, (Condiciones de transporte, condiciones de barrio y condiciones de ciudad) tal y como se presenta a continuación en la Tabla 2:

Tabla 2. Atributos evaluados en la percepción del impacto del sistema Transmetro

CATEGORÍA	INDICADOR DE PERCEPCIÓN	Símbolo
¿Cómo han cambiado las condiciones de TRANSPORTE en comparación con 2010?	Costo de viaje	I1
	Tiempo de viaje	I2
	Seguridad de accidentes	I3
	Seguridad respecto a robos/atracos	I4
	Comodidad/confort	I5
	Facilidad en la forma de pago	I6
	Facilidad para acceder o tomar el servicio	I7
	Cantidad de trasbordos requeridos	I8
	Frecuencia/disponibilidad del servicio de transporte de buses	I9
¿Cómo han cambiado las condiciones del BARRIO en comparación con 2010?	Estado de las vías	I10
	Andenes y espacios para caminar	I11
	Seguridad respecto a crimen	I12
	Disponibilidad de tiendas/supermercados/comercio	I13
	Facilidad para hacer diligencias (bancos, oficinas públicas, eps)	I14
	Cercanía a familia y amigos	I15
	Acceso a transporte público	I16
	Disponibilidad de servicios de Transporte Público	I17
¿Cómo han cambiado las condiciones de la CIUDAD en comparación con 2010?	Niveles de contaminación del aire y ruido	I18
	Estado de las vías	I19
	Andenes y espacios para caminar	I20
	Seguridad respecto a crimen	I21
	Disponibilidad de empleo	I22
	Facilidad para hacer diligencias (bancos, oficinas públicas, eps)	I23
	Disponibilidad de espacios de comercio y entretenimiento	I24
	Acceso a transporte público	I25
	Disponibilidad y frecuencia de servicios de transporte público	I26
Niveles de contaminación del aire y ruido	I27	
Congestión vial	I28	

Fuente: Elaboración propia

El proceso de validación de cada uno de estos indicadores planteados en el instrumento de encuesta, consistió en una revisión de resultados de la prueba piloto, teniendo en cuenta algunas metodologías de análisis estadístico multivariado, tales como análisis factorial y validación de la consistencia interna de los indicadores (sección 5.2).

Información de los viajes

En cuanto los patrones de viajes del individuo, se recolectó información sobre las características de los viajes, antes y después de la implementación del sistema BRT. En esta etapa, se le pidió al individuo que caracterizara diferentes motivos de viaje

(trabajo/educación, visitas a familiares-amigos, compras-entretenimiento, diligencias personales, llevar hijos al colegio), teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Frecuencia del viaje
- Cantidad de medios de transporte usados
- Modo preferencial para realizar este tipo de viaje
- Duración promedio de los viajes
- Cantidad de transbordos requeridos
- Ubicación de un viaje típico para cada motivo.

Características del hogar:

Se buscaba conocer algunos aspectos característicos de los hogares seleccionados, con el objetivo de conocer condiciones económicas de los hogares encuestados. Entre los aspectos evaluados se encontró:

- Composición del hogar.
- Tipo de vivienda.
- Acceso a facilidades y servicios públicos.
- Indicadores de pobreza.

4.2. Modelos de ecuaciones estructurales

Los modelos de ecuaciones estructurales, SEM "Structural Equation Models", se contemplan entre las diferentes técnicas de análisis multivariado cuya particularidad radica en que permiten estimar el efecto y las relaciones entre múltiples variables. Diversas investigaciones han demostrado la pertinencia al usar modelos de ecuaciones estructurales para evaluar los aspectos o atributos que influyen en la calidad de un servicio (Bollen, 1989; J. De Oña et al., 2013; Hair et al., 1998).

Plantear un SEM, presenta ciertas ventajas frente a las demás técnicas de análisis multivariado. Entre ellas, se destaca que los SEM permiten estimar relaciones múltiples de dependencia cruzada entre las diferentes variables involucradas. Además, permiten incorporar variables que no se pueden medir directamente, a las cuales se les conoce como Variables Latentes o Constructos Latentes. Al mismo tiempo, los SEM garantizan una fiabilidad sobre las variables predictoras o independientes, debido a que incluyen la estimación de un término de error. (Hair et al., 1998)

Una de las estructuras que se pueden derivar a partir de los SEM, son los modelos de Múltiples Indicadores Múltiples Causas, (Multiple Indicators Multiple Causes - MIMIC). Los modelos MIMIC permiten estimar la relación existente entre las características observables de los individuos y las variables latentes planteadas en los SEM, logrando la predicción de los indicadores de medida formulados. Estos modelos involucran el planteamiento de constructos observables y constructos latentes, formulando las relaciones de dependencia entre ellos y los diferentes indicadores de percepción. En la Figura 11 se presenta un esquema típico del

planteamiento de este tipo de modelos. Las variables observables y los indicadores del modelo de medida se representan mediante rectángulos, y las variables latentes mediante círculos ovalados. Las relaciones de dependencia sobre estos elementos se deben formular estratégicamente durante el planteamiento del modelo, de tal forma que se logren explicar los atributos latentes acorde a características observables e indicadores de medida pertinentes.

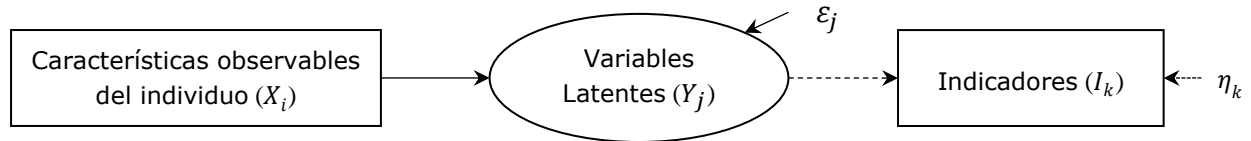


Figura 11. Planteamiento de modelo de ecuaciones estructurales MIMIC.
Fuente: Elaboración propia

Generalmente, las variables latentes Y_j son explicadas en función de características observables del individuo " X_i " formando un modelo estructural que explica las relaciones causales para las variables latentes evaluadas, siguiendo la estructura presentada en la ecuación (1). Los modelos estructurales son utilizados para entender cómo se asocian las diferentes variables observables con las variables definidas en el SEM.

$$Y_j = \sum_i \beta_{ij} X_i + \varepsilon_j \quad (1)$$

Donde,

Y_j = Variable Latente j .

X_i = Variable observable i .

β_{ij} = Parámetro a estimar que mide la relación entre la variable observable i y la variable latente j .

ε_j = Término error asociado a la variable latente j . $\varepsilon_j \sim N(0,1)$

De igual forma, cada uno de los indicadores de medición evaluados, se encuentran relacionados mediante los atributos latentes planteados en el modelo, formando un modelo de medida. Por su parte, estos modelos de medida logran explicar cómo se deben medir las variables dentro del SEM. Cada indicador puede ser explicado en torno a sus atributos latentes y son utilizados para calibrar la respuesta obtenida sobre los indicadores de percepción según la ecuación (2).

$$I_k^* = \sum_j \alpha_{jk} Y_j + \eta_k \quad (2)$$

Donde,

I_k^* = Indicador de percepción k .

Y_j = Variable Latente j .

α_{jk} = Parámetro a estimar que mide la relación entre la variable latente j y el indicador k .

η_k = Término error asociado al indicador de percepción k . $\eta_k \sim N(0,1)$

La solución de los SEM involucra resolver ambos modelos de manera simultánea, de tal forma que logren estimar cada una de las relaciones de dependencia, junto a los parámetros propios de los modelos. La mayoría de las soluciones de SEM están orientadas a comparar una matriz de covarianza observada con la matriz de covarianza estimada por el modelo. Por lo cual, la estimación de los SEM permite determinar la significancia entre la covarianza de las variables latentes y los respectivos constructos planteados.

Tal y como se evidencia en cada una de las ecuaciones (1) y (2), se encuentra involucrada la presencia de un término error. Este término involucra todas las posibles fuentes de error que no están especificadas en el modelo. Los errores pueden seguir una distribución logística o una distribución normal; según este tipo de distribución, se deriva el modelo que determina la probabilidad de elección para los indicadores de percepción del individuo. Para esta investigación, se asumen que los errores siguen una distribución normal, de tal forma que la probabilidad que un individuo q seleccione una categoría de percepción m para el indicador k , se puede determinar mediante un modelo Probit, según la ecuación (3).

$$P(I_{qk} = m | Y_j) = \frac{e^{\tau_{mk} - \sum_j \alpha_{jk} Y_j}}{1 + e^{\tau_{mk} - \sum_j \alpha_{jk} Y_j}} - \frac{e^{\tau_{(m-1)k} - \sum_j \alpha_{jk} Y_j}}{1 + e^{\tau_{(m-1)k} - \sum_j \alpha_{jk} Y_j}} \quad (3)$$

Por su parte, los indicadores de percepción evaluados, por ser asumidos como variables observadas de percepción de tipo categóricas (percepción evaluada en una escala 1 a 5), se interpretan mediante un conjunto de umbrales definidos en la solución del modelo. Estos umbrales (representados matemáticamente τ_m) permiten conocer a que categoría pertenece la respuesta obtenida al solucionar la ecuación que mida el indicador de respuesta I_k . De tal forma, que para cada indicador I_k involucrado en el modelo, se estiman umbrales de acuerdo al número "m" de categorías posibles que tenga dicho indicador. Los resultados se interpretan siguiendo la ecuación (4).

$$I_k = \begin{cases} 1 & \text{si } -\infty < I_k^* \leq \tau_1 \\ 2 & \text{si } \tau_1 < I_k^* \leq \tau_2 \\ \vdots & \\ m & \text{si } \tau_{m-1} < I_k^* \leq +\infty \end{cases} \quad (4)$$

Donde,

I_k = Indicador de respuesta.

I_k^* = Indicador de percepción estimado mediante la ecuación (2).

m = Número de categorías del indicador k .

τ_m = Valor del umbral, El modelo estima $m - 1$ umbrales.

La estimación de todos los parámetros desconocidos del modelo, se puede realizar mediante diferentes técnicas de análisis, incluyendo estimadores de máxima verosimilitud robusta (MLR) y mínimos cuadrados no ponderados y generalizados (WLSMV). Entre las ventajas de usar un estimador MLR, se encuentra que los parámetros se logran estimar teniendo en cuenta que los errores estándar son robustos ante un posible efecto de no normalidad y no independencia entre las observaciones o algún problema de especificación en el planteamiento del modelo. Para este tipo de estimación, los errores estándar son estimados teniendo en cuenta un estimador sándwich. Por su parte, el estimador WLSMV, desarrolla las estimaciones teniendo en cuenta una matriz diagonal ponderada con los errores estándar, siendo susceptibles a diferentes problemas asociados a los supuestos del modelo. En nuestro proceso de modelación, se encontró que al utilizar un estimador MLR, la prueba de confiabilidad de los coeficientes de carga (Test T Robusto), para las diferentes relaciones planteadas, son más conservadores que al utilizar estimadores WLSMV.

Sobre estos SEM, se pueden calcular diferentes indicadores que permiten estimar la validez del modelo. Sin embargo, al momento de implementar un estimador de MLR e involucrar gran cantidad de variables que requieren plantear múltiples relaciones de dependencia (entre atributos sociodemográficos, las variables latentes y los indicadores de percepción), los promedios, las varianzas y covarianzas de los datos, no son estadísticas suficientes para la estimación del modelo, de tal forma que, los software no pueden calcular algunos parámetros que permitan evaluar de la calidad del modelo, tales como las estadísticas derivadas de una prueba Chi-Cuadrado.

El hallazgo de relaciones estadísticamente significantes entre los constructos del modelo estructural y del modelo de medida evidencia la existencia de correlación entre las variables. Por esto, muchos autores han definido umbrales para evaluar la validez y significancia de las relaciones entre estos constructos (Barrett, 2007; Bollen, 1989; Iacobucci, 2009). En la presente investigación se tuvieron en cuenta los siguientes umbrales y parámetros de planteamiento de los modelos:

- Cada variable latente medida por al menos tres indicadores.
- Estimación de errores mediante máxima verosimilitud robusta (MLR)
- Factores de carga estandarizados de las relaciones de dependencia entre Variables Latentes e Indicadores (α_{jk}) mayores a ± 0.5 .
- Significancia estadística de los parámetros estimados se hace teniendo en cuenta la prueba Test T Robusta con valores mayores a ± 1.00 . En diferentes investigaciones en transporte, se ha encontrado que los niveles de significancia estadística al momento de incluir variables socioeconómicas no deben ser

juzgados por los criterios de confiabilidad normalmente aceptados (nivel de confianza del 95% o 99%). De igual forma se establece que se pueden aceptar diferentes criterios, acorde al sentido e importancia de cada una de las variables involucradas en los modelos (Walker, 2001).

Para fines de estimación se utilizó el software de evaluación MPlus® (Muthén & Muthén, 1998). A su vez, debido a que se utilizó estimador MLR y la gran cantidad de variables involucradas impedía que el software utilizado en la modelación calculara estadísticos de pruebas adicionales, por lo cual se utilizaron los criterios de ajuste relacionados a continuación:

- Akaike information criteria (AIC): Mediante este criterio se permite comparar la calidad ajuste de dos modelos estadísticos, teniendo en cuenta el número de parámetros estimados (p) y la máxima verosimilitud (\hat{L}) obtenida del modelo, tal y como se presenta en la ecuación 5. Este parámetro es netamente comparativo entre los posibles modelos evaluados y entre menor sea el valor del AIC, mejor sería la calidad de ajuste del modelo.

$$AIC = 2p - 2 \ln(\hat{L}) \quad (5)$$

- Bayesian information criteria (BIC): Este criterio también es usado para la comparación de modelos mediante la calidad de ajuste, solamente que este penaliza el modelo cuando el tamaño de la muestra aumenta. Se estima mediante la ecuación 6, donde se tiene en cuenta el número de parámetros estimados (p) y la máxima verosimilitud (\hat{L}) y n el tamaño de la muestra. Comparando dos modelos, se considera con mejor ajuste, aquel que posea menor BIC.

$$BIC = p \ln(n) - 2 \ln(\hat{L}) \quad (6)$$

5. Análisis descriptivo de los datos

La encuesta, aplicada a personas que residen en zonas de bajos ingresos, permite caracterizar cuantitativamente la población evaluada. Las características sociodemográficas permiten entender la composición de esta población, aspecto que ayuda a puntualizar los resultados obtenidos en la etapa de modelación. De igual forma, en el capítulo se presentan los resultados descriptivos para cada uno de los indicadores de percepción obtenidos en la población evaluada.

5.1. Resultados sociodemográficos

La muestra de evaluación fue de 305 encuestas validadas. Su distribución por zonas de evaluación corresponde a un 43,6% (133 encuestas) en zonas de control y el restante 56,4% (172 encuestas) realizadas en zonas de tratamiento. Según el barrio en el que fueron realizadas, para los barrios de control se totalizaron 27,9% (85 encuestas) encuestas pertenecientes al barrio El Bosque y 15,7% (48 encuestas) para los barrios de Villa Sol y Villa María. Entre los barrios de tratamiento, se obtuvieron 30,5% (93 encuestas) en Villa Estadio y 25,9% (79 encuestas) en Carrizal. De tal forma y como se presenta en la Figura 12, se obtuvieron 53,8% (164 encuestas) de las encuestas en Barranquilla y el restante 46,2% (141 encuestas) en el municipio aledaño de Soledad.

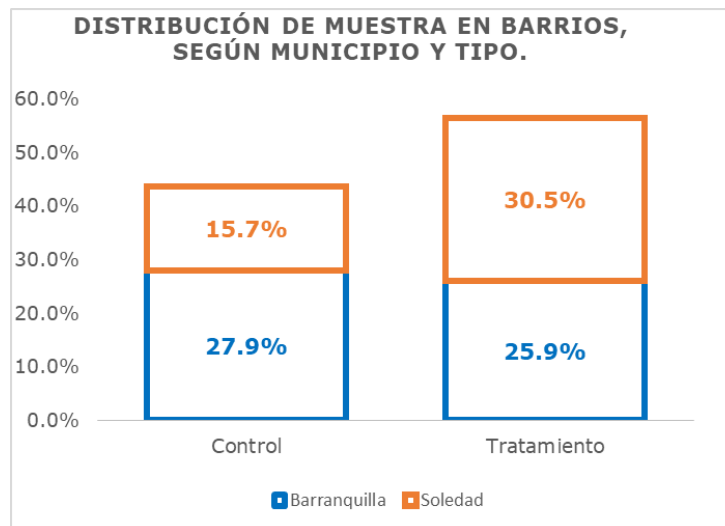


Figura 12. Distribución de encuestados según municipio y tipo de zona.
Fuente: Elaboración propia

Entre las características sociodemográficas preguntadas, se obtuvo que la mayor proporción de los encuestados se encuentra entre los 30 y 50 años de edad, que corresponde al 40% de la muestra evaluada, seguidos del 32% que representa a la población joven entre 18 y 30 años y finalmente personas mayores de 50 años que representaron el 28% de los encuestados.

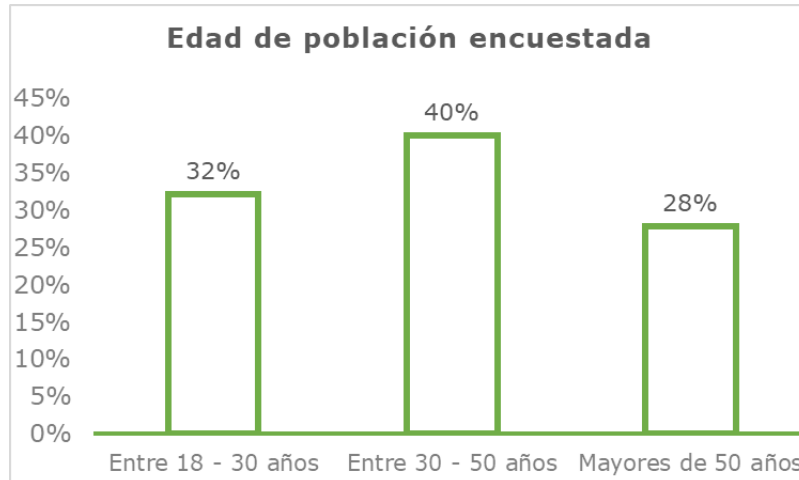


Figura 13. Edad de la población encuestada.
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que en cada uno de los hogares encuestados se encuestó a un único individuo, se encontró que el 62% de los encuestados fueron mujeres, frente a un 38% de hombres que decidieron participar en el ejercicio. Esto se puede explicar en que las mujeres tienden a ser más representativas como figura del hogar en las poblaciones vulnerables. Además, ellas permanecen más tiempo en el hogar, por lo cual era más probable encontrarlas a ellas al momento de la entrevista.

En cuanto a la ocupación se encontró que alrededor del 48% de la población encuestada está ocupada, bien sea en como empleado, empleados domésticos o como trabajadores independientes (muchos de ellos informales). El 45% de los encuestados registró estar dedicándose a labores del hogar, bien sea por ser ama de casa, encontrarse desempleado o estar en etapa de retiro o jubilación. Y tal y como se presenta en la Figura 14, el restante 8% reportó ser estudiante actualmente.

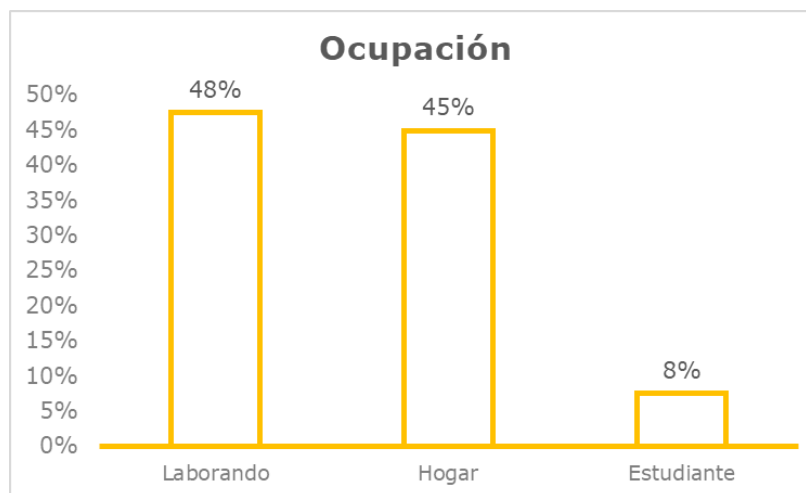


Figura 14. Distribución de la ocupación para la población encuestada.
Fuente: Elaboración propia.

Para cada uno de los encuestados también se registró el máximo nivel educativo alcanzado, para tener noción del grado de escolaridad entre los habitantes de las comunidades visitadas, presentando sus resultados en la Figura 15. Se encontró que cerca del 3,6% de los encuestados no posee ningún grado de estudio. Por su parte, el 24,6 % culminó la básica primaria, el 43% de los encuestados, cursaron hasta la educación secundaria, obteniendo así al menos un título de bachiller. El restante 29% se reparte en población que ha cursado algún curso en educación superior, siendo el 20% personas con título de técnico o tecnólogo, el 8,5% una carrera a nivel de pregrado y el 0,3%, que corresponde a un único individuo que posee al menos un título de postgrado.

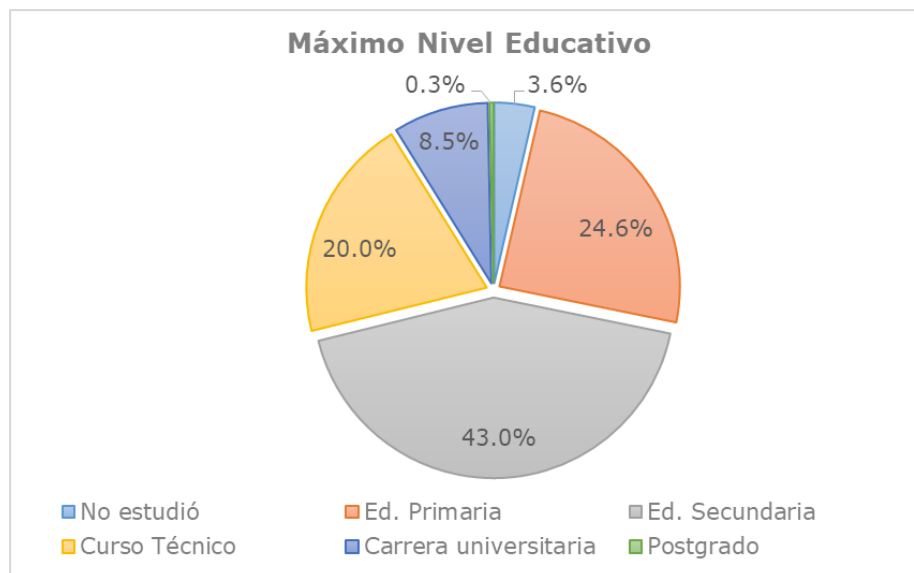


Figura 15. Distribución del máximo nivel educativo alcanzado para la población encuestada.
Fuente: Elaboración propia.

5.2. Descripción de percepciones

Teniendo en cuenta la información recolectada para cada uno de los indicadores evaluados, el individuo revelaba su percepción ante el cambio que ha traído la implementación del sistema de transporte masivo Transmetro en los últimos seis años (2010-2016), en una escala Likert de 5 niveles, desde mucho peor a mucho mejor, tal y como se presentó en la sección 4.1.

En la Figura 16, se presentan los porcentajes obtenidos para cada uno de los indicadores de percepción planteados en Tabla 2 para la muestra encuestada.

Impacto de los sistemas BRT en percepciones de cambios en el bienestar social y el entorno. Caso de Barranquilla, Colombia.

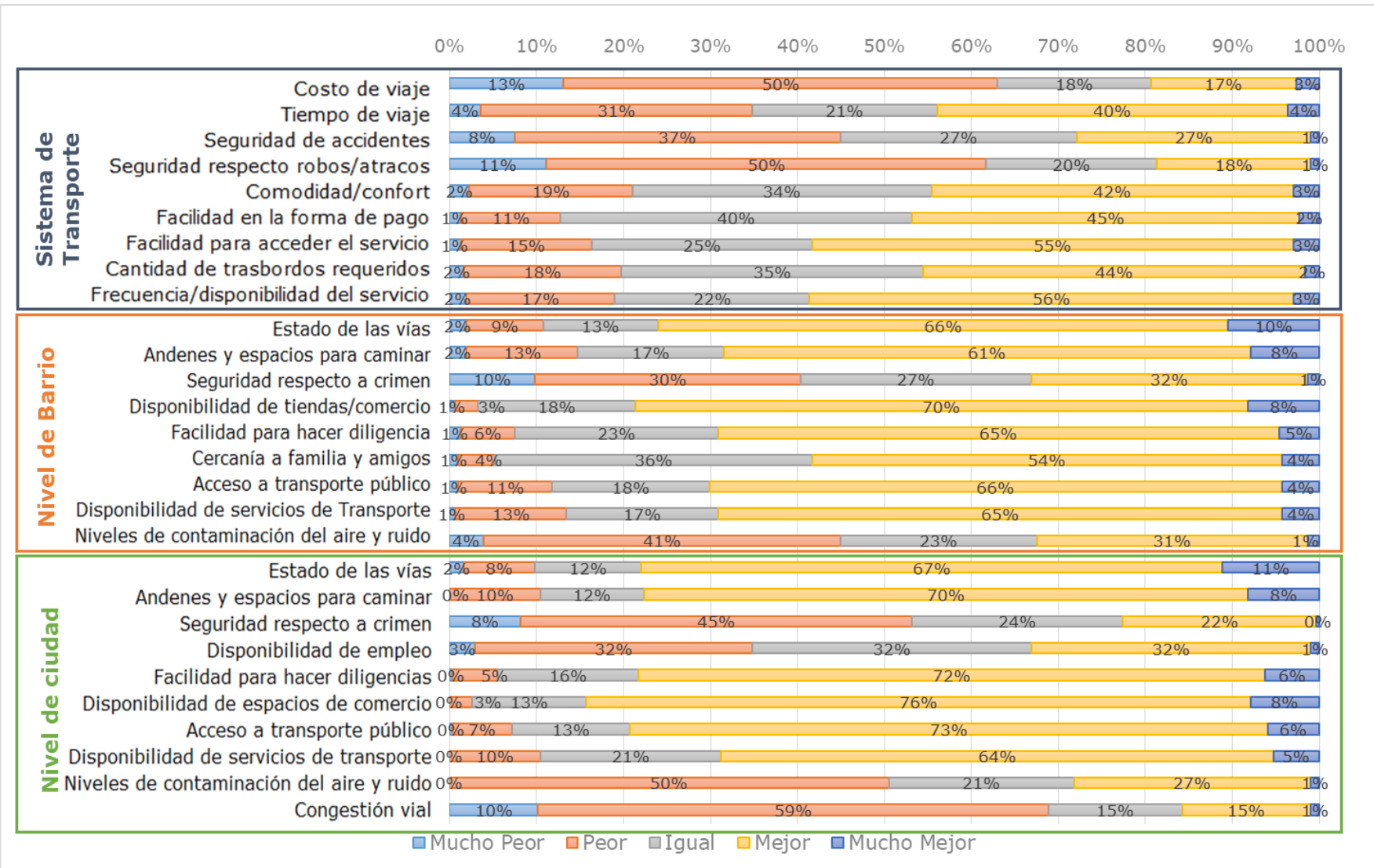


Figura 16. Resultados de los indicadores de percepción evaluados. Fuente: Elaboración propia.

Entre los resultados a destacar de estos indicadores, se encontró que más del 10% de la población encuestada percibe que aspectos como el costo del viaje, seguridad ante robos y atracos en el sistema de transporte, a seguridad respecto al crimen en el barrio y la congestión vial de la ciudad han estado mucho peor. Más del 50% de los encuestados consideran que ha empeorado atributos como el costo del viaje, niveles de contaminación de la ciudad y congestión vial en la ciudad. Se destaca que el 41% de los encuestados percibe que ha empeorado los niveles de contaminación en el barrio y el 45% también percibe que la seguridad respecto al crimen en la ciudad ha empeorado en los últimos años.

El 40% de la población encuestada percibe que la facilidad en la forma de pago no ha cambiado, y el 32% considera que la disponibilidad de empleo no ha presentado variación alguna desde el 2010. Sin embargo, la gran mayoría de los encuestados perciben cambios positivos respecto a ciertos atributos del sistema del transporte, tales como mejoras para la facilidad de acceder o tomar el servicio (55% de los encuestados) y perciben mejor la frecuencia y/o disponibilidad del servicio de transporte (56% de los encuestados).

En los atributos relacionados con el impacto a nivel de barrio, se encontró que la población percibe mejoras en estado de las vías (66%), andenes y espacios para caminar (61%), disponibilidad de espacios de comercio (70%), acceso al transporte público en el barrio (66%) y disponibilidad del transporte público (65%). Por su parte, a nivel de ciudad gran parte de la población encuestada percibe mejorías en aspectos como estado de las vías (67%), andenes y espacios para caminar (70%), facilidad para hacer diligencias en la ciudad (72%) y acceso al transporte público (73%). El 10% y 11% de la población encuestada percibe mucho mejor el estado de las vías a nivel de barrio y a nivel de ciudad, respectivamente, siendo estos los atributos mejor evaluados en una escala de mucho mejor respecto a las condiciones desde el 2010 a 2016 en el AMBAQ.

Con esta información de percepción del impacto en los atributos planteados, se formulan dos modelos de ecuaciones estructurales para relacionar aspectos tanto a nivel de barrio y de ciudad, y de factores asociados al bienestar social de la población vulnerable, presentados en el capítulo 6.

Adicionalmente, se evaluó la consistencia interna de los indicadores. Como los indicadores de percepción fueron medidos con una escala Likert de 5 posibles respuestas, para verificar que verdaderamente el indicador se está midiendo lo que se desea medir, se utilizó el parámetro de Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951). Este parámetro se usa para medir la fiabilidad de una escala de medida, mediante la estimación interna de las varianzas o correlaciones de los ítems de respuesta para cada indicador. Un coeficiente del Alfa de Cronbach mayor a 0,7 se considera aceptable.

Tabla 3 Alfa de Cronbach para los indicadores de percepción evaluados.

Indicador	Alfa de Cronbach	Indicador	Alfa de Cronbach	Indicador	Alfa de Cronbach
I1	0,8259	I11	0,8251	I21	0,8242
I2	0,8176	I12	0,8261	I22	0,8293
I3	0,8198	I13	0,8257	I23	0,8247
I4	0,8240	I14	0,8241	I24	0,8251
I5	0,8189	I15	0,8240	I25	0,8171
I6	0,8239	I16	0,8156	I26	0,8234
I7	0,8182	I17	0,8177	I27	0,8247
I8	0,8215	I18	0,8271	I28	0,8250
I9	0,8207	I19	0,8231		
I10	0,8255	I20	0,8221		

Tal y como lo muestran los resultados presentados en la Tabla 3, los indicadores de percepción están midiendo lo que se busca medir, según la varianza de los posibles ítems de respuesta. Con esto se espera tener confiabilidad sobre la consistencia interna de cada indicador y que representará lo que se está buscando medir.

6. Análisis multivariado de modelos de percepción del impacto del sistema

A partir de una evaluación preliminar en los indicadores de percepción, que incluyó un análisis factorial exploratorio y confirmatorio, junto a revisión de componentes principales, y teniendo en cuenta, el posible comportamiento de algunas variables y aspectos cualitativos de las percepciones encontradas, se formulan los modelos estructurales y de medición. Seguidamente mediante los SEM, se busca relacionar los factores que inciden en la percepción que tienen los usuarios más vulnerables del transporte público, dentro y fuera del área de influencia de Transmetro. Los indicadores fueron seleccionados teniendo en cuenta el impacto sobre diferentes aspectos relacionados con el nivel de servicio del sistema de transporte y con el entorno urbano, tanto a nivel de barrio como de ciudad (sección 4.1).

Se plantean dos SEM, orientados a relacionar atributos latentes sobre las percepciones del impacto en el entorno y en el bienestar social. Las variables observables de los modelos son, en esencia, características socioeconómicas que buscan caracterizar la población evaluada y entender la relación existente con las diferentes variables latentes. A su vez, cada modelo plantea el uso de diferentes indicadores de percepción (representados mediante el símbolo i_i) que se relacionan con diferentes variables latentes definidas para cada uno de ellos. Para fines de estimación se usó el programa MPlus (Muthén & Muthén, 1998). Los parámetros con base a los cuales se evaluó la calidad de ajuste de estos modelos se presentan en la sección 4.2.

En general, las variables socioeconómicas del individuo fueron especificadas como binarias. Estas variables se escogieron considerando las posibles respuestas de cada uno de los atributos sociodemográficos seleccionados en el planteamiento de los modelos. Las posibles respuestas para cada uno de los atributos socioeconómicas se presentan en la Tabla 4. Se debe tener en cuenta que, para evitar multicolinealidad entre las variables binarias, se debía omitir el efecto de una posible categoría para cada uno de los atributos. Por otro lado, las variables latentes, por definición, son continuas. Finalmente, los indicadores de percepción utilizados para evaluar el modelo de medida, se consideran como variables de tipo categórico.

6.1. Modelo de percepción del impacto en las condiciones de entorno

En la presente sección se presenta el modelo destinado a evaluar la percepción de los individuos ante los cambios en las condiciones de entorno, siguiendo el planteamiento de los modelos SEM con estructura MIMIC presentado en la sección 4.2.

6.1.1. Planteamiento del modelo

En el siguiente modelo se muestra la relación entre los indicadores de percepción evaluados y las variables latentes relacionadas al impacto del sistema BRT en términos del sistema de transporte, análisis que se realizó a nivel de barrio y a nivel de ciudad. Las relaciones de dependencia que definen el modelo se ilustran en la Figura 17.

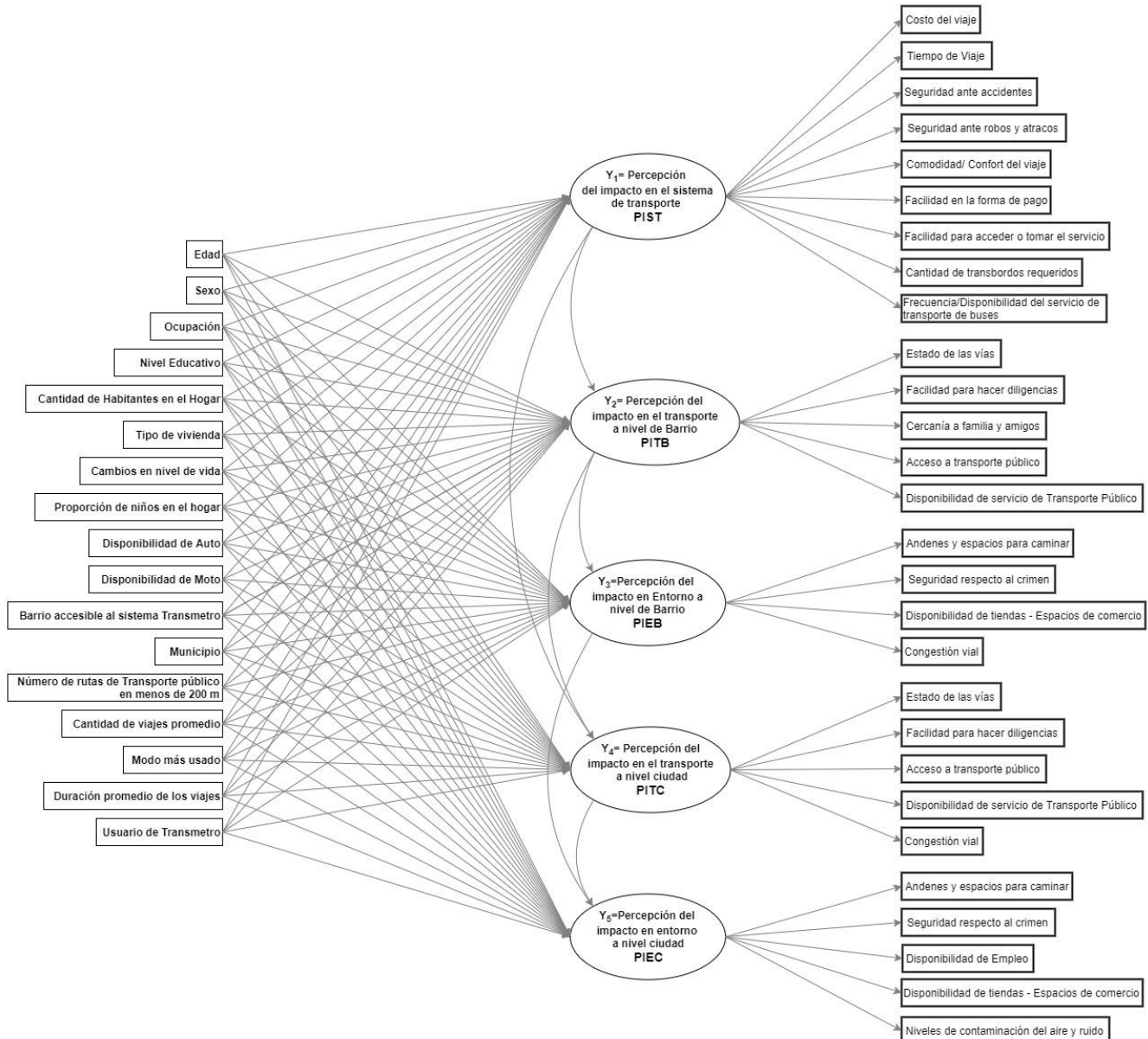


Figura 17. Modelo planteado para la relación con variables de condiciones de entorno a nivel de barrio y ciudad.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 17 muestra todos los atributos socioeconómicos considerados en la especificación inicial del modelo. En la Tabla 4 se encuentran las posibles variables involucradas a partir de las categorías de cada atributo, formando así el modelo estructural. Por su parte, en el modelo de medición, se busca relacionar la Percepción del Impacto en el Sistema de Transporte (PIST), variable latente Y_1 , en términos de indicadores de transporte (desde I_1 a I_9). La Percepción del Impacto del BRT en el sistema de Transporte a nivel de Barrio (PITB), variable latente Y_2 , se explica con atributos conexos al estado y/o condiciones de accesibilidad y movilidad en el barrio. De igual forma, la Percepción ante el Impacto del BRT en el Entorno a nivel de Barrio (PIEB), variable latente Y_3 , es afectada por la percepción de atributos relacionados a la infraestructura cercana. Además, se analizan las Percepciones ante el Impacto en el sistema de Transporte a nivel de Ciudad (PITC), variable latente Y_4 , y la Percepción ante el Impacto en el Entorno a nivel de Ciudad (PIEC), variable latente Y_5 , cada una de ellas con indicadores similares a las anteriores, pero relacionados a un nivel de ciudad. Finalmente, se estiman correlaciones entre los atributos latentes asociados a la percepción del impacto en transporte y entre los de entorno, a nivel de barrio y ciudad.

Tabla 4 Variables socioeconómicas involucradas en el planteamiento del modelo

Atributo Socioeconómico	Símbolo Variable	Significado
Edad	x_1	1 si la edad es menor que 30 años 0 en otro caso
	x_2	Edad entre 31 y 50 años 0 en otro caso
	Variable base	Edad mayor a 50 años
Ocupación: Labor del individuo actualmente.	x_3	1 Si el individuo es estudiante 0 en otro caso
	x_4	1 Si el individuo se encuentra trabajando 0 en otro caso
	x_5	1 Si el individuo se encuentra en actividades de hogar 0 en otro caso
	Variable base	El individuo no labora
Nivel Educativo: máximo nivel de escolaridad del individuo	x_6	1 si el individuo no ha estudiado 0 en otro caso
	x_7	1 si el máximo nivel educativo es primaria 0 en otro caso
	x_8	1 si el máximo nivel educativo es el bachillerato 0 en otro caso

Atributo Socioeconómico	Símbolo Variable	Significado
	x_9	1 si el máximo nivel educativo es algún curso técnico 0 en otro caso
	x_{10}	1 si el máximo nivel educativo es a nivel de pregrado 0 en otro caso
	Variable base	El máximo nivel educativo es postgrado
Tipo de Vivienda: Estado de la vivienda en la cual habita el individuo	x_{11}	1 si la vivienda que habita es propia pagada 0 en otro caso
	x_{12}	1 si la vivienda que habita es propia pagando 0 en otro caso
	x_{13}	1 si la vivienda que habita es arrendada 0 en otro caso
	Variable base	La vivienda que habita es familiar
Proporción de niños en el hogar: Relación de menores de 14 años respecto al total de individuos en el hogar.	x_{14}	1 si la proporción de niños en el hogar menor a 0.5 0 en otro caso
	Variable base	Proporción de niños en el hogar igual o mayor a 0.5
Percepción en cambios nivel de vida	x_{15}	1 si el individuo percibe que su nivel de vida mejoró 0 en otro caso
	x_{16}	1 si el individuo percibe que su nivel de vida es igual 0 en otro caso
	Variable base	Percibe que su nivel de vida empeoró
Poseción Autos	x_{18}	1 si posee autos disponibles en su hogar 0 en otro caso
Poseción Motos	x_{19}	1 si posee motos disponibles en su hogar 0 en otro caso
Tipo de Barrio: Barrio control o tratamiento	x_{20}	1 si el individuo reside en un barrio sin acceso al sistema 0 en otro caso
Accesibilidad al Transp. Público: Cantidad de rutas de TPC a menos de 200 metros desde el hogar	x_{21}	1 si tiene acceso a 1 o 2 rutas de TPC en 200 m 0 en otro caso
	x_{22}	1 si tiene acceso a 3 o 4 rutas de TPC en 200 m 0 en otro caso
	Variable base	Acceso a 5 o más rutas de TPC en 200 m
	x_{23}	1 Si realiza entre 0 y 1 viajes promedio diario 0 en otro caso

Atributo Socioeconómico	Símbolo Variable	Significado
Cantidad de viajes promedio diario	x_{24}	1 Si realiza entre 1 y 2 viajes promedio diario 0 en otro caso
	Variable base	Más de 2 viajes promedio diario
Modo preferencial: Modo que utiliza para realizar los viajes diarios	x_{25}	1 si el modo más usado es la caminata 0 en otro caso
	x_{26}	1 si el modo más usado es el transporte público 0 en otro caso
	x_{27}	1 si el modo más usado es Transmetro 0 en otro caso
	x_{28}	1 si el modo más usado es el auto privado 0 en otro caso
	x_{29}	1 si el modo más usado es la bicicleta 0 en otro caso
	x_{30}	1 si el modo más usado es el taxi o taxi colectivo 0 en otro caso
	x_{31}	1 si el modo más usado es la motocicleta 0 en otro caso
	Variable base	El modo más usado es mototaxi
Duración promedio de viajes	x_{32}	1 si la duración promedio de viajes es menor a 20 min 0 en otro caso
	x_{33}	1 si la duración promedio de viajes es de 20 a 30 min. 0 en otro caso
	x_{34}	1 si la duración promedio de viajes es de 30 a 60 min. 0 en otro caso
	Variable base	Duración promedio de viajes mayor a 60 min.
Usuario Regular Sistema: Usa Transmetro para alguno de sus viajes típicos	x_{35}	1 si el individuo es usuario regular de Transmetro 0 en otro caso

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. Resultados del modelo

Las variables involucradas en el modelo formulado se presentan en la Tabla 5. En el modelo de ecuaciones estructurales se involucraron en total 31 variables observables, seleccionadas según los atributos socioeconómicos. De igual forma se incluyeron las cinco variables latentes formuladas en el planteamiento inicial del

modelo. Finalmente, de los 28 indicadores de percepción presentados en la Tabla 2, se incluyeron 25 indicadores de medida que resultaron significativos.

Tabla 5. Variables involucradas en el modelo SEM de variables latentes de entorno.

Variables Observables	Variables Latentes
<ul style="list-style-type: none"> • X_1 = Edad menor que 30 años. • X_2 = Edad entre 31 y 50 años. • X_4 = El individuo está trabajando. • X_5 = El individuo se encuentra en actividades de hogar. • X_6 = El individuo no ha estudiado. • X_7 = Máximo nivel educativo es la primaria. • X_8 = Máximo nivel educativo es el bachillerato. • X_9 = Máximo nivel educativo es algún curso técnico. • X_{10} = Máximo nivel educativo es a nivel de pregrado. • X_{11} = Vivienda que habita es propia pagada. • X_{12} = Vivienda que habita es propia pagando. • X_{13} = Vivienda que habita es arrendada. • X_{14} = Proporción de niños en el hogar menor a 0.5. • X_{15} = Percibe que su nivel de vida mejoró. • X_{16} = Percibe que su nivel de vida es igual. • X_{19} = Posee motos disponibles en su hogar. • X_{20} = Reside en un barrio sin acceso al sistema. • X_{21} = Acceso de 1 a 2 rutas de transporte público en 200 m. • X_{22} = Acceso de 3 a 4 rutas de transporte público en 200 m. • X_{23} = Entre 0 y 1 viajes promedio diarios. • X_{24} = Entre 1 y 2 viajes promedio diarios. • X_{26} = El modo más usado es el transporte público. • X_{27} = El modo más usado es Transmetro. • X_{28} = El modo más usado es el auto privado. • X_{29} = El modo más usado es la bicicleta. • X_{30} = El modo más usado es el taxi o taxi colectivo. • X_{31} = El modo más usado es la motocicleta. • X_{32} = Duración promedio de los viajes menor a 20 min. • X_{33} = Duración promedio de los viajes entre 20 y 30 min. • X_{34} = Duración promedio de los viajes entre 30 y 60 min. • X_{35} = Es usuario regular de Transmetro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Y_1 = Percepción del impacto en el sistema de transporte. (PIST) • Y_2 = Percepción del impacto en el transporte a nivel de barrio. (PITB) • Y_3 = Percepción del impacto de entorno a nivel de barrio. (PIEB) • Y_4 = Percepción del impacto en el transporte a nivel ciudad. (PITC) • Y_5 = Percepción del impacto de entorno a nivel ciudad. (PIEC)
	<p style="text-align: center;">Indicadores de percepción</p> <p>Indicadores de percepción identificados en la Tabla 2.¹</p>

¹No se incluyeron los indicadores de percepción I18, I21 e I22 debido a que resultaron poco significativos.

Fuente: Elaboración propia.

La relación entre cada una de las variables incluidas en el modelo de ecuaciones estructurales se presentan en Tabla 6. Debe aclararse que se muestran únicamente las relaciones que resultaron con un test t robusto mayor a 1, en valor absoluto, las cuales fueron consideradas como aceptables según los criterios definidos en la sección 4.2. Las relaciones de dependencia entre las variables observables y las variables latentes se identifican mediante el símbolo β_{i-j} , donde i es la identificación de la variable observable y j el de la variable latente.

Tabla 6. Modelo estructural para variables latentes de entorno

Variable	Descripción	Factor Carga	Test T Rob.
Y_1	Percepción del impacto en el sistema de transporte – PIST		
β_{1-1}	Edad menor que 30 años	-0,121	-1,77
β_{2-1}	Edad entre 31 y 50 años	-0,120	-1,55
β_{5-1}	El individuo se encuentra en actividades de hogar	-0,094	-1,73
β_{6-1}	El individuo no ha estudiado	-0,171	-3,14
β_{7-1}	El máximo nivel educativo es la primaria	-0,379	-2,78
β_{8-1}	El máximo nivel educativo es el bachillerato	-0,304	-2,94
β_{9-1}	El máximo nivel educativo es algún curso técnico	-0,204	-2,15
β_{10-1}	El máximo nivel educativo es a nivel de pregrado	-0,197	-2,66
β_{13-1}	La vivienda que habita es arrendada	0,110	1,99
β_{14-1}	Proporción de niños en el hogar menor a 0,5	-0,143	-2,45
β_{15-1}	Percibe que su nivel de vida mejoró	0,080	1,45
β_{19-1}	Posee motos disponibles en su hogar	0,062	1,09
β_{20-1}	El individuo reside en un barrio sin acceso al sistema	0,119	2,07
β_{23-1}	Entre 0 y 1 viajes promedio diarios	0,179	1,60
β_{24-1}	Entre 1 y 2 viajes promedio diarios	0,167	1,58
β_{26-1}	El modo más usado es el transporte público	0,071	1,14
β_{27-1}	El modo más usado es Transmetro	0,241	4,36
Y_2	Percepción del impacto en el transporte a nivel de barrio – PITB		
β_{2-2}	Edad entre 31 y 50 años	-0,066	-1,29
β_{6-2}	El individuo no ha estudiado	-0,232	-3,73
β_{7-2}	El máximo nivel educativo es la primaria	-0,403	-3,83
β_{8-2}	El máximo nivel educativo es el bachillerato	-0,507	-4,62
β_{9-2}	El máximo nivel educativo es algún curso técnico	-0,352	-3,69
β_{10-2}	El máximo nivel educativo es a nivel de pregrado	-0,236	-3,44
β_{12-2}	La vivienda que habita es propia pagando	-0,044	-2,28
β_{13-2}	La vivienda que habita es arrendada	0,083	1,87
β_{15-2}	Percibe que su nivel de vida mejoró	0,358	5,59
β_{16-2}	Percibe que su nivel de vida es igual	0,325	5,51
β_{19-2}	Posee motos disponibles	-0,093	-2,08
β_{20-2}	El individuo reside en un barrio sin acceso al sistema	0,115	2,10
β_{21-2}	Acceso a 1 o 2 rutas de transporte público en 200 m.	-0,094	-1,60
β_{22-2}	Acceso a 3 o 4 rutas de transporte público en 200 m.	-0,060	-1,30
β_{29-2}	El modo más usado es la bicicleta	-0,039	-1,09
β_{30-2}	El modo más usado es el taxi o taxi colectivo	-0,060	-1,76
β_{32-2}	Duración promedio de viajes menor a 20 min.	-0,133	-1,86
β_{33-2}	Duración promedio de viajes entre 20 y 30 min.	-0,145	-1,85
β_{34-2}	Duración promedio de viajes entre 30 y 60 min.	-0,159	-2,24

Variable	Descripción	Factor Carga	Test T Rob.
Y₃	Percepción del impacto en el entorno a nivel de barrio – PIEB		
β_{4-3}	El individuo está trabajando	0,096	1,26
β_{6-3}	El individuo no ha estudiado	-0,450	-6,21
β_{7-3}	El máximo nivel educativo es la primaria	-0,897	-6,50
β_{8-3}	El máximo nivel educativo es el bachillerato	-0,786	-5,28
β_{9-3}	El máximo nivel educativo es algún curso técnico	-0,593	-5,01
β_{10-3}	El máximo nivel educativo es a nivel de pregrado	-0,441	-4,41
β_{11-3}	La vivienda que habita es propia pagada	0,133	1,84
β_{12-3}	La vivienda que habita es propia pagando	-0,236	-2,88
β_{15-3}	Percibe que su nivel de vida mejoró	0,311	3,30
β_{16-3}	Percibe que su nivel de vida es igual	0,266	3,11
β_{20-3}	El individuo reside en un barrio sin acceso al sistema	0,288	3,56
β_{23-3}	Entre 0 y 1 viajes promedio diario	0,095	1,28
Y₄	Percepción del impacto en el transporte a nivel de ciudad – PITC		
β_{2-4}	Edad entre 31 y 50 años	0,068	1,28
β_{12-4}	La vivienda que habita es propia pagando	-0,041	-2,74
β_{20-4}	El individuo reside en un barrio sin acceso al sistema	0,063	1,11
β_{23-4}	Entre 0 y 1 viajes promedio diario	-0,116	-1,59
β_{24-4}	Entre 1 y 2 viajes promedio diario	-0,071	-1,04
β_{26-4}	El modo más usado es el transporte público	0,115	2,36
β_{27-4}	El modo más usado es Transmetro	0,142	2,78
β_{29-4}	El modo más usado es la bicicleta	-0,078	-1,21
Y₅	Percepción del cambio en condiciones de entorno en la ciudad – PIEC		
β_{2-5}	Edad entre 31 y 50	-0,165	-2,70
β_{7-5}	El máximo nivel educativo es la primaria	0,208	1,90
β_{8-5}	El máximo nivel educativo es el bachillerato	0,291	2,47
β_{9-5}	El máximo nivel educativo es algún curso técnico	0,154	1,49
β_{10-5}	El máximo nivel educativo es a nivel de pregrado	0,117	1,61
β_{12-5}	La vivienda que habita es propia pagando	-0,151	-4,50
β_{15-5}	Percibe que su nivel de vida mejoró	0,244	3,18
β_{16-5}	Percibe que su nivel de vida es igual	0,125	1,63
β_{20-5}	El individuo reside en un barrio sin acceso al sistema	0,089	1,34
β_{26-5}	El modo más usado es el transporte público	-0,105	-1,64
β_{28-5}	El modo más usado es el auto privado	-0,173	-3,88
β_{29-5}	El modo más usado es la bicicleta	-0,052	-1,34
β_{31-5}	El modo más usado es la motocicleta	-0,085	-1,45
β_{35-5}	El individuo es Usuario de Transmetro	0,132	2,38

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en la Tabla 7 se presentan las relaciones sobre el modelo de medida. Las relaciones entre las variables de latentes y los indicadores de percepción, se representan con el símbolo α_{j-k} , donde j hace referencia a la variable latente y k al indicador de percepción.

Tabla 7. Modelo de medida para variables latentes de entorno.

Variable	Descripción	Factor Carga	Test T Rob.
Y_1	Percepción del cambio en el sistema de transporte - PIST		
α_{1-1}	Costo de viaje	0,429	6,06
α_{1-2}	Tiempo de viaje	0,615	10,96
α_{1-3}	Seguridad ante accidentes	0,535	7,01
α_{1-4}	Seguridad ante robos y atracos	0,303	3,48
α_{1-5}	Comodidad/confort del sistema de transporte	0,630	10,83
α_{1-6}	Facilidad en la forma de pago	0,593	8,42
α_{1-7}	Facilidad para acceder o tomar el servicio	0,816	20,84
α_{1-8}	Cantidad de transbordos requeridos	0,662	10,55
α_{1-9}	Frecuencia/disponibilidad del servicio de transporte	0,634	8,65
Y_2	Percepción del cambio en condiciones de transporte en el barrio - PITB		
α_{2-10}	Estado de las vías del barrio	0,519	6,60
α_{2-14}	Facilidad para hacer diligencias	0,477	5,05
α_{2-15}	Cercanía de familiares/amigos en el barrio	0,611	7,79
α_{2-16}	Acceso al transporte público en el barrio	0,927	32,19
α_{2-17}	Disponibilidad de transporte público	0,884	22,26
Y_3	Percepción del cambio en condiciones de entorno en el barrio - PIEB		
α_{3-11}	Andenes y espacios para caminar en el barrio	0,666	9,83
α_{3-12}	Seguridad respecto al crimen	0,579	9,49
α_{3-13}	Disponibilidad de tiendas/supermercados/comercio	0,609	7,34
Y_4	Percepción del cambio en condiciones de transporte en la ciudad - PITC		
α_{4-19}	Estado de las vías de la ciudad	0,590	9,16
α_{4-23}	Facilidad para hacer diligencias en la ciudad	0,660	8,63
α_{4-25}	Acceso al transporte público en la ciudad	0,934	22,64
α_{4-26}	Disponibilidad de transporte público en la ciudad	0,714	12,56
α_{4-28}	Congestión vial	0,344	4,30
Y_5	Percepción del cambio en condiciones de entorno en la ciudad - PIEC		
α_{5-20}	Andenes y espacios para caminar en la ciudad	0,721	11,54
α_{5-24}	Disponibilidad de espacios de comercio	0,822	17,74
α_{5-27}	Niveles de contaminación en la ciudad	0,359	4,33

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente al modelo estructural y medida, las correlaciones entre las diferentes variables latentes se representan mediante el símbolo γ_{j-j} y se registran sobre la Tabla 8. El indicador j hace referencia a las variables latentes involucradas. Se denota que todas las correlaciones entre las variables latentes son altas. Finalmente, para completar los resultados obtenidos del modelo, en la Tabla 9 muestra los parámetros de evaluación del modelo completo de SEM.

Tabla 8. Correlaciones entre las variables latentes

Símbolo	Variables latentes	Correlación	Test T
γ_{1-2}	PIST y PITB	0,676	12,21
γ_{2-3}	PIEB y PITB	0,871	6,67
γ_{1-4}	PIST y PITC	0,684	13,74
γ_{2-4}	PITC y PITB	0,912	21,28
γ_{3-5}	PIEC y PIEB	0,965	27,46
γ_{4-5}	PIEC y PITC	0,931	18,26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Parámetros de evaluación de ajuste del modelo

Número de parámetros libres	199
Máxima Verosimilitud	- 7506,933
Akaike Information Criteria (AIC)	15411,867
Bayesian Information Criteria (BIC)	16152,209

Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo 2 se presenta el detalle de los resultados del modelo para los umbrales de evaluación de los indicadores categóricos y los estimadores R^2 para cada uno de los parámetros de error y de medida. Para interpretar estos resultados, se presenta a manera de ilustración un ejemplo de la formulación para la primera variable latente del modelo, PIST. Reemplazando en la ecuación (1) y los parámetros β_{i-j} identificados en la Tabla 6, se puede obtener la ecuación (6), donde se logra determinar la influencia de los atributos significativos sobre la variable latente Y_1 . De manera similar a este ejemplo se pueden formular las diferentes ecuaciones estructurales.

$$Y_1 = -0.105 X_1 - 0.137 X_2 - 0.075 X_4 - 0.184 X_5 - 0.337 X_6 - 0.305 X_7 - 0.240 X_8 \cdot 0.219 X_9 + 0.074 X_{12} + 0.144 X_{13} + 0.081 X_{14} + 0.082 X_{16} + 0.171 X_{17} - 0.142 X_{19} + 0.071 X_{20} + 0.281 X_{21} + \varepsilon_1 \quad (6)$$

Análogamente, teniendo en cuenta la ecuación (2) y los parámetros obtenidos para las relaciones del modelo de medida (Tabla 7), los indicadores de percepción se pueden estimar teniendo en cuenta la relación de su respectiva variable latente. En la ecuación (7) se presenta el ejemplo de la estimación del indicador 1, relacionado con la percepción al costo del viaje.

$$I_1^* = 0.402 L_1 + \eta_1 \quad (7)$$

Los resultados de esta ecuación (7), que definen la percepción del costo del viaje (I_1), se interpretan según la categoría que corresponda dependiendo de los umbrales definidos en la ecuación (8).

$$I_1 = \begin{cases} 1 = \text{Mucho peor} & \text{si } -\infty < I_1^* \leq -1.228 \\ 2 = \text{Peor} & \text{si } -1.229 < I_1^* \leq 0.095 \\ 3 = \text{Igual} & \text{si } 0.096 < I_1^* \leq 0.608 \\ 4 = \text{Mejor} & \text{si } 0.609 < I_1^* \leq 1.792 \\ 5 = \text{Mucho mejor} & \text{si } 1.793 < I_1^* \leq +\infty \end{cases} \quad (8)$$

De forma similar se pueden plantear todas las ecuaciones estructurales. Esto permite explicar las relaciones existentes entre las variables socioeconómicas, las variables latentes y los indicadores de percepción. Finalmente, el modelo permite identificar cuales atributos tienen influencia sobre el impacto que tiene el sistema BRT en variables latentes relacionadas con el transporte y entorno, a nivel de barrio y nivel de ciudad.

6.1.3. Análisis de resultados

En el modelo estimado se encuentran las variables socioeconómicas que se relacionan significativamente con las diferentes variables latentes, las cuales a su vez, explican los indicadores de percepción evaluados. Las relaciones entre las variables latentes demuestran que existe correlación entre la variable de PIST y las variables PITB y PITC. De igual forma, se identifica correlación entre las variables latentes de una misma ubicación geográfica, como PITB y PIEB y las variables de PITC y PIEC. Se destaca que según el modelo obtenido, la variable que involucra la accesibilidad del individuo en torno al sistema BRT Transmetro (variable X_{20}), resultó siendo significativa para todas las variables latentes de entorno y transporte. El signo positivo de esta variable sugiere que los residentes que no son servidos por Transmetro tienen una percepción más favorable sobre el impacto del BRT en los atributos de entorno.

6.1.3.1. Percepción del impacto en el sistema de transporte – PIST

La variable latente de PIST, variable latente Y_1 , relaciona la influencia de atributos socioeconómicos con indicadores de percepción del impacto en aspectos propios del sistema de transporte y de las características de los viajes del individuo. En la Figura 18, se presenta las relaciones de dependencia sobre la variable PIST en el modelo planteado.

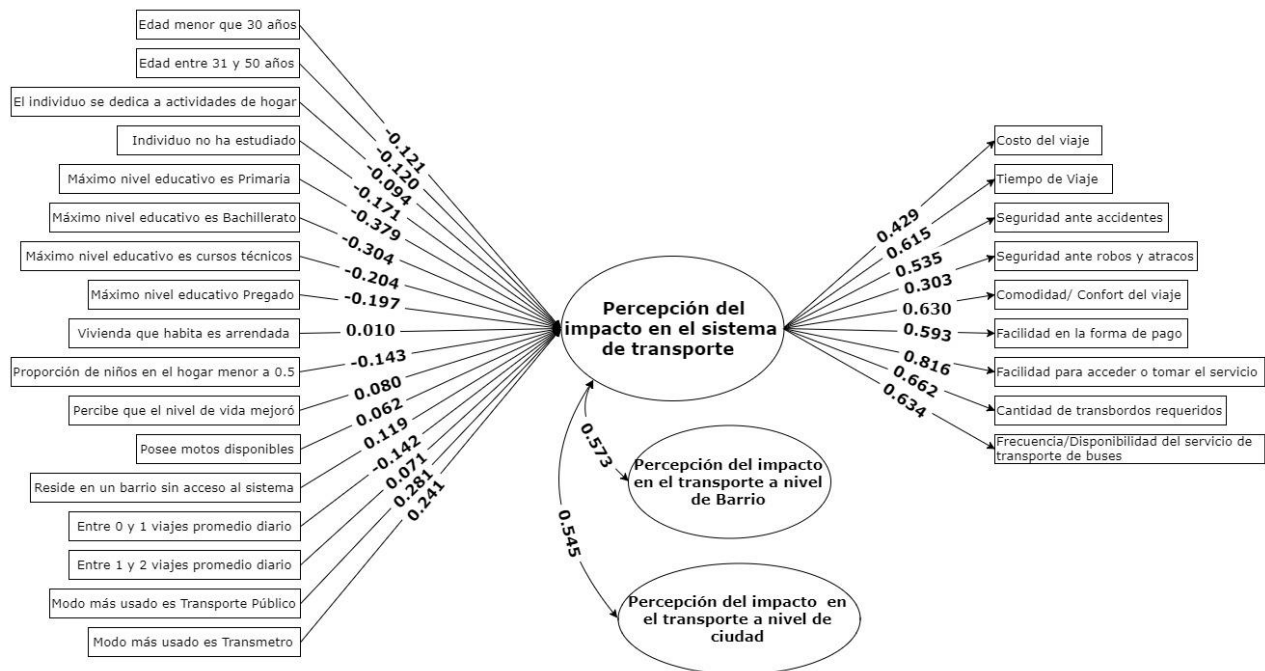


Figura 18. Variable latente de PIST en modelo SEM de Entorno.
Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se muestra en la Figura 18, la variable PIST se ve influenciada por atributos socioeconómicos como la edad, ocupación, nivel educativo y tipo de vivienda. Entre mayor sea la edad, la PIST será más favorable, de tal forma que un individuo entre 18 y 30 años, percibe un impacto más negativo en su PIST que los individuos mayores. En cuanto al nivel educativo, a medida que aumenta el nivel de escolaridad del individuo (no se incluyen individuos sin estudios) la percepción ante los cambios de esta variable latente es más positiva. Por lo tanto, un individuo que cuente con una carrera profesional, percibe más favorable el impacto del BRT sobre el sistema de transporte, que las personas que tienen nivel de escolaridad en bachillerato o primaria.

Adicionalmente, la proporción de niños en el hogar posee influencia sobre la PIST. Se encontró que las viviendas donde la mayoría de los integrantes son niños (más de la mitad de los habitantes del hogar son menores de 14 años) manifiestan una mejor percepción sobre la PIST que hogares habitados en su mayoría por adultos. Asimismo, teniendo en cuenta la percepción sobre el nivel de vida, se encontró que individuos con percepción positiva sobre calidad de vida, dan una calificación desfavorable en la PIST. Por otro lado, los resultados señalan que los individuos que realizan más de 1 viaje promedio en un día, reflejan una PIST más favorable.

Finalmente, el modelo sugiere que la PIST se ve influenciada por usuarios del servicio de transporte público, incluyendo individuos usuarios del TPC y usuarios del BRT Transmetro. Según los resultados, ser usuario del BRT influye positivamente sobre

la PIST. Sin embargo, Los usuarios del TPC son los que manifiestan mejor PIST, en comparación a los modos restantes.

En cuanto a los indicadores de percepción que se relacionaron con la variable latente de PIST, los resultados indican que la PIST influye en mayor medida en la facilidad para acceder al servicio de transporte y en la cantidad de transbordos requeridos para completar un viaje. Mientras tanto, la PIST tiene menor influencia sobre la percepción de la seguridad ante robos y atracos en el servicio de transporte. Todas las relaciones de la PIST y los indicadores de percepción planteados son positivas.

Según la relación especificada con otras variables latentes planteadas, puede inferirse que la PIST posee fuerte correlación con la PITB y la PITC. Esto indica que la percepción sobre el impacto del BRT en el sistema de transporte influye y se ve influenciada sobre lo que los individuos perciben sobre sus cambios en transporte tanto a nivel de barrio y de ciudad.

6.1.3.2. Percepción del impacto en el transporte a nivel de barrio – PITB

En la Figura 19 se presenta la variable latente Y_2 de PITB, donde se destacan las variables socioeconómicas observables significantes que tienen efecto sobre la variable latente. De igual forma se presentan los indicadores de percepción que depende de esta variable y las correlaciones existentes sobre otras variables latentes.

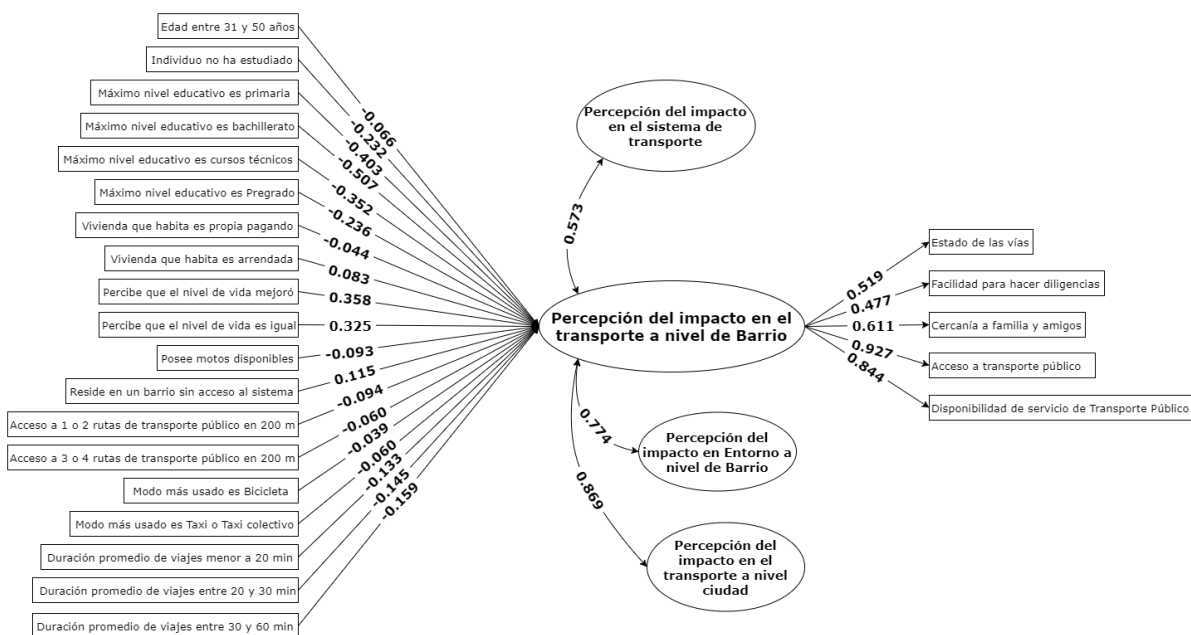


Figura 19. Variable Latente de PITB en modelo SEM de entorno.

Fuente: Elaboración propia.

Según el modelo SEM, se encontró que individuos con edad entre 31 y 50 años tienen una percepción menos favorable sobre la PITB cuando se compara con personas más jóvenes o más adultas. De igual forma los individuos que poseen mayor nivel

educativo (máxima educación a nivel de pregrado) perciben más favorablemente los impactos del BRT en la PITB que los individuos con cursos técnicos, o aquellos que hayan alcanzado la básica secundaria o primaria. Se encontró que poseer una vivienda arrendada mejora la percepción del impacto del BRT; sin embargo, una vivienda de tipo propia que se encuentre pagando, tiene influencia negativa sobre la percepción del individuo.

La posesión de motocicletas en el hogar incide en que el individuo perciba un impacto más desfavorable sobre el transporte en el barrio. Esto se puede explicar debido a que en los barrios de estratos bajos, la posesión de motocicletas está muy asociada al mototaxismo como medio informal que permite acceder a las zonas inaccesibles del TPC. De tal forma, que la presencia de las motocicletas sobre estas zonas influye en que los individuos residentes consideren que las condiciones de transporte son peores debido a la falta de cobertura de rutas del TPC. Al mismo tiempo, si se tiene poca presencia de rutas de transporte público en menos de 200 metros del hogar, se influye en una percepción negativa en el impacto del BRT sobre su PITB. Sin embargo, si se tienen entre 3 y 4 rutas de TPC cercanas al individuo, la medida de la PITB sería menos negativa que en casos donde se tenga acceso a 1 o 2 rutas.

Según los resultados obtenidos, cuando los individuos realizan la mayoría de sus viajes en Bicicleta, la PITB se considera desfavorable. Esto se puede relacionar en que estas zonas de bajos ingresos no poseen infraestructura destinada a la circulación de bicicletas, por lo cual consideran que el BRT no ha mejorado aspectos de transporte en su entorno cercano. Entretanto, cuando los individuos tienen como modo más usado el Taxi, la percepción sobre la PITB influye de manera negativa. En estos barrios de bajos ingresos se encuentran muchos problemas de infraestructura vial e inseguridad, lo que incide en que sean consideradas como zonas no atractivas para los taxistas, y dificultando el acceso a este modo de transporte. Además se relaciona que entre mayor sea la duración de los viajes típicos, peor será la PITB, esto se relaciona en que viajes más largos representan mayores costos del individuo influyendo en una percepción negativa sobre los cambios que se han presentado en sus patrones de viajes desde la implementación del BRT.

6.1.3.3. Percepción del impacto en entorno a nivel de barrio – PIEB

La percepción sobre el impacto del sistema BRT sobre el entorno urbano a nivel de barrio, denominado como variable PIEB y variable latente Y_3 , se relaciona en el modelo SEM de entorno según la Figura 20.

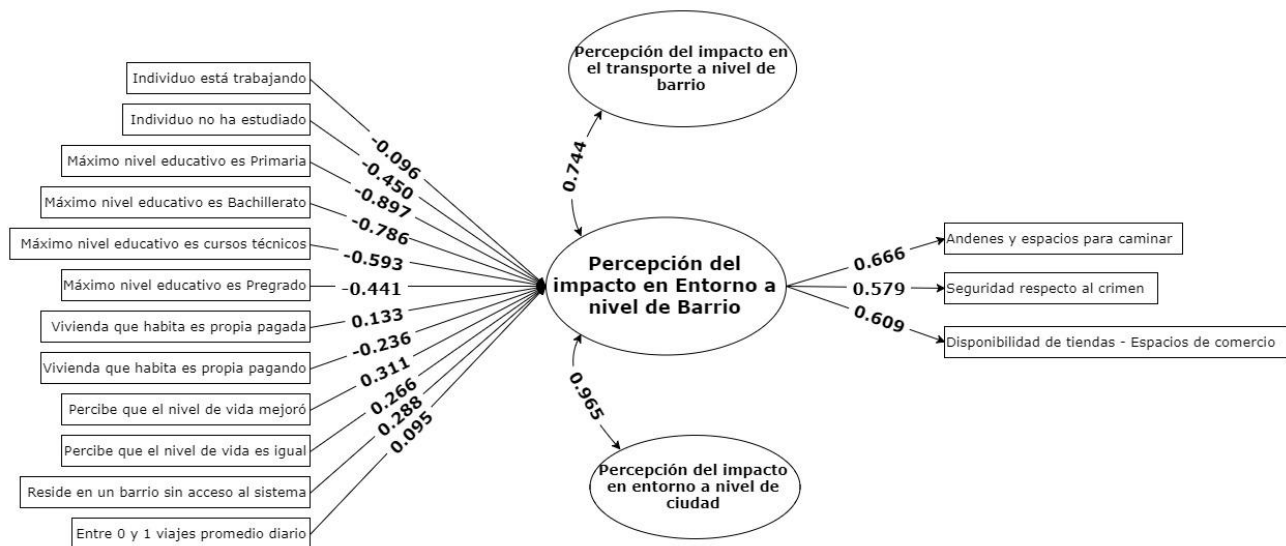


Figura 20. Variable latente de PIEB en el modelo SEM de Entorno.
Fuente: Elaboración propia.

Para la PIEB, existe gran influencia en el nivel educativo del individuo. Sin incluir a los individuos sin ningún grado de educación, a medida que aumenta la escolaridad, mejora su percepción sobre el impacto del sistema, tal y como se ha presentado con las anteriores variables latentes. Esto se puede explicar en términos de que un mayor grado de escolaridad hace que el individuo logre entender de manera más integral su entorno cercano y tener una percepción más exhaustiva.

El tipo de vivienda propia pagada, favorece la percepción sobre el impacto del BRT en el entorno, lo que se puede relacionar a que le da mayor nivel de estabilidad y agrado sobre su entorno inmediato. Por su parte, una vivienda propia pagando, desfavorece la percepción del impacto, lo que se puede relacionar en que el individuo requiere mayores gastos fijos mensuales para su sostenimiento, produciendo una percepción negativa sobre el barrio. Otro atributo relacionado con la PIEB es la percepción al cambio en el nivel de vida del individuo, de tal forma que si se percibe un mejor nivel de vida, la percepción es más positiva que si se percibe un nivel de vida igual o peor en los últimos 6 años.

La PIEB influye en los indicadores de infraestructura peatonal sobre el barrio, seguridad respecto al crimen y disponibilidad de tiendas o sitios de comercio. Esto es explicable considerando que el entorno inmediato a nivel de barrio está correlacionado sobre aspectos de desarrollo y entorno urbano. De igual forma, la variable PIEB se encuentra altamente correlacionada con la PIEC y PITB. Este resultado, que no resulta sorprendente, evidencia la importancia de las condiciones de transporte y su relación con el entorno inmediato de los individuos, en especial en condiciones vulnerables. De igual forma, se demuestra la fuerte correlación entre el entorno de barrio y entorno de ciudad, indicativo de que las poblaciones vulnerables

priorizan sus condiciones de entorno cercano y la apropiación de comunidad que esto implica.

6.1.3.4. Percepción del impacto en el transporte a nivel de ciudad – PITC

Las relaciones de dependencia para las variables socioeconómicas e indicadores de percepción que resultaron significativas en la PITC se presentan en la Figura 21.

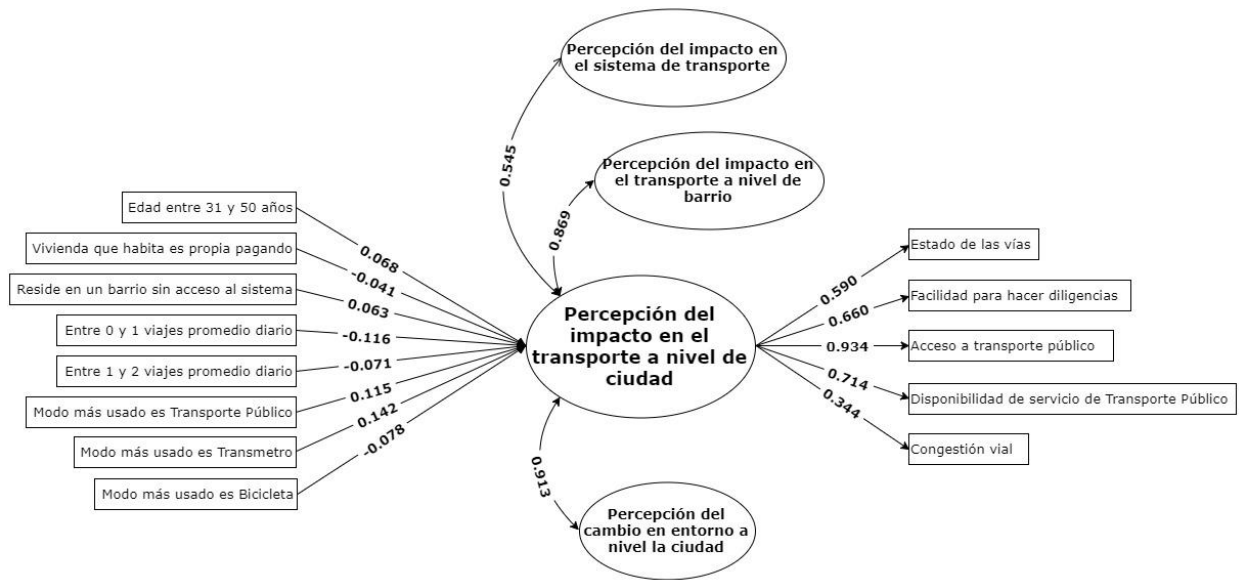


Figura 21. Variable latente de PITC en el modelo SEM de Entorno.

Fuente: Elaboración propia.

Atributos como la edad del individuo, residir en un barrio de control y tomar como modo preferencial el TPC y Transmetro, inciden de manera positiva sobre la PITC. Por ejemplo, si un individuo se encuentra entre los 31 y 50 años de edad, su PITC sería más positiva respecto a personas en otro rango de edad. Contrario a lo esperado, los resultados sugieren que barrios que se encuentren en zonas donde el sistema Transmetro no posee cobertura, manifiestan una mejor percepción respecto al impacto del BRT en el transporte de la ciudad.

Por otro lado, atributos como tipo de vivienda que se habita es pagada, viajes promedio diarios y bicicleta como modo más usado, influyen de manera negativa en la PITC. Si se realizan entre 0 y 1 viajes promedio diario la PITC es más negativa que al realizar más de 1 viaje en el día. Este efecto se puede entender en términos de que los individuos que realizan más viajes al día, al ser usuarios habituales del sistema del transporte de la ciudad, tienen mejor conocimiento de sus características. Aquellas personas que usan la bicicleta como modo preferencial, influyen en una PITC más desfavorable debido a que estos usuarios no cuentan con espacios únicos de circulación en la ciudad, generando diferentes escenarios de descontento e

inseguridad que pueden influir en una percepción menos favorable sobre el sistema de transporte.

Entre los indicadores que se explican mediante la PITC, el más relevante es la percepción en el acceso al transporte público. Esto se puede relacionar en términos de que la percepción del impacto del BRT en el transporte de la ciudad se explica en términos de la cobertura espacial que tienen los servicios de transporte público, influyendo en su forma de percibir la facilidad de tomar un servicio que les permita desplazarse hacia sus destinos. Por otro lado, el indicador que menos influencia tiene de la PITC, es la congestión vial de la ciudad, la cual se encuentra concentrada principalmente en el sector de altos ingresos y en algunos corredores específicos de los sectores de bajo ingreso. Existe una fuerte correlación entre la PITC y la PIEC lo cual demuestra que, similar a lo encontrado en el análisis de transporte y entorno a nivel de barrio, el sistema de transporte de una ciudad influye en gran medida sobre la percepción que se tiene sobre su entorno y desarrollo urbano.

6.1.3.5. Percepción del impacto en entorno a nivel de ciudad – PIEC

En la Figura 22 se presenta las relaciones que resultaron significativas sobre la variable latente Y_5 , definida como percepción del impacto sobre el entorno urbano de la ciudad.

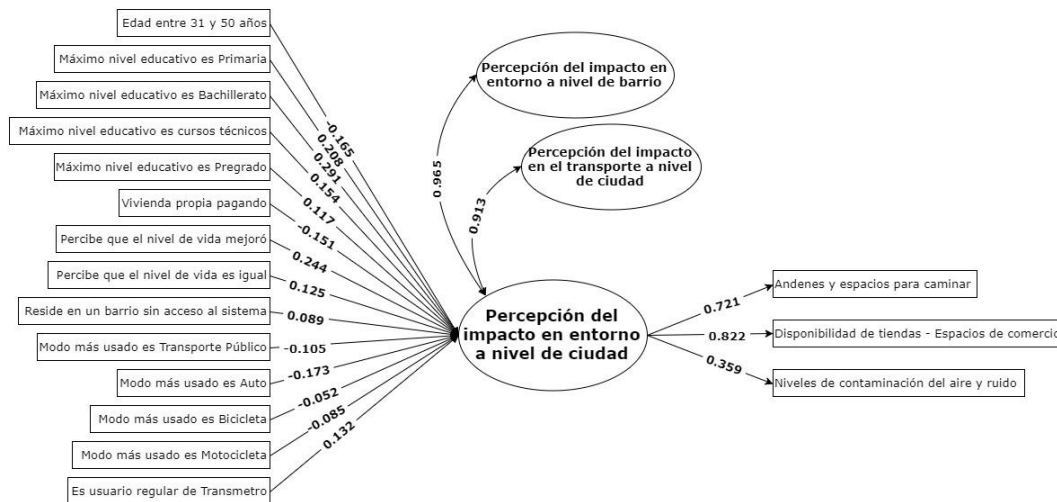


Figura 22. Variable latente de PIEC en el modelo SEM de entorno.

Fuente: Elaboración propia.

Los atributos de mayor impacto sobre la PIEC son el nivel educativo y la percepción sobre la calidad de vida. De manera diferente a las anteriores variables latentes, entre menor sea el nivel de escolaridad del individuo, mejor será la PIEC. De tal forma que los individuos que tienen mayores niveles de escolaridad tienden a poseer una menor PIEC que los individuos con menos escolaridad, sin embargo, ambos influyen

de manera positiva. Por su parte, poseer una percepción de mejoría sobre la calidad de impacta de manera positiva la PIEC.

Los usuarios de vehículo privado tienen una percepción más negativa sobre la PIEC. Esto se relaciona en términos de que los niveles de congestión vehicular sobre la ciudad para los autos privados han empeorado en los últimos años. Igual ocurre con los usuarios de transporte público. En el caso de las personas con modo preferencial la motocicleta, se encuentra una relación negativa con la PIEC, lo cual sugiere que aspectos asociados a la informalidad del transporte también perciben de manera negativa el impacto sobre el entorno de sus ciudades. Finalmente, individuos cuyo modo preferencial es la bicicleta influyen negativamente sobre la PIEC, pero en menor medida que los anteriores modos. Teniendo en cuenta estos modos de transporte, se puede considerar que a medida que el modo sea mayor susceptible a la congestión vehicular, peor será la influencia que tendrá el usuario sobre la PIEC, siendo así el orden en automóvil privado, transporte público, motocicleta, bicicleta y el mototaxi.

Por su parte, en los casos de que el individuo sea usuario regular de Transmetro (es usuario del sistema según algunos tipos de viaje, sin embargo no lo considera el modo de preferencia) la influencia sobre la PIEC será positiva. Esto indica que aquellos individuos que usan regularmente el sistema BRT, perciben cambios positivos sobre el entorno de la ciudad. Este resultado, aparentemente contradictorio con los descritos anteriormente, es interesante ya que muestra que el ser usuario del sistema refleja una percepción positiva ante cambios en el entorno de la ciudad.

6.2. Modelo de percepción del impacto en el bienestar social

6.2.1. Planteamiento del modelo

El modelo de la Figura 23 ilustra la relación de dependencia de los indicadores de percepción evaluados y factores asociados a la percepción del cambio en el sistema de transporte y el bienestar social de la población vulnerable. Estas relaciones se formulan teniendo en cuenta variables socioeconómicas que permitan indicar la influencia sobre los atributos evaluados. Los atributos involucrados en el presente modelo son los mismos que se presentan para el modelo anterior, mostrados en la Tabla 4.

Las variables latentes incluidas en este modelo se relacionan en torno a los factores identificados con base a los indicadores de percepción evaluados. Con los indicadores obtenidos, se realizó un análisis factorial de tipo exploratorio y confirmatorio, con el objetivo de identificar como se podrían relacionan los diferentes indicadores en torno a atributos de bienestar social.



Figura 23. Modelo planteado para la relación de factores asociados al bienestar social.
Fuente: Elaboración propia.

El nivel de servicio del sistema de transporte (variable latente Y_{b1}) se encuentra relacionada con atributos de propios de los viajes del individuo. Facilidad y conveniencia del sistema de transporte, variable latente Y_{b2} , se explica mediante indicadores relacionados con la facilidad de pagar el servicio, acceder a él y el número de transbordos requeridos. La accesibilidad al sistema de transporte (variable latente

Y_{b3}) es explicada mediante indicadores relacionados con cercanías, disponibilidad y acceso al sistema de transporte a nivel de barrio y nivel ciudad. Estas tres variables latentes se encuentran relacionadas entre sí con una variable latente de segundo orden que se define como la Percepción ante el Impacto en el Transporte Urbano (PITU), variable latente Y_{b4} . El bienestar social de la población vulnerable se incorpora en el modelo mediante la variable latente Y_{b5} definida como Percepción del Impacto en el Bienestar y Calidad de Vida (PIBCV). La calidad de vida se ve explicada mediante atributos de percepción relacionados con la seguridad, contaminación ambiental y la congestión vehicular. Por su parte, el modelo incorpora la Percepción de Impacto en el Entorno Urbano (PIEU) mediante la variable latente Y_{b6} , haciendo referencia a indicadores de percepción del cambio en el mobiliario urbano a nivel de barrio y ciudad, tales como estado de las vías, andenes y espacios para caminar, entre otros.

6.2.2. Resultados del modelo

En la Tabla 10 se presentan las variables que resultados involucradas en el modelo SEM para caracterizar atributos latentes de bienestar social.

Tabla 10. Variables involucradas en Modelo de Bienestar

Variables Observables	Variables Latentes
• X_1 = Edad menor que 30 años.	<ul style="list-style-type: none"> • Y_{b1} = Nivel de servicio. • Y_{b2} = Facilidades y conveniencias. • Y_{b3} = Accesibilidad. • Y_{b4} = Percepción del impacto en el transporte Urbano (PITU). • Y_{b5} = Percepción del impacto en el bienestar y calidad de vida (PIBCV). • Y_{b6} = Percepción del impacto en el entorno urbano. (PIEU)
• X_2 = Edad entre 31 y 50 años.	
• X_3 = El individuo está estudiando.	
• X_4 = El individuo está trabajando.	
• X_5 = El individuo se encuentra en actividades de hogar.	
• X_{11} = Vivienda que habita es propia pagada.	
• X_{12} = Vivienda que habita es propia pagando.	
• X_{14} = Proporción de niños en el hogar menor a 0,5.	
• X_{15} = Percibe que su nivel de vida mejoró.	
• X_{17} = Percibe que su nivel de vida empeoró.	
• X_{18} = Posee autos disponibles en su hogar.	
• X_{20} = Reside en un barrio sin acceso al sistema.	
• X_{23} = Entre 0 y 1 viajes promedio diarios.	
• X_{24} = Entre 1 y 2 viajes promedio diarios.	
• X_{25} = El modo más usado es la caminata.	
• X_{26} = El modo más usado es el transporte público.	
• X_{27} = El modo más usado es Transmetro.	
• X_{28} = El modo más usado es el auto privado.	
• X_{29} = El modo más usado es la bicicleta.	
• X_{30} = El modo más usado es el taxi o taxi colectivo.	
• X_{31} = El modo más usado es la motocicleta.	
• X_{32} = Duración promedio de los viajes menor a 20 min.	Indicadores de percepción
• X_{33} = Duración promedio de los viajes entre 20 y 30 min.	
• X_{34} = Duración promedio de los viajes entre 30 y 60 min.	
• X_{35} = Es Usuario regular de Transmetro.	
	Indicadores de percepción identificados en la Tabla 2

Fuente: Elaboración Propia

Análogamente al modelo anterior, se involucraron 25 variables binarias para los atributos socioeconómicos. Se incluyen seis variables latentes, dentro de las cuales una es medida en términos de otras tres variables latentes. Para este modelo se incluyeron los 28 indicadores de percepción evaluados. En la Tabla 11 se presentan mediante la letra β_{i-j} las relaciones de dependencia del modelo estructural entre las variables socioeconómicas i y las diferentes variables latentes planteadas j .

Tabla 11. Modelo Estructural para variables latentes de bienestar.

Variable	Descripción	Factor Carga	Test T Rob.
Y_{b4}	Percepción del impacto en el transporte Urbano - PITU		
β_{11-4}	La vivienda que habita es propia pagada	-0,069	-1,06
β_{14-4}	Proporción de niños en el hogar menor a 0,5	-0,111	-1,82
β_{15-4}	Percibe que su nivel de vida mejoró	0,188	2,06
β_{17-4}	Percibe que su nivel de vida empeoró	-0,142	-1,61
β_{18-4}	Posee autos disponibles en su hogar	-0,078	-1,39
β_{20-4}	El individuo reside en un barrio sin acceso al sistema	0,199	2,57
β_{24-4}	Entre 1 y 2 viajes promedio diario	0,335	3,17
β_{25-4}	El modo más usado es la caminata	0,168	1,61
β_{35-4}	El individuo es usuario regular de Transmetro	0,160	2,17
Y_{b5}	Percepción del impacto en el bienestar y calidad de vida - PIBCV		
β_{1-5}	Edad menor que 30 años	-0,125	-1,37
β_{2-5}	Edad entre 31 y 50 años	-0,195	-2,31
β_{3-5}	El individuo es Estudiante	0,229	2,26
β_{4-5}	El individuo se encuentra trabajando	0,451	3,69
β_{5-5}	El individuo se encuentra en actividades de hogar	0,415	3,20
β_{11-5}	La vivienda que habita es propia pagada	-0,182	-2,30
β_{12-5}	La vivienda que habita es propia pagando	-0,152	-2,00
β_{15-5}	Percibe que su nivel de vida mejoró	0,287	2,87
β_{17-5}	Percibe que su nivel de vida empeoró	-0,155	-1,94
β_{18-5}	Posee autos disponibles en su hogar	-0,096	-1,17
β_{26-5}	El modo más usado es el transporte publico	0,103	1,11
β_{27-5}	El modo más usado es Transmetro	0,137	1,41
β_{28-5}	El modo más usado es el auto privado	0,220	2,13
β_{29-5}	El modo más usado es la bicicleta	0,106	1,31
β_{30-5}	El modo más usado es el taxi o taxi colectivo	0,114	3,30
β_{31-5}	El modo más usado es la motocicleta	0,138	1,94
β_{32-5}	Duración promedio de viajes menor a 20 min.	0,105	1,40
β_{33-5}	Duración promedio de viajes entre 20 y 30 min.	0,312	2,71
β_{34-5}	Duración promedio de viajes entre 30 y 60 min.	0,185	1,48
β_{35-5}	El individuo es usuario regular de Transmetro	0,218	2,02

Variable	Descripción	Factor Carga	Test T Rob.
Y_{b6}	Percepción del impacto en el entorno urbano - PIEU		
β_{12-6}	La vivienda que habita es propia pagando	-0,180	-5,57
β_{15-6}	Percibe que su nivel de vida mejoró	0,193	2,61
β_{17-6}	Percibe que su nivel de vida empeoró	-0,173	-2,00
β_{20-6}	El individuo reside en un barrio sin acceso al sistema	0,222	2,94

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12 se presentan las relaciones significantes entre las variables latentes y los indicadores de medida. Estas relaciones se representan con la letra α_{i-j} , haciendo referencia a la variable socioeconómica i y la variable latente j . Para la variable latente Y_{b4} se definen las relaciones mediante la letra φ_{j-j} , donde se representa la relación entre las variables latentes j .

Tabla 12. Modelo de Medida para variables latentes de Bienestar

Variable	Descripción	Factor de Carga	Test T Rob.
Y_{b1}	Nivel de Servicio		
α_{1-1}	Costo de viaje	0,599	21,50
α_{1-2}	Tiempo de viaje	0,726	10,94
α_{1-3}	Seguridad ante accidentes	0,524	7,11
α_{1-5}	Comodidad/confort del sistema de transporte	0,592	8,97
Y_{b2}	Facilidad y Conveniencia		
α_{2-6}	Facilidad en la forma de pago	0,636	20,55
α_{2-7}	Facilidad para acceder o tomar el servicio	0,464	4,52
α_{2-8}	Cantidad de transbordos requeridos	0,623	7,47
Y_{b3}	Accesibilidad		
α_{3-7}	Facilidad para acceder o tomar el servicio	0,444	9,33
α_{3-9}	Frecuencia/disponibilidad del servicio de transporte	0,597	10,01
α_{3-14}	Facilidad para hacer diligencias	0,401	4,08
α_{3-15}	Cercanía de Familiares/amigos en el barrio	0,503	5,05
α_{3-16}	Acceso al transporte público en el barrio	0,910	30,10
α_{3-17}	Disponibilidad de Transporte Público	0,852	23,61
α_{3-23}	Facilidad para hacer diligencias en la ciudad	0,528	5,48
α_{3-25}	Acceso al transporte público en la ciudad	0,836	22,62
α_{3-26}	Disponibilidad de Transporte Público en la ciudad	0,622	9,22
Y_{b4}	Percepción del impacto en el transporte Urbano - PITU		
φ_{4-1}	Características del sistema de transporte	0,675	11,57
φ_{4-2}	Facilidad/Conveniencia	0,744	15,14
φ_{4-3}	Accesibilidad del sistema de transporte	0,626	12,06

Variable	Descripción	Factor de Carga	Test T Rob.
Y_{b5}	Percepción del impacto en el bienestar y calidad de vida - PIBCV		
α_{5-4}	Seguridad ante robos y atracos	0,609	10,05
α_{5-12}	Seguridad respecto al crimen	0,534	6,79
α_{5-18}	Niveles de contaminación en el barrio	0,552	8,11
α_{5-21}	Seguridad respecto al crimen en la ciudad	0,677	11,39
α_{5-22}	Disponibilidad de empleo	0,375	5,08
α_{5-27}	Niveles de contaminación en la ciudad	0,673	9,08
α_{5-28}	Congestión vial	0,462	5,95
Y_{b6}	Percepción del impacto en el entorno urbano - PIEU		
α_{6-10}	Estado de las vías del barrio	0,755	9,23
α_{6-11}	Andenes y espacios para caminar en el barrio	0,732	8,84
α_{6-13}	Disponibilidad de tiendas/supermercados/comercio	0,584	7,44
α_{6-19}	Estado de las vías de la ciudad	0,630	7,48
α_{6-20}	Andenes y espacios para caminar en la ciudad	0,805	11,13
α_{6-24}	Disponibilidad de espacios de comercio	0,615	8,84

Fuente: Elaboración propia.

Las correlaciones entre las variables latentes j involucradas en el modelo planteado se presentan en la Tabla 13, representadas con la letra γ_{j-j} . Por su parte, en Tabla 14 se presentan los parámetros de calidad de ajuste del modelo.

Tabla 13. Correlaciones entre las variables latentes del modelo de bienestar social

Símbolo	Variables latentes	Correlación	Test T
γ_{4-5}	PITU y PIBCV	0,474	4,74
γ_{4-6}	PITU y PIEU	0,540	4,36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Parámetros de evaluación de ajuste del modelo de bienestar social

Número de parámetros libres	173
Máxima Verosimilitud	-8604,22
Akaike Information Criteria (AIC)	17554,44
Bayesian Information Criteria (BIC)	18198,06

Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo 2 se encuentran los resultados de los umbrales para los indicadores de percepción en el modelo evaluado y los estadísticos R^2 para cada una de las variables latentes e indicadores. El proceso de interpretación de las ecuaciones estructurales que conforman modelo planteado es similar al presentado en la sección 6.1.2.

6.2.3. Análisis del modelo

El modelo SEM busca evaluar tres aspectos fundamentales que generalizan las condiciones de bienestar de un individuo. El primero es el sistema de transporte, entendido como el medio necesario para poder realizar las actividades diarias del individuo, se explica en término de 3 variables latentes. El segundo, las condiciones de bienestar y calidad de vida buscan cubrir atributos el individuo considere necesarios para proporcionar un sentimiento de satisfacción y tranquilidad. Finalmente, el modelo incorpora las condiciones del entorno, entendido como las características de todo el sistema de actividades del individuo. En la presente sección se definen cada uno de los atributos socioeconómicos e indicadores de percepción que resultan significantes en el modelo y sus variables latentes.

6.2.3.1. Percepción del impacto en el transporte urbano – PITU

En la Figura 24 se presentan las relaciones de dependencia sobre la variable latente PITU. Entre los principales atributos socioeconómicos que influyen sobre la PITU se encuentran el tipo de vivienda, proporción de niños en el hogar, percepción del nivel de vida, disponibilidad de autos, accesibilidad al sistema BRT en el barrio, cantidad de viajes promedio diario y el uso regular del sistema Transmetro.

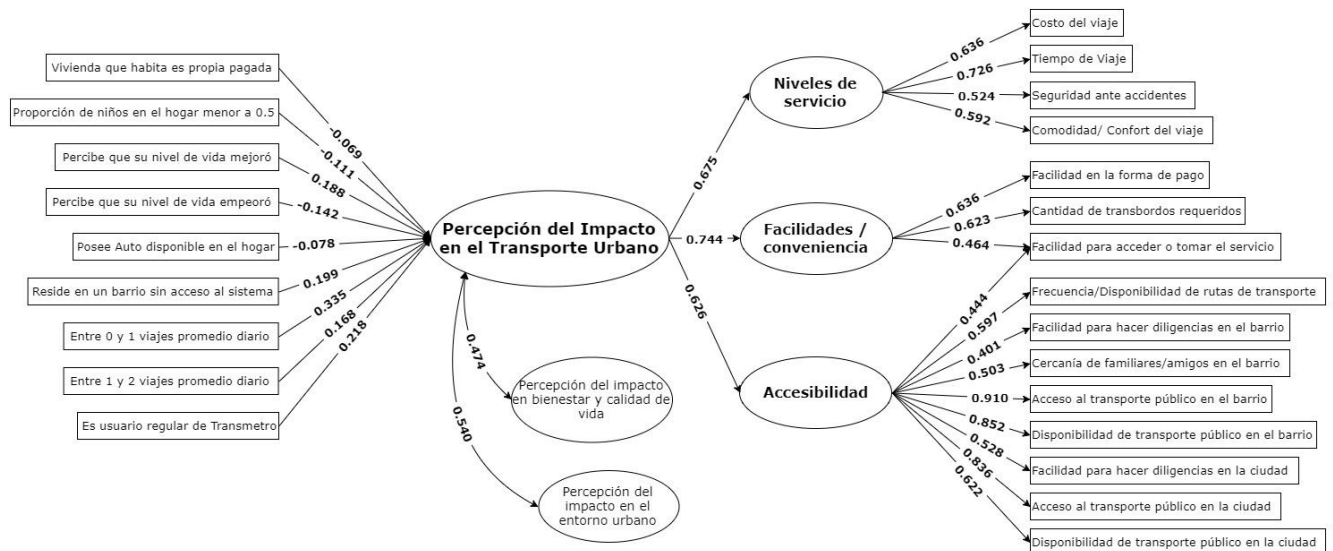


Figura 24. Variable latente de PITU en el modelo SEM de Bienestar social.

Fuente: Elaboración propia

Si el individuo reside en una vivienda de tipo propia pagada, su percepción sobre el impacto del BRT Transmetro en el PITU desmejora. Por otro lado, cuando más de la mitad de los habitantes del hogar son mayores de 14 años se manifiesta una percepción menos favorable sobre la PITU. En estos hogares la cantidad de personas usuarias directas del sistema de transporte urbano es mayor, lo cual incide sobre la

opinión del individuo encuestado y su percepción termina siendo más desfavorable al asociar los factores latentes evaluados.

Como era de esperar, si el individuo tiene una percepción positiva sobre su nivel de vida, la influencia será positiva sobre la PITU. Sin embargo, si la persona percibe que desde la fecha de implementación del BRT Transmetro su nivel de vida ha empeorado, se influencia negativamente la PITU. Por otro lado, si se tiene disponible vehículos automóvil privados en el hogar, la influencia sobre la PITU es menos favorable. Esto se asocia a que el automóvil experimenta mayores niveles de congestión y problemas de infraestructura en zonas de bajos ingresos, por lo cual se percibe negativamente su desarrollo.

Residir en un barrio de tratamiento, sin acceso al BRT Transmetro, influye de manera positiva sobre la PITU. Sobre estos barrios donde no hay acceso al sistema Transmetro aún se continúa teniendo cobertura espacial de las rutas del TPC, lo cual puede explicar la mejor percepción sobre el sistema de transporte. Por otro lado, en barrios donde el sistema tiene cobertura, las rutas de TPC han ido disminuyendo su circulación, dificultando las condiciones de transporte para sus residentes. En contraste, ser usuario regular del sistema de Transmetro, influye positivamente sobre su percepción ante los cambios del transporte urbano.

En cuanto a las variables latentes relacionadas con el PITU, se encontró que la PITU posee fuerte incidencia sobre las facilidades y conveniencia del transporte. Esta facilidad y conveniencia influye sobre la percepción de facilidad en forma de pago, facilidad para acceder o tomar el servicio y cantidad de transbordos requeridos. También se encontró que la PITU posee influencia sobre los niveles de servicio del transporte. Estos niveles de servicio se relacionan con aspectos de tiempo, costo, seguridad y comodidad de los viajes en el sistema de transporte. Finalmente, la percepción sobre la accesibilidad al sistema también incide en la PITU. De tal forma que tener una percepción negativa sobre la PITU implicaría tener una percepción desfavorable sobre estos atributos latentes del transporte que se vería reflejado sobre los indicadores de percepción.

Se destaca que el indicador de percepción de facilidad para acceder o tomar el servicio se ve influenciado sobre las variables latentes de Facilidad/conveniencia (L_2) y Accesibilidad al sistema (L_3), ambas altamente significativas. Para conocer la percepción sobre este indicador se tendrían que evaluar ambas variables latentes.

6.2.3.2. Percepción del impacto en Bienestar y Calidad de Vida - PIBCV

Las relaciones de dependencia sobre la variable de PIBCV, incluyendo los indicadores de percepción y los atributos socioeconómicos, se presentan en la Figura 25. Sobre esta variable poseen influencia 20 variables explicativas del modelo y se relaciona con siete indicadores de percepción.

Entre mayor sea la edad del individuo, mayor será la influencia negativa que se tendría sobre la PIBCV. Teniendo en cuenta la ocupación del individuo, se tiene una influencia positiva sobre la PIBCV. Sin embargo, individuos que se encuentran laborando poseen una mejor percepción sobre el impacto del BRT, seguido por individuos que se encuentran en actividades de hogar y finalmente individuos estudiantes. La percepción sobre el nivel de vida influye directamente sobre la PIBCV. Si los individuos perciben una mejoría en la calidad de vida en los últimos años, su PIBCV será más favorable que cuando perciben que ha empeorado. Igualmente, la disponibilidad de automóvil privado en el hogar incide de manera negativa sobre la PIBCV.

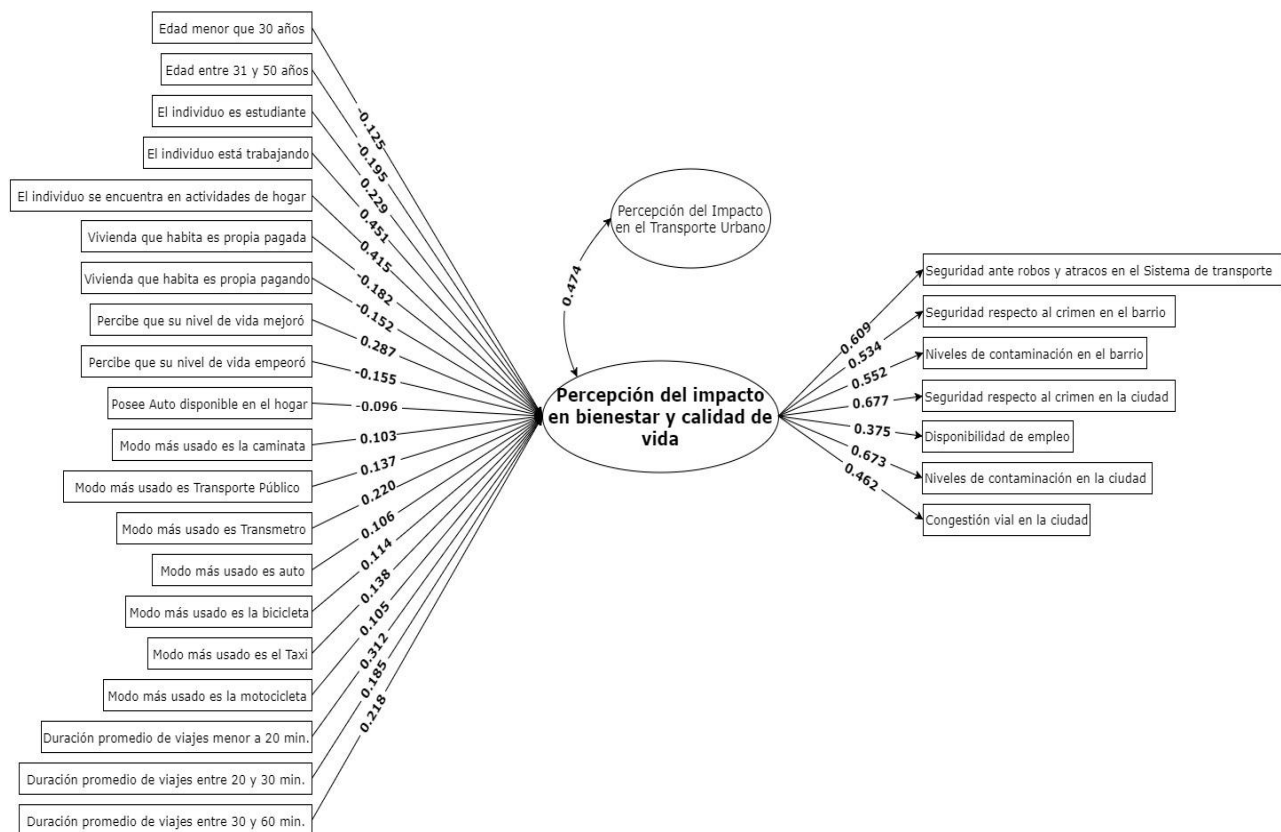


Figura 25. Variable latente de PIBCV en el modelo SEM de Bienestar social.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al modo más usado, se encontró que entre mayor sea el nivel de confort, comodidad y acceso del modo de transporte, mejor será la percepción personal de la variable PIBCV. Es así como los usuarios de automóvil tienen mayor y positiva incidencia sobre la PIBCV que el resto de modos evaluados. Seguidamente, se encuentran los usuarios motocicletas, situación explicable debido a que en comunidades vulnerables, la tenencia de este tipo de vehículo facilita los desplazamientos. Luego, se encuentran los usuarios del sistema Transmetro, que debido a sus condiciones de operación con flota de buses que poseen un sistema de

aire acondicionado y otras facilidades, tienen a percibir positivamente el cambio en bienestar y calidad de vida. Seguidamente se encuentra el modo de Taxi, que pese a sus costos de viaje, establece condiciones de comodidad y confort que lo catalogan como un modo que impacta positivamente sobre el bienestar. El siguiente modo en incidir positivamente sobre la PIBCV es la Bicicleta, que gracias a su fácil acceso y uso en viajes cortos, genera menores costos para los individuos, aunque con menor valoración dado la escasa infraestructura para su uso seguro. Le sigue el Transporte Público Colectivo, cuyos usuarios solo superan en la percepción positiva de los cambios a los que usan usuarios del modo Mototaxi. A pesar de ser el TPC el modo más usado por estas poblaciones de bajos ingresos, se cataloga como un servicio inferior, acompañado de bajas condiciones de confort en sus viajes para la gran mayoría de sus usuarios.

En cuanto a la duración del viaje, se encontró que los viajes más cortos influyen en mayor medida de forma positiva sobre la PIBCV. Posiblemente esto es debido a que se asocian a que los centros de estudio o trabajo se encuentran más cercanos a sus hogares e influyen en menores costos a los individuos. Realizar viajes entre 30 y 60 minutos de duración promedio están asociados a una percepción más favorable del impacto en la calidad de vida del individuo. Esto último se puede asociar a que viajes más largos representa que los individuos se desplazan hacia zonas de mayores ingresos, donde los principales centros de actividades se caracterizan por brindar una sensación mayor estabilidad económica, en particular porque allí se encuentran trabajos más estables y formales.

En cuanto a los indicadores de percepción que se relaciona con la PIBCV, los indicadores más relevantes son la seguridad respecto al crimen en la ciudad y los niveles de contaminación de la ciudad. De igual forma se destaca que existe correlación entre la PIBCV y la PITU, demostrando la influencia del sistema de transporte urbano sobre el bienestar y calidad de vida de los individuos.

6.2.3.3. Percepción del impacto en el entorno urbano - PIEU

En la Figura 26 se presentan las relaciones de dependencia sobre la variable latente PIEU. Puede notarse que atributos socioeconómicos como tipo de vivienda, percepción sobre el nivel de vida y la cobertura del sistema BRT Transmetro sobre el barrio influyen sobre la PIEU.

Si la vivienda es de tipo propia, pero se encuentra pagando, se tiene una percepción menos favorable sobre la PIEU. Adicionalmente, si se percibe mejoría en la percepción sobre el nivel de vida, se influye de manera positiva en la PIEU. Al igual que lo hallado anteriormente, los resultados sugieren que los residentes en un barrio sin acceso al sistema Transmetro manifiesta una PIEU más favorable.

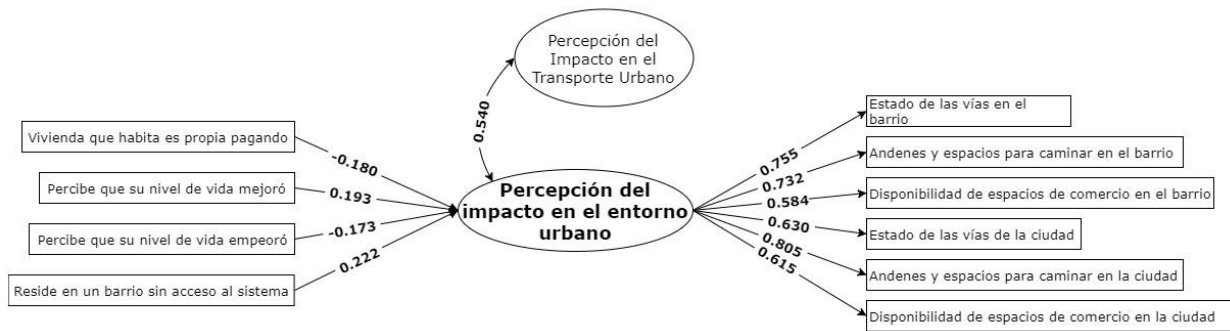


Figura 26. Variable latente de PIEU en el modelo SEM de Bienestar social.
Fuente: Elaboración propia.

Entre los indicadores de percepción que se relacionan con la PIEU, se destaca la presencia de indicadores en torno a infraestructura vial, infraestructura peatonal y zonas de comercio, tanto a nivel de barrio y a nivel de ciudad. Puede notarse que PIEU se encuentra correlacionada con la PITU, denotando la importancia del transporte en las condiciones de entorno urbano.

7. Recomendaciones de Políticas Públicas

Los resultados encontrados permiten conocer los atributos prioritarios para la población de menores ingresos, con base al impacto que perciben de la implementación de inversiones en transporte, tales como los sistemas BRT. A continuación, se presentan algunas posibles intervenciones sugeridas para sistemas BRT, en particular Transmetro, con el objetivo que la percepción del impacto que tienen sus potenciales usuarios sea más favorable y hacerlo más atractivo.

En el proceso de implementación de inversiones en transporte, especialmente los sistemas BRT, se deben hacer diferentes campañas orientadas a promover y conocer los beneficios que trae la implementación de un sistema masivo. Se deben desarrollar espacios de presentación del proyecto, indicando características operativas y futuras inversiones en infraestructura y entorno, buscando apropiar a la población directamente beneficiaria del sistema, quienes serían los potenciales usuarios.

Otra política consiste en priorizar la operación del sistema para garantizar una rapidez en comparación a otros medios de transporte. Como ilustración, para mejorar la atracción del sistema BRT, frente al TPC y otros modos de transporte en el AMBAQ, se recomienda estudiar la posibilidad de priorizar la circulación de rutas troncales y alimentadoras. Esto permitiría captar demanda de pasajeros mediante uno de los atributos mayormente valorados en los indicadores de percepción, tal y como es el tiempo de viaje. Políticas como carriles exclusivos para las rutas alimentadoras o priorización en el sistema semafórico van en esta dirección.

De igual forma se recomienda gestionar la posibilidad de implementar tarifas especiales y otras facilidades para segmentos de la población específicos. Se enfatiza a la población en edad escolar y universitaria, adultos mayores, mujeres embarazadas, personas en condición de discapacidad y personas de bajo ingreso o en condiciones de vulnerabilidad.

El sistema BRT ha impactado las características del uso de suelo en el AMBAQ. Tal y como se presentó en la sección 3.2, luego de la implementación del sistema se ha notado una disminución del uso comercial en la zona de influencia cercana de las troncales del sistema. Con base a esto, se debe estudiar la posibilidad de plantear políticas regulatorias del uso de suelo, que incentiven el desarrollo y consolidación de zonas comerciales y la densificación de usos residenciales sobre las troncales del BRT. Fomentar el desarrollo alrededor de las estaciones permite mejorar las condiciones de uso de suelo, generando un impacto de desarrollo económico y capitalización de uso de suelo. Se recomienda la posibilidad de estudiar el incentivo mediante disminuciones tributarias o acuerdos empresarios urbanizadores. Un claro ejemplo de zonas necesarias a promover el desarrollo urbano y comercial, es sobre las troncales de las avenidas Murillo y Olaya Herrera, las cuales junto a la zona de los portales de alimentación pueden ser explotadas urbanísticamente.

Debido a que en los dos SEM planteados se encontró que la percepción en los atributos de entorno y bienestar social se ve influenciada en el acceso al sistema BRT, se recomienda considerar políticas orientadas a mejorar la accesibilidad de las zonas vulnerables. Se deben enfocar inversiones para mejorar las conexiones del sistema y los sistemas de transferencia. Se propone, que con el objetivo de mejorar la percepción ante el impacto del sistema BRT, y eventualmente la calidad del servicio, se deben tomar medidas que busquen mejorar la ampliación del servicio de Transmetro u otros sistemas masivos en el AMBAQ, especialmente en zonas de bajos ingresos. A pesar de que implique revisar aspectos legales del sistema de transporte en Colombia, se debe revisar la posibilidad de vincular el servicio de Transmetro en torno a otros modos de transporte, tales como el TPC (fortaleciendo la presencia de un sistema integrado de transporte en la ciudad y el AMBAQ) y con modos predominante en estas zonas vulnerables, como el motocarro, que permiten acceder a zonas inaccesibles por el sistema BRT y el TPC. La construcción de una red de ciclovías para facilitar el acceso a las estaciones es otra de las alternativas a ser consideradas.

Otro de los atributos que influyen en las percepciones evaluadas es la percepción en los cambios de la seguridad en el transporte público. Con el objetivo de mejorar la percepción de seguridad de la población usuaria de sistema, y eventualmente mejorar la percepción sobre el impacto en el transporte del barrio y la ciudad, se propone realizar campañas que promuevan la seguridad y apropiación del sistema. La instalación de cámaras de seguridad, acompañamiento de autoridades policiales y el diseño de un adecuado plan de socialización, pueden retribuir en una percepción de sistema de transporte seguro. De igual forma, se debe plantear la posibilidad de realizar actividades culturales y campañas para promover la cultura ciudadana, que logren atraer usuarios y no usuarios al sistema BRT.

Pese a que en la presente investigación no se estudiaron impactos de la tarifa del sistema BRT, entre la literatura reciente y las evaluaciones realizadas sobre la movilidad en el AMBAQ, se recalca la necesidad de estudiar la posibilidad de implementar subsidios a la operación del sistema. Según cifras de rendimiento del sistema, junto a otros comportamientos de sistemas BRT a nivel nacional, se ha encontrado que los BRT no son sistemas auto-sostenibles al largo plazo, por lo cual, las autoridades locales deben evaluar la posibilidad de subsidiar un porcentaje de la tarifa. El origen de los recursos puede ser directamente del presupuesto de las entidades gubernamentales, o provenientes de otras fuentes indirectas, tales como sobretasas a la gasolina o cobros por estacionamientos.

En síntesis, es esencial desarrollar un sentido de identificación y pertenencia hacia el sistema, para lo cual las acciones propuestas pueden hacer parte de una estrategia integral.

8. Conclusiones e investigaciones futuras

En la presente investigación se evalúa la percepción que tiene la población vulnerable respecto al impacto de un sistema BRT, tomando como caso de aplicación la población de bajos estratos socioeconómicos que reside en zonas con y sin cobertura del sistema BRT del AMBAQ, Transmetro.

En los últimos años el sistema BRT Transmetro ha impacto sobre las dinámicas sociales y comerciales de las zonas de influencia cercana a las estaciones del sistema. Aún la cobertura del sistema sobre la población de bajos ingresos del AMBAQ, quienes son los mayores potenciales usuarios del sistema de transporte público, es limitada. Adicionalmente, con la implementación del sistema Transmetro, se dio una reestructuración de las rutas del transporte público colectivo tradicional, reduciendo la oferta y la cobertura en algunas zonas de la ciudad.

Entre los principales resultados se encuentra que sobre la zona cercana al sistema, se ha dado una disminución del uso comercial (11% con respecto al área existente antes de implementar el sistema) y un leve aumento del uso residencial. Sin embargo, en una zona de influencia más amplia (1600 m) el uso comercial ha tendido a disminuir en un 42%. Este rezago en el uso comercial, según la población residente en la zona, se puede asociar a las demoras del proceso constructivo de la troncal del sistema y los cambios en las especificaciones técnicas de los diferentes accesos al sector comercial que existía en la zona.

Por otra parte, en cuanto a la percepción de la población vulnerable en torno al impacto en atributos de entorno, se encontró que los atributos socioeconómicos del individuo, la accesibilidad al sistema, y las características del sistema de transporte y de actividades son determinantes en la percepciones, tanto a nivel de barrio y nivel de ciudad, confirmando la hipótesis planteada.

Sin embargo, el modelo SEM estimado sugiere que la población que reside en zonas sin acceso al sistema (barrios de control) valora más positivamente el impacto en los atributos de entorno, que las personas que residen en barrios con fácil acceso a rutas alimentadoras o troncales. Esto se puede atribuir a que al darse la reestructuración del TPC se prohibió la circulación de rutas sobre las troncales del sistema Transmetro, por lo cual, los barrios con acceso directo al BRT quedaron únicamente con la posibilidad de un único servicio de transporte impactando sobre la accesibilidad. Sobre estas zonas sin acceso, se han experimentado el crecimiento de modos de transporte informal, tales como mototaxismo y taxis colectivos, el cual les brinda a los usuarios mayor percepción de accesibilidad sobre las zonas vulnerables. Adicionalmente, en algunas zonas sin acceso al sistema, se han dado grandes inversiones en infraestructura (programa Barrios A La Obra de la Alcaldía de Barranquilla en el barrio El Bosque), lo cual puede tener influencia en que los individuos residentes perciban un impacto positivo en su entorno en los últimos años.

Simultáneamente, el modelo SEM para evaluar la percepción de poblaciones de bajos ingresos en atributos de bienestar social, evidenció la influencia que tienen las características del servicio de transporte sobre la percepción de la calidad de vida y del entorno urbano. El atributo de transporte está correlacionado entre los otros dos atributos evaluados, lo cual demuestra que el servicio de transporte posee alta importancia al momento de evaluar la percepción que tienen los usuarios de menores ingresos respecto a su bienestar social. En cuanto la percepción del impacto del sistema BRT en la calidad de vida, se encontró que la estabilidad laboral del representante del hogar brinda bienestar económico reflejado en una mejor percepción y que el acceso al servicio de transporte es el indicador que tiene mayor impacto en las variable latente de transporte urbano. Los usuarios regulares del sistema Transmetro perciben impacto favorable sobre la calidad de vida. De manera similar al modelo SEM de entorno, se encontró influencia en residir en un barrio sin acceso al sistema sobre la percepción en torno al transporte y entorno urbano. Sin embargo, se debe tener en cuenta que sobre estas zonas vulnerables ocurren diferentes problemáticas de orden público y altos conflictos sociales. Esto se ve reflejado en agresiones contra el sistema, ocasionando diversas interrupciones al servicio de rutas alimentadoras y troncales de Transmetro e impactando en una imagen negativa del servicio que incide en su calidad de vida.

Teniendo en cuenta que la presente investigación marca un precedente en las metodologías para la evaluación del impacto social de estas inversiones en transporte, a continuación se plantean futuras investigaciones que complementen los resultados y logren potencializar los procesos de planificación de las ciudades.

Inicialmente se considera la posibilidad de caracterizar la evaluación del impacto que se percibe en otros grupos sociales, como es el caso de zonas de medios y altos ingresos. Conocer las percepciones de estos individuos permite conocer atributos que influyen en la decisión de viaje, y como consideran o valoran la presencia de rutas de transporte público sobre su entorno cercano. Sobre estas zonas de altos ingresos, se ha evidenciado mayor crecimiento en uso residencial, comercial y de servicios sobre el AMBAQ, ocasionando a largo plazo problemáticas de congestión vehicular, que pueden ser mitigadas con el fortalecimiento del TPC o fomentando inversiones sobre el sistema BRT Transmetro.

Adicionalmente, los modelos de elección de modos de transporte pueden involucrar las variables latentes obtenidas en la presente investigación, logrando así, incorporar el efecto de estos atributos sobre la decisión modal. Este análisis híbrido, compuesto por SEM y modelos de elección discreta, junto la evaluación de diferentes atributos sociodemográficos implementados en la presente investigación, permiten orientar las inversiones en transporte público teniendo en cuenta la visión de ciudad deseada.

Teniendo en cuenta que sobre el AMBAQ no se han desarrollado investigaciones que permitan evaluar el impacto económico de estas inversiones, e involucrando los resultados de esta investigación en temas de cambios en la movilidad, uso del suelo

y evaluaciones de percepción de la población (logrando incorporar una medición del impacto social de estos sistemas BRT), se propone estudiar el impacto referente a variables económicas y urbanísticas. Estos estudios pueden estar orientados en conocer cambios en atributos como tales como el valor del uso de suelo, mediciones del desarrollo industrial y comercial en la ciudad y las tasas de generación de empleo.

Finalmente, se recomienda revisar la posibilidad de involucrar indicadores objetivos. Esto permite estimar el impacto del sistema de transporte teniendo en cuenta variables relacionadas con la movilidad urbana, tales como indicadores de accesibilidad al sistema de transporte y la calidad del servicio, y atributos inherentes al individuo, como los niveles de ingresos, indicadores de pobreza multidimensional o mejoras en el acceso a servicio. De esta manera se verificará la concordancia entre las percepciones y mediciones objetivas de la condición del sistema.

Bibliografía

- Agarwal, P. K., Gurjar, J., & Gupta, V. (2017). Evaluation of Socio-Economic Impact of City Bus Services in Developing Countries. *Transportation Research Procedia*, 25, 4589–4605. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.379>
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Barrett, P. (2007). Structural equation modelling: Adjudging model fit. *Personality and Individual Differences*, 42(5), 815–824. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.09.018>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.030>
- Bocarejo, J. P., Velasquez, J. M., Diaz, C. A., & Tafur, L. E. (2012). Impact of Bus Rapid Transit Systems on Road Safety Lessons from Bogota, Colombia. *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD*, 2317, 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.3141/2317-01>
- Bollen, K. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. <https://doi.org/10.1002/9781118619179>
- Bordagaray, M., dell’Olio, L., Ibeas, A., & Cecín, P. (2014). Modelling user perception of bus transit quality considering user and service heterogeneity. *Transportmetrica A: Transport Science*, 10(8), 705–721. <https://doi.org/10.1080/23249935.2013.823579>
- BRTData.org. (2017). Global BRT Data. Retrieved from <https://brtdata.org/>
- Cervero, R., & Kang, C. D. (2011). Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. *Transport Policy*, 18(1), 102–116. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.06.005>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–298.
- Cuellar, Y; Buitrago-Tello, R; Belalazar-Ceron, L. (2016). Life Cycle Emissions from a Bus Rapid Transit System and comparision with other modes of Passenger Transportation. *CT&F-CIENCIA TECNOLOGIA Y FUTURO*, 6(3), 123–134.
- Das, S., & Pandit, D. (2013). Importance of user perception in evaluating level of service for bus transit for a developing country like India: A review. *Transport Reviews*, 33(4), 402–420. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.789571>
- Das, S., & Pandit, D. (2015). Determination of level-of-service scale values for quantitative bus transit service attributes based on user perception. *Transportmetrica A: Transport Science*, 11(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/23249935.2014.910563>

- de Oña, J., de Oña, R., Eboli, L., Forciniti, C., & Mazzulla, G. (2016). Transit passengers' behavioural intentions: the influence of service quality and customer satisfaction. *Transportmetrica A: Transport Science*, 12(5), 385–412. <https://doi.org/10.1080/23249935.2016.1146365>
- De Oña, J., De Oña, R., Eboli, L., & Mazzulla, G. (2013). Perceived service quality in bus transit service: A structural equation approach. *Transport Policy*, 29, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.07.001>
- de Oña, R., de Abreu e Silva, J., Muñoz-Monge, C., & de Oña, J. (2017). Users' satisfaction evolution of a metropolitan transit system in a context of economic downturn. *International Journal of Sustainable Transportation*, 0(0), 1–9. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1328546>
- de Oña, R., & de Oña, J. (2015). Analysis of transit quality of service through segmentation and classification tree techniques. *Transportmetrica A: Transport Science*, 11(5), 365–387. <https://doi.org/10.1080/23249935.2014.1003111>
- Delbosc, A., & Currie, G. (2012). Modelling the causes and impacts of personal safety perceptions on public transport ridership. *Transport Policy*, 24, 302–309. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.09.009>
- Dell'Olio, L., Ibeas, A., & Cecin, P. (2011). The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, 18(1), 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.08.005>
- dell'Olio, L., Ibeas, A., & Cecin, P. (2010). Modelling user perception of bus transit quality. *Transport Policy*, 17(6), 388–397. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.04.006>
- Deng, T., Ma, M., & Nelson, J. D. (2015). Measuring the impacts of Bus Rapid Transit on residential property values: The Beijing case. *Research in Transportation Economics*, 60, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2016.08.005>
- Deng, T., & Nelson, J. D. (2011). Recent developments in bus rapid transit: A review of the literature. *Transport Reviews*, 31(1), 69–96. <https://doi.org/10.1080/01441647.2010.492455>
- Eboli, L., Forciniti, C., & Mazzulla, G. (2012). Exploring Land Use and Transport Interaction through Structural Equation Modelling. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.730>
- Eboli, L., & Mazzulla, G. (2008). A stated preference experiment for measuring service quality in public transport. *Transportation Planning and Technology*, 31(5), 509–523. <https://doi.org/10.1080/03081060802364471>
- Eboli, L., & Mazzulla, G. (2011). A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view. *Transport Policy*, 18(1), 172–181. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.07.007>

- Eboli, L., & Mazzulla, G. (2012). Structural Equation Modelling for Analysing Passengers' Perceptions about Railway Services. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.729>
- Hadiuzzman, M., Das, T., Hasnat, M. M., Hossain, S., & Rafee Musabbir, S. (2017). Structural equation modeling of user satisfaction of bus transit service quality based on stated preferences and latent variables. *Transportation Planning and Technology*, 40(3), 257–277. <https://doi.org/10.1080/03081060.2017.1283155>
- Hair, J. J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (1998). Structural Equations Modeling. In *MULTIVARIATE DATA ANALYSIS* (pp. 627–784).
- Hidalgo, D., & Huizenga, C. (2013). Implementation of sustainable urban transport in Latin America. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.034>
- Iacobucci, D. (2009). Everything you always wanted to know about SEM (structural equations modeling) but were afraid to ask. *Journal of Consumer Psychology*, 19(4), 673–680. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2009.09.002>
- Klein, N. (2017). More than just a bus ride: The role of perceptions in travel behaviour. *Urban Studies*, 54(11), 2490–2503. <https://doi.org/10.1177/0042098016649324>
- Levinson, H., Zimmerman, S., Clinger, J., & Rutherford, G. (2002). Bus Rapid Transit: An Overview. *Journal of Public Transportation*, 5(2), 1–30. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.5.2.1>
- Mahendra, A., & Rajagopalan, L. (2015). Evaluating Health Impacts from a Bus Rapid Transit System Implementation in India. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2531, 121–128. <https://doi.org/10.3141/2531-14>
- Mahmoud, M., & Hine, J. (2016). Measuring the influence of bus service quality on the perception of users. *Transportation Planning and Technology*, 39(3), 284–299.
- MinTransporte. (2017). Resolución 600 de Marzo 14 de 2017.
- Mulley, C., Ma, L., Clifton, G., Yen, B., & Burke, M. (2016). Residential property value impacts of proximity to transport infrastructure: An investigation of bus rapid transit and heavy rail networks in Brisbane, Australia. *Journal of Transport Geography*, 54, 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.05.010>
- Mulley, C., & Tsai, C. H. (Patrick). (2016). When and how much does new transport infrastructure add to property values? Evidence from the bus rapid transit system in Sydney, Australia. *Transport Policy*, 51, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.011>
- Munoz-Raskin, R. (2010). Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia. *Transport Policy*, 17(2), 72–84.

<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2009.11.002>

Muthén, L., & Muthén, B. (1998). MPlus.

Oviedo, D., Dávila, J., Tyler, N., Cantillo, V., Arellana, J., Cepeda, L., ... Ojeda, A. (2017). *Inversión en transporte y bienestar Un análisis de Transmetro y las políticas urbanas en Barranquilla , Colombia.*

Pardo, C. (2009). Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina. Retrieved July 26, 2012, from *Cepal Publicaciones* Retrieved from <http://200.9.3.98/publicaciones/xml/1/35361/lcw229e.pdf>

Perdomo Calvo, J. A. (2017). The effects of the bus rapid transit infrastructure on the property values in Colombia. *Travel Behaviour and Society*, 6, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2016.08.002>

Pucher, J., Korattyswaropam, N., Mittal, N., & Ittyerah, N. (2005). Urban transport crisis in India. *Transport Policy*, 12(3), 185–198. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.02.008>

Rodríguez, D., & Tovar, V. (2013). Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y desarrollo urbano en América Latina.

Rodríguez, D. A., & Targa, F. (2004). Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system. *Transport Reviews*, 24(5), 587–610. <https://doi.org/10.1080/0144164042000195081>

Sayeg, P., & Bray, D. (2012). Estimating changes in emissions from bus rapid transit: Making best use of transport sector experience. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 1(3), 308–316. <https://doi.org/10.1002/wene.27>

Stokenberga, A. (2014). Does Bus Rapid Transit Influence Urban Land Development and Property Values: A Review of the Literature. *Transport Reviews*, 34(3), 276–296. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.902404>

Transmetro.gov.co. (2017). Transmetro. Retrieved from <http://www.transmetro.gov.co/>

Tyrinopoulos, Y., & Antoniou, C. (2008). Public transit user satisfaction: Variability and policy implications. *Transport Policy*, 15(4), 260–272. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2008.06.002>

Walker, J. L. (2001). *Extended Discrete Choice Models: Integrated Framework , Flexible Error Structures , and Latent Variables Extended Discrete Choice Models : Integrated Framework , Flexible Error Structures , and Latent Variables.*

Percepciones

Indicaciones: A continuación nos gustaría pedirle que describa dentro de un rango como ha percibido los cambios que los últimos 6 años han traído en los siguientes aspectos:

Aspecto	Condiciones	Mucho peor (1)	Peor (2)	No cambió (3)	Mejor (4)	Mucho mejor (5)
Transporte: ¿Cómo han cambiado las condiciones de transporte en comparación con 2010?	a. Costo de viaje					
	b. Tiempo de viaje					
	c. Seguridad de accidentes					
	d. Seguridad respecto a robos/atracos					
	e. Comodidad/confort					
	f. Facilidad en la forma de pago					
	g. Facilidad para acceder o tomar el servicio					
	h. Cantidad de trasbordos requeridos					
	i. Frecuencia/disponibilidad del servicio de transporte de buses					
Barrio: ¿Cómo han cambiado las condiciones del barrio en comparación con 2010?	a. Estado de las vías					
	b. Andenes y espacios para caminar					
	c. Seguridad respecto a crimen					
	d. Disponibilidad de tiendas/supermercados/comercio					
	e. Facilidad para hacer diligencias (bancos, oficinas públicas, eps)					
	f. Cercanía a familia y amigos					
	g. Acceso a transporte público					
	h. Disponibilidad de servicios de Transporte Público					

Percepciones

Indicaciones: A continuación nos gustaría pedirle que describa dentro de un rango como ha percibido los cambios que los últimos 6 años han traído en los siguientes aspectos:

Aspecto	Condiciones	Mucho peor (1)	Peor (2)	No cambió (3)	Mejor (4)	Mucho mejor (5)
	i. Niveles de contaminación del aire y ruido					
Ciudad: ¿Cómo han cambiado las condiciones de la ciudad en comparación con 2010?	a. Estado de las vías					
	b. Andenes y espacios para caminar					
	c. Seguridad respecto a crimen					
	d. Disponibilidad de escuelas					
	e. Disponibilidad de empleo					
	f. Facilidad para hacer diligencias (bancos, oficinas públicas, eps)					
	g. Disponibilidad de espacios de comercio y entretenimiento					
	h. Acceso a transporte público					
	i. Disponibilidad y frecuencia de servicios de transporte público					
	j. Niveles de contaminación del aire y ruido					
	k. Congestión vial					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Umbrales de percepción para modelos.

Tabla A-2. Umbrales de percepción para modelo de entorno.

Indicador	Limite	Estimador	S.E.	Est./S.E.	P-Value
I1	L1	-1.228	0.180	-6.83	0.00
I1	L2	0.095	0.169	0.56	0.57
I1	L3	0.608	0.176	3.46	0.00
I1	L4	1.792	0.246	7.29	0.00
I2	L1	-1.973	0.268	-7.36	0.00
I2	L2	-0.617	0.225	-2.75	0.01
I2	L3	-0.115	0.225	-0.51	0.61
I2	L4	1.519	0.249	6.09	0.00
I3	L1	-1.589	0.204	-7.78	0.00
I3	L2	-0.352	0.187	-1.88	0.06
I3	L3	0.314	0.184	1.71	0.09
I3	L4	2.196	0.329	6.68	0.00
I4	L1	-1.276	0.140	-9.14	0.00
I4	L2	0.134	0.112	1.19	0.23
I4	L3	0.688	0.121	5.67	0.00
I4	L4	2.372	0.318	7.45	0.00
I5	L1	-2.204	0.296	-7.44	0.00
I5	L2	-1.017	0.228	-4.46	0.00
I5	L3	-0.140	0.218	-0.64	0.52
I5	L4	1.613	0.246	6.55	0.00
I6	L1	-2.452	0.304	-8.08	0.00
I6	L2	-1.298	0.219	-5.93	0.00
I6	L3	-0.173	0.210	-0.83	0.41
I6	L4	1.758	0.283	6.20	0.00
I7	L1	-2.417	0.345	-7.01	0.00
I7	L2	-1.247	0.292	-4.26	0.00
I7	L3	-0.531	0.294	-1.81	0.07
I7	L4	1.516	0.314	4.83	0.00
I8	L1	-2.343	0.306	-7.65	0.00
I8	L2	-1.077	0.243	-4.44	0.00
I8	L3	-0.185	0.243	-0.76	0.45
I8	L4	1.867	0.314	5.95	0.00
I9	L1	-2.278	0.296	-7.69	0.00
I9	L2	-1.077	0.245	-4.39	0.00
I9	L3	-0.460	0.244	-1.89	0.06
I9	L4	1.603	0.294	5.46	0.00

Indicador	Limite	Estimador	S.E.	Est./S.E.	P-Value
I10	L1	-2.326	0.250	-9.32	0.00
I10	L2	-1.442	0.177	-8.15	0.00
I10	L3	-0.964	0.160	-6.02	0.00
I10	L4	0.847	0.170	4.98	0.00
I11	L1	-2.426	0.241	-10.08	0.00
I11	L2	-1.433	0.226	-6.33	0.00
I11	L3	-0.924	0.220	-4.20	0.00
I11	L4	0.890	0.219	4.07	0.00
I12	L1	-1.274	0.121	-10.54	0.00
I12	L2	-0.269	0.097	-2.78	0.01
I12	L3	0.333	0.101	3.28	0.00
I12	L4	2.324	0.310	7.50	0.00
I13	L1	-2.923	0.359	-8.14	0.00
I13	L2	-2.148	0.246	-8.73	0.00
I13	L3	-1.132	0.229	-4.95	0.00
I13	L4	0.911	0.248	3.68	0.00
I14	L1	-2.536	0.297	-8.53	0.00
I14	L2	-1.621	0.181	-8.93	0.00
I14	L3	-0.739	0.151	-4.90	0.00
I14	L4	1.329	0.198	6.72	0.00
I15	L1	-2.674	0.330	-8.11	0.00
I15	L2	-1.841	0.224	-8.22	0.00
I15	L3	-0.555	0.191	-2.90	0.00
I15	L4	1.258	0.232	5.42	0.00
I16	L1	-2.557	0.332	-7.71	0.00
I16	L2	-1.559	0.288	-5.42	0.00
I16	L3	-1.013	0.281	-3.61	0.00
I16	L4	1.051	0.309	3.40	0.00
I17	L1	-2.769	0.337	-8.22	0.00
I17	L2	-1.476	0.273	-5.42	0.00
I17	L3	-0.976	0.269	-3.63	0.00
I17	L4	1.066	0.295	3.61	0.00
I19	L1	-2.054	0.225	-9.13	0.00
I19	L2	-1.185	0.123	-9.60	0.00
I19	L3	-0.716	0.111	-6.43	0.00
I19	L4	1.130	0.128	8.84	0.00
I20	L1	-0.608	0.237	-2.57	0.01
I20	L2	-0.166	0.219	-0.76	0.45

Indicador	Limite	Estimador	S.E.	Est./S.E.	P-Value
I20	L3	0.534	0.231	2.31	0.00
I20	L4	1.821	0.216	8.44	0.00
I23	L1	-2.711	0.431	-6.30	0.00
I23	L2	-1.449	0.156	-9.31	0.00
I23	L3	-0.706	0.126	-5.61	0.00
I23	L4	1.424	0.163	8.75	0.00
I24	L1	-1.135	0.236	-4.82	0.00
I24	L2	-0.292	0.224	-1.30	0.19
I24	L3	1.276	0.231	5.52	0.00
I24	L4	1.903	0.245	7.77	0.00
I25	L1	-2.138	0.276	-7.74	0.00
I25	L2	-1.236	0.160	-7.72	0.00
I25	L3	-0.730	0.149	-4.91	0.00
I25	L4	1.462	0.195	7.50	0.00
I26	L1	-1.120	0.132	-8.48	0.00
I26	L2	-0.443	0.125	-3.53	0.00
I26	L3	0.670	0.127	5.28	0.00
I26	L4	1.530	0.179	8.56	0.00
I27	L1	0.127	0.096	1.33	0.18
I27	L2	0.632	0.101	6.28	0.00
I27	L3	1.232	0.214	5.76	0.00
I27	L4	2.643	0.322	8.21	0.00
I28	L1	-1.190	0.109	-10.90	0.00
I28	L2	0.450	0.074	6.09	0.00
I28	L3	0.930	0.091	10.19	0.00
I28	L4	2.504	0.318	7.89	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A-3. Umbrales de percepción para modelo de bienestar.

Indicador	Limite	Estimador	S.E.	Est./S.E.	P-Value
I1	L1	-0.911	0.098	-9.32	0.00
I1	L2	0.401	0.088	4.57	0.00
I1	L3	0.916	0.097	9.44	0.00
I1	L4	2.070	0.186	11.15	0.00
I2	L1	-1.567	0.140	-11.20	0.00
I2	L2	-0.212	0.086	-2.45	0.01
I2	L3	0.306	0.089	3.45	0.00

Indicador	Limite	Estimador	S.E.	Est./S.E.	P-Value
I2	L4	1.956	0.158	12.39	0.00
I3	L1	-1.267	0.124	-10.19	0.00
I3	L2	-0.016	0.082	-1.97	0.04
I3	L3	0.660	0.088	7.50	0.00
I3	L4	2.551	0.288	8.86	0.00
I4	L1	-0.452	0.276	-1.64	0.10
I4	L2	1.004	0.259	3.87	0.00
I4	L3	1.581	0.261	6.06	0.00
I4	L4	3.094	0.356	8.70	0.00
I5	L1	-1.839	0.190	-9.69	0.00
I5	L2	-0.627	0.092	-6.80	0.00
I5	L3	0.254	0.080	3.16	0.00
I5	L4	2.030	0.175	11.57	0.00
I6	L1	-2.076	0.230	-9.04	0.00
I6	L2	-0.931	0.097	-9.60	0.00
I6	L3	0.231	0.086	2.70	0.01
I6	L4	2.180	0.188	11.60	0.00
I7	L1	-1.924	0.223	-8.62	0.00
I7	L2	-0.708	0.099	-7.12	0.00
I7	L3	0.076	0.009	8.44	0.00
I7	L4	2.109	0.175	12.08	0.00
I8	L1	-1.989	0.210	-9.47	0.00
I8	L2	-0.679	0.088	-7.75	0.00
I8	L3	0.246	0.081	3.03	0.00
I8	L4	2.334	0.216	10.80	0.00
I9	L1	-1.885	0.187	-10.07	0.00
I9	L2	-0.676	0.082	-8.28	0.00
I9	L3	-0.067	0.074	-9.09	0.36
I9	L4	2.013	0.178	11.32	0.00
I10	L1	-1.952	0.211	-9.24	0.00
I10	L2	-1.161	0.164	-7.06	0.00
I10	L3	-0.685	0.157	-4.37	0.00
I10	L4	1.213	0.180	6.75	0.00
I11	L1	-1.962	0.217	-9.03	0.00
I11	L2	-1.009	0.158	-6.38	0.00
I11	L3	-0.497	0.153	-3.24	0.00
I11	L4	1.379	0.191	7.22	0.00
I12	L1	-0.603	0.253	-2.38	0.02
I12	L2	0.431	0.231	1.87	0.06

Indicador	Limite	Estimador	S.E.	Est./S.E.	P-Value
I12	L3	1.069	0.238	4.49	0.00
I12	L4	2.899	0.310	9.35	0.00
I13	L1	-2.536	0.354	-7.16	0.00
I13	L2	-1.759	0.191	-9.19	0.00
I13	L3	-0.741	0.127	-5.84	0.00
I13	L4	1.346	0.164	8.20	0.00
I14	L1	-2.204	0.276	-7.98	0.00
I14	L2	-1.267	0.124	-10.19	0.00
I14	L3	-0.359	0.076	-4.71	0.00
I14	L4	1.748	0.144	12.17	0.00
I15	L1	-2.262	0.307	-7.37	0.00
I15	L2	-1.410	0.154	-9.14	0.00
I15	L3	-0.127	0.023	-5.52	0.00
I15	L4	1.804	0.139	13.00	0.00
I16	L1	-1.893	0.182	-10.40	0.00
I16	L2	-0.863	0.099	-8.75	0.00
I16	L3	-0.266	0.089	-2.98	0.00
I16	L4	1.929	0.171	11.30	0.00
I17	L1	-2.049	0.288	-7.10	0.00
I17	L2	-0.806	0.094	-8.57	0.00
I17	L3	-0.258	0.083	-3.12	0.00
I17	L4	1.893	0.152	12.43	0.00
I18	L1	-1.078	0.279	-3.86	0.00
I18	L2	0.537	0.245	2.19	0.03
I18	L3	1.093	0.246	4.44	0.00
I18	L4	2.929	0.320	9.14	0.00
I19	L1	-2.096	0.229	-9.16	0.00
I19	L2	-1.233	0.149	-8.25	0.00
I19	L3	-0.752	0.138	-5.46	0.00
I19	L4	1.162	0.169	6.88	0.00
I20	L1	-1.158	0.184	-6.28	0.00
I20	L2	-0.734	0.170	-4.33	0.00
I20	L3	1.162	0.200	5.81	0.00
I20	L4	1.532	0.210	7.30	0.00
I21	L1	-0.552	0.276	-2.00	0.05
I21	L2	0.880	0.257	3.43	0.00
I21	L3	1.536	0.269	5.70	0.00
I21	L4	3.593	0.493	7.29	0.00
I22	L1	-1.457	0.228	-6.40	0.00

Indicador	Limite	Estimador	S.E.	Est./S.E.	P-Value
I22	L2	0.091	0.155	0.59	0.56
I22	L3	0.853	0.156	5.46	0.00
I22	L4	2.927	0.309	9.49	0.00
I23	L1	-2.779	0.479	-5.81	0.00
I23	L2	-1.384	0.135	-10.25	0.00
I23	L3	-0.595	0.088	-6.80	0.00
I23	L4	1.598	0.125	12.76	0.00
I24	L1	-1.873	0.194	-9.65	0.00
I24	L2	-0.952	0.138	-6.91	0.00
I24	L3	-0.123	0.032	-3.84	0.00
I24	L4	1.374	0.178	7.74	0.00
I25	L1	-2.331	0.370	-6.30	0.00
I25	L2	-1.129	0.110	-10.28	0.00
I25	L3	-0.548	0.088	-6.22	0.00
I25	L4	1.735	0.135	12.82	0.00
I26	L1	-1.010	0.103	-9.76	0.00
I26	L2	-0.292	0.075	-3.89	0.00
I26	L3	0.323	0.045	7.18	0.00
I26	L4	1.731	0.132	13.14	0.00
I27	L1	0.818	0.280	2.92	0.00
I27	L2	1.363	0.283	4.82	0.00
I27	L3	2.321	0.214	10.85	0.00
I27	L4	3.140	0.346	9.07	0.00
I28	L1	-0.679	0.208	-3.26	0.00
I28	L2	0.982	0.201	4.89	0.00
I28	L3	1.490	0.208	7.17	0.00
I28	L4	3.003	0.328	9.15	0.00

Fuente: Elaboración propia.