

Accesibilidad, asequibilidad y equidad: los subsidios al transporte público en Bogotá

Luis A. Guzmán

la.guzman@uniandes.edu.co

Daniel Oviedo

daniel.oviedo@ucl.ac.uk

Documento de trabajo

Working paper



Abril 2018

RESUMEN

Recientemente el transporte público ha ganado una posición preferencial a nivel internacional en las agendas de desarrollo urbano. El creciente interés en el desarrollo inclusivo de las ciudades a diferentes niveles de la política urbana, implica nuevas oportunidades y retos para la sociedad, concentrada cada vez más en las zonas urbanas. En las ciudades en desarrollo, además de los retos institucionales y de infraestructura requeridos para el desarrollo de un transporte público eficiente e inclusivo, los gobiernos locales enfrentan el reto de hacer el transporte público asequible para un gran segmento de la población. Con el objetivo de cumplir con estas demandas, numerosos sistemas de transporte público en diferentes ciudades han implementado subsidios dirigidos a grupos sociales específicos como los estudiantes, los adultos mayores y las personas con movilidad reducida; y más recientemente para los de menos ingresos. El gobierno de Bogotá ha implementado un esquema de subsidios al transporte público, el cual busca reducir la carga financiera que enfrentan los hogares de más bajos recursos para acceder al transporte público de la ciudad. Esta investigación desarrolla un análisis de los efectos de tal subsidio desde la perspectiva de la accesibilidad, usando medidas de accesibilidad potencial a oportunidades de empleo y evaluando su efecto en la equidad. Esta investigación se sustenta en la hipótesis de que la accesibilidad es un constructo multidimensional que se beneficia de reducciones económicas, pero también de ganancias en el costo asociado al tiempo. Los resultados del análisis muestran que, tanto la estructura actual de los subsidios “pro-pobres” en Bogotá y en escenarios alternativos que aumentan su cobertura, mejoran la accesibilidad y equidad para aquellos beneficiarios del subsidio.

Palabras clave: Transporte público; subsidios al transporte; accesibilidad al trabajo; equidad; índice Palma; índice Gini; Bogotá

Este documento es una versión adaptada de un artículo original publicado en Transport Policy Journal.

Cómo citar: Guzman, Luis A.; Oviedo, Daniel, 2018. *Accessibility, affordability and equity: Assessing ‘pro-poor’ public transport subsidies in Bogotá.* *Transport Policy* 68, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.04.012>

1. INTRODUCCIÓN

Los costos de transporte pueden representar una proporción importante en los gastos de un hogar, particularmente en los hogares de bajos ingresos. Los hogares de bajos recursos invierten una gran parte de sus ingresos y de su tiempo en los desplazamientos al trabajo, lo cual restringe el dinero disponible para viajes con otros propósitos y actividades. La carencia de transporte puede convertirse en dificultades de acceso a educación, vida social, salud y oportunidades económicas (Willoughby, 2002). Los trabajadores de bajos ingresos tienen una necesidad urgente de sistemas de transporte eficientes y asequibles (El-Geneidy et al., 2016). En el contexto de los países en desarrollo, los grupos de bajos ingresos tienen una gran limitación para moverse en el sistema de transporte público debido al bajo y errático ingreso que perciben, lo cual a su vez limita las oportunidades para mejorar su condición social y económica. Por lo tanto, el desarrollo de metodologías y análisis de un mejor entendimiento de los comportamientos de viaje (Lucas et al., 2016a) y sus impactos en el acceso a oportunidades, debe ser una prioridad en las investigaciones y agendas políticas actuales.

En Latinoamérica, la pobreza urbana y los asentamientos en las periferias generalmente van de la mano, lo cual restringe aún más la accesibilidad al agregar una dimensión espacial a las ya limitadas opciones de viaje debido al bajo poder adquisitivo de estos residentes (Dávila et al., 2006; Gilbert y Ward, 1982). Ureta (2008), encontró que la ubicación residencial en la periferia urbana, limita la habilidad de las personas de realizar viajes a pie, al mismo tiempo que el alto costo del transporte público, en relación con el ingreso del hogar restringe la movilidad a los desplazamientos estrictamente esenciales (trabajo y educación). Dado que el empleo es la principal fuente de los ingresos que facilitan otras actividades (Loo y Chow, 2011), los gobiernos tienen la responsabilidad de mejorar el acceso a los trabajos de los grupos más vulnerables. Esto está directamente relacionado con el diseño de políticas de transporte orientadas a cerrar la brecha de accesibilidad en las ciudades. Aunque apuntar al objetivo de mejorar el acceso a las oportunidades económicas puede ser útil en la reducción de la pobreza y mejorar la calidad de vida, los mecanismos para llevarlo a cabo son frecuentemente defectuosos por las limitaciones financieras en la demanda y en la oferta de los sistemas urbanos de transporte.

El transporte público juega un rol principal en la accesibilidad urbana. En ciudades con bajas tasas de motorización, el transporte público es el principal mecanismo para articular las estructuras urbanas y proveer acceso al territorio. En Bogotá y Soacha (Figura 1), el transporte público satisface la mayor parte de la demanda generada por las poblaciones de bajos ingresos, si se excluye el transporte en bicicleta y a pie. Desafortunadamente, una de las principales características de la estructura de transporte en Bogotá – y de aquellas ciudades con sistemas de transporte público similares – es que las tarifas de los servicios de transporte público se diseñaron originalmente para cubrir completamente los costos operativos (Hidalgo y Gutierrez, 2013). Ya que es casi imposible fijar tarifas que sean simultáneamente asequibles y financieramente sostenibles, las tarifas de transporte tienden a volverse muy costosas para los más pobres (Rodríguez et al., 2016). Para balancear la necesidad de sostenibilidad financiera, económica y social, algunas ciudades han tratado de implementar subsidios dirigidos a segmentos específicos de la población. Sin embargo, estas políticas todavía requieren demostrar sus beneficios a nivel nacional para llegar a ser una respuesta estándar a las amplias preocupaciones de asequibilidad para comunidades de bajos ingresos.

En Bogotá, la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) opera con una tarifa integrada para el funcionamiento de todos los subsistemas de transporte público, como Transmilenio (TM) y buses (zonal). El SITP busca eliminar las ineficiencias del sistema tradicional de buses mediante la introducción de alianzas público-privadas que reestructuren las rutas de buses, regulen la sobreoferta y cambien las obligaciones contractuales e incentivos con los operadores a fin de eliminar la “guerra del centavo” que caracteriza el sistema tradicional de buses (Ardila, 2005). En 2014, el gobierno local introdujo un subsidio “pro-pobres” al transporte público que se basa en el SISBEN, el cual es un mecanismo de focalización de políticas sociales desarrollado por el gobierno nacional. Este sistema se utiliza para asignar subsidios de transporte público, los cuales permiten el acceso con descuento al SITP para hogares con bajos ingresos.

Esta investigación pretende alimentar el debate acerca de las relaciones entre asequibilidad, accesibilidad y equidad en el transporte, documentando los subsidios dirigidos como un ejemplo de la implementación de una política de transporte con enfoque social (Guzman et al., 2019) en un caso de transporte urbano ampliamente conocido en Latinoamérica, como lo es Bogotá. Este artículo busca resaltar la contribución a la accesibilidad que han tenido las políticas enfocadas al mejoramiento de la asequibilidad de las poblaciones socialmente vulnerables, usando métricas de accesibilidad consolidadas e información fácilmente comprensible y ampliamente disponible en la mayoría de las ciudades en desarrollo. Mientras que la evaluación de transporte continúa ocupando un lugar importante en la planificación actual de políticas de transporte, las evaluaciones de equidad son menos frecuentes e implican una mejor comprensión del cada vez más complejo rol del transporte en asuntos como la accesibilidad, la movilidad, y el bienestar (Di Ciommo y Shiftan, 2017; Oviedo et al., 2017). Este artículo está soportado en información accesible y clara para especialistas y no especialistas en la toma de decisiones y su ejecución. Este artículo reflexiona sobre el asunto moral de la equidad, descrita como la necesidad de reducir la discriminación sistemática y la marginalización, y en algunas ocasiones entendida como la ausencia de equidades sistémicas entre los diferentes grupos sociales (Wiles y Kobayashi, 2009). En este sentido, se propone un entendimiento de la accesibilidad a oportunidades como un producto distribuido de forma desigual, resultado de la configuración de los usos de suelo y los sistemas de transporte en Bogotá. Al reconocer que el transporte puede jugar un rol diferenciador en la redistribución de los niveles de accesibilidad (Lucas et al., 2016a), nosotros apoyamos la idea de que se necesitan discusiones más amplias para introducir las consideraciones de equidad y los efectos complejos del transporte en el desarrollo humano.

La investigación explora los efectos en la accesibilidad a las oportunidades de generación de ingresos y la asequibilidad, de la implementación de subsidios al transporte público dirigidos a la población de bajos ingresos en la ciudad de Bogotá. Aun cuando las métricas de accesibilidad tienen un largo historial en la literatura internacional y en la práctica en muchas ciudades del mundo desarrollado, los enfoques tradicionales de evaluación de políticas públicas de transporte en la mayoría de las ciudades en desarrollo, no tienen en cuenta los cambios en los niveles de accesibilidad. Esta investigación se enfoca en calcular la accesibilidad potencial para Bogotá y Soacha. Se analiza la accesibilidad potencial al empleo para el periodo 2011 – 2015, dada la implementación del SITP zonal y los subsidios, manteniendo los usos de suelo constantes. Este estudio está basado en el cálculo de los niveles de accesibilidad potencial al mercado de trabajo, mediante la utilización de una función de impedancia compuesta por los tiempos y costos de viaje.

Este artículo no intenta desarrollar nuevos enfoques metodológicos para el análisis de accesibilidad o la evaluación de los subsidios al transporte o políticas similares. Sin embargo, se sugiere que el uso de medidas de equidad, frecuentemente aplicadas a la distribución de ingresos, pueden ser aplicadas en la accesibilidad a oportunidades, entendiéndolas como un activo distribuido inequitativamente. A su vez, este artículo busca resaltar cómo las políticas dirigidas son justificadas desde el punto de vista de la equidad, usando metodologías bien conocidas e información fácilmente comprensible. Este trabajo se enfoca en aportar elementos al debate nacional e internacional sobre los beneficios escasamente estudiados de los subsidios “pro-pobres” al transporte público, y como la evidencia disponible de forma expedita podría ser usada para disminuir las brechas entre los criterios técnicos y no técnicos. La investigación por lo tanto responde dos hipótesis i) los subsidios “pro-pobres” al transporte público pueden reducir las brechas de accesibilidad entre la población urbana; y ii) las medidas de accesibilidad y equidad son una forma efectiva para soportar los argumentos morales relacionados con la reducción de inequidades a través de las políticas de transporte.

2. TRANSPORTE Y LOCALIZACIÓN DE ACTIVIDADES EN BOGOTÁ

Bogotá es una ciudad de 7.4 millones de personas y un área urbanizada de aproximadamente 380 km² en 2018. Ésta actualmente forma una región metropolitana no oficial con 17 de los municipios aledaños, entre los cuales el más importante es Soacha con aproximadamente 511,000 habitantes (Guzman et al., 2017b). Soacha forma una compleja área urbana funcional con Bogotá, la cual ha ido emergiendo gradualmente en la medida que las ciudades se extienden más allá de sus límites administrativos (Oviedo y Dávila, 2016). Para el propósito de este análisis, los resultados se presentan a nivel de las 112 Unidades de Planeación Zonal (UPZ) urbanas de Bogotá, las cuales son unidades territoriales usadas para planificar el desarrollo urbano a nivel zonal y siguen fronteras reconocibles tales como vías y barreras naturales. Soacha se dividió en cuatro zonas diferentes.

El área de estudio (Bogotá y Soacha) tiene algunas particularidades en términos de distribución espacial de las actividades (residencia y trabajo). La Figura 1 muestra la distribución espacial de la población (izquierda) y la densidad de empleos (derecha). Los datos de empleos incluyen sitios de trabajo formales e informales. Teniendo en cuenta el déficit histórico de vivienda, muchos barrios de origen informal emergen en la periferia de la ciudad, la cual se caracteriza por sus pobres condiciones de vida urbana. Es en estas zonas periféricas es donde se presentan las mayores densidades poblacionales.

La Figura 1 muestra densidades poblacionales bastante altas en las periferias urbanas, donde existe un déficit de empleo local en comparación con la población residente. Respecto a la ubicación de los trabajos, hay una clara dominación de una gran concentración de empleos en el centro expandido a lo largo de las principales vías en el norte y oriente de la ciudad (zonas de mayores ingresos). Algo más de un tercio del empleo de la ciudad se ubica en zonas que ocupan solamente el 10% de su área urbana. La evidencia de la Figura 1 sugiere una realidad particularmente inquietante: las personas no viven donde se encuentran el empleo. La encuesta de movilidad 2011 (EM2011) reporta el

ingreso mensual de cada hogar en dólares estadounidenses (USD¹) en 8 rangos predefinidos como se muestra más adelante (ver Tabla 1).

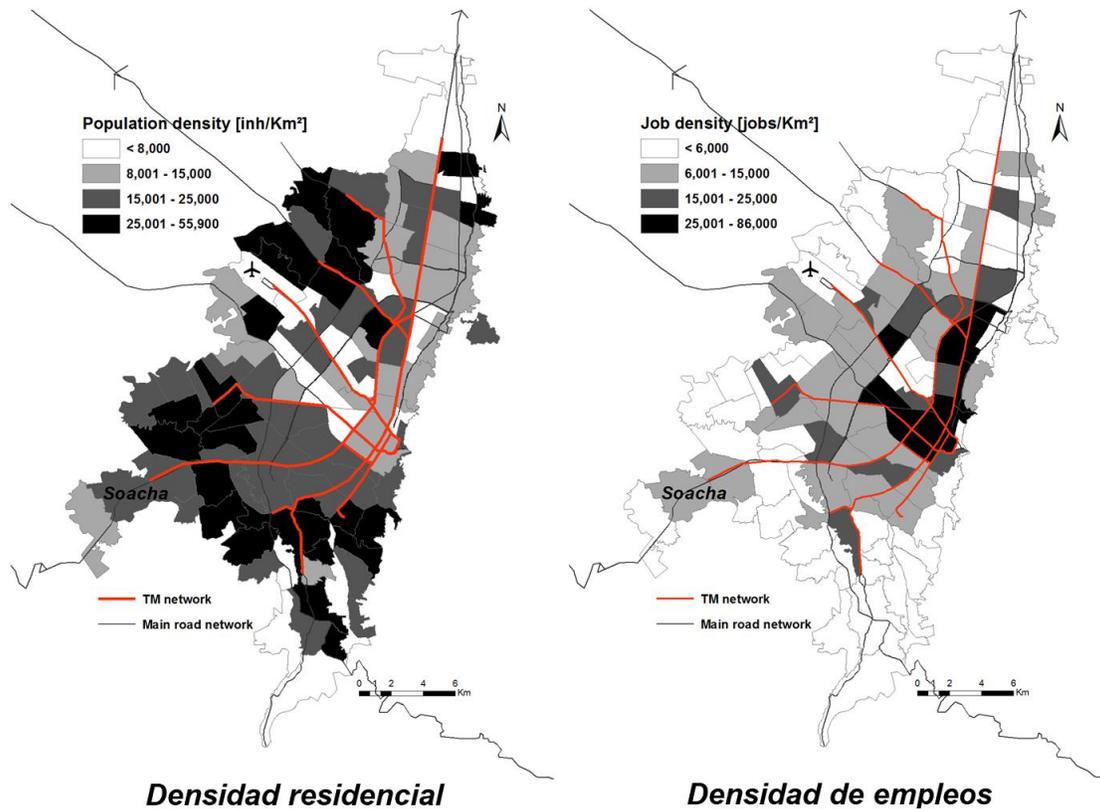


Figura 1. Localización de población y empleos

Fuente: Elaboración propia a partir de la EM2011.

La distribución espacial de los hogares en Bogotá y Soacha bajo esta clasificación de ingresos se muestra en la Figura 2. La evidencia muestra que 66% de los hogares en Bogotá pertenece a los rangos de ingresos más bajos (1 y 2), mientras que en Soacha esta proporción es de 86%. Como se muestra en la Figura 2, la segregación económica es evidente en la zona de estudio, con los ingresos más bajos localizados en la periferia urbana (principalmente el en sur y suroccidente, así como también en algunas zonas del norte de la ciudad), mientras que las áreas más ricas están en el borde oriental de la ciudad.

¹ Peso colombiano en 2011 (COP): 1 USD = 1900 COP

Tabla 1. Ingreso promedio por hogar en USD

Rango de ingreso	Valor
Rango 1	≤ \$280
Rango 2	\$280 - \$630
Rango 3	\$630 - \$1,050
Rango 4	\$1,050 - \$1,475
Rango 5	\$1,475 - \$2,105
Rango 6	\$2,105 - \$2,895
Rango 7	\$2,895 - \$4,210
Rango 8	> \$4,210

Fuente: Elaboración propia a partir de la EM2011.

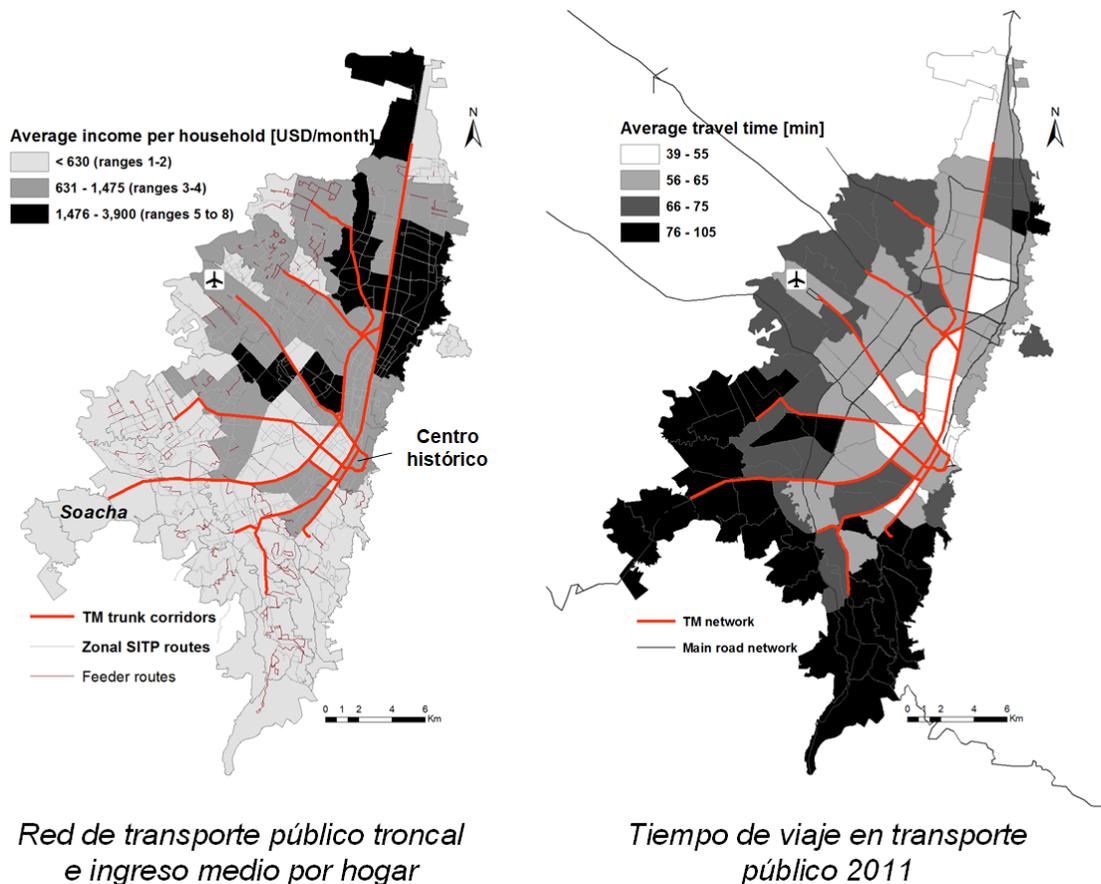


Figura 2. Sistema de transporte público e ingresos por hogar

Fuente: Elaboración propia a partir de la EM2011.

Los efectos de tal disparidad espacial incluyen altos tiempos de viaje en transporte público, en algunos casos alcanzando más de una hora y media por trayecto. La distribución espacial de las oportunidades económicas y de los grupos sociodemográficos, tiene implicaciones directas en el costo de transportarse y en la capacidad para viajar de los hogares del segmento más pobre de la población (Guzman et al., 2017c). El diagnóstico muestra que los viajes al trabajo en transporte público son cerca de 0.55 viajes/día en los hogares de bajos ingresos (rangos 1 y 2), mientras los viajes en vehículo privado y modos no motorizados son 0.16 y 0.23, respectivamente. Aún con esta baja tasa de generación de

viajes, el porcentaje promedio del ingreso mensual individual gastado en transporte en este grupo excede el 27% (Rodríguez et al., 2016).

En 2015, el sistema de transporte público en Bogotá tenía cubrimiento en casi toda la ciudad con una flota de 2,027 buses en el sistema TM y 6,769 buses en el componente zonal del SITP. El transporte público (TM y buses regulares) supe alrededor del 60% de todos los viajes motorizados en la ciudad. Sin embargo, los viajes no motorizados son más frecuentes en los grupos de ingresos más bajos: este segmento de la población usa el transporte público (58%) y la bicicleta y la caminata (24%) para ir al trabajo. Aunque el cubrimiento del sistema es aceptable, las frecuencias de las rutas son bastante bajas e irregulares, principalmente en las zonas periféricas, entregando un bajo nivel de servicio. Para 2015 (diciembre), la implementación del componente zonal del SITP y la correspondiente salida del sistema de buses tradicional, estaba en aproximadamente un 72%.

A pesar de que el sistema opera con una tarifa integrada, esta integración no necesariamente implica una mejor accesibilidad (Bocarejo et al., 2016): la organización de las rutas, incluyendo nuevos puntos de transferencia, pueden resultar en un incremento en los tiempos de viaje y costos en ciertas zonas. Los cambios en las rutas pueden llegar a ser barreras potenciales en los niveles de accesibilidad, particularmente en las áreas periféricas. El SITP y el subsidio “pro-pobres” representan un esfuerzo de las administraciones en Bogotá por mejorar la accesibilidad para la mayoría de la población que depende del transporte público. Este subsidio dirigido es la primera política de transporte público en la ciudad que enfrenta explícitamente las barreras de asequibilidad para la población de bajos ingresos, una de las principales restricciones para la accesibilidad en este segmento de demanda (ver Bocarejo y Oviedo (2012); Guzman et al., (2017c)).

Los hogares de bajos ingresos gastan altas cantidades de tiempo y una significativa porción de sus ingresos diarios viajando (Bocarejo et al., 2016), como se muestra en Figura 2 (las zonas más pobres tienen los tiempos de viaje más altos). Por lo tanto, la estructura actual del sistema de transporte público puede implicar impactos negativos en relación con la calidad de vida de las personas de bajos ingresos, quienes se ven forzados a afrontar grandes gastos, incomodidades y menos tiempo para otras actividades, debido a la escasez de alternativas adecuadas para sus viajes. Aunque la introducción de TM revolucionó el transporte público de alta capacidad en la ciudad, los tiempos de viaje permanecen altos para los hogares de bajos ingresos, casi dos veces los tiempos de viaje de la población con mayores ingresos (Guzman y Bocarejo, 2017).

Estas condiciones se ven agravadas por la concentración de las actividades económicas en un núcleo del centro de la ciudad, en la cual viven las personas de mayores ingresos. Esto hace que las personas que viven en la periferia urbana sufran condiciones inequitativas en términos de movilidad. Bogotá sufre de una disparidad espacial que tiene efectos negativos en la accesibilidad, teniendo en cuenta que los hogares de bajos ingresos se ubican en los bordes sur y occidente de la ciudad, lejos de las áreas con mayor densidad de oportunidades de trabajo (Guzman et al., 2017c).

2.1 Caracterización de los hogares

La evidencia disponible sugiere que cuando el ingreso de un hogar aumenta, su movilidad también lo hace (Guzman et al., 2017a). La tasa de viajes diarios para las personas de bajos ingresos es 2.16 viajes al día, mientras que para un hogar perteneciente al rango de

ingresos 8, esa misma tasa es un 23% más alta. Estas diferencias en las tasas de viaje son más evidentes cuando el análisis se limita al propósito trabajo: un hogar adinerado hace 110% más viajes al trabajo que una persona de bajos ingresos (ver Tabla 2).

Adicionalmente, existen importantes diferencias en el uso de los modos de transporte. La Tabla 2 muestra que los trabajadores de bajos ingresos usan el transporte público más que sus contrapartes de mayores ingresos para sus viajes al trabajo. Los datos sugieren que los hogares de bajos ingresos son altamente sensibles a las condiciones de transporte, las cuales pueden ser factores explicativos de sus bajos niveles de movilidad, principalmente para los viajes al trabajo debido a restricciones de tiempo y costo. Esto se explorará más adelante en este artículo.

Tabla 2. Principales características de los hogares por nivel de ingreso

Rango de ingresos ->	1	2	3 - 4	5 a 8
Tamaño del hogar	2.93	3.33	3.40	3.13
Trabajadores por hogar	1.2	1.5	1.7	1.7
Estudiantes por hogar	0.8	1.0	0.9	0.7
Carros por hogar	0.09	0.25	0.62	1.37
Viajes diarios por habitante	2.1	2.2	2.3	2.6
Viajes motorizados diarios por habitante	0.8	1.0	1.4	1.9
Viajes diarios por hogar	6.3	7.3	7.7	8.1
Viajes al trabajo por hogar	0.76	1.13	1.40	1.56
Viajes motorizados por trabajador	0.47	0.58	0.67	0.80
Viajes en transporte público por trabajador	0.37	0.43	0.43	0.29
% de habitantes sin desplazamientos	19%	16%	15%	13%
Tiempo de viaje motorizado al trabajo	71.0	67.1	59.9	50.2
Tiempo de viaje en transporte público al trabajo	77.0	72.6	68.0	62.2

Fuente: Elaboración propia a partir de la EM2011.

Las diferencias entre los hogares de bajos ingresos (rangos 1 y 2) y los hogares más adinerados (rangos 3 a 8) son sorprendentes en cuanto a que la brecha promedio entre estos dos grupos es de aproximadamente un (1) viaje al día, aun cuando los tamaños de hogar son similares. Estos análisis iniciales pueden indicar que aun cuando el transporte público está disponible (cobertura y frecuencias), éste puede no estar ayudando a los trabajadores pobres a alcanzar de una forma eficiente las zonas donde los trabajos se ubican.

Las zonas de trabajo como destino de viaje se muestran en la Figura 3 categorizadas en dos grupos: los hogares en los rangos de ingreso 1 y 2, y el resto. Estos resultados muestran que los viajes de trabajo están concentrados en el área oriental de la ciudad, donde se encuentran la mayoría de los comercios, servicios y edificios gubernamentales. Esta área atrae un 30% de los viajes de trabajo. Sin embargo, algunas diferencias son notables entre los niveles de ingreso: para la figura de la izquierda, aunque una gran proporción de los destinos de trabajo de los hogares de bajos ingresos están concentrados en el centro expandido (28%), los restantes dos tercios de estos viajes están dispersos en prácticamente toda la ciudad, con un importante destino en Soacha. En contraste, los patrones de viaje del resto de los hogares muestran el centro expandido como destino predominante. Lo anterior puede ser parcialmente explicado por una larga concentración de empleos estacionarios y de salarios bajos tales como ventas callejeras, construcción, servicios de seguridad y limpieza de casas, entre otros; en los bordes noroccidental y sur de la ciudad.

2.2 Los subsidios dirigidos en el SITP

En 1994, el gobierno colombiano implementó un esquema nacional de clasificación conocido como Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios (SISBEN) para categorizar a potenciales beneficiarios de programas sociales dirigidos a población en condición de pobreza y vulnerabilidad social. El SISBEN tiene en cuenta las características socioeconómicas de los individuos y del hogar tales como educación, empleo, ingresos, características de la vivienda, y la composición del hogar, entre otros. Se asigna un puntaje entre 0 y 100 categorizado en seis niveles, que pueden ser usados como una medición a los niveles de pobreza. Los primeros dos niveles, se ubican por debajo de 40 puntos, tienen ingresos debajo de la línea de pobreza establecida para Colombia (229,672 COP mensuales en 2014). El subsidio al transporte público en Bogotá fue ofrecido a los ciudadanos con un puntaje SISBEN de menos de 40 puntos. En Soacha, no hay subsidios debido a limitaciones políticas y legales que restringen a Bogotá para invertir en un municipio diferente. De acuerdo con la base de datos del SISBEN, en abril de 2016 habían 2,403,674 personas pertenecientes a estos dos niveles en Bogotá y 188,308 en Soacha. Esto resalta el gran número de personas que podrían acceder al subsidio de transporte.

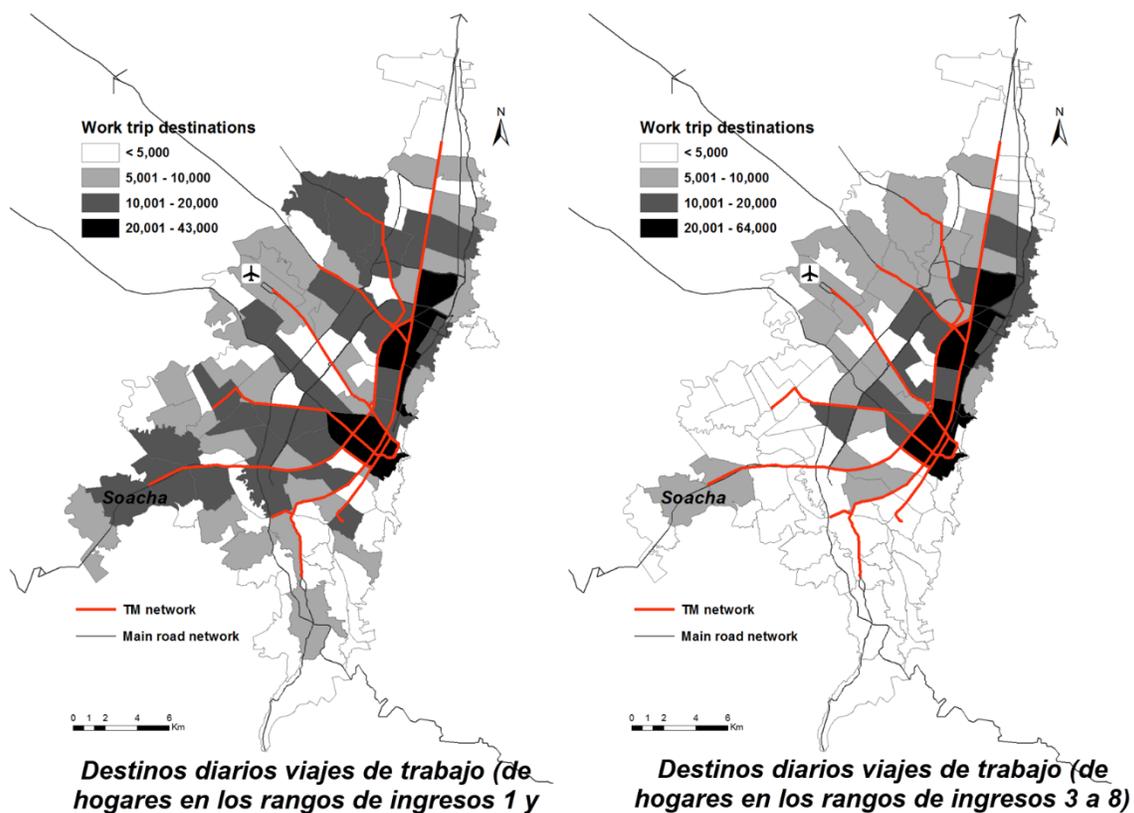


Figura 3. Destinos de viajes motivo trabajo de acuerdo al nivel de ingreso del trabajador

La política de subsidios fue creada bajo el acuerdo 603 de 2013, del exalcalde Gustavo Petro entre 2012 y 2016. Esta política tiene su historia en el Concejo de Bogotá, donde fue propuesta 14 veces entre 2008 y 2013. La principal razón por la cual esta política fue criticada, y eventualmente depuesta en el Concejo de la ciudad, fue debido a la falta de

sostenibilidad financiera. Sin embargo, el programa fue implementado en 2014 como una política de transporte “pro-pobres” enfocada a mejorar la asequibilidad del sistema de transporte público para las poblaciones vulnerables. Después, algunos elementos fueron modificados por el acuerdo 046 de 2016. La política fue soportada por una serie de estudios que exhibían que las zonas más pobres de Bogotá gastaban entre 16% y 27% de su ingreso mensual en los viajes al trabajo (Rodríguez et al., 2016).

En 2015, el subsidio correspondía a un descuento de 900 COP por viaje, cubriendo 40 viajes por mes (o dos viajes por día durante 20 días laborales). Este esquema de subsidios representa un descuento por viaje equivalente a 50% en el servicio de TM y 60% en el componente zonal, aunque los transbordos entre componentes del SITP no son subsidiados. Los transbordos de zonal a troncal y de zonal a zonal costaban 300 COP dentro de una ventana de tiempo de 75 minutos. El subsidio fue entregado a través de una tarjeta inteligente especial ofrecida únicamente para los potenciales beneficiarios de la política. Aquellos que eran elegibles debían solicitar el subsidio.

En cuanto al número validaciones de acuerdo a la totalidad de las tarjetas inteligentes subsidiadas, la mayoría de los viajes fueron hechos en el sur y suroccidente de Bogotá, en concordancia con la ubicación de los residentes de bajos ingresos. A pesar de que Soacha no hay subsidios de transporte para sus habitantes, es interesante analizar como al normalizar el número de viajes subsidiados por población en cada zona, los resultados presentan un patrón similar de uso de los subsidios (ver Figura 4).

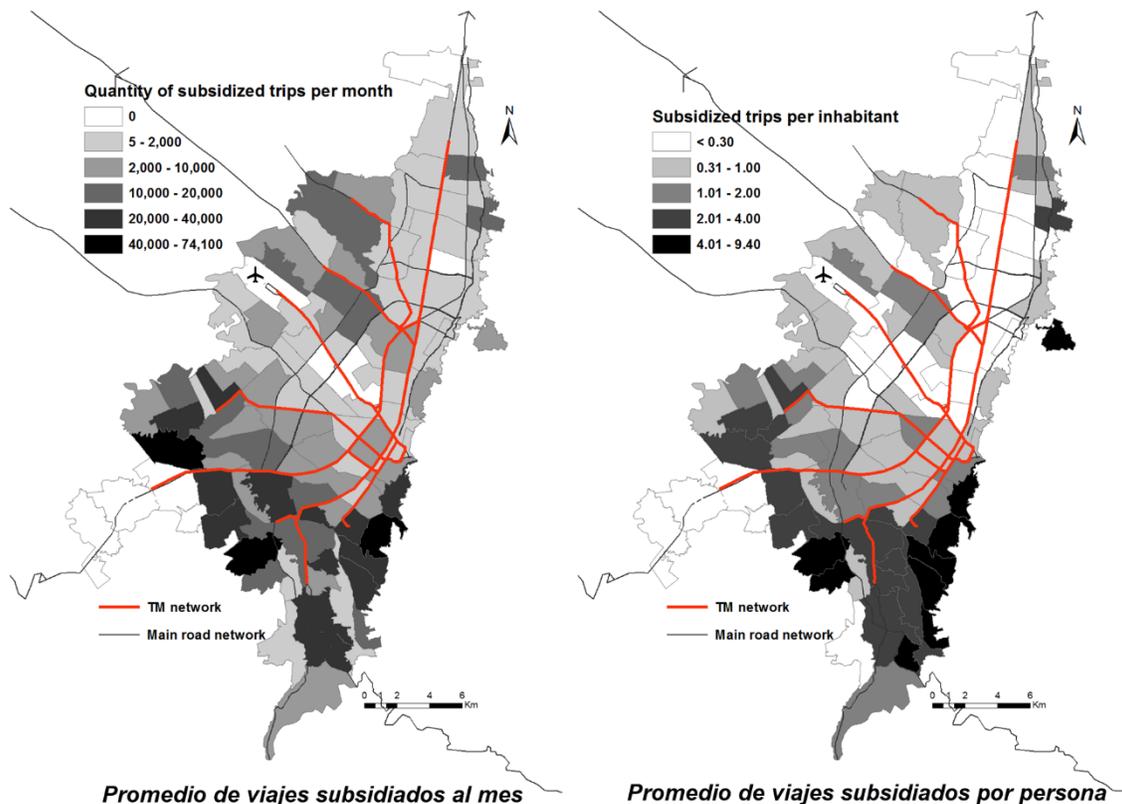


Figura 4. Uso del subsidio (Ene-Nov 2014)

3. ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD EN TRANSPORTE PÚBLICO

Las ciudades como Bogotá enfrentan altos niveles de inequidad con relación a la accesibilidad a oportunidades y asequibilidad del transporte. Las medidas de accesibilidad local han sido usadas como un indicador que refleja la disponibilidad de oportunidades económicas para diferentes grupos de la población (van Wee, 2016). Esta investigación calcula los cambios en la accesibilidad mediante transporte público entre 2011 y 2015 en Bogotá y Soacha, y determina si los subsidios dirigidos tienen una influencia en los niveles de accesibilidad de la población de bajos ingresos.

3.1 Accesibilidad potencial

Las métricas de accesibilidad potencial han sido discutidas extensivamente en la literatura internacional dentro de los estudios de transporte y ha sido un tema recurrente desde mediados de los años 50. En las ciudades en desarrollo, sin embargo, las medidas de accesibilidad solo han empezado a aparecer en estudios formales y evaluaciones desde principios de este siglo. En este documento, la accesibilidad potencial es definida con respecto a los centros de trabajo (Figura 1) y específicamente incluye un modelo gravitacional de interacción entre las localizaciones de los puestos de empleo y las zonas de origen de los viajes de trabajo. Este tipo de modelo incluye una fuerza de atracción (puestos de empleo) y la impedancia o fricción para poder llegar ella, medida como el costo generalizado de transporte. La accesibilidad de una zona en un sistema de transporte (público) es proporcional a la interacción espacial entre la zona de origen del viaje y todas las otras zonas a través de una función de decaimiento por costo generalizado (Geurs y van Wee, 2004).

El modelo propuesto incluye el efecto combinado de los elementos de transporte y los usos de suelo y además incorpora supuestos en el costo de viaje usando una función de decaimiento exponencial (Geurs y van Wee, 2004). Esta definición de accesibilidad basada en un modelo gravitacional (Wilson, 2010), no se ve afectada por la dependencia en la delimitación del área de estudio, dado que la adición de una zona de destino irrelevante no afecta los valores de accesibilidad en las otras zonas (Bruinsma y Rietveld, 1998).

Este modelo incluye un factor de atracción y un factor de separación. El modelo de accesibilidad potencial usa funciones de costo generalizado de transporte como una medida continua, la cual es después utilizada para descontar las oportunidades de empleo a medida que incrementa el tiempo de viaje y la distancia desde la zona de origen. Por lo tanto, este modelo de accesibilidad estima la accesibilidad a las oportunidades de trabajo desde una zona origen i a todas las otras zonas (n), en las cuales menos y/o más distantes lugares de trabajo ejercen menos influencia. La métrica general utilizada ha sido aplicada anteriormente en Bogotá (Bocarejo y Oviedo, 2012; Guzman et al., 2017c) y se muestra en la ecuación (1):

$$A_i = \sum_{j=1}^n O_j \cdot \exp(-\beta_i \cdot C_{ij}) \quad (1)$$

Donde A_i es la accesibilidad en la zona i a todas las oportunidades de trabajo O en la zona j , C_{ij} representa la función del costo generalizado de viaje entra las zonas i y j , y β_i son los

parámetros de calibración del modelo gravitacional (el parámetro de sensibilidad al costo) e influye en los niveles de accesibilidad. Estos parámetros son obtenidos empíricamente de la información del comportamiento de viaje promedio por zona, usando el método de mínimos cuadrados ordinarios y las distribuciones observadas de las funciones de costo generalizado.

Los estimadores β_i obtenidos son no sesgados y eficientes, y presentan un 95% de confiabilidad, son diferentes de cero, excepto en cuatro zonas, de las cuales, tres están localizadas en el borde urbano, con baja población y pocos viajes generados. La cuarta zona corresponde a un parque metropolitano. En este caso, a estas zonas les es asignado un parámetro de zonas vecinas con características socioeconómicas y de movilidad similares.

El costo generalizado del transporte representa un indicador de impedancia, en términos monetarios y de tiempo, para alcanzar las actividades relacionadas con trabajo entre un origen y un destino. La ecuación (2) presenta la formulación utilizada para la función del costo de viaje:

$$C_{ij} = t_{ij} + c_{ij}/VOT \quad (2)$$

El primer componente del costo generalizado del transporte, t_{ij} es el tiempo de viaje en transporte público (ya sea TM o bus tradicional) entre i y j , mientras que c_{ij} es el gasto monetario de viajar (incluyendo la tarifa y trasbordos). Finalmente, VOT es el valor del tiempo en Bogotá para viajes al trabajo, el cual es estimado por los autores en 69.6 COP/min en 2011.

El componente monetario está cercanamente relacionado con el presupuesto de viaje, frecuentemente limitado a un porcentaje dado del ingreso del hogar. Por lo tanto, el costo monetario del sistema de transporte público en Bogotá y Soacha determina si el usuario está en condición, o no, de pagar por su uso varias veces. Con el fin de probar la metodología propuesta, se analiza la accesibilidad potencial en diferentes zonas de Bogotá y Soacha.

Esta medida representa la accesibilidad de una zona con relación a todas las otras zonas. Este enfoque permite calcular el “rango de selección” ofrecido por el sistema de transporte y usos de suelo en la forma de destinos de trabajo potenciales acumulados (Koenig, 1980). Entre más alto sea el indicador, más atractivo es el destino o menor es el costo de viaje, o ambos. Tales resultados son comparados con la situación después de implementado el SITP zonal. Hay que tener en cuenta que este indicador no toma en cuenta las características de los residentes: todos los individuos en la misma zona tienen el mismo nivel de accesibilidad.

3.2 Asequibilidad

La meta principal del subsidio es hacer el transporte público más asequible para los usuarios de los rangos de ingresos más bajos. En Latinoamérica, la asequibilidad es un gran obstáculo para que la población de bajos ingresos tenga niveles aceptables de accesibilidad (Falavigna y Hernandez, 2016). Las zonas con más altos costos de transporte

están frecuentemente más expuestas a experimentar exclusión social dadas las restricciones en accesibilidad y la falta de opciones de movilidad, lo que puede resultar en una menor actividad económica (Saberí et al., 2017). Con este análisis se quiere afinar el análisis de accesibilidad y obtener un panorama más amplio del efecto de los subsidios de transporte en la población más pobre de Bogotá.

En relación con el bienestar social, y en particular con el acceso al trabajo, la asequibilidad puede representar un importante costo de los gastos de viaje en función de los ingresos del hogar. De acuerdo con la definición de asequibilidad dada por Armstrong-Wright y Thiriez (1987), se estimaron índices de asequibilidad para los viajes en transporte público usando la información declarada en la EM2011 (gastos y viajes) y posteriormente se expandió a un mes. Este costo agregado es dividido por el ingreso promedio estimado por hogar en cada zona (Figura 2), lo cual da una primera indicación de las diferencias en los gastos en transporte público en los escenarios evaluados (ver ecuación (3)).

$$Aff_i = \frac{k \cdot T_i \cdot Ex_i}{Y_i} \quad (3)$$

Donde el índice observado de asequibilidad en transporte público de la zona i (Aff_i) depende del gasto promedio de un hogar por viaje por zona en transporte público (Ex_i), los viajes hechos en transporte público por zona en un día típico (T_i), y el ingreso promedio de un hogar por zona (Y_i). Dado que la encuesta de movilidad representa únicamente un día típico laboral, se consideraron 22 días laborales por mes ($k = 22$). El ingreso promedio de un hogar y los tiempos promedio de viaje son variables y están disponibles directamente en la Encuesta de Movilidad de 2011 a nivel de UPZ's. El gasto promedio en transporte público y el promedio de viajes generados en transporte público por zona se obtuvieron de la encuesta de movilidad para Bogotá (SDM, 2011).

Al considerar la distribución socio-espacial de la ciudad mostrada en las Figuras 1 y 2, existen diferencias considerables en los tiempos de viaje y en los costos y distancias, factores que pueden afectar la asequibilidad. Al respecto, del modelo de transporte se estimó el número promedio de transbordos por zona, calculando el costo de los viajes promedio entre diferentes zonas de bajos ingresos. Este análisis busca comprender la influencia de un sistema que impone transbordos como una condición necesaria para los viajes más largos. Una limitación principal de las medidas de accesibilidad observada es que, si una persona necesita hacer un viaje, pero no lo realiza por limitaciones financieras, entonces el viaje no será incluido en sus gastos de transporte (ver % de habitantes sin desplazamientos en la Tabla 2).

3.3 Equidad

Como complemento a los efectos de los subsidios en la accesibilidad al trabajo y asequibilidad, se quiso medir el efecto en la equidad. Se evaluó la equidad vertical (Litman, 2014), la cual implica que los grupos menos aventajados (grupos de bajos ingresos) deben ser identificados para diseñar políticas específicas en su favor, como los subsidios, y de esta manera mejorar sus condiciones actuales de gasto en transporte. Esto se realizó con el objetivo de conocer si la accesibilidad al trabajo está distribuida uniformemente entre los grupos de ingresos. Para medir esto, se utilizó una variación de curvas de Lorenz (Delbosch y Currie, 2011; Grengs, 2015; Lucas et al., 2016b) para comparar la distribución de los

niveles de accesibilidad en transporte público a lo largo de la población. Se asumió que todos los hogares de una zona comparten las mismas características. La aproximación para comparar cómo varios grupos de ingresos experimentan la accesibilidad al trabajo (antes y después de los subsidios) es graficar los índices de accesibilidad en función de la proporción de hogares de la ciudad por zona en la región de Bogotá – Soacha.

Adicionalmente se exploró una medida de desigualdad desarrollada recientemente como una alternativa al índice de Gini para analizar la distribución del ingreso: el “Palma ratio”. Originalmente, este indicador es “la relación de la participación nacional de ingresos del 10% superior de los hogares (los más ricos) con en 40% inferior (los más pobres). Si el 10% más rico en un país gana la mitad del ingreso nacional y el 40% más pobre gana un décimo del ingreso nacional, el “Palma ratio” es 0.5 dividido por 0.1, lo cual es 5” (Palma, 2011; Palma y Stiglitz, 2016). Entonces, mientras mayor sea el indicador, mayor es la desigualdad. La razón para utilizar este “ratio” en particular y no otros es porque Palma encontró que el ingreso de la clase media casi siempre representa alrededor de la mitad del ingreso nacional, esto es, que este grupo tiene una proporción relativamente estable del ingreso nacional tanto entre países como a lo largo del tiempo.

Este indicador se adaptó para medir si los subsidios mejoran la distribución de la accesibilidad al trabajo para la población de bajos ingresos. Para hacer esto, se clasificó cada zona en el área de estudio de acuerdo con el promedio del ingreso por hogar y en sus correspondientes deciles. Entonces, los niveles de accesibilidad promedio fueron calculados para cada grupo por zona: 10% superior y 40% inferior, para cada año. Con esta información, se calculó el “ratio” modificado. Dado que el “Palma ratio” puede entregar mejores resultados que el Gini para los ingresos, al adoptar la lógica general del indicador para el análisis de accesibilidad, se pueden extraer mejores conclusiones, al considerar la insensibilidad del coeficiente Gini a cambios en el segmento superior e inferior de la distribución de accesibilidad, en este caso.

Este indicador puede ser una mejor medida de seguimiento para los tomadores de decisión, ya que es intuitivamente más fácil de entender. Es también más claro en términos de lo que debe cambiar: cerrar la brecha entre los miembros más pobres y los miembros más ricos de una sociedad en cualquier asunto. Esto es importante porque significa que muchas de las políticas de distribución pueden ser sintetizadas por este “ratio”, a través de un claro mensaje: por ejemplo, si el “ratio” es 5.0, esto significa que el 10% más rico gana 5 veces el ingreso del 40% más pobre.

4. ESCENARIOS

Para medir el efecto de los subsidios en el SITP en la accesibilidad al trabajo, primero se construyó un escenario base (2011) usando los tiempos de viaje y costos al trabajo en transporte público, la ubicación de los empleos, y los parámetros β . Los tiempos de viaje en transporte público en 2015 para los escenarios alternativos se estimaron con un modelo de asignación de demanda de transporte desarrollado en el software de modelación VISUM® (Bocarejo et al., 2016). El modelo incorpora las frecuencias de paso y la velocidad de viaje para la mayoría de las rutas del SITP.

Los gastos monetarios (tarifas) para el 2015 fueron estandarizados a precios de 2011 (en COP) usando el índice de precios al consumidor del Banco de la República de Colombia. Las tarifas en 2011 para los sistemas de bus y TM eran 1400 y 1700 COP (0.74 y 0.89 USD), respectivamente. En 2015, las tarifas fueron 1,550 y 1,800 COP lo cual equivale a

1,384 y 1,607 COP (0.73 y 0.85 USD) en precios de 2011, respectivamente. En términos reales, las tarifas fueron más baratas que en 2011, con reducciones de 1.1% para TM y 5.5% para los buses tradicionales. Esta tendencia es explicada por la decisión política de la administración local de no incrementar las tarifas del transporte público entre 2011 y 2015 a pesar de la inflación para ese periodo².

La información entregada por TM y el operador privado del recaudo (Recaudo Bogotá) fue utilizada para determinar el promedio de subsidios a la tarifa por zona y por viaje (Figura 4). La información del uso de las tarjetas inteligentes subsidiadas en 2014 contiene información del comportamiento de viaje de 115,600 usuarios entre enero y noviembre de 2014. Esta información fue georreferenciada por zona usando la base de datos del SISBEN, lo cual permitió identificar las ubicaciones de los beneficiarios que solicitaron el subsidio (el segmento más pobre de la población), los cuales, como se había previsto, están localizados de manera predominante en la periferia de la ciudad, principalmente en sus límites sur y occidente.

Las estimaciones de accesibilidad al trabajo fueron obtenidas para cada zona en la región de estudio, para la línea base y para cada uno de los escenarios alternativos, con cambios en tiempo y costo. Las oportunidades de empleo se mantuvieron constantes, así como los parámetros β en todos los escenarios simulados, con el fin de traducir las variaciones en las características del viaje en cambios medibles en los niveles de accesibilidad. En los escenarios alternativos, la parte de la función del costo generalizado de transporte relacionada con el costo de viaje, fue usada para simular el efecto de los subsidios. Para evaluar el efecto de los subsidios de transporte en los niveles de accesibilidad, se propuso un escenario alternativo (A1), adicional al escenario de la línea base (A0):

A0. Cambios en accesibilidad sin subsidios: Este escenario estima los cambios en la accesibilidad entre 2011 y 2015, asumiendo que no existen subsidios al transporte. La línea base de accesibilidad al trabajo por transporte público fue estimada para 2011. En este año, existían dos de las tres fases del sistema TM en conjunto con el sistema tradicional de buses. Ni el SITP zona ni la extensión de TM a Soacha habían sido implementados.

A1. Cambios en accesibilidad con subsidios: Este escenario se plantea para estudiar la pregunta sobre qué pasaría si los residentes más pobres en cada zona tuvieran acceso a los subsidios en 2015, con relación a la línea base de accesibilidad en 2011. Dado que pocos residentes (en relación con la población potencialmente elegible) tenía acceso a estos subsidios en 2014 (con efectos leves en la accesibilidad), se partió del supuesto que cada usuario del transporte público perteneciente al rango 1 paga una tarifa subsidiada cuando viaja. De acuerdo con la encuesta de movilidad 2011 en Bogotá hay 1,607,618 personas que pertenecen al rango de ingreso 1.

A2. Adicionalmente, se quería saber el efecto en la variación de los subsidios: este “escenario” (A2) explora que pasaría si el monto del subsidio cambia, con respecto al valor original estimado para el subsidio (Figura 4). Esto es, ¿cómo cambia la accesibilidad si el valor del subsidio a la tarifa es cambiado en determinado

² El índice de precios al consumidor para el periodo 2011-2015 fue 15.6%.

porcentaje?, ¿cuáles son los efectos esperados de estos cambios en la accesibilidad?, y ¿cómo estos cambios están relacionados con el nivel de ingreso?

La estructura de escenarios construida para esta investigación resulta en los siguientes productos: i) la comparación de los niveles de accesibilidad en 2011 y 2015 sin los subsidios de transporte (A0); ii) la comparación de los niveles de accesibilidad en 2011 y 2015 con subsidios. En 2015, se implementó parte del SITP zonal y los subsidios de transporte para los residentes del rango de ingresos 1 (A1); y iii) la variación del monto promedio del subsidio por grupo de ingreso (A2). Estos escenarios permiten comparar los niveles de accesibilidad a lo largo del tiempo y evaluar su eficacia en zonas con diferentes niveles de ingreso. Adicionalmente, se presenta un análisis de equidad usando lo que se ha denominado como “pseudo-Palma ratio”³ para las tres situaciones en 2011 y 2015 (sin subsidios), y en 2015 con subsidios para toda la población de rango de ingreso 1.

5. RESULTADOS

La Figura 5 (izquierda) muestra los parámetros β_i que reflejan la impedancia por el costo generalizado del transporte. Estos resultados muestran parámetros del costo del transporte más altos en el centro expandido de la ciudad y en zonas con mayores ingresos. Esto significa que un eventual incremento en el costo promedio del transporte público (en tiempo o tarifa) representará mayores reducciones al número de lugares de trabajo accesibles en zonas con coeficientes negativos mayores, en comparación con el resto del área urbana. Los resultados son consistentes con los hallazgos encontrados previamente (Bocarejo et al., 2016; Bocarejo y Oviedo, 2012; Guzman et al., 2017c), donde personas con mayor nivel de ingresos son más susceptibles a usar otro modo de transporte (como el vehículo privado), como consecuencia de los costos menos favorables del transporte público.

La Figura 5 (derecha) muestra la proporción hogares en el rango de ingresos 1 por zona. Como se sugirió inicialmente en la Figura 2, la población de menores recursos está localizada en los bordes sur de la ciudad y en Soacha. De acuerdo con los supuestos del escenario A1, los niveles de accesibilidad fueron simulados con esta población como objetivo en el uso de los subsidios al transporte.

³ El indicador mantiene la lógica general del “Palma ratio” pero modifica la metodología de cálculo dadas las características de la distribución de accesibilidad. Se calcula el promedio ponderado de la accesibilidad con respecto a la población en las zonas pertenecientes al Decil 1 y para aquellas pertenecientes a los Deciles 1 a 4. Con esto se calcula el “ratio”. Al controlar por el tamaño de la población se estima un “ratio” de la accesibilidad grupal, el cual creemos es más fácilmente interpretable y corresponde a una métrica refinada de la equidad en la distribución de la accesibilidad.

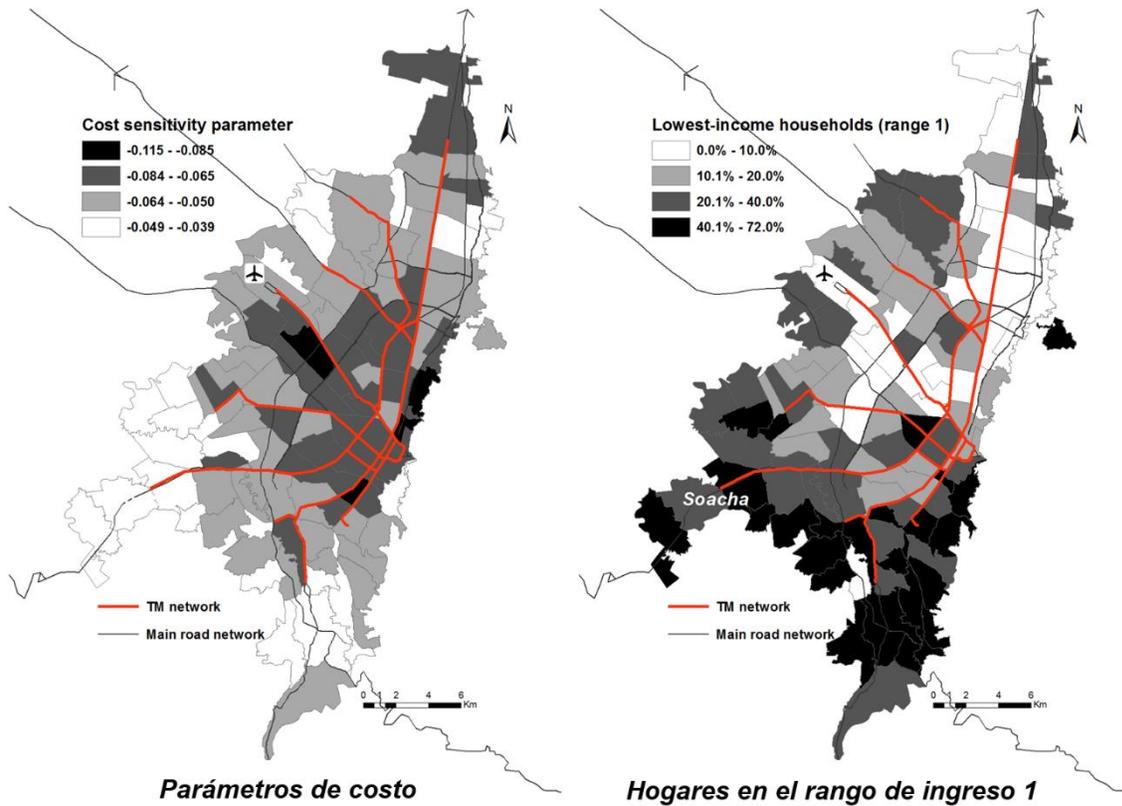


Figura 5. Parámetros de costo

La Figura 6 muestra los cambios entre 2011 y 2015 en lo concerniente a tiempos de viaje y costos. Estas reducciones en costo están explicadas por el decrecimiento real de las tarifas del transporte público en 2015 (descontando por la inflación) en comparación con las tarifas de 2011. Estas condiciones permitieron la aparición de mejoras en los resultados generales de la accesibilidad cuando se compara un año con el otro. Cuando se introducen los subsidios a la parte monetaria de la función del costo generalizado del transporte, los niveles de accesibilidad mejoran aún más.

Después de calcular la accesibilidad potencial para cada zona, los valores normalizados fueron calculados dividiendo el valor de cada zona entre su valor promedio (ponderado por la población) para Bogotá y Soacha, como se muestra en la Figura 7. Estos valores normalizados, permiten descubrir las diferencias relativas entre zonas mejor que los valores absolutos, los cuales no tienen sentido en la mayoría de los casos, excepto cuando se miran desde la perspectiva de sus relaciones (Handy, 1994).

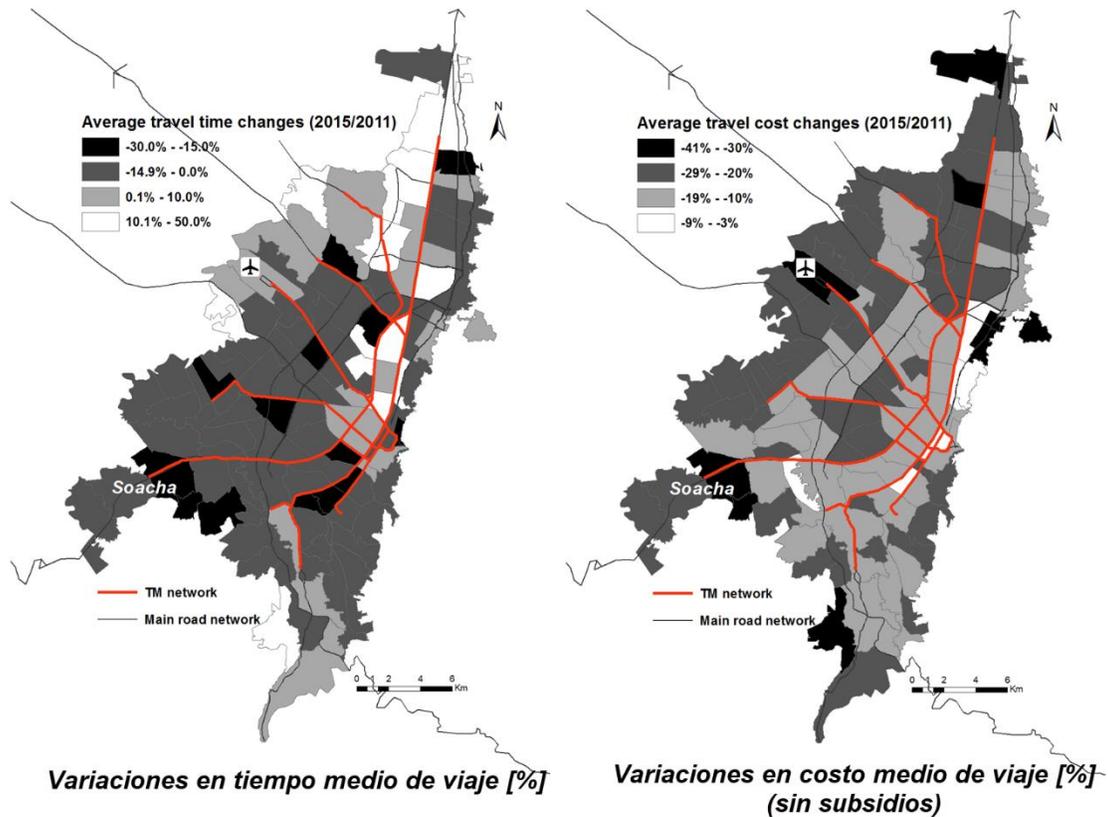


Figura 6. Tiempos y costos de viaje

Los resultados de la simulación muestran reducciones significativas en los costos de transporte en todos los escenarios. El centro expandido tiene relativamente mayores niveles de accesibilidad en comparación con las zonas circundantes y la periferia. Esto refleja la importancia relativa de los trabajos a cortas distancias para mejorar la accesibilidad. Además, los picos de accesibilidad en transporte público también se encuentran en el centro expandido. Sin embargo, la distribución espacial de los cambios en la accesibilidad potencial en el escenario A1 (Figura 7) muestra como las zonas socialmente vulnerables están entre las principales beneficiadas, en términos de accesibilidad, de la implementación del SITP zonal y las reducciones en la tarifa. El caso de Soacha es sorprendente por el gran impacto que tiene TM en la accesibilidad general de este municipio, aun cuando esta área no está cubierta por la política del subsidio dadas las limitaciones jurídicas de la política. Estos resultados son consistentes con otros estudios que muestran que los sistemas BRT mejoran la equidad entre las poblaciones urbanas, aunque aún persisten algunos problemas importantes que deben ser analizados para mejorar sus impactos sociales, como la integración con otros sistemas de transporte (Venter et al., 2017).

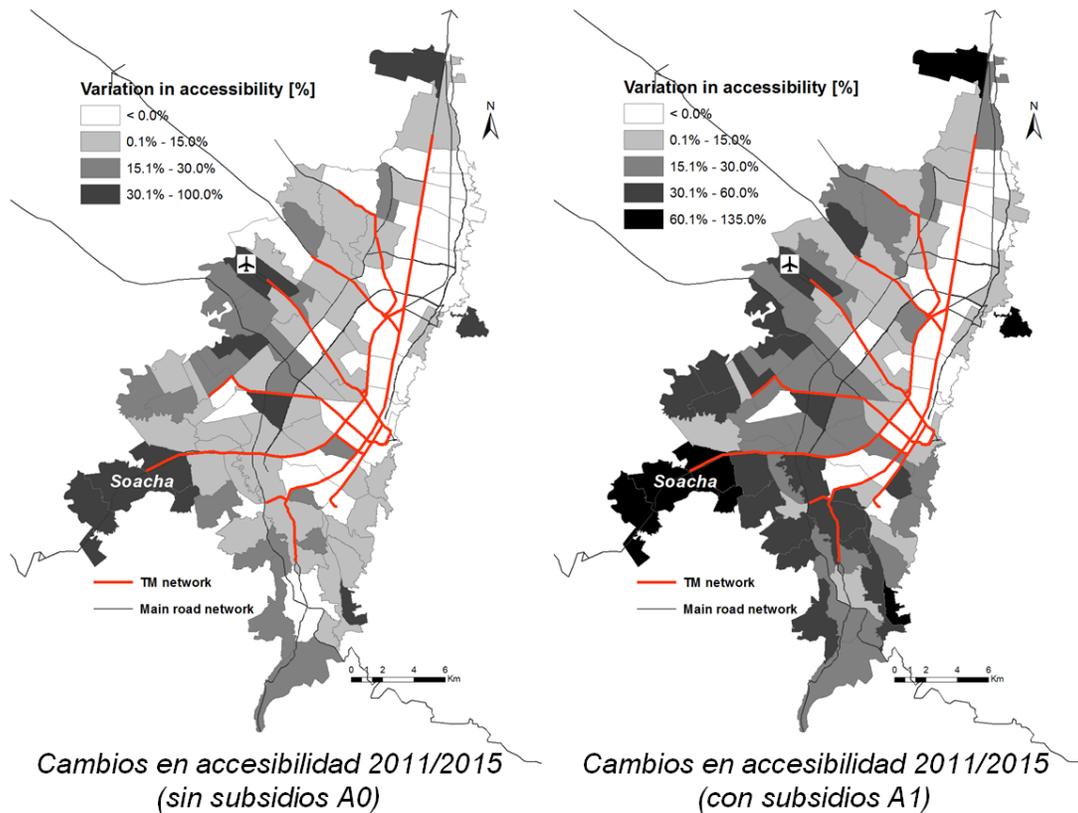


Figura 7. Cambios en la accesibilidad al trabajo sin y con subsidios (A0 y A1)

En general, los resultados de estos dos escenarios muestran una mejoría general en los niveles de accesibilidad al trabajo en la periferia urbana y las zonas de bajos ingresos (mucho más en A1 que A0). Este es un resultado importante en términos de la distribución espacial de la equidad y soporta la premisa de continuidad a la política de subsidios para la población de más bajos ingresos. Este es un resultado esperado en la medida que el subsidio está aliviando los costos económicos de un segmento considerable de la demanda. La distribución de los efectos del subsidio, particularmente considerando las diferencias en los parámetros de sensibilidad β entre ricos y pobres, dan alguna claridad de los resultados positivos que puede tener una inversión comparativamente baja, en las condiciones de movilidad de las áreas periféricas y de bajos ingresos en Bogotá.

Tales resultados son soportados aún más por el escenario A2. La Figura 8 (izquierda) muestra el análisis de sensibilidad de los impactos en accesibilidad de acuerdo con cambios en un porcentaje del valor de los subsidios en un rango de -100% y +100%, con respecto al valor de accesibilidad en 2015, escenario A1⁴. Uno de los hallazgos más relevantes, considerando la distribución socio-espacial del área de estudio y los niveles visibles de segregación de la población de bajos ingresos, es que los subsidios de transporte son más efectivos y eficientes en las zonas de bajos ingresos. Zonas con un ingreso promedio en los rangos 3 y 4 son insensibles en términos prácticos a los cambios de valor de los

⁴ Solo para la población perteneciente al rango de ingresos 1.

subsidios: sin importar cuanto se subsidie la tarifa, los cambios en accesibilidad son inferiores al 6%. En las zonas adineradas, este efecto es menor al 2%. Los resultados además muestran que los efectos de los subsidios en la accesibilidad no son simétricos (esto es, un incremento de 60% en el subsidio de la línea base, mejora los niveles de accesibilidad para la población de bajos ingresos en 8%; una reducción de la misma magnitud genera un decrecimiento en la accesibilidad del 7%).

La Figura 8 (derecha) muestra la variabilidad del estimador del cambio promedio de accesibilidad cuando los subsidios son introducidos. La distribución de los estimadores por nivel de ingreso se infirió empleando técnicas de “Bootstrapping” (Chernick, 2007), considerando los supuestos del modelo utilizado. Los resultados presentados en esta gráfica muestran que los cambios en la accesibilidad son significativamente diferentes por grupo de ingresos. Estas además muestran que las mejoras en la accesibilidad son mayores para las zonas que pertenecen al nivel de ingresos más bajo. Nótese que para cada zona el efecto depende de la cantidad subsidiada, la relación del subsidio con la función del costo generalizado del transporte, y adicionalmente la relación entre el costo monetario y los tiempos de viaje para cada zona. En resumen, este resultado prueba que los subsidios tienen un impacto significativo, mayor y diferente en el segmento de bajos ingresos.

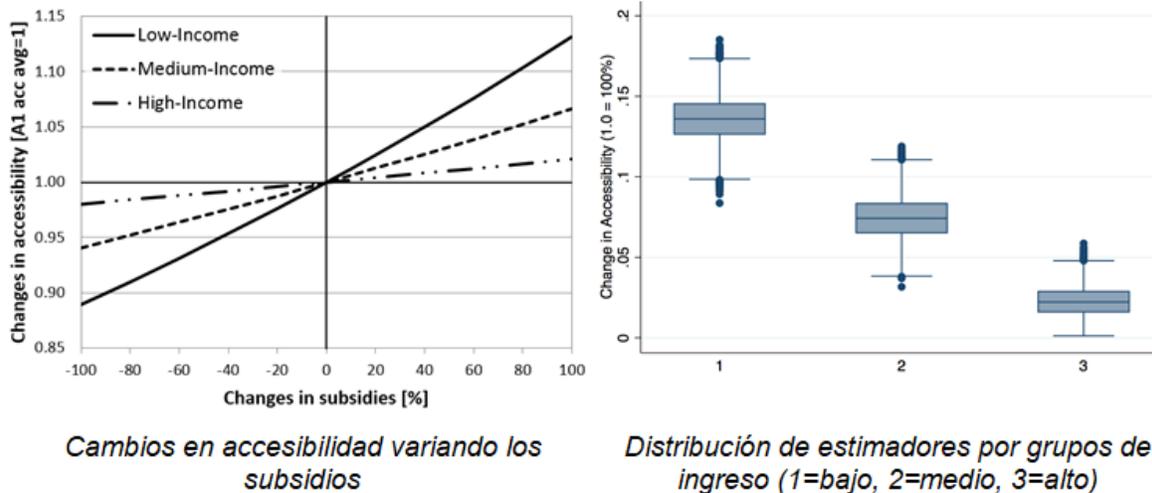


Figura 8. Cambios en la accesibilidad al trabajo con subsidios (A2)

Esto está relacionado con la gran concentración de hogares de bajos ingresos en áreas específicas de la ciudad, sugiriendo la necesidad de un mecanismo previo de direccionamiento que permita incorporar un dinamismo espacial a la selección de los beneficiarios. Estos resultados pueden servir como fuerte evidencia para la importancia de los mecanismos adecuados para el direccionamiento de los subsidios al transporte que permitan maximizar los beneficios de la accesibilidad, mientras que se previenen errores de inclusión y tensión financiera, o efectos regresivos (Serebrisky et al., 2009).

La Tabla 3 muestra los resultados agregados en los escenarios de accesibilidad como el promedio de toda la región (Bogotá y Soacha) comparados con los niveles de accesibilidad estimados para 2011. Estos resultados están compuestos por el tiempo de viaje promedio

(con propósito de trabajo) en transporte público y el costo promedio de transporte (promedio ponderado entre buses tradicionales y TM). Los resultados de accesibilidad potencial están explicados por el decaimiento del costo generalizado del transporte: aproximadamente 60% de las zonas tiene un costo generalizado de transporte con un valor inferior a los 90 min. Usando la función de impedancia, la cantidad de trabajos dentro de este alcance es reducida, particularmente para las zonas que tienen un alto valor del costo generalizado del transporte.

Tabla 3. Mejoras en la accesibilidad promedio al trabajo (línea base 2011)

	Cambio en el tiempo promedio de viaje	Cambio en la tarifa (precios constantes)	Cambio en el costo promedio de transporte		Cambio en la accesibilidad promedio	
			Sin subs	Con subs	Sin subs	Con subs
Línea base 2011	-	-	-	-	-	-
A0 2011/2015	+12.8%	-1.1% bus -5.5% TM	-22.4%	-28%	+6.6%	+17.0%
A1 2011/2015		-1.1% bus -5.5% TM	-22.4%	Variación en subsidios	+6.6%	-
				-80%	-23.5%	+8.5%
				-60%	-24.7%	+10.6%
				-40%	-25.8%	+12.6%
				-20%	-26.9%	+14.8%
				-10%	-27.4%	+15.9%
				0%	-28.0%	+17.0%
				+10%	-28.6%	+18.2%
				+20%	-29.1%	+19.3%
				+40%	-30.2%	+21.7%
				+60%	-31.3%	+24.1%
				+80%	-32.4%	+26.6%

La accesibilidad potencial refleja los efectos, tanto de la distribución espacial de oportunidades en la ciudad, como de los rasgos del transporte urbano en relación con las características de la población. Los resultados en la Tabla 3 sugieren cambios potenciales en las características de viaje en transporte público tales que, *ceterus paribus*, pueden influenciar la selección modal en las zonas de bajos ingresos. Con el fin de comprender mejor las variaciones en accesibilidad entre 2011 y 2015, se debería considerar que, en 2015, la utilización del transporte público creció 23.6% comparado con 2011 (5.2 millones de viajes diarios). Esto incluye un incremento de 53% en la demanda de TM, principalmente debido al nuevo corredor troncal (fase 3). El resto de los viajes motorizados tuvo un incremento de 20.2%. Este incremento significativo de la demanda probablemente tuvo en efecto en el crecimiento del tiempo promedio de viaje, aun a pesar de las mejoras en el sistema de transporte público.

Aunque se requiere mayor investigación, estos resultados sirven para resaltar la relevancia de incorporar variables del lado de la oferta en la evaluación de las políticas de transporte. Bajo las condiciones descritas, los subsidios pueden hacer al transporte público más atractivo que otros modos de transporte.

Al hablar de asequibilidad, la Tabla 4 muestra que el promedio observado en el índice de asequibilidad para Bogotá y Soacha en 2011 está por debajo del 14%. No se debe olvidar que este indicador no tiene en cuenta los costos de transporte en otros modos de transporte.

Los resultados muestran que la población de bajos ingresos gasta proporcionalmente 5 veces más que la población de zonas adineradas. En el escenario con subsidios al transporte en 2015 (A1), no se ve una mejora relativa relacionada con el gasto entre grupos socioeconómicos (4.4 veces de diferencia). En este escenario, todos los grupos de ingreso muestran bajos niveles en el índice de asequibilidad estimado, lo cual indica que hay menos estrés financiero para todos. Sin embargo, los más beneficiados en este aspecto son las personas que residen en las áreas de ingresos medios. Los resultados espaciales en la Figura 9 complementan los resultados de la Tabla 4, mostrando que los subsidios al transporte público tienen mayor impacto en la periferia de la ciudad, principalmente en los bordes occidentales y suroccidentales. Aquí no se utilizaron los escenarios (dado que los escenarios solo tienen en cuenta los cambios para 2011 y 2015). Los índices de asequibilidad fueron calculados para 2011 (sin subsidios) y para 2015 (con subsidios).

Tabla 4. Índices de asequibilidad del transporte público clasificados por grupos de ingreso

Periodo	Ingreso bajo (R1-2)	Ingreso Medio (R3-4)	Ingreso Alto (R5-8)	Total
2011	16.7	10.2	3.3	13.7
2015	9.2	5.5	2.1	7.2
Diferencia	-44.6%	-46.1%	-36.7%	-47.3%

Al usar la información declarada en la EM2011 sobre el valor gastado en transporte público y el número de viajes hechos por la población de más bajos ingresos (rango de ingreso 1), se estima que este grupo gasta USD 17.08 millones por mes en sus viajes⁵. Con los subsidios en vigencia, el costo total pagado sería \$9.03 millones. Esto implica un ahorro promedio de 5.2% para estos hogares, con respecto a su ingreso. Aunque esto también implica un costo para la ciudad de USD 8.05 millones por mes.

La diferencia entre mapas en la Figura 9 refleja que la población en las zonas de bajos y medianos ingresos podría incrementar sus tasas de viaje en transporte público en aproximadamente un 20%. Esto además significa que, aunque en el escenario A1 los transbordos tienen un costo, los subsidios reducen significativamente el gasto de los hogares en transporte público.

⁵ Asumiendo 2 viajes por día y 22 días laborales por mes.

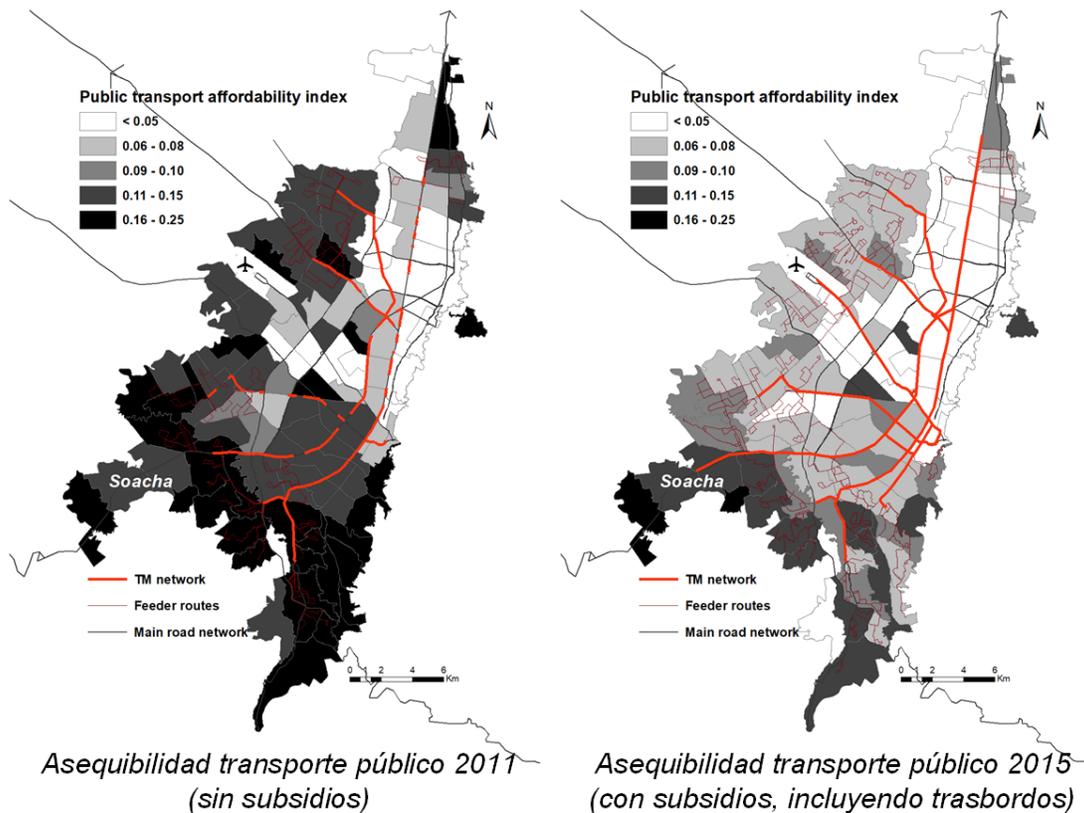


Figura 9. Índices de accesibilidad al transporte público por zona

En términos de equidad, se calcularon los valores normalizados de accesibilidad (ponderados por la población) para los Deciles 9 a 10 y 0 a 4 por zona (10% superior y 40% inferior, respectivamente), en línea con los estudios previos que aplican la lógica general del “Palma ratio”. Entonces, se calculó un “pseudo-Palma ratio” para cada caso (2011 y 2015 –sin subsidios– y 2015 con subsidios) como se muestra en la Tabla 5. El uso del “pseudo-Palma ratio” es propuesto como una medida apropiada para captar los efectos en la equidad de los subsidios dirigidos al rango menor de ingresos.

Tabla 5. Palma ratio

Decil	Valores de accesibilidad		
	2011	2015 sin sub.	2015 con sub.
Decil 5 (promedio)	75,849	80,840	88,758
Top 10 (más adinerados)	106,554	98,828	101,529
	140% ^a	122% ^a	114% ^a
Segmento inferior 40 (menores ingresos)	76,626	76,689	95,440
	95% ^a	113% ^a	108% ^a
Palma ratio	1.39	1.29	1.23

^a Accesibilidad en relación con el promedio

Los resultados muestran que, en 2011, el 10% superior en Bogotá tenía en promedio 1.4 veces más accesibilidad que el 40% inferior. En 2015 (con los subsidios en vigencia), la brecha se redujo en un 13%. Esto muestra los efectos potencialmente positivos de los subsidios en la tarifa de transporte dirigidos a la población socialmente más vulnerable en

relación con la equidad. Una política de transporte inclusiva, tal como los subsidios dirigidos, debería enfocarse en el nivel inferior de la pirámide de ingresos de la ciudad, incrementando la accesibilidad del 40% más pobre de Bogotá.

Para complementar este análisis y entender mejor el efecto que los subsidios tendrían en la distribución de accesibilidad en transporte público, se presenta una curva de concentración (Wagstaff et al., 1991) bajo los escenarios analizados (Figura 10). Esta curva grafica el porcentaje acumulado de accesibilidad (eje “Y”) en función del porcentaje acumulado de población, ordenado por ingreso, empezando con los más pobres, y terminando con los más adinerados. Si cada zona, sin importar el ingreso promedio, tiene exactamente el mismo valor de accesibilidad, la curva de concentración será una línea de 45 grados (línea gris).

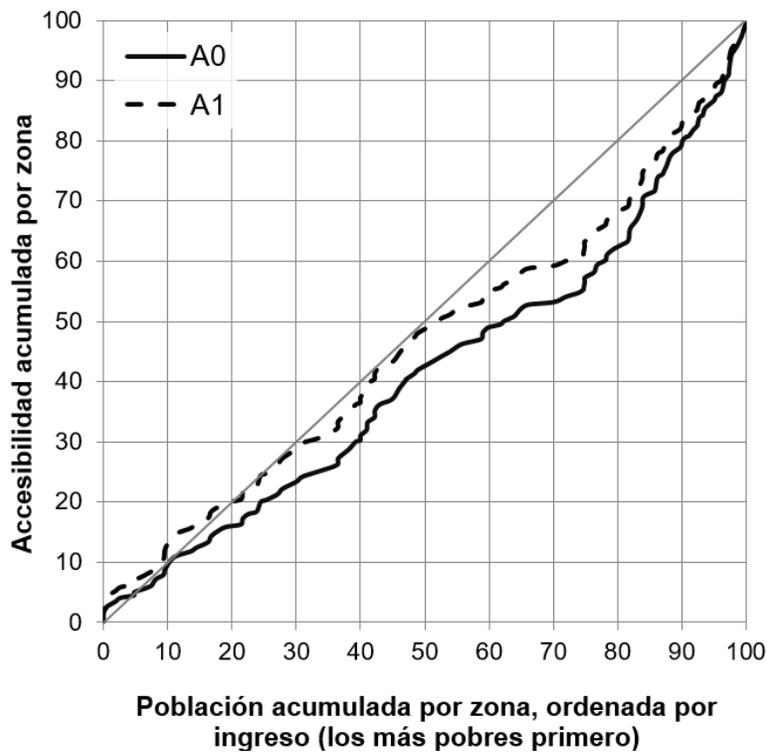


Figura 10. Curva de concentración de accesibilidad

La curva de concentración para el escenario A0 se encuentra por debajo de la línea de equidad, indicando que los valores de baja accesibilidad están concentrados entre los más pobres. La curva del escenario A1 se encuentra por encima de la curva A0 en todo el rango, indicando que existe menos desigualdad cuando los subsidios de transporte son implementados. Los resultados además muestran que para la mitad más pobre de la población (< percentil 50), la accesibilidad tiene una distribución mejor (más uniforme): la curva A1 incrementa de forma lineal, con una pendiente relativamente constante.

Para ver estos efectos diferenciados de acuerdo con el grupo de ingreso, la Figura 11 muestra la distribución de accesibilidad y los cálculos del índice de Gini (= 0.212 en A0). Esta gráfica muestra el índice de accesibilidad en el eje Y contra el percentil de población

por zona en el eje X. Los resultados muestran grandes desigualdades, que se pueden observar en las formas contrastantes de las tres líneas. En el escenario A0, hasta el percentil 30 de la población de altos ingresos experimentan altos niveles de accesibilidad (por encima del promedio), sugiriendo una gran diferencia entre los otros grupos de ingreso. Esta distribución contrasta con las curvas de los otros grupos de ingreso, donde se observan distribuciones más inequitativas. En estos casos, cerca del 50% de la población de estos grupos de ingreso experimentan bajos niveles de accesibilidad, por debajo del promedio. Para el grupo de bajos ingresos, se muestra que la curva para el escenario A1 se encuentra por encima de aquella de A0. El resultado confirma que el subsidio a la población más pobre (rango de ingresos 1) mejora los niveles de accesibilidad para este segmento, esto es, una política efectiva. En los otros grupos de ingreso, no se observan diferencias significativas entre los dos escenarios.

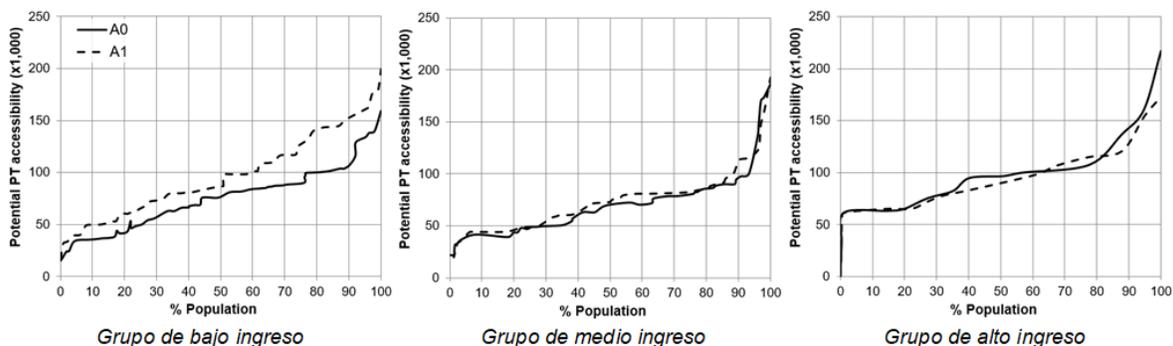


Figura 11. Curvas acumulativas de distribución de accesibilidad e índices de Gini (A0 y A1)

Como se mostró, hay un aumento en la equidad de la distribución en accesibilidad a través de mejoras en la asequibilidad para la población de bajos ingresos. El escenario A1 (índice de Gini = 0.225) muestra como los subsidios pueden llevar a las personas de bajos ingresos a tener una accesibilidad cercana al promedio de la ciudad. Existe un incremento marginal también en la accesibilidad de zonas de altos ingresos, que, a pesar de tener bajas proporciones de población pobre, tienen un peso suficiente como para que ellos sean beneficiados por el subsidio y mejorar su asequibilidad. Aunque el índice de Gini se deteriora levemente, la población de bajos ingresos se beneficia significativamente.

6. DISCUSIÓN

Esta investigación resalta la utilidad del cálculo de indicadores de accesibilidad y análisis de diferentes escenarios de costo del transporte urbano en los ámbitos espacial, económico y social, aun cuando solo se tomó la accesibilidad al trabajo como foco de este estudio. Aunque los resultados eran esperados, dada la naturaleza de la política bajo análisis, ejercicios como este no son llevados a cabo frecuentemente ni tampoco se discuten ampliamente en la academia o en la práctica. Las evaluaciones económicas no son fácilmente entendibles para las audiencias no especializadas, limitando su participación e inclusión. Este artículo presenta información simple, fácilmente comprensible, accesible y confiable que es usada por la mayoría de los profesionales en el sector, para resaltar el beneficio potencial de una política de transporte con enfoque social

La racionalidad detrás de la accesibilidad potencial es complementaria a los enfoques de evaluación de transporte tradicionales como se ha discutido en investigaciones previas (Bocarejo et al., 2016; Guzman et al., 2017c). La accesibilidad permite construir una perspectiva más amplia de la distribución de los factores determinantes en el uso del transporte y sus beneficios inmediatos en relación con el acceso a algunas oportunidades en la ciudad. Sin embargo, para que estas estimaciones enriquezcan los debates acerca de la contribución del transporte a las problemáticas como la inclusión social, es necesario incluir la dimensión de la asequibilidad, la cual es un factor explicativo de la carencia de accesibilidad para algunos grupos específicos. Dentro de sus limitaciones, el uso de las medidas de accesibilidad establece un punto medio para iniciar las discusiones entre las partes interesadas y permite un mejor entendimiento de las dinámicas espaciales. Información más específica, tanto cuantitativa como cualitativa, es requerida a un nivel más desagregado para la exploración detallada de los patrones de viaje, preferencias y percepciones, particularmente en las poblaciones socialmente vulnerables, teniendo en cuenta las complejidades del comportamiento de transporte.

Muchas ciudades en desarrollo están enfrentando condiciones similares a las de Bogotá, en relación con los retos de reestructurar el transporte público, reducir las brechas entre los grupos sociodemográficos en sus poblaciones y reducir las diferencias en accesibilidad. Estos resultados pueden servir como evidencia adicional en lo referente al potencial de las políticas dirigidas a mejorar la asequibilidad (por ejemplo, manteniendo las tarifas constantes en precios reales) en un contexto como el de Bogotá y Soacha. La evidencia y argumentos presentados están preparados para ser interpretados en los ámbitos de toma de decisiones al interior del sector transporte, resaltando el rol de las políticas de transporte para tratar temas como la desigualdad. Las políticas de desarrollo, históricamente han dado prioridad a otros sectores y a la infraestructura física, tal como la priorización de la expansión de TM y la implementación del SITP zonal, pero no a la asequibilidad en el transporte. Las mejoras en la cobertura resultante de la integración del transporte público, y de los beneficios en asequibilidad por los subsidios, son requisitos intermedios para posibilitar que las comunidades de bajos ingresos tengan más y mejores oportunidades de salud, educación y empleo. Desde la perspectiva de las políticas de transporte, estamos interesados en proveer argumentos adicionales y evidencia para pensar de forma diferente acerca de qué mecanismos de inversión pueden contribuir a cerrar las brechas entre las personas con diferentes condiciones sociales y geográficas.

La exploración de las implicaciones de la accesibilidad en otras ciudades de Latinoamérica y otras ciudades en desarrollo con políticas similares, puede ayudar a encaminar las agendas y practicas futuras en relación con mejorar las condiciones de vida de poblaciones urbanas pobres a través del transporte. La evidencia de este caso de estudio muestra la relevancia de mecanismos de política, como los subsidios, para la redistribución de los costos y beneficios de la configuración urbana y de su red de transporte. Sin embargo, una política de transporte con subsidios que se enfoque a mejorar la accesibilidad, no debe ser confundida con otras medidas dirigidas a promover el uso del transporte público, ya que existe evidencia de que esto no funciona (de Grange et al., 2012).

Existe una clara agrupación de pobreza y oportunidades en la región de Bogotá y Soacha, lo cual restringe aún más la movilidad para los trabajadores de escasos recursos que ya tienen restricciones por su bajo poder adquisitivo. La implementación del SITP zonal ha ayudado a mejorar las condiciones de servicio a lo largo de la ciudad y presumiblemente ha resultado en beneficios adicionales más allá del alcance de esta investigación. Sin

embargo, probablemente uno de los beneficios más relevantes por el desarrollo del sistema en el contexto de esta investigación es la implementación del recaudo a través de tarjetas inteligentes, lo cual ha posibilitado la operación del subsidio dirigido a usuarios en condiciones específicas de pobreza y vulnerabilidad. Esto representa un cambio radical en las condiciones de entrega de los subsidios de transporte y en este caso permite explotar mecanismos existentes como el SISBEN.

Los resultados además demuestran que los pobres actualmente deben soportar tiempos de viaje bastante altos para alcanzar sus lugares de trabajo; una ayuda en el gasto monetario puede ser un instrumento para incrementar su accesibilidad potencial individual. Se requiere investigar más acerca de este tipo de políticas para establecer hasta qué punto los beneficios del subsidio podrían además beneficiar otros miembros de la familia de forma directa o indirecta (por ejemplo, reduciendo el gasto total en transporte), y si esto puede incrementar la accesibilidad a otro tipo de oportunidades.

El concepto de equidad refleja una preocupación por reducir la marginalización y la discriminación sistemática. Este artículo utilizó métricas de equidad tradicionales y recientes para aplicarlas a una variable diferente al ingreso monetario tal como la accesibilidad, para estimar la contribución de las políticas de transporte a la reducción de desigualdades sistemáticas entre diferentes grupos sociales. El análisis del “pseudo Palma ratio” y el índice de Gini permiten inferir más allá de los balances matemáticos en la distribución de accesibilidad, los cuales tienen dimensiones normativas y morales (DeVerteuil, 2009). Primero, el índice de Gini permitió visualizar y cuestionar sobre la distribución de accesibilidad teniendo en cuenta las diferencias en los atributos personales, tales como la ubicación de residencia y el ingreso, los cuales en las ciudades de Latinoamérica tienden a estar correlacionadas. Tales desbalances son el reflejo de los niveles de discriminación (en algunas ocasiones sin intención) hacia algunos grupos que llegan a estar desproporcionadamente mejor o peor que otros en relación con los elementos de ventaja/desventaja social tales como el ingreso, riqueza y oportunidades.

7. CONCLUSIONES

Lo resultados sugieren un potencial relevante de las políticas de transporte progresivas, particularmente con relación a mejorar la asequibilidad y cerrar la brecha entre los ricos y los pobres (Figuras 8 y 10). Los esfuerzos de Bogotá en relación con este programa tienen muchos elementos positivos que deben ser resaltados y discutidos en los círculos internacionales, tales como el uso de los mecanismos de direccionamiento de las políticas sociales, aplicados en el sector transporte para otorgar tarifas diferenciales y la distribución de sus efectos para la reducción de las desigualdades en la accesibilidad.

Este artículo usa medidas de accesibilidad, asequibilidad y equidad para evaluar los subsidios al transporte público. Aunque los resultados de este artículo no son nuevos desde el punto de vista metodológico, las estimaciones y discusiones establecidas aquí son un paso necesario en la promoción de políticas sociales con un enfoque social más fuerte. El ejercicio presentado está alineado con las preocupaciones morales sobre la equidad y propone el uso de evidencia, que, aunque lógica, no es comúnmente utilizada dentro de las herramientas de evaluación de políticas y su desarrollo. En este aspecto, el artículo adelanta un análisis crítico de la evidencia disponible y fácilmente comprensible que soporta lo que podría ser un resultado obvio, pero que infortunadamente no ha sido integrado dentro de las políticas públicas tradicionales: los subsidios dirigidos son un camino efectivo para

tratar desigualdades sociales y espaciales de larga duración en las ciudades con alta segregación socioeconómica como Bogotá. En esta línea, a través de la documentación y la evaluación de una política que ha sido implementada en pequeñas escalas en la región de Latinoamérica y a través del uso de información disponible, se lo logró aportar evidencia que puede balancear los argumentos técnicos tradicionales o relacionados con la eficiencia económica que históricamente han descartado políticas similares.

La aplicación del “pseudo Palma ratio” permite reflejar el espíritu de la dimensión moral de la desigualdad, poniendo énfasis en los que se encuentran en mejores y peores condiciones económicas. La contribución de la aplicación de tal métrica nos permite diferenciar distribuciones que pueden ser injustas o desiguales, de otras que puede ser iguales pero inequitativas, informando sobre aquellas políticas redistributivas que puede ubicar más recursos a los grupos sociales con mayores necesidades. Desde la perspectiva de la equidad, los subsidios al transporte público tienen el potencial de jugar un rol significativo como políticas sociales, tratando las disparidades sociales que son determinadas por su relación con los niveles de ventaja o desventaja social, y permitiendo a los grupos desaventajados mejorar su probabilidad de acceder a las oportunidades para un desarrollo social y económico. Se necesita investigación adicional en el área de las políticas de transporte equitativo y las implicaciones del uso de métricas tales como el índice Gini y el “pseudo Palma ratio”, así como otras medidas potenciales de equidad aún por explorar, en relación con los efectos de políticas de transporte público.

REFERENCIAS

1. Ardila, A., 2005. La olla a presión del transporte público en Bogotá. *Rev. Ing.* 21, 56-67.
2. Armstrong-Wright, A., Thiriez, S., 1987. Bus services: reducing costs, raising standards.
3. Bocarejo, J.P., Escobar, D., Oviedo, D., Galarza, D., 2016. Accessibility analysis of the integrated transit system of Bogotá. *Int. J. Sustain. Transp.* 10, 308-320.
4. Bocarejo, J.P., Oviedo, D.R., 2012. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *J. Transp. Geogr.* 24, 142-154.
5. Bruinsma, F., Rietveld, P., 1998. The Accessibility of European Cities: Theoretical Framework and Comparison of Approaches. *Environ. Plan. A* 30, 499-521.
6. Chernick, M.R., 2007. *Bootstrap Methods: A Guide for Practitioners and Researchers*, Second Ed. ed, *Bootstrap Methods*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470192573.fmatter>
7. Dávila, J.D., Gilbert, A., Brand, P., Rueda, N., Coupe, F., 2006. Housing and land for the urban poor. Case studies of Bogotá-Soacha and Medellín.
8. de Grange, L., Troncoso, R., González, F., 2012. An empirical evaluation of the impact of three urban transportation policies on transit use. *Transp. Policy* 22, 11-19. <https://doi.org/https://doi-org.ezproxy.uniandes.edu.co:8443/10.1016/j.tranpol.2012.04.003>
9. Delbosc, A., Currie, G., 2011. Using Lorenz curves to assess public transport equity. *J. Transp. Geogr.* 19, 1252-1259.
10. DeVerteuil, G., 2009. Inequality, en: Kitchin, R., Thrift, N. (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography*. Elsevier, Oxford, pp. 433-445. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00963-9>
11. Di Ciommo, F., Shiftan, Y., 2017. Transport equity analysis. *Transp. Rev.* 37, 139-151. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1278647>

12. El-Geneidy, A.M., Legrain, A., Buliung, R., 2016. Travelling fair: Targeting equitable transit by understanding job location, sectorial concentration, and transit use among low-wage workers. *J. Transp. Geogr.* 53, 1-11.
13. Falavigna, C., Hernandez, D., 2016. Assessing inequalities on public transport affordability in two latin American cities: Montevideo (Uruguay) and Córdoba (Argentina). *Transp. Policy* 45, 145-155.
14. Geurs, K.T., van Wee, B., 2004. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *J. Transp. Geogr.* 12, 127-140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
15. Gilbert, A.G., Ward, P.M., 1982. Residential Movement among the Poor: The Constraints on Housing Choice in Latin American Cities. *Trans. Inst. Br. Geogr.* 7, 129-149.
16. Grengs, J., 2015. Nonwork Accessibility as a Social Equity Indicator. *Int. J. Sustain. Transp.* 9, 1-14.
17. Guzman, L.A., Bocarejo, J.P., 2017. Urban form and spatial urban equity in Bogota, Colombia. *Transp. Res. Procedia* 25, 4491-4506. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.345>
18. Guzman, L.A., Gomez, A.M., Rivera, C., 2017a. A Strategic Tour Generation Modeling within a Dynamic Land-Use and Transport Framework: A Case Study of Bogota, Colombia, en: *Transportation Research Procedia*. pp. 2536-2551. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.292>
19. Guzman, L.A., Oviedo, D., Bocarejo, J.P., 2017b. City profile: The Bogotá Metropolitan Area that never was. *Cities* 60, 202-215. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.004>
20. Guzman, L.A., Oviedo, D., Rivera, C., 2017c. Assessing equity in transport accessibility to work and study: The Bogotá region. *J. Transp. Geogr.* 58, 236-246. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.12.016>
21. Guzman, L.A., Oviedo, D.R., Ardila, A.M., 2019. La política de transporte urbano como herramienta para disminuir desigualdades sociales y mejorar la calidad de vida urbana en Latinoamérica. Bogotá.
22. Handy, S., 1994. Regional Versus Local Accessibility: Implications for Nonwork Travel. *Transp. Res. Rec.* 1400, 58-66.
23. Hidalgo, D., Gutierrez, L., 2013. BRT and BHLS around the world: Explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding. *Res. Transp. Econ.* 39, 8-13.
24. Koenig, J.G., 1980. Indicators of urban accessibility: Theory and application. *Transportation (Amst)*. 9, 145-172.
25. Litman, T., 2014. Evaluating Transportation Equity: Guidance For Incorporating Distributional Impacts in Transportation.
26. Loo, B.P.Y., Chow, A.S.Y., 2011. Jobs-housing balance in an era of population decentralization: An analytical framework and a case study. *J. Transp. Geogr.* 19, 552-562.
27. Lucas, K., Bates, J., Moore, J., Carrasco, J.A., 2016a. Modelling the relationship between travel behaviours and social disadvantage. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 85, 157-173. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.01.008>
28. Lucas, K., van Wee, B., Maat, K., 2016b. A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches. *Transportation (Amst)*. 43, 473-490.
29. Oviedo, D., Dávila, J.D., 2016. Transport, urban development and the peripheral poor in Colombia - Placing splintering urbanism in the context of transport networks. *J. Transp. Geogr.* 51, 180-192.

30. Oviedo, D., Dávila, J.D., Levy, C., 2017. Constructing well-being, deconstructing urban (im)mobilities in Abuja, Nigeria, en: Lucas, K., Uteng, T.P. (Eds.), (Im)mobilities in the city – creating knowledge for planning cities in the Global South and postcolonial cities. Routledge, London.
31. Palma, J.G., 2011. Homogeneous Middles vs. Heterogeneous Tails, and the End of the ‘Inverted-U’: It’s All About the Share of the Rich. *Dev. Change* 42, 87-153. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7660.2011.01694.x>
32. Palma, J.G., Stiglitz, J.E., 2016. Do Nations Just Get the Inequality They Deserve? The “Palma Ratio” Re-examined, en: Basu, K., Stiglitz, J.E. (Eds.), *Inequality and Growth: Patterns and Policy. Volume II: Regions and Regularities*. Palgrave Macmillan UK, London, pp. 35-97. https://doi.org/10.1057/9781137554598_2
33. Rodriguez, C., Gallego, J.M., Martinez, D., Montoya, S., Peralta-Quiros, T., 2016. Examining Implementation and Labor Market Outcomes of Targeted Transit Subsidies. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2581, 9-17.
34. Saberi, M., Wu, H., Amoh-Gyimah, R., Smith, J., Arunachalam, D., 2017. Measuring housing and transportation affordability: A case study of Melbourne, Australia. *J. Transp. Geogr.* 65, 134-146. <https://doi.org/https://doi-org.ezproxy.uniandes.edu.co:8443/10.1016/j.jtrangeo.2017.10.007>
35. SDM, 2011. Encuesta de Movilidad de Bogotá 2011.
36. Serebrisky, T., Gómez-Lobo, A., Estupiñán, N., Muñoz-Raskin, R., 2009. Affordability and Subsidies in Public Urban Transport: What Do We Mean, What Can Be Done? *Transp. Rev.* 29, 715-739.
37. Ureta, S., 2008. To Move or Not to Move? Social Exclusion, Accessibility and Daily Mobility among the Low-income Population in Santiago, Chile. *Mobilities* 3, 269-289.
38. van Wee, B., 2016. Accessible accessibility research challenges. *J. Transp. Geogr.* 51, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.10.018>
39. Venter, C., Jennings, G., Hidalgo, D., Valderrama Pineda, A.F., 2017. The equity impacts of bus rapid transit: A review of the evidence and implications for sustainable transport. *Int. J. Sustain. Transp.* 1-13. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1340528>
40. Wagstaff, A., Paci, P., van Doorslaer, E., 1991. On the measurement of inequalities in health. *Soc. Sci. Med.* 33, 545-557. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0277-9536\(91\)90212-U](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0277-9536(91)90212-U)
41. Wiles, J., Kobayashi, A., 2009. Equity, en: Kitchin, R., Thrift, N. (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography*. Elsevier, Oxford, pp. 580-585. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00944-5>
42. Willoughby, C., 2002. Infrastructure and Pro-Poor Growth: Implications of Recent Research.
43. Wilson, A., 2010. Entropy in Urban and Regional Modelling: Retrospect and Prospect. *Geogr. Anal.* 42, 364-394. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2010.00799.x>