# Impacto del sistema Metroplús sobre el mercado laboral de las comunas Manrique y Aranjuez de Medellín, Colombia

**Ana Jaramillo y Camilo Rengifo**

*Lecturas de Economía, 89 (julio-diciembre 2018), pp. 133-161*

*Ana Jaramillo y Camilo Rengifo*

**Impacto del sistema Metroplús sobre el mercado laboral de las comunas Manrique y Aranjuez de Medellín, Colombia**

**Resumen:** *A la luz de la teoría del desajuste espacial, este trabajo presenta una evaluación de impacto del sistema de transporte masivo Metroplús sobre el empleo, la formalidad y el subempleo en algunos barrios de las comunas Manrique y Aranjuez de la ciudad de Medellín, Colombia, para los años 2010 y 2014. La estrategia empírica consiste en aplicar un modelo de diferencias en diferencias, en el cual se empleó como base de datos la Encuesta de Calidad de Vida (2010, 2014). Los resultados sugieren que el Metroplús ha mejorado la probabilidad de estar ocupado y de tener un empleo formal; igualmente, ha presentado un efecto causal en la disminución del subempleo.*

**Palabras clave:** *Metroplús, evaluación de impacto, desajuste espacial, empleo, formalidad, subempleo.*

**Clasificación JEL:** *J23, J64, R15, R41, R53.*

**Impact of the Metroplus system on the labor market of the communes Manrique and Aranjuez of Medellin, Colombia**

**Abstract:** *In light of the spatial mismatch theory, this study presents an impact evaluation of the Metroplus mass transport system on employment, formality and underemployment in some neighborhoods of the communes Manrique and Aranjuez of the city of Medellin, Colombia, in the years 2010 and 2014. The empirical strategy consists of applying the differences-in-differences model, where the database used corresponds to the Quality of Life Survey (2010, 2014). The results suggest that the Metroplus has improved both the probability of being employed and of having a formal job; also, it has shown a causal effect on the reduction of underemployment.*

**Keywords:** *Metroplus, impact evaluation, spatial mismatch, employment, formality, underemployment.*

**JEL Classification:** *J23, J64, R15, R41, R53.*

**L'impact du système Metroplus sur le marché du travail des arrondissements de Manrique et Aranjuez à Medellín, Colombie**

**Résumé:** *Cet article présente une évaluation de l'impact du système de transport en commun Metroplús sur l'emploi, la formalité de l'emploi et le sous-emploi, dans les arrondissements de Manrique et Aranjuez de la ville de Medellín, pour la période 2010-2014. Pour ce faire, nous avons utilisé en tant que source de données l'Enquête de Qualité de Vie de Medellín, 2010 et 2014. Tout en utilisant la théorie de la disparité spatiale, la stratégie empirique adoptée consiste à appliquer un modèle de doubles différences. Les résultats suggèrent que le système Metroplus, d'une part, améliore la probabilité d'être occupé et d'avoir un emploi formel et, d'autre part, montre un effet causal dans la diminution du sous-emploi.*

**Mots-clés:** *Metroplus, évaluation d'impact, disparité spatiale, emploi, formalité, sous-emploi.*

**Classification JEL:** *J23, J64, R15, R41, R53.*

Lecturas de Economía, 89 (julio-diciembre), pp. 133-161 © Universidad de Antioquia, 2018

# Impacto del sistema Metroplús sobre el mercado laboral de las comunas Manrique y Aranjuez de Medellín, Colombia

Ana Jaramillo y Camilo Rengifo*

**–Introducción. –I. Revisión de la literatura. –II. Metodología. –III. Resultados. –Conclusiones. –Anexos. –Referencias.**

doi: 10.17533/udea.le.n89a05

*Primera versión recibida el 26 de septiembre de 2017; versión final aceptada el 9 de marzo de 2018*

## Introducción

Desde mediados de la década de los 90, cuando entró en funcionamiento el Metro de Medellín, y posteriormente el primer sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT) Transmilenio en Bogotá[1] en el año 2000, otras ciudades colombianas empezaron a planear las alternativas de movilidad de sus ciudadanos basados en estos sistemas de transporte. La justificación a estos proyectos de infraestructura se enmarcó en políticas públicas que promovieran una mejor movilidad urbana que integrara más eficientemente las zonas periféricas con los principales centros de industria y comercio, salud, educación y ocio. Sin embargo, la población más cercana a esta infraestructura pudo haber presentado posibles costos ocultos[2] dentro de este nuevo modelo de

* *Ana María Jaramillo Jiménez*: analista de cuentas por pagar, Owens-Illinois. Dirección electrónica: anajaramillojimenez@gmail.com.

*Juan Camilo Rengifo López*: docente de cátedra de la Universidad de Antioquia, miembro del Grupo de Estudios Regionales. Dirección electrónica: juancamilorl0716@gmail.com.

Agradecemos a los docentes: Héctor Mauricio Posada Duque y Jorge Hugo Barrientos Marín por sus comentarios a versiones anteriores del documento.

1 *Bus Rapid Transit*, por sus siglas en inglés (BRT).

2 Costos adicionales que puede generar el programa, como desplazamiento urbano, aumento del nivel del ruido, incremento de la inseguridad o degradación ambiental.

movilidad. Es por eso que, dada la alta inversión de recursos públicos destinada a estos proyectos y a la cantidad de población tratada, se hace necesario evaluar los efectos de esta política pública.

La evidencia empírica muestra que las ciudades colombianas han expandido su plataforma urbana a un ritmo acelerado, lo que se ha acompañado de un aumento de su población y un incremento en el número de viajes de sus habitantes. Esta realidad, debe ser tenida en cuenta por los hacedores de política al momento de configurar los territorios, con el fin de que se consolide una armonía entre el crecimiento y el desarrollo de estos espacios.

Para contextualizar el caso específico de Medellín, la ciudad experimentó un declive industrial, en particular, en los años 90. La respuesta a este panorama económico hizo que las administraciones del nuevo siglo optaran por fortalecer la actividad económica fundamentada en el desarrollo del sector terciario, particularmente centrado en la generación de conocimiento y desarrollo de nuevas tecnologías bajo el marco de políticas públicas y estrategias como Medellín Ciudad Clúster. Asimismo, esta nueva base económica conllevó a una relocalización urbana, mediante el Plan de Ordenamiento Territorial, y a la formación de nuevos clústers que descentralizaron los puestos de trabajo en el área urbana. Es así como la configuración espacial de la ciudad ha tendido hacia una distribución policéntrica, tanto en el sector industrial como de comercio y servicios. Con respecto al primero, se evidencia la existencia de dos clústers: uno en la zona de Guayabal que se extiende hasta su cercanía con el centro, y otro localizado en la zona norte del cerro El Volador. En relación con el sector terciario, también se presentan dos clústers especializados: uno en la zona centro focalizado en la actividad comercial, y otro en el sector del Poblado, que responde a la prestación de servicios turísticos y a empresas del sector servicios en general. No obstante, se presenta una baja concentración en la mayoría de los renglones económicos en la zonas nororiental y noroccidental, lo que implica que exista una desconexión física con los centros de empleo (Galeano, 2013); por eso, de acuerdo con la hipótesis del desajuste espacial (*spatial mismatch*), estos habitantes tendrán un menor acceso al mercado formal de trabajo y, por lo tanto, unas condiciones laborales más precarias. Asimismo, su población presenta condiciones socioeconómicas limitadas, particularmente un bajo nivel educativo, en comparación con

los otros grupos poblacionales de la ciudad, y que profundizan las barreras de acceder a mejores oportunidades de empleo.

Medellín adoptó el BRT Metroplús en diciembre de 2011. Este fue pensado para articular el sistema Metro a muchos de estos nuevos centros de empleo y, a su vez, brindar una mayor movilidad urbana a los habitantes de las zonas de influencia de Aranjuez, Manrique y Belén. De esta manera, se pretende que la desconexión física entre residencias aledañas al sistema y centros de actividad económica se reduzca, y genere así, un mayor acceso al mercado de trabajo, reflejado en mayores salarios y estabilidad económica. Por lo tanto, se espera que la infraestructura de este BRT incida positivamente en mejores indicadores laborales dentro de estas comunidades.

Se piensa que Medellín por su configuración espacial y las altas inversiones que ha realizado en sistemas de transporte es una "caja de herramientas" que permite estudiar estos tratamientos, y que es necesario plantear estos problemas de investigación para saber la efectividad de las políticas públicas. Así, este trabajo tiene como propósito realizar un análisis objetivo del impacto que ha tenido el BRT Metroplús sobre el empleo, la formalidad y el subempleo de la población de algunos barrios de las comunas de Manrique y Aranjuez. Los datos usados para la evaluación de impacto están basados en las Encuestas de Calidad de Vida (ECV) de Hogares y Personas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para Medellín en los años 2010 y 2014[3]. La metodología usada es diferencias en diferencias (DD).

La presente investigación presenta en la primera sección una revisión de la literatura que contiene un marco conceptual previo. Luego, se presentan investigaciones que relacionan la infraestructura del transporte BRT con la evaluación de impacto; se enfatiza tanto en la metodología como en la variable de impacto usada por cada uno de los autores. Posteriormente se describe en detalle la metodología DD y se hace uso de mapas a través del software ArcGis sobre las zonas de análisis para ubicar al lector. A continuación, se exponen los resultados del modelo DD con la medición de impacto del programa y finalmente se dan las conclusiones de la investigación.

[3] El Departamento Administrativo de Planeación de la Alcaldía de Medellín otorgó la información después de una previa solicitud.

## I. Marco teórico

### *A. Marco conceptual*

La literatura relacionada con la evaluación de impacto la define como la utilización de métodos cuantitativos que combinan la estadística y la econometría para establecer el efecto de un programa social o cualquier otra intervención sobre sus beneficiarios (Bernal & Peña, 2011). Entre estos métodos se pueden encontrar variables instrumentales, *Propensity Score Matching*, modelo de *diferencias* y *diferencias en diferencias*. La escogencia de la técnica de evaluación depende de las características y de algunas circunstancias prácticas y políticas del programa, pero también del tipo de experimento, es decir, la forma en que se eligen los participantes de la intervención. Para efectos de esta investigación, se implementa la metodología DD, puesto que la elección de los participantes directamente beneficiados del sistema Metroplús se realiza por medio de un experimento natural o cuasiexperimento[4]. El modelo busca comparar una diferencia de diferencias en las medias de una variable específica por el efecto de un programa entre dos grupos de estudio: un grupo de tratamiento y un grupo de control. El primero corresponde a los habitantes efectivamente tratados por el programa, y el segundo sirve como contrafactual para llevar a cabo esta comparación. Esto se desarrollará más claramente en la metodología.

La hipótesis de esta investigación corresponde a la teoría del desajuste espacial. Este término fue empleado por primera vez en Estados Unidos por Jhon F. Kain en "Housing Segregation, Negro Employment, and Metropolitan Decentralization" ( 1968). La idea central se basa en que existe una desconexión física entre los hogares de la población con menores condiciones socioeconómicas y con mayores restricciones a la movilidad respecto a los lugares que disponen de oportunidades de trabajo adecuado. Este mecanismo afecta tanto a las probabilidades de empleo como a la duración del desempleo. Así, para efectos de esta investigación, se parte de la hipótesis de que la población de Manrique y Aranjuez, que como se explicó anteriormente no presenta

[4] Es decir, es un marco no experimental que produce resultados "como si fuera" un experimento aleatorio.

importantes renglones de actividad económica, tiene una desconexión física que no le permite poseer la información precisa de los centros generadores de empleo. Entonces, esto sugiere que el programa Metroplús disminuirá tanto las barreras de información como de movilidad espacial. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es medir el impacto del Metroplús sobre el empleo, la formalidad y el subempleo de algunos barrios ubicados en las comunas Manrique y Aranjuez. Las definiciones trabajadas de estos conceptos corresponden a las empleadas por el DANE (Ver Anexo 1).

Finalmente, se acoge el concepto de BRT empleado por primera vez en 1966, el cual solo abarcaba vías y carriles exclusivos para autobuses. Sin embargo, de acuerdo con Hidalgo y Gutiérrez (2013) la definición de BRT ha trascendido junto con el desarrollo tecnológico, económico, social y cultural, por lo tanto actualmente integra tecnologías de la información, estaciones, mejoras del espacio público, rutas para tránsito en bicicleta, peatones, vehículos y buses articulados en diferentes niveles. A continuación, se presentan investigaciones que han realizado estudios de estos sistemas BRT.

### *B. Estudios de evaluación de impacto enfocados en infraestructura de transporte BRT*

Problemáticas respecto a la movilidad urbana han sido abordadas en distintos estudios de investigación a escala mundial, así lo resaltan Bluestone, Stevenson y Williams (2008). Según los investigadores, la demanda por movilidad abarca ahora no solo el traslado a los lugares de trabajo y estudio; las nuevas preferencias de los agentes también representan un papel importante ante la necesidad de transportarse, lo que hace de este uno de los problemas más destacables en la actualidad. Sin embargo, la mayoría de investigaciones cuantitativas se centran generalmente en el impacto sobre el uso y el valor del suelo, puesto que la hipótesis general se focaliza en que este servicio intensifica el uso de zonas aledañas e incrementa su valor por ser áreas ideales de comercio.

Entre las investigaciones que involucran análisis cuantitativo se destacan la de Cervero y Kang (2011), quienes estudian el impacto de líneas de BRT sobre los cambios en el uso y el valor del suelo para Seúl, aplicando la teoría del

precio hedónico a través de regresiones de forma Log–Log en multinivel. Los autores concluyen que el sistema tiene efectos significativos positivos sobre estas variables.

Para el caso colombiano, las investigaciones más renombradas en este campo de análisis han sido aplicadas, generalmente, para el sistema Transmilenio de la ciudad de Bogotá. Bocarejo, Portilla y Pérez (2013) estudian el impacto del sistema BRT sobre la densidad, el uso y el valor del suelo empleando el software ArcGIS para describir, en primera instancia, un posible efecto del sistema sobre el patrón de áreas habilitadas para el desarrollo de viviendas, comercio y oficinas. Los autores encuentran evidencia de agrupamiento en ciertas áreas aledañas a rutas alimentadoras y líneas troncales. Para constatar esta hipótesis, construyen tres modelos para cada uso del suelo con base en la metodología DD y encuentran que el sistema BRT no ha impactado determinantemente estas variables. Igualmente, emplean la misma metodología para determinar el efecto sobre la densidad poblacional y concluyen que el sistema Transmilenio es un factor de gran impacto sobre esta variable. Respecto a las implicaciones sobre el valor de propiedades, concluyen un efecto positivo sobre propiedades comerciales, pero que no es concluyente para residencias.

Asimismo, Olarte (2014a) indaga la probabilidad de un efecto causal entre las mejoras de Transmilenio sobre el ingreso, el empleo y el grado de accesibilidad al mercado laboral. Esto se desarrolla a través de regresiones OLS y 2SLS para determinar la existencia de endogeneidad sobre la variable de mejoras en el sistema de transporte. Encuentra que existe una relación positiva respecto al ingreso y al número de puestos de trabajo para cada Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) de la ciudad, siendo este último mayor mientras aumenta el tamaño de las empresas.

Escobar (2015) lleva a cabo una investigación que pretende medir el acceso a fuentes de empleo, la segregación residencial y resultados laborales de la población femenina en Bogotá. Allí, explica cómo la estructura espacial de la capital de la República incide sobre el acceso a fuentes de empleo para las mujeres a partir de indicadores laborales controlados por atributos de los hogares, particularidades de las áreas de residencia y las características individuales. La autora emplea un modelo probit e inserta la base de datos de la

Encuesta de Movilidad de Bogotá (EMB) del año 2011, en la cual concluye que el acceso a fuentes de empleo es determinante para que las mujeres eleven su participación en el mercado laboral. Entre esos accesos está el sistema de movilidad de Bogotá, y no encuentra que la segregación residencial impacte sobre indicadores laborales. En su trabajo, Díaz enfatiza en la definición de accesibilidad a fuentes de trabajo como la distancia que existe entre los trabajadores y las oportunidades de empleo; de esta forma, resalta cinco mecanismos que pueden afectar los resultados laborales: salario de reserva, costos de búsqueda, eficiencia de búsqueda por fricciones de información, desincentivos para una búsqueda de empleo eficiente y productividad.

El impacto de los BRT también se ha enfocado en temas de seguridad ciudadana, como lo analiza Olarte (2014), quien lleva a cabo una investigación para la ciudad de Bogotá y relaciona el mejoramiento del transporte público (Sistema Transmilenio) con las tasas de criminalidad en los sectores beneficiados con el BRT capitalino. Olarte usa la econometría espacial por medio de dos técnicas: *Propensity Score Matching (PSM)* y *Spatial Regression Analysis,* y toma como base los datos el Centro de Recursos para el Análisis del Conflicto (CERCAC) de la Policía Metropolitana de Bogotá (MEBOG), el cual contiene un completo seguimiento a los crímenes cometidos en la ciudad en 2007 por zona específica referenciada. El autor enfoca su análisis en las zonas que están más cerca de una estación de Transmilenio y concluye que las zonas beneficiadas con el sistema han tenido mayores tasas de criminalidad que las zonas que no poseen Transmilenio.

Igualmente, se han llevado a cabo investigaciones de impacto de sistemas de transporte para otras ciudades colombianas. En Bocarejo et al. (2014), se analiza el efecto del sistema Metrocable Línea K de la ciudad de Medellín sobre la accesibilidad a actividades generadoras de ingresos y sobre la evolución de precios para viviendas aledañas. Para determinar estos dos efectos se emplean metodologías diferentes: la medición del efecto sobre la accesibilidad se basa en la estimación de Hansen (1959) con la inclusión de otras características poblacionales, y para el análisis de la evolución en el precio de residencias cercanas se emplea el modelo DD. Los resultados arrojaron que efectivamente hay un mayor acceso para quienes habitan cerca de este sistema en comparación con aquellos que no se ven directamente bene-

ficiados del Metrocable. En relación con la evolución de precios en residencias, el modelo concluye que no hay un efecto causal que sea estadísticamente significativo.

Asimismo, para la ciudad de Medellín, Duque, Velásquez y Agudelo (2011) se interesan por evaluar el impacto de la estación del metro San Javier sobre el precio de las viviendas dentro de un radio de 600 metros. Para alcanzar este objetivo, los autores emplean diferentes metodologías partiendo desde una estimación de mínimos cuadrados ordinarios (donde se incorpora la distancia como componente significativo), modelos espaciales y un análisis bajo el marco GWR[5]. Este último resulta ser el más adecuado para el análisis, debido a la utilización de datos georreferenciados. Los autores concluyen que la variable distancia es significativa e proporcional al precio de las viviendas; no obstante, se detecta una influencia negativa en el precio para los inmuebles localizados en los costados de la estación San Javier.

Perdomo y Arzuza, (2015) examinan la accidentabilidad vial en el área metropolitana de Barranquilla (AMBAQ) a partir de la implementación del BRT Transmetro y, posteriormente, estiman económicamente el beneficio social obtenido a través de la disminución de heridos y de muertes causadas por accidentes de tránsito en la ciudad. Los autores implementan un análisis cuantitativo mediante información secundaria a través de modelos de series de tiempo ARIMAX con cambio estructural y el valor estadístico de la vida por accidentalidad vial en Colombia. Se toma como variables endógenas las muertes y heridos, y por variables exógenas, el consumo de alcohol y el parque automotor. Los autores concluyen que disminuyeron los heridos y muertes por accidentes viales lo que sugiere una relación positiva y se argumenta que estas variables aumentan cuando el consumo de alcohol y el parque automotor también lo hacen por lo que hay un efecto positivo de la implementación de Transmetro. Por último, determinan que el beneficio social aumenta cuando disminuye la cantidad de heridos y muertes por accidentes, lo cual significa un ahorro del 3 % del PIB en el AMBAQ para 2011.

Vista esta revisión sobre el impacto de estos sistemas de transporte que buscan afectar una variable de resultado como la seguridad ciudadana, el mer-

[5] *Geographically Weighted Regression*, por sus siglas en inglés (GWR).

cado laboral o la accidentalidad vial, se observa que, en el caso colombiano, las investigaciones se concentran en Bogotá. No obstante, para Medellín, una ciudad que tiene en la actualidad un sistema de transporte multimodal (Metro, metrocables, BRT y tranvía), solo se destacan dos investigaciones bajo metodologías de la econometría convencional, modelos espaciales y DD.

Se debe tener en cuenta que algunas de las investigaciones citadas toman la ciudad en su conjunto por barrios, y por esto pueden presentar problemas de variabilidad interna, pues al interior de los barrios una intervención puede afectar de distintas formas. Por la razón expuesta, se plantea entonces usar una encuesta donde se registre información individual anonimizada para evaluar el posible efecto causal entre el programa y el mercado laboral.

## II. Metodología

La estrategia empírica tiene como objetivo medir el impacto del sistema Metroplús sobre la probabilidad de generación y formalización del empleo, al igual que la disminución del subempleo. Los resultados presentados en las secciones siguientes parten de la Encuesta de Calidad de Vida de Hogares y Personas del DANE realizada en Medellín para los años 2010 y 2014, la cual contiene datos representativos a nivel de estrato y comuna.[6] El análisis empírico se centra en los años 2010 y 2014, que representan, respectivamente, el periodo previo a la implementación de Metroplús y el posterior a su entrada en vigencia. Sin embargo, antes de profundizar en el modelo, es importante aclarar algunos conceptos metodológicos.

El efecto del tratamiento para un individuo $i$ se puede escribir como:

$$\tau_1 = Y_i\,(1) - \ Y_i(0), \tag{1}$$

donde $Y_i\,(1)$ es la variable de resultado si el individuo $i$ es tratado y $Y_i\,(0)$ es la variable resultado si el individuo $i$ no es tratado. Esto último plantea el problema fundamental de la evaluación de impacto, puesto que, en un momento dado del tiempo, solo se da uno de los dos resultados potenciales $Y_i\,(1)$ o $Y_i\,(0)$ para un mismo individuo, pero no ambos.

[6] Las preguntas de la encuesta utilizadas se presentan en el Anexo 2.

Como se observa en la ecuación (1) uno de los dos resultados no es observable para el individuo $i$, entonces no es posible estimar el efecto individual del tratamiento; por lo tanto, se debe encontrar el efecto promedio del programa para una población o subconjunto, dependiendo del interés del investigador y de las características del programa.

Para encontrar el efecto promedio sobre las personas tratadas (ATT)[7], es decir, la diferencia entre la media de la variable de interés en el grupo de los beneficiarios del programa $E\left[Y_i\left(1\right) \mid D_i = 1\right]$ y la media que hubieran obtenido los participantes si el programa no hubiera existido o el resultado contrafactual $E\left[Y_i\left(0\right) \mid D_i = 1\right]$, se representa en la ecuación (2)

$$\tau_{ATT} = E\left[Y_i\left(1\right) \mid D_i = 1\right] - E\left[Y_i\left(0\right) \mid D_i = 1\right], \qquad (2)$$

Claramente el promedio contrafactual, o, en otras palabras, de no haber existido la intervención, el resultado promedio de los individuos tratados, es un resultado hipotético que no queda registrado en los datos. Por lo tanto, es necesario escoger una aproximación adecuada o sustituta a este contrafactual. Para efectos de este estudio, se trabaja con el promedio de la variable resultado de los individuos no participantes, pero que en principio fueron posibles candidatos a ser beneficiarios directos del programa. Este último grupo se conoce en la literatura de evaluación de impacto como el grupo de control que sirve como aproximación a los individuos tratados (grupo de tratamiento). A continuación, se justifica el tipo de experimento en el que fueron elegidos los participantes del programa, así como el grupo de tratamiento y control.

La elección del actual corredor de Metroplús se basó en dos estudios preliminares realizados por la Empresa del Tercer Milenio de Bogotá: (i) Análisis de demanda de viaje basado en la encuesta origen y destino del año 2000 (Anexo 3), y (ii) Diagnóstico ambiental que examina los aspectos geosféricos, atmosféricos, hídricos y bióticos en el Valle de Aburrá[8] (Anexo 4). El primer estudio concluye que las comunas tres, cuatro, cinco y seis se enmarcan dentro de importantes zonas generadoras de viajes, y se contemplan las carreras

[7] *Average Treatment on the Treated*, por sus siglas en inglés (ATT).

[8] Los estudios previos realizados por la Empresa del Tercer Milenio fueron suministrados por la empresa Metroplús S.A después de una previa solicitud.

45 y 46 (trazado 1) –en Manrique y Aranjuez– y la carrera 80 hasta la calle 104 (trazado 2) –en Doce de Octubre y Castilla– como dos de los posibles corredores del sistema (ver Mapa 1).

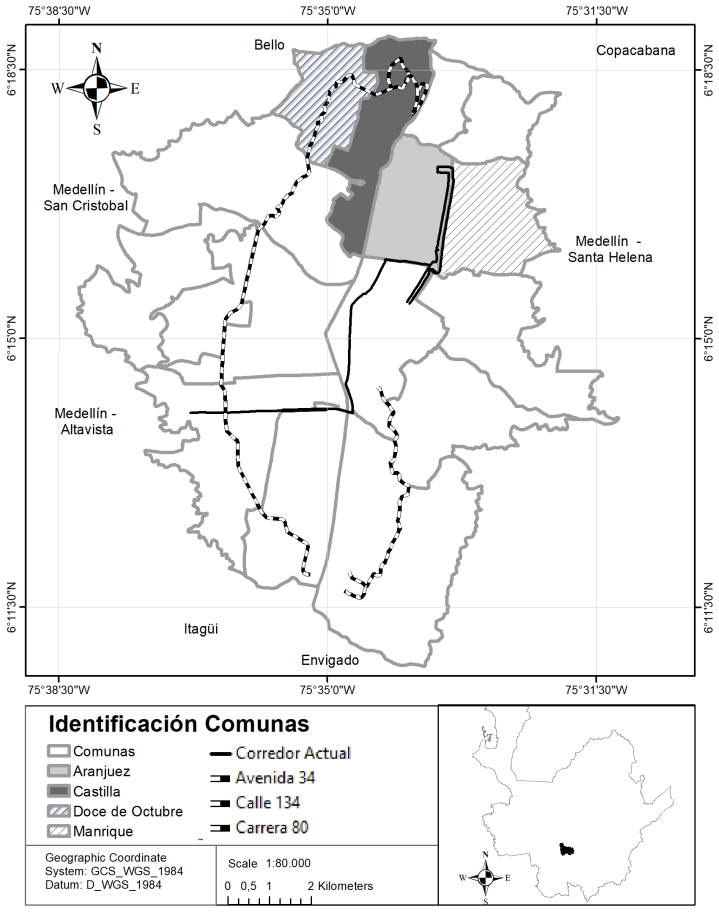
El segundo estudio define la factibilidad ambiental de cada uno de los corredores, y concluye que el trazado 1 presenta condiciones geosféricas mucho más adecuadas que la segunda opción. En otras palabras, el primer estudio nos ofrece la lista de zonas elegibles para el trazado del sistema, mientras que el segundo determina cuál de éstas son efectivamente tratadas por el BRT; de esta forma se configura un experimento natural o cuasiexperimento.

Así las cosas, y con base en los estudios preliminares, la población se restringe en dos grupos: tratamiento y control. Por efectos metodológicos, el primero de ellos lo conforman quienes habitan en los barrios dentro de un radio de 700 metros del trazado 1;[9] mientras que el grupo de control se compone por los residentes de los barrios ubicados dentro de un radio de 700 metros del trazado 2,[10] ver Mapa 2. Se debe tener presente que metodologías como diferencias en diferencias necesitan de datos georreferenciados para calcular mejor el efecto del programa. De esta manera, el rango elegido se toma debido a que la base de datos no contaba con datos georreferenciados y esta debió hacerse por barrios para tener una representatividad acertada.

[9] Los barrios que integran este grupo son: Aranjuez, Brasilia, Berlín, Campo Valdés, El Pomar, El Raizal, La Piñuela, La Salle, Las Esmeraldas, Las Granjas, Manrique Central, Manrique Oriental, San Isidro, San Pedro y Santa Inés.

[10] Alonso López, Belalcázar, Boyacá, Castilla, Doce de Octubre, Francisco Antonio, Girardot, Héctor Abad, Kennedy, La esperanza, Mirador del Doce, Pedregal, Picacho, San Martín, Santander y Téjelo

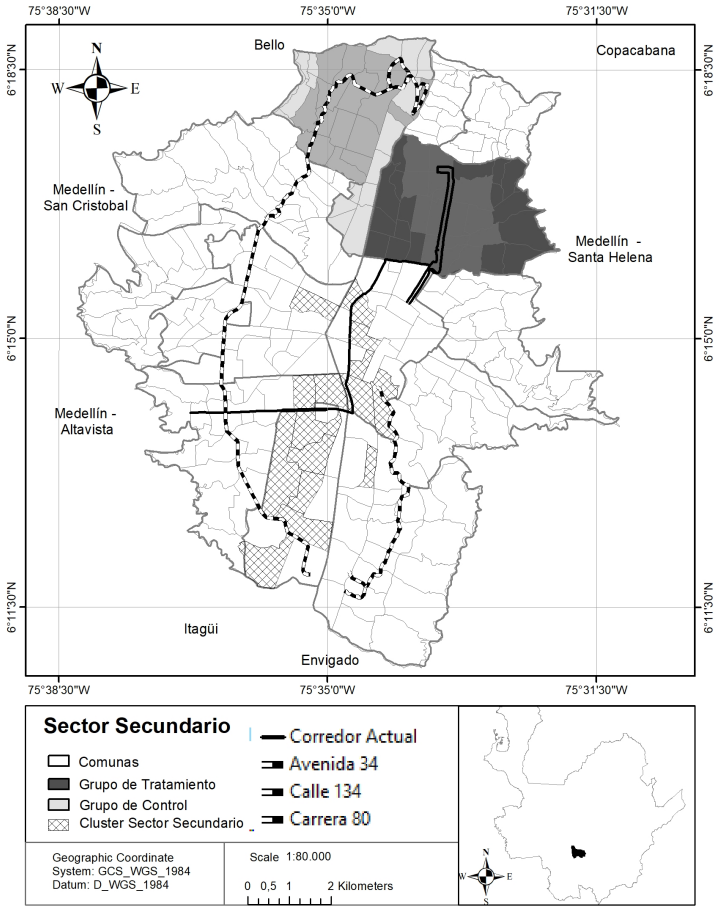
**Mapa 1.** *Identificación de comunas*




*Fuente:* elaboración propia.

Más allá de presentar las condiciones técnicas (conocidas anteriormente) que determinaron el trazado del programa, y posteriormente la elección del grupo de tratamiento y de control, es importante resaltar sus características socioeconómicas observables a través de la ECV con el fin de afirmar que los individuos no son sustancialmente diferentes en ausencia del programa.

**Mapa 2.** *Identificación de grupos de control y de tratamiento*



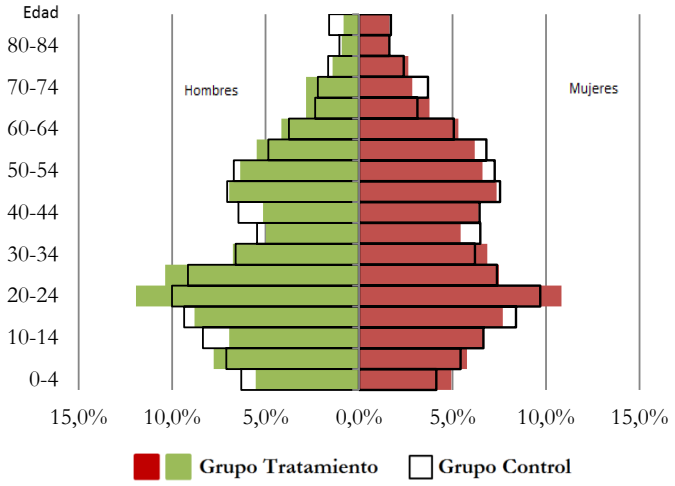

*Fuente:* elaboración propia.

Así, en esta sección se pretende hacer un análisis descriptivo sobre el perfil socioeconómico de estos dos grupos poblacionales para el año 2010, con el objetivo de justificar la comparación entre el grupo de tratamiento con respecto al grupo de control. Esta es una explicación del supuesto de tendencias paralelas, el cual es una condición que permite estimar de manera válida el

contrafactual y garantizar cómo hubiera sido el comportamiento del grupo de tratamiento en ausencia de la intervención. Si tanto el grupo de tratamiento y control presentan tendencias similares, se puede atribuir las diferencias entre ambos grupos y la intervención.

En el Gráfico 1 se muestra una pirámide poblacional para ambos grupos. Se observa que la población se compone de manera similar, tanto en el grupo de tratamiento como en el de control, e, igualmente, se concentra en el rango de edad de 20 a 24 años para los dos grupos.

**Gráfico 1.** *Pirámide poblacional de los grupos de tratamiento y de control, 2010*



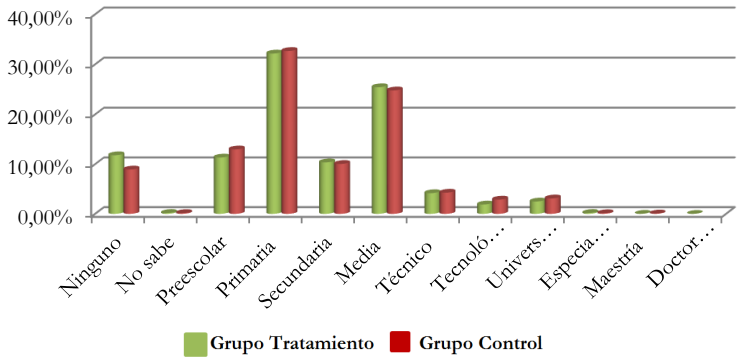

*Fuente:* elaboración propia.

De la encuesta también se calcula que un 58 % de los tratados eran solteros, cifra similar al grupo de control donde esta variable fue de un 57,5 %. Para ambos grupos un 21 % de sus integrantes se encuentran casados y cerca del 11 % viven en unión libre. Por otra parte, en promedio, cinco personas integran un hogar tanto en el grupo de tratamiento como de control.

Con relación al nivel educativo (ver Gráfico 2) se evidencia que ambos grupos poblacionales comparten similitud. Aproximadamente un 30 % de los grupos de tratamiento y de control poseen un grado de escolaridad de

básica primaria, seguido de educación media, el cual se encuentra alrededor de un 25 %. Cerca del 10 % de la población registra escolaridad preescolar y secundaria. Es importante resaltar que estos grupos comparten alrededor de un 10 % de la población sin ningún grado de escolaridad, y también, menos de un 5 % ha accedido a la educación superior, lo que implica la baja formación de capital humano.

**Gráfico 2.** *Nivel de educación en los grupos de tratamiento y de control, 2010*

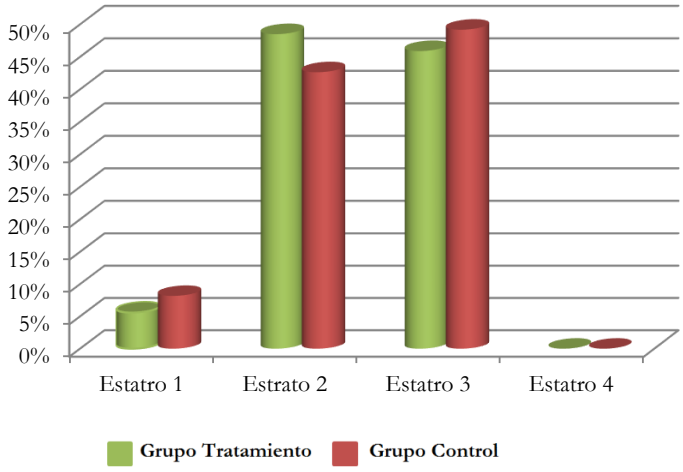



*Fuente:* elaboración propia.

Por otra parte, el Gráfico 3 presenta la composición de estratos socioeconómicos para los grupos de tratamiento y de control. Se puede observar que hay una concentración en las viviendas de estrato tres y dos en ambas poblaciones. No obstante, el grupo de tratamiento exhibe un mayor porcentaje de hogares de estrato dos (46 %), mientras que las viviendas del grupo de control son en su mayoría de estrato 3 (49 %).

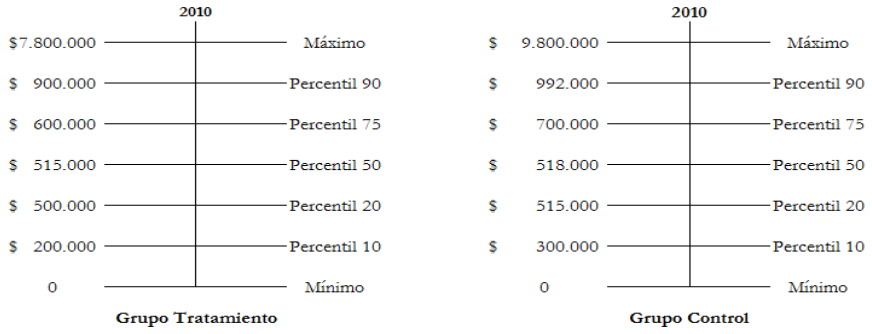
Respecto a la distribución de ingresos (ver Gráfico 4), el 90 % de la población recibió menos de 900 mil y 992 mil pesos, respectivamente. Esto permite ver que en ese año persistió una concentración de los ingresos en el 10 % de la población para ambos grupos de estudio. Igualmente, hubo personas que manifestaron no devengar ningún tipo de ingresos. Esto se puede explicar por un bajo capital humano y una baja concentración de la mayoría de los renglones económicos en estas zonas de la ciudad.

**Gráfico 3.** *Participación del estrato socioeconómico en los grupos de tratamiento y de control, 2010*




*Fuente:* elaboración propia.

**Gráfico 4.** *Percentiles de ingreso de los grupos de tratamiento y de control, 2010*

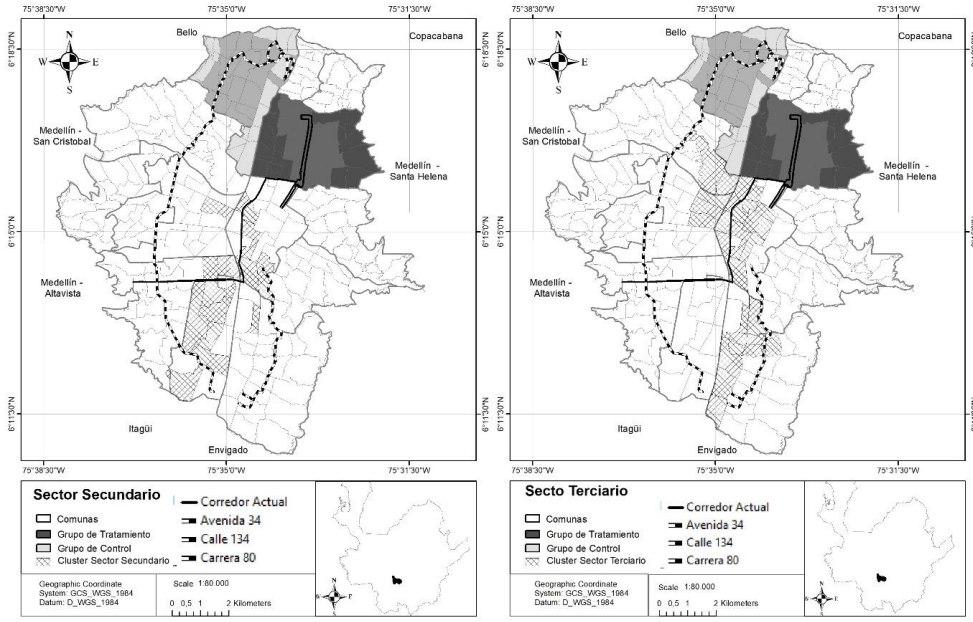



*Fuente:* elaboración propia.

Finalmente, la configuración espacial del sector secundario y terciario de la ciudad se presenta en el Mapa 3. En relación con el primer sector se puede observar la existencia de dos clústers: uno en la zona de Guayabal que se

extiende hasta su cercanía con el centro, que se caracteriza por la concentración de grandes superficies, y otro de menor tamaño en la ladera occidental del río Medellín al norte del cerro El Volador. Con respecto al sector terciario, también se presentan dos clústers especializados: uno en la zona centro, focalizado en la actividad comercial, y otro en el sector del Poblado, que responde a la prestación de servicios turísticos y a empresas del sector servicios en general. Como se presenta en los mapas, ninguno de los grupos analizados contiene clústers significativos, por lo que la población de ambos sectores debe desplazarse hasta estos centros de empleo localizados en su mayoría en la zona centro-sur de la ciudad.

**Mapa 3.** *Identificación de clústers*




*Fuente:* elaboración propia.

Una vez establecidos los grupos a analizar y conocido el experimento de elección de los participantes, la estrategia empírica consiste en comparar los resultados antes y después de la ejecución del sistema Metroplús para el grupo de Tratamiento, y luego comparar la diferencia con la obtenida para el grupo de Control. Esta doble diferencia da lugar al llamado estimador de diferencias en diferencias que para este caso se define como:

$$\Delta^2 = \left(Y_{tratam}^{2014} - Y_{tratam}^{2010}\right) - \left(Y_{control}^{2014} - Y_{control}^{2010}\right), \qquad (3)$$

donde $Y$ representa el resultado de interés: ocupados, empleados formales, subempleados y el número promedio de horas trabajadas semanalmente en la zona de análisis.

Es importante resaltar que la Encuesta de Calidad de Vida dispone de datos de corte transversal repetidos en lugar de datos panel, por lo que es conveniente calcular los estimadores de diferencias en diferencias en el marco de un muestreo repetido. Para ello simplemente se agrupan todas las observaciones para todo el periodo de interés y se estima el siguiente modelo:

$$Y_{it} = c + \alpha_0 D_i + \alpha_1 I\left[t = 2\right] + \delta_1 \left(D_i X\left[t = 2\right]\right) + \beta X_i + \upsilon_{it}, \qquad (4)$$

donde $Y_{it}$ representa el resultado de interés, $D_i$ representa una variable *dummy* que toma el valor de 1 si el individuo pertenece al grupo de tratamiento y 0 en caso contrario. Asimismo $i\left[.\right]$ es un indicador igual a 1 si la condición se cumple y 0 en caso contrario. En este caso, $I\left[t = 2\right]$ equivale a 1 si la observación corresponde al periodo posterior a la aplicación del sistema Metroplús y 0 de lo contrario. El término $\left(D_i x\left[t = 2\right]\right)$ es la interacción entre el indicador de tratamiento $D_i$ y la variable binaria de periodo de seguimiento $I\left[t = 2\right]$. Por tanto, este término indica el tratamiento efectivo del individuo. Igualmente, el vector X contiene otras variables socioeconómicas (regresores adicionales) en el modelo.

Para medir el impacto del sistema Metroplús sobre el empleo, la muestra se restringe a la Población Económicamente Activa (PEA). En este caso la variable dependiente toma el valor de 1 si el individuo está ocupado y 0 en caso contrario. Para estudiar los efectos sobre la formalización del empleo, la muestra se delimita a los ocupados, y la variable dependiente se definió de manera similar: 1 si el individuo posee un empleo formal y 0 en caso contrario.

Para el análisis del subempleo por insuficiencia de horas trabajadas también se restringe la muestra a los ocupados y se realizan dos tipos de análisis: discreto y continuo. En el primero, la variable dependiente toma valor igual a 1 si el individuo reporta insuficiencia de horas semanales y 0 en caso contrario, mientras que en el análisis continuo la variable dependiente es el número de horas que labora en promedio una persona semanalmente. Las características socioeconómicas o regresores adicionales que se insertan en la regresión son la edad, el estado civil, el nivel educativo, el estrato social y el género.

## III. Resultados

La Tabla 1 reporta los resultados de la estimación para la ecuación (4), exclusivamente las diferencias en diferencias, es decir, el coeficiente $\delta_1$ asociado al término de interacción entre la *dummy* de tratamiento y la *dummy* de vigencia del sistema. La tabla está dividida en 4 paneles que representan el número de variables dependientes a analizar en los años de comparación 2010 versus 2014. Cabe resaltar que los resultados de la primera columna no incluyen variables socioeconómicas, mientras que la segunda sí las contiene.

Como se mencionó anteriormente, si después de la implementación del sistema Metroplús la probabilidad de estar empleado o de tener un empleo formal aumenta en mayor proporción en el grupo de tratamiento que en el grupo de control, ello sugerirá que el sistema tiene un efecto causal sobre estas variables.

El primer panel presenta los resultados para la ocupación, donde el coeficiente $\delta_1$ es positivo y estadísticamente significativo al 5 %, con y sin variables socioeconómicas, lo que sugiere que la probabilidad de empleo cambió de manera positiva en el grupo de tratamiento con respecto al grupo de control luego de la puesta en marcha del sistema. En el siguiente panel se presentan los resultados para la formalización; en este caso los resultados son similares al anterior, pues concluyen que la probabilidad de empleo formal cambió de forma positiva para el grupo de tratamiento en relación con grupo control, lo que indica que el sistema ha influido en la formalización del empleo.

**Tabla 1.** *Resultados coeficiente de diferencias en diferencias*

| Variables dependientes | | Características socioeconómicas | |
|---|---|---|---|
| | | No | Sí |
| *Empleo* | | | |
| Cambios en el número de empleados 2014 vs 2010 | Coeficiente | 0,0367 | 0,0353 |
| | Error estándar | 0,0152 | 0,015 |
| | Valor-p | (0,016)** | (0,019)** |
| *Formalidad* | | | |
| Cambios en el número de empleo formal 2014 vs 2010 | Coeficiente | 0,0226 | 0,0212 |
| | Error estándar | 0,01023 | 0,01010 |
| | Valor-p | (0,027)** | (0,035)** |
| *Horas trabajadas semanalmente* | | | |
| Cambios en el número promedio de horas trabajadas 2014 vs 2010 | Coeficiente | 1,5978 | 1,5907 |
| | Error estándar | 0,8959 | 0,0893 |
| | Valor-p | (0,075)* | 0,075* |
| *Subempleo* | | | |
| Cambios en el número de subempleos por insuficiencia de horas 2014 vs 2010 | Coeficiente | -0,0423** | -0,0401* |
| | Error estándar | 0,0207 | 0,0206 |
| | Valor-p | (0,040)** | (0,051)* |

*Nota:* La significancia estadística es denotada como: ***p<0,1, **p<0,5,*p<0,1.
*Fuente:* elaboración propia.

En el tercer panel se analiza el número promedio de horas trabajadas semanalmente, y se concluye, con un coeficiente $\delta_1$ positivo al 10 % de significancia estadística, que esta variable aumenta más rápidamente para el grupo de tratamiento que para el grupo de control.

Los resultados para el subempleo por insuficiencia de horas se reportan en el cuarto panel. El coeficiente negativo indica una disminución más pronunciada en el grupo de tratamiento en relación con el grupo de control, pues disminuye su significancia estadística del 5 % al 10 % cuando se incluyen regresores socioeconómicos.

## Conclusiones

Esta investigación presentó una evaluación de impacto del sistema Metroplús sobre la ocupación, el empleo formal y el subempleo para algunos barrios de las comunas Manrique y Aranjuez de la ciudad de Medellín, antes y después de la ejecución del sistema. La hipótesis que se contrastó fue la del desajuste espacial, la cual afirma que un desajuste espacial entre los centros

de empleo y las residencias de las personas disminuye la probabilidad de encontrar empleo, lo que a su vez aumenta las fricciones de información. Se usó la metodología de diferencias en diferencias, para medir y luego explicar, una diferencia de medias entre un grupo de control o comparación y un grupo de tratamiento. La escogencia del grupo de control que involucró algunos barrios de las comunas Doce de Octubre y Castilla, ubicados en la ladera noroccidental, se justificó por la presencia de condiciones socioeconómicas y topográficas similares a las del grupo de tratamiento situados en la ladera nororiental de la ciudad.

Los resultados sugieren que el sistema de transporte mejora la probabilidad de estar ocupado, de tener un empleo formal y exhibe un efecto causal con la disminución del subempleo por insuficiencia de horas y el aumento del promedio de horas laboradas semanalmente. Con base en estos resultados se concluye un argumento a favor de este sistema de transporte: Metroplús parece permitir una mayor inserción en el mercado laboral a sus beneficiarios directos. En otras palabras, Metroplús ha disminuido el desajuste espacial entre la población tratada y los centros de empleo.

Se resalta que los estudios presentados en la revisión literaria le dan una importancia significativa a estos sistemas de transporte al intentar medir su efecto sobre alguna variable de política pública que consideren los investigadores como determinante en una ciudad: acceso al mercado laboral por género, valor y uso del suelo, seguridad ciudadana, accidentalidad vial entre otros. Además, estos trabajos han permitido el desarrollo y mejora de técnicas de evaluación de impacto capaces de evaluar una política pública de trascendencia para una ciudad, y que para el hacedor de política, es una señal que permite orientar la inversión de recursos públicos.

Una de las limitaciones que tuvo la realización de este trabajo fue la no disponibilidad de información georreferenciada de los hogares encuestados bajo la referencia COBAMA[11], puesto que la georreferenciación pudo haber sido más estilizada al registrarse con la ubicación exacta de la vivienda. No obstante, la georreferenciación fue realizada por barrios en los grupos de tratamiento y control con la Encuesta de Calidad de Vida de Hogares y Personas,

[11] Código Barrio Manzana

lo que permitió la ventaja de contar con una micro base de datos. A nuestro modo de ver, y con el fin de mejorar la recolección de información para los investigadores interesados en hacer evaluación de impacto a estas políticas públicas, se debe tener un mayor compromiso con la obtención de información por parte de las entidades públicas en el balance de sus programas con el sector académico, ya que los métodos cuantitativos –como diferencias en diferencias, usado en este trabajo– requieren de datos más precisos al momento de reflejar el efecto real de este programa de transporte.

# Anexos

## Anexo 1. *Variables y definiciones*

| Concepto | Descripción | Uso |
|---|---|---|
| Población Económicamente Activa (PEA) | Está constituida por las personas de 10 años y más en la zona urbana y en la zona rural. | Se utiliza para restringir la muestra. |
| Ocupados (OC) | Son las personas que durante el período de referencia se encontraban en una de las siguientes situaciones: ejercieron una actividad en la producción de bienes y servicios de por lo menos una hora remunerada a la semana; los trabajadores familiares sin remuneración y trabajadores familiares sin remuneración en empresas o negocios de otros hogares, que laboraron por lo menos 1 hora a la semana; y las que no trabajaron en la semana de referencia pero tenían un empleo o trabajo (estaban vinculadas a un proceso de producción cualquiera). Además los policías bachilleres y guardas penitenciarios bachilleres que regresan en las noches a sus hogares. | Variable binaria: 1 si el individuo está ocupado y 0 en caso contrario. |
| Empleo informal | Los parámetro para definir este indicador son:<br>1. Los empleados particulares y los obreros que laboran en establecimientos, negocios o empresas que ocupen hasta cinco personas en todas sus agencias y sucursales, incluyendo al patrono y/o socio (no se encontró variable)<br>2. Los trabajadores familiares sin remuneración<br>3. Los trabajadores sin remuneración en empresas o negocios de otros hogares<br>4. Los empleados domésticos<br>5. Los jornaleros o peones<br>6. Los trabajadores por cuenta propia que laboran en establecimientos hasta cinco personas, excepto los independientes profesionales (no se encontró variable) | Variable binaria: 1 si el individuo posee un empleo formal y 0 en caso contrario. |
| Subempleo por insuficiencia de horas | Ocupados que desean trabajar más horas ya sea en su empleo principal o secundario y tienen una jornada inferior a 48 horas semanales. | Variable binaria: 1 si el individuo trabaja más de 48 horas semanales en su trabajo principal y 0 en caso contrario. |
| Número promedio de horas trabajadas semanalmente | No tiene definición propia. En la ECV se les pregunta a los individuos el número de horas trabajadas semanalmente. | Variable continua. |

*Fuente:* elaboración propia con base en las definiciones de *mercado laboral* del DANE.

**Anexo 2.** *Información Encuesta Calidad de Vida*

| Variables Encuesta de Calidad de Vida | Descripción | Tipo |
|---|---|---|
| P_6 | Código de la comuna | Categórica |
| P_7 | Código del barrio o vereda | Categórica |
| P_10 | Estrato de la Vivienda | Categórica |
| P_12 | ¿Cuántas personas componen este hogar? | Continua |
| P_15 | Género | Categórica |
| P_18 | Años cumplidos | Continua |
| P_20 | Estado civil actual | Categórica |
| P_45 | Último nivel de estudio aprobado (Título) | Categórica |
| P_69 | ¿En qué actividad ocupó la mayor parte del tiempo la semana pasada? | Categórica |
| P_70 | ¿Realizó la semana pasada alguna actividad paga por una hora o más? | Categórica |
| P_71 | Aunque no trabajó la semana pasada por una hora o más en forma remunerada, ¿tenía durante esa semana algún trabajo o negocio por el que recibe ingresos? | Categórica |
| P_72 | ¿Trabajó la semana pasada en un negocio familiar por una hora o más, sin que le pagaran? | Categórica |
| P_83 | ¿Cuál es el medio de transporte utilizado predominante para dirigirse al sitio de trabajo? (opciones) | Categórica |
| P_84 | ¿Cuánto tiempo tardan en llegar al sitio de trabajo? | Categórica |
| P_86 | En este trabajo es: (opciones) | Categórica |
| P_87 | ¿Cuánto ganó el mes pasado en este empleo? | Continua |
| P_94 | ¿Cuántas horas a la semana trabaja normalmente en ese trabajo principal? | Continua |
| P_96 | ¿Quiere: trabajar más horas, dedicar más horas al trabajo actual, buscar un trabajo adicional o cambiar su trabajo actual por otro con más horas? | Categórica |

*Fuente:* elaboración propia con base en las Encuestas de Calidad de Vida de Medellín correspondientes a los años 2010 y 2014.

**Anexo 3.** *Demanda de viajes*

| Zona | G* | A** |
|---|---|---|
| Nororiental | 46434 | 15489 |
| Noroccidental | 37298 | 16668 |
| América | 33200 | 25805 |
| Centro | 7409 | 59489 |
| Poblado | 3235 | 25799 |
| Belén - Guayabal | 20955 | 18864 |
| Oriente | 18159 | 4575 |

*Nota:* *Número de viajes Generados. **Número de atracción de viajes.

*Fuente:* elaboración propia con base en "Consideraciones técnicas y recomendaciones generales del proyecto Metroplús" (Transmilenio S.A., 2003).

## **Anexo 4.** *Consideraciones geosféricas como determinantes del trazado*

De acuerdo con las características tectónicas y geomorfológicas se permite conocer las ventajas y desventajas sobre la construcción en los trazados seleccionados, así como sus riesgos.

Con la microzonificación sísmica de Medellín, el corredor de la carrera 80 se ubica esencialmente en zonas de depósitos aluviales y varía de sur a norte su relieve, pasando por pendientes suaves a variables, como lomos redondeados e irregulares, colinas bajas y hasta planicies.

Respecto al corredor de las carreras 45 y 46, se encuentra en una región de depósitos de ladera tipo flujos maduros y aluviales, así como relieves moderados hasta suaves y casi planos. Igualmente, el análisis sobre las distintas unidades geomorfológicas da cuentan de la variación de planicies sobre la carrera 80 abarcando aluviales, depósitos de vertiente, abanicos aluviales, vertientes suaves y empinadas. Por otra parte, los trazados sobre las carreras 45 y 46 presentan inclinaciones menores a los 5 grados y vertientes más suaves.

Finalmente, se realiza un estudio sobre las zonas de riesgo del municipio de Medellín, en el cual clasifican los barrios por zonas recuperables y no recuperables contemplados en el POT. Las primeras zonas presentan niveles medios o bajos de riesgo que pueden ser mitigados y recuperados con costos económicos, sociales y ambientales aceptables. En contraste, las zonas de riesgo no recuperables son áreas que no pueden ser recuperadas y altamente inseguras. En estos territorios, el POT establece la prohibición de cualquier construcción, obra de infraestructura vial y dotación de servicios públicos; igualmente, la topografía natural del terreno no podrá ser modificada con banqueos, cortes para vías y senderos, movimientos de tierra, depósitos de escombros, explotaciones de canteras, areneras, gravilleras y otras fuentes de material aluvial o de peña. El corredor de la carrera 80, el cual comprende el barrio Kennedy, se presenta como una zona de riesgo no recuperable por lo que la construcción sobre esta zona se ve comprometida.

Se concluye con base en este estudio ambiental, que las condiciones geosféricas hicieron más factible el trazado por la carrera 45, puesto que el trazado alterno no solo presenta una alta variabilidad en su relieve y detención de

depósitos aluviales, sino que también parte de ella se clasifica como zona de riesgo no recuperable.

**Referencias**

Bernal, Raquel & Peña, Ximena (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Bogotá, D.C: Universidad de los Andes.

Bluestone, Barry; Stevenson, Mary & Williams, Russell (2008). *The urban experience: Economics, society, and public policy*. Nueva York: Oxford University Press.

Bocarejo, Juan Pablo; Portilla, Ingrid Joanna; Velásquez, Juan Miguel; Cruz, Mónica Natalia; Peña, Andrés & Oviedo, Daniel Ricardo (2014). "An innovative transit system and its impact on low income users: The case of the Metrocable in Medellín", *Journal of Transport Geography*, Vol. 39, pp. 49-61.

Bocarejo, Juan Pabalo, Portilla, Ingrid Joanna & Pérez, María Angélica (2013). "Impact of Transmilenio on density, land use, and land value in Bogotá", *Research in Transportation Economics*, Vol. 40, No. 1, pp. 78-86.

Cervero, Robert & Kang, Chang Deok (2011). "Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea", *Transport Policy*, Vol. 18, No. 1, pp. 102-116.

Díaz Escobar, Ana María (2015). "Acceso a fuentes de empleo , segregación residencial y resultados laborales de las mujeres en Bogotá". *Documento de trabajo del BID*, No. IDB-WP-566.Banco Interamericano de Desarrollo.

Duque, Juan Carlos; Velásquez, Hermilson & Agudelo, Jorge (2011). "Infraestructura pública y precios de vivienda: una aplicación de regresión ponderada en el contexto de precios hedónicos", *Ecos de Economía*, Vol. 15, No. 33, pp. 95-122.

Galeano Duque, Vanessa (2013). "Localización espacial de la actividad económica en Medellín, 2005-2010. Un enfoque de Economía Urbana", *Ensayos Sobre Política Económica*, Vol. 31, No. 70, pp. 215-266.

Hansen G, Walter (1959). "How Accessibility Shapes Land Use", *Journal of the American Institute of Planners*, Vol. 25, No. 2, pp. 73-76.

Hidalgo, Darío & Gutiérrez, Luis (2013). "BRT and BHLS around the world: Explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding", *Research in Transportation Economics*, Vol. 39, No. 1, pp. 8-13.

Kain, John F. (1968). "Housing Segregation, Negro Employment, and Metropolitan Decentralization", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 82, No. 2, pp. 175-197.

Olarte, Carlos Augusto (2014a). "Are public transport improvements endogenous with respect to employment and income location in a city?". *Documents de travail du Centre d'Economie de la Sorbone*, No. 2014.12. Université Panthéon-Sorbonne, Paris.

Olarte, Carlos Augusto (2014b). "Criminality spread: a "Boomerang effect" of public transport improvements?". *Documents de Travail Du Centre d'Economie de La Sorbonne*, No. 2014.13. Université Panthéon-Sorbonne, Paris.

Perdomo, Jorge & Arzuza, María (2015). "Beneficios económicos de Transmetro sobre la reducción de la accidentalidad vial en el área metropolitana de Barranquilla, Colombia", *Lecturas de Economía*, No. 82, pp. 219-245.