

**Gentrificación en inversiones de transporte  
Desplazamiento de habitantes en la zona de influencia de la  
Primera Línea del Metro de Bogotá**

**Autor**

Carlos Daniel Quintana Acosta

**Asesor**

Paul Andrés Rodríguez Lesmes

**Coasesor**

Jorge Eduardo Pérez Pérez

Trabajo de Tesis presentado para la obtención del título de  
Magíster en Economía



Facultad de Economía  
Universidad del Rosario  
Bogotá D.C., Colombia  
1 de noviembre de 2023

# Gentrificación en inversiones de transporte Desplazamiento de habitantes en la zona de influencia de la Primera Línea del Metro de Bogotá

Carlos Daniel Quintana Acosta\*

1 de noviembre de 2023

## Resumen

La Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) tendrá impacto en la movilidad de la ciudad y en sus dimensiones económica, social y ambiental. La literatura en transporte sugiere que este tipo de proyectos incrementan el valor del suelo en la zona de influencia de la inversión. En Bogotá la hipótesis se ha confirmado con los efectos generados por el sistema de Transmilenio (BRT). Sin embargo, este tipo de inversiones también pueden conllevar un desplazamiento de los habitantes del sector que ven encarecido su costo de vida por los beneficios ofrecidos por el proyecto de transporte y su correspondiente capitalización en el aumento del precio del suelo o en las rentas de las propiedades. En ese sentido, este estudio hace un análisis de diferencias en diferencias para determinar si el anuncio y la construcción del metro de Bogotá ha tenido impacto en los residentes del sector haciéndolos desplazar. Se cuenta con datos de la Encuesta Multipropósito, que incluye variables económicas, sociales y demográficas, para 2011, 2017 y 2021. El análisis permite concluir que luego de la intervención se ha presentado disminución de nuevos moradores y de los valores de arriendo en la ciudad, aunque estos fenómenos no son atribuibles a la PMLB.

**Clasificación JEL:** R23, R32, R42

**Palabras clave:** Metro de Bogotá, Precios del Suelo, Gentrificación, Diferencias en Diferencias

---

\* Candidato a Magíster en Economía, Facultad de Economía, Universidad del Rosario. Profesional en Gestión y Desarrollo Urbanos, Universidad del Rosario.  
Email: carlos.quintana@urosario.edu.co

## **Abstract**

The Line 1 of the Bogotá Metro (PLMB) will have an impact on the city's mobility and its economic, social and environmental dimensions. Transportation literature suggests that this type of project increases the value of land in the area of influence of the investment. In Bogotá, this hypothesis has been confirmed by the effects generated by the Transmilenio (BRT) system. However, this type of investment can also lead to a displacement of the sector's inhabitants, who see their cost of living increase due to the benefits offered by the transportation project and its corresponding capitalization in the increase of land prices or property rents. This study makes a difference-in-differences analysis to determine if the announcement and construction of the Line 1 of the Bogotá Metro has an impact on the residents of the sector, causing them to be displaced. The study uses data from the Multipurpose Survey, which includes economic, social and demographic variables for 2011, 2017 and 2021. The analysis allows concluding that after the intervention there has been a decrease in the number of new residents and rental values in the city, although these phenomena are not attributable to the PMLB.

**JEL Classification:** R23, R32, R42

**Keywords:** Bogotá Metro, Land Value, Gentrification, Difference-in-Differences

# 1. Introducción

La Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) es una de las mayores inversiones en transporte que ha realizado la ciudad en su historia. Esta contará con una extensión de 23,9 kilómetros, 16 estaciones y movilizará más de un millón de pasajeros al día beneficiando a 78 barrios de 9 localidades de la ciudad (Metro de Bogotá, 2023). Su recorrido se caracteriza por atravesar la ciudad de occidente a oriente, conectando barrios de menores ingresos en la periferia suroccidental de la ciudad con los principales centros económicos y de empleo en el sector central de Bogotá. Se cumple así con uno de los principales objetivos de las inversiones en transporte que es la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la zona de influencia a través del aumento de su accesibilidad a servicios más cualificados y más oferta de empleo, llegando en menos tiempo a zonas de la ciudad que reúnen estas características (Cervero & Duncan, 2002; Debrezion et al., 2011).

Además de resolver los problemas de movilidad y reducir los tiempos de viaje, este tipo de proyectos conllevan grandes impactos económicos, sociales y ambientales para la ciudad, destacándose entre otros los efectos en el mercado laboral (Pérez et al., 2022; Zárate, 2019). Otro de los impactos más resaltados en la literatura es el aumento de los precios del suelo en el entorno de la línea de transporte y los fenómenos de desplazamiento de habitantes derivados de ese aumento de precios (Kahn, 2007; Padeiro et al., 2019). Autores como Jones y Ley (2016) y Lung-Amam et al. (2019) muestran cómo se da este fenómeno de gentrificación asociada al transporte en ciudades como Vancouver y Washington D.C. respectivamente. El presente trabajo tiene como objetivo mostrar si el anuncio y el proceso de construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá han provocado fenómenos de desplazamiento de los habitantes de la zona de influencia del proyecto.

Con el fin de estudiar ese impacto se va a realizar un análisis de diferencias en diferencias. Se usan datos de la Encuesta Multipropósito de Bogotá de los años 2011, 2017 y 2021 para evaluar si la inversión generó mayor llegada de nuevos moradores y revisar cómo se comportaron los precios de los arriendos a lo largo del corredor. El tratamiento en este caso es el proyecto de la PLMB, se usa como grupo de tratamiento aquellos individuos que se encuentran en las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) contiguas al trazado de la PLMB (22 UPZ) y como grupo de control las UPZ que no se encuentran

aledañas (66 UPZ). Con respecto a la temporalidad, se toma como momento de intervención el 2019, momento donde se adjudica la construcción de la PLMB y se inician los trabajos a lo largo del corredor. De esta forma, se puede conocer la proporción de nuevos moradores y los precios de arriendo antes y después de la intervención de la PLMB.

La Encuesta Multipropósito, realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá (SDP), permite conocer en que zona de la ciudad vive el individuo cuando responde la encuesta y si siempre ha vivido ahí o si proviene de otro lugar. Este grado de detalle permite conocer si al corredor de la PLMB han llegado nuevos moradores y en qué proporción se ha dado este fenómeno. Además, la encuesta incluye otro tipo de variables socioeconómicas que permiten caracterizar tanto a los individuos del grupo de tratamiento como a los de control, esto permite estimar si la condición de nuevo morador obedece a la construcción de la PLMB o si puede estar relacionada con otras variables.

En la última década son varios los trabajos académicos que han tenido como objeto de estudio la Primera Línea del Metro de Bogotá <sup>1</sup>. Uno de los temas más recurrentes es el cambio de precios del suelo (Chavez Briceño & Charry Ballesteros, 2017; Lizarazo Cuéllar et al., 2012; López Rojas, Britto Nuñez et al., 2015; Urrutia Riveros, 2020). Por un lado, el trabajo de Urrutia Riveros (2020) concluye que "para apartamentos y casas que se encuentran en un radio de 1 kilómetro de cercanía a una futura estación del metro se observa un incremento de 5.7% y 6.9% respectivamente" de los precios de las viviendas. Por otro lado, Chavez Briceño y Charry Ballesteros (2017) determinan que la PLMB "puede generar un impacto negativo sobre los predios en el área de influencia de hasta 1.500 metros con actividades económicas residencial y comercial y de servicios". Este resultado, contrario al presentado posteriormente por Urrutia Riveros (2020), permite demostrar lo complejo

---

<sup>1</sup>Desde la dimensión técnica se han estudiado temas como características constructivas, diseño de ingeniería, implantaciones específicas en estaciones puntuales, conexiones con otros modos de transporte y afectación predial (Beltrán Torres, 2020; Medrano Gamboa, 2019; Patiño-Barrera, 2018; Pérez Vides et al., 2020; Pinto-Reyes, 2016; Rios Tiusabá, 2015; Rojas-Benavides & González-Aguirre, 2015). Desde la dimensión de gestión administrativa se ha analizado el cumplimiento de los requisitos técnicos, financieros y operativos derivados de las autoridades locales y de la banca multilateral (Cuadros Pantoja, 2021; Escalante Sánchez, 2022; Jiménez Castro, Barrera Amaya et al., 2021; Ortiz Zabala, 2021)

del análisis y la atención que se debe prestar a la metodología seleccionada.

Con respecto a otros impactos de la PLMB, hay trabajos que estudian la percepción de los habitantes del sector, que reconstruyen los procesos de organización social o que muestran impactos ambientales (Ardila Camargo et al., 2022; Morales Romero, 2021; Olarte Quiñones, 2022). No obstante, no existen hasta el momento trabajos que estimen el efecto que el proyecto de transporte tiene en el desplazamiento de los residentes de la zona de influencia del metro. El presente trabajo cobra una gran importancia al ser el primero de este tipo en la ciudad que tiene en cuenta un fenómeno como la gentrificación en el marco de un proyecto de transporte de escala metropolitana como lo es la Primera Línea del Metro de Bogotá.

Tras hacer una descripción de los datos, mostrando cuántos individuos se analizan y cómo se distribuyen estos en los grupo de tratamiento y control, se presentan los resultados del estudio. Los resultados incluyen el análisis de diferencias en diferencias, una variación del mismo ajustando el grupo de control y un ejercicio final de ajuste a través de *matching* para hacer la regresión. Se determina que no existe significancia estadística para afirmar que los fenómenos evidenciados se pueden atribuir a la línea de metro. De forma específica, se muestra cómo después del periodo de intervención se ha reducido el número de nuevos moradores pasando del 8,44 % al 5,72 % y ha bajado el valor del arriendo medido en salarios mínimos vigentes del año estudiado de 0,91 a 0,84 entre 2017 y 2021 en ambos indicadores. No obstante, estas dinámicas son generales de ciudad y se ven reflejadas tanto en los grupos de tratamiento como de control.

## 2. Revisión de literatura y aproximación conceptual

La Primera Línea del Metro de Bogotá es una inversión en transporte que acarrea también consecuencias inmobiliarias, económicas y sociales para la ciudad y para la región. En ese sentido, se hará una revisión de literatura sobre el impacto de las inversiones en transporte, incluyendo contenido específico del impacto que otras inversiones han tenido en Bogotá.

### *Impacto de las inversiones en transporte*

Existe una relación entre las inversiones en transporte y el desarrollo urbano, por esta razón el mercado suele responder a este tipo de iniciativas que buscan mejorar la movilidad de los habitantes de una ciudad (Bocarejo et al., 2013; Cervero & Duncan, 2002; Cervero & Kang, 2011; Debrezion et al., 2011; Marin & Contreras, 2014; Munoz-Raskin, 2010; Rodriguez et al., 2016). Si bien los efectos de la inversión en transporte no son inmediatos, dado que se requieren de unas condiciones de sitio específicas (Zhang & Wang, 2013), sí existe un consenso sobre la estrecha relación entre las inversiones y las consecuencias que estas generan, ya sea por efecto directo o por efectos de derrame o proximidad.

Una de las consecuencias más estudiadas de las inversiones en transporte en el desarrollo urbano es el aumento de los precios del suelo en la zona de influencia de la inversión, principalmente alrededor de las estaciones (Cervero & Kang, 2011; Cohen & Brown, 2017; Ingvardson & Nielsen, 2018; Perdomo, 2011; Rodriguez et al., 2016; Rodriguez & Targa, 2004; Urrutia Riveros, 2020). Además, otros de los impactos son el cambio de los usos del suelo (Cervero & Duncan, 2002; Cohen & Brown, 2017; Debrezion et al., 2011) y el aumento de la densidad poblacional en el entorno (Bocarejo et al., 2013; Cervero & Kang, 2011; Rodriguez et al., 2016).

En el caso específico de Bogotá, los estudios sobre impacto de las inversiones en transporte se han basado en el principal y único sistema de transporte masivo que tiene la ciudad que es Transmilenio, el cual es de tipo BRT (*Bus Rapid Transit*, bus de tránsito rápido). Con respecto al impacto que Transmilenio tuvo en Bogotá, Bocarejo et al. (2013) concluyen que hay evidencia empírica de que la introducción de los nuevos corredores de BRT indujo una respuesta positiva del mercado inmobiliario que tuvo aumento de los precios del suelo y cambios en los usos del suelo y en la intensidad de estos usos.

En otra aproximación, Munoz-Raskin (2010) estudia la relación entre la accesibilidad peatonal a las estaciones de Transmilenio y el valor de las propiedades. El autor concluye que el mercado inmobiliario valora mejor las propiedades que se encuentran próximas a las principales líneas alimentadoras del sistema, estas conclusiones son acordes con los estudios que al respecto

hace también Perdomo (2011) para Bogotá. Por su parte, Rodríguez y Targa (2004) buscaron determinar cómo se capitalizaba la cercanía a las estaciones del sistema BRT de Transmilenio a través de los precios del suelo. Los autores señalan que el mercado inmobiliario bogotano presenta aumento de precios y mayor valoración de la proximidad a las estaciones en viviendas multifamiliares.

La explicación para el aumento de precios del suelo derivado de la cercanía a las estaciones de un sistema de transporte masivo se basa en varios argumentos. El primero es que los sistemas de transporte masivo permiten acceder a centros de comercio y empleo ahorrando tiempo en desplazamientos y tráfico (Cohen & Brown, 2017; Ingvardson & Nielsen, 2018). Esto contribuye a las economías de aglomeración y a la mejor valoración por parte de las personas que no quieren gastar tiempo en el tráfico. En línea con lo anterior, el segundo argumento es que la concentración de personas permite ventajas comerciales al tener un mayor número potencial de usuarios, por eso los usos comerciales alrededor de las estaciones suelen reflejar los mayores aumentos en los precios del suelo (Bocarejo et al., 2013; Debrezion et al., 2011).

La tercera razón que explica el aumento de los precios del suelo en el entorno de las inversiones de transporte es la escasez o finitud del suelo. En un mercado competitivo tanto los hogares como las firmas pujan por acceder a los beneficios de localización, los cuales se ven capitalizados de forma directa a través de los precios del suelo (Cervero & Duncan, 2002; Marin & Contreras, 2014). Lo anterior genera mayor interés en los inversionistas que ven las zonas aledañas a las inversiones en transporte como potenciales nuevos proyectos inmobiliarios (Cervero & Kang, 2011; Cohen & Brown, 2017; Ingvardson & Nielsen, 2018; Rayle, 2015; Zhang & Wang, 2013).

### ***Desplazamiento de habitantes en sectores de influencia de las inversiones en transporte***

Los desarrollos orientados al transporte se han mostrado como una solución de transporte idónea para mejorar la movilidad y la calidad de vida de las personas a través de la reducción de los tiempos de viaje (Jones & Ley, 2016; Rayle, 2015). No obstante, la tendencia de subida de precios del suelo, así como del cambio de los usos de suelo en el entorno de las estaciones, puede derivar en fenómenos como la gentrificación. Para efectos del estudio

se entiende esta dinámica como el desplazamiento de los habitantes de un sector por un grupo socioeconómico que cuenta con mayor poder adquisitivo, movimiento que se da en un tiempo relativamente corto dada la aparición de características que hacen que se dificulte mantener las mismas condiciones de vida en un barrio o sector (Jones & Ley, 2016; Lung-Amam et al., 2019; Padeiro et al., 2019).

Sumado a lo anterior, el cambio en las características no se da solo en términos del poder adquisitivo del grupo poblacional desplazado, sino que además tiene incidencia en otras variables como las condiciones de empleo y educación. Es decir, los grupos con menor poder adquisitivo que son desplazados tienden ser aquellos con condiciones de trabajo de baja calidad o con menor nivel educativo frente al resto de la ciudad. Este punto implica una contradicción en los objetivos de las inversiones de transporte que tradicionalmente se planean como un vehículo para mejorar la accesibilidad a oportunidades de empleo y educación a los sectores más vulnerables de la ciudad. Como parte del presente estudio se caracterizan este tipo de variables en la población analizada.

En palabras de Kahn (2007), la gentrificación asociada a proyectos de transporte comienza por el hecho de que ahora las personas que viven en los entornos más cercanos a las estaciones tienen un menor costo de transporte. Ese menor costo se da tanto en términos de dinero como en tiempo. Si las personas con mayor poder adquisitivo notan que su utilidad marginal puede aumentar por estar cerca de las estaciones de transporte masivo, estas tendrán un incentivo para situarse en estos lugares (Kahn, 2007; Padeiro et al., 2019). Es un efecto multiplicador donde la mayor utilidad de contar con transporte de calidad y cercano contribuye al encarecimiento de la vida del sector y al mejoramiento de las condiciones urbanísticas (Padeiro et al., 2019).

En relación con la evidencia empírica que demuestra cómo se ha dado este fenómeno, existen varios ejemplos. Por un lado, Jones y Ley (2016) muestran el caso de barrios residenciales cercanos al metro de Vancouver. Por su parte, Lung-Amam et al. (2019) tratan el caso de unos suburbios al interior de Washington D.C. en los que se da gentrificación asociada a la inversión en una nueva línea de transporte.

Uno de los estudios sistemáticos que se encuentra es el de Kahn (2007) que estudia 14 ciudades estadounidenses entre 1970 y 1990. El autor concluye que existe un aumento de los precios del suelo alrededor de las estaciones. Otra aproximación sistemática más reciente a este fenómeno es la ofrecida por Padeiro et al. (2019) quienes estudiaron 35 estudios publicados entre 2000 y 2018. Para estos autores existen elementos que soportan la hipótesis de la gentrificación asociada a las inversiones en transporte. Sin embargo, cuestionan la validez de los resultados de un buen número de estudios debido a que tienen problemas metodológicos importantes.

Ante ese panorama, autores como Rayle (2015) proponen cuatro hipótesis que pueden explicar algunas deficiencias en los resultados. Estas se mencionan dado que son tenidas en cuenta como parte integral del presente estudio para corregir estas falencias desde la aproximación metodológica usada. La primera es que la mayoría de estudios tienen una temporalidad muy acotada. La segunda es que los estudios se centran solo en desplazamientos físicos, sin tener en cuenta consecuencias sociales o psicológicas en las comunidades. La tercera es que quizás la reducción en los costos de transporte compensa el aumento en los precios de la vivienda. Por último, la cuarta hipótesis es que realmente el desplazamiento no se da.

En la revisión de literatura se muestra que es común hallar estudios o discusiones que soportan la hipótesis de la gentrificación inducida por las inversiones en transporte. No obstante, como se concluía antes, la hipótesis debe ser evaluada de forma específica para cada contexto, teniendo en cuenta las particularidades de cada ciudad. En ese sentido, este trabajo busca brindar ese aporte analizando el caso específico de Bogotá para descubrir si existe gentrificación derivada del proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá. Se analizarán dos hipótesis, la primera es la que asegura que el porcentaje de nuevos moradores en la zona de influencia del metro aumenta y la segunda es la que espera que el valor pagado en arriendo o cuota de amortización de crédito hipotecario en la zona de intervención sea más alto.

### 3. Metodología de Análisis

Dado el objetivo de este estudio, se llevará a cabo un análisis de diferencias en diferencias. Este tipo de análisis permite identificar el efecto de una intervención o política, en este caso la construcción de la línea de metro, en los individuos observados a través de cortes en el tiempo. Para efectos de este estudio se cuenta con información de tres momentos: 2011, 2017 y 2021<sup>2</sup>. En la siguiente sección de *datos* se especifica con mayor detalle los datos usados.

Este estudio toma como referencia los estudios de Bocarejo et al. (2013) y Tsivanidis (2019) en los que se analiza el impacto del BRT en Bogotá, teniendo en cuenta los cambios en variables como el ingreso y la accesibilidad de los individuos a lo largo del tiempo. De forma específica se toma la misma ecuación usada por Bocarejo et al. (2013), dado que los autores presentan también un análisis de diferencias en diferencias en Bogotá, solo que este está ligado a una intervención del tipo BRT y a un momento distinto. Un aspecto central es que el análisis de diferencias permite contrastar grupos que reciben el impacto de la intervención, tratamiento, y grupos que no, control. Es decir, se puede evidenciar el impacto puntual de una inversión en transporte.

La dimensión de **tiempo** está dada por el momento en el que se hace la encuesta y el individuo la responde. En este caso se tiene que  $t$  puede ser 2011, 2017 o 2021. La dimensión de **lugar** es la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ), esta delimitación territorial era usada por la administración de la ciudad para temas de planeación territorial, norma urbana y estudios sociodemográficos. Todas las manzanas de la ciudad están asociadas a una UPZ y comparten características urbanas y socioeconómicas similares con las otras manzanas de la misma UPZ. La dimensión  $l$  de lugar puede tener el valor de cualquiera de las 112 UPZ de la ciudad. Trabajos como el de Bocarejo et al. (2013) y Tsivanidis (2019) también usan la agrupación de datos por UPZ para sus análisis. En el caso de Bocarejo et al. (2013) los resultados y mapas analizados usan esta misma delimitación. Por su parte, Tsivanidis (2019) menciona que la información sobre desplazamientos y orígenes y destinos de los viajes que usa en su estudio está detallada a nivel de UPZ.

---

<sup>2</sup>A pesar de que la Encuesta Multipropósito se ha realizado en 2011, 2014, 2017 y 2021, no se pudo tener acceso a la información que permitiera analizar las encuestas a nivel de UPZ para el año 2014.

El análisis de diferencias en diferencias tiene la siguiente expresión:

$$y_{ilt} = \beta_0 + \beta_1 \text{Después}_t * \text{Tratada}_l + \beta_2 X_{ilt} + \gamma_l + \gamma_t + \varepsilon_{ilt} \quad (1)$$

Donde:

$y_{ilt}$ : es la variable dependiente, siendo  $y$  la variable binaria **nuevo morador** que refleja si alguien es un nuevo morador en la zona o no,  $i$  el individuo,  $t$  el periodo estudiado y  $l$  el lugar donde se encuentra el individuo observado (en este caso la UPZ en la que habita cuando respondió la encuesta).

$\beta_0$ : es la constante.

*Después*: es una variable *dummy* que toma el valor de 1 si la observación se da después del momento de intervención.

*Tratada*: muestra si el individuo hace parte del tratamiento, tomando el valor de 1 si hace parte de ese grupo<sup>3</sup>. La variable se muestra como **metro**.

$X$ : reúne las características observables del individuo. Son covariables que pueden estar asociadas a la variable dependiente como lo son las variables **conjunto cerrado, casa, apto, estrato, uso no residencial, contrato y nivel educativo**, estas se explican a profundidad en la sección de *datos*.

$\varepsilon$ : refleja todas las características no observables que componen el término de error. Los errores se corrigen por *cluster* a nivel de UPZ.

### ***Potenciales grupos de comparación***

Se usará como grupo de tratamiento las UPZ que se encuentran en la zona de influencia directa de la Primera Línea del Metro de Bogotá, es decir, las UPZ que se encuentran en el recorrido<sup>4</sup>. En ese sentido, la variable **metro** (que se muestra como *Tratada* en la ecuación 1) tiene el valor de 1 cuando

---

<sup>3</sup>Se tienen tres momentos de medición en el tiempo (2011, 2017 y 2021) y se cuenta con un momento de intervención entre el segundo y tercer momento de medición (2019). En **2019** se hizo adjudicación del contrato de concesión para la construcción, suministro, operación y mantenimiento de la PLMB- Tramo 1 (Metro de Bogotá, [2023](#)). Este hito se considera la materialización e inicio de la obra. Se considera oportuno usar este momento dado que como demuestra Urrutia Riveros (2020) en su trabajo, luego de esta adjudicación hay un aumento significativo de las búsquedas en Google, mostrando así un mayor conocimiento por parte de los ciudadanos. Además, a partir de este año se iniciaron las obras de demolición de predios a lo largo del trazado, así como de construcción de pilotes y del patio taller del Metro, por lo que se deduce que la ciudadanía ve materializados los primeros efectos de la obra.

<sup>4</sup>Los datos disponibles, de acceso público, no permiten tener un nivel de desagregación menor al de la UPZ. Se usa esta escala dado que es la mínima escala de análisis disponible.

la observación es de alguna de estas UPZ. En el Mapa 1 se puede observar el trazado de la PLMB y las UPZ que son consideradas de tratamiento (se muestran en verde las UPZ PLMB, para ver el listado de UPZ ver el Anexo A).

Con respecto al grupo de control se tendrán en cuenta tres alternativas para conformar este grupo. Se hará un análisis de diferencias en diferencias comparando el grupo de Tratamiento con cada alternativa del grupo de control, donde la variable **Tratada** = 0. Las tres alternativas son:

1. **UPZ Bogotá:** Corresponde a todas las UPZ que no conforman el grupo de tratamiento, es decir, las que no están en la zona de influencia de la PLMB.
2. **UPZ SLMB:** Este grupo de control contiene solo las UPZ que están en la zona de influencia del trazado de la Segunda Línea del Metro de Bogotá (SMLB) (se muestran en naranja en el mapa 1). El objetivo de esta alternativa es tener un grupo de control mucho más parecido al grupo de tratamiento. Además, dado que el anuncio de esta línea es posterior al año de tratamiento se asume que este grupo de control no tiene problemas de datos influenciados por el anuncio de la inversión en transporte.

El trazado de la segunda línea es similar al de la primera línea en la medida que conecta zonas periféricas del occidente de la ciudad con las zonas de empleo y servicios que se concentran en el sector oriental de Bogotá. Como parte de este escenario de análisis se excluyen de este estudio las UPZ de **El Refugio (817)**, **Chicó Lago (817)** y **Los Alcázares (98)** dado que estas están en la zona de influencia de ambas líneas de metro (Ver mapa 1).

3. **UPZ Bogotá con Matching:** luego de los análisis generales y de los realizados acotando el grupo de control a las UPZ de la SMLB, se presentan nuevamente los análisis de las UPZ Bogotá, esta vez haciendo uso del *matching*. Se estima la ecuación (1) utilizando los pesos derivados del emparejamiento a nivel de UPZ resultantes de usar un *kernel matching* donde cada sujeto tratado es emparejado con la media ponderada de los sujetos de control. El *matching* balancea las observaciones

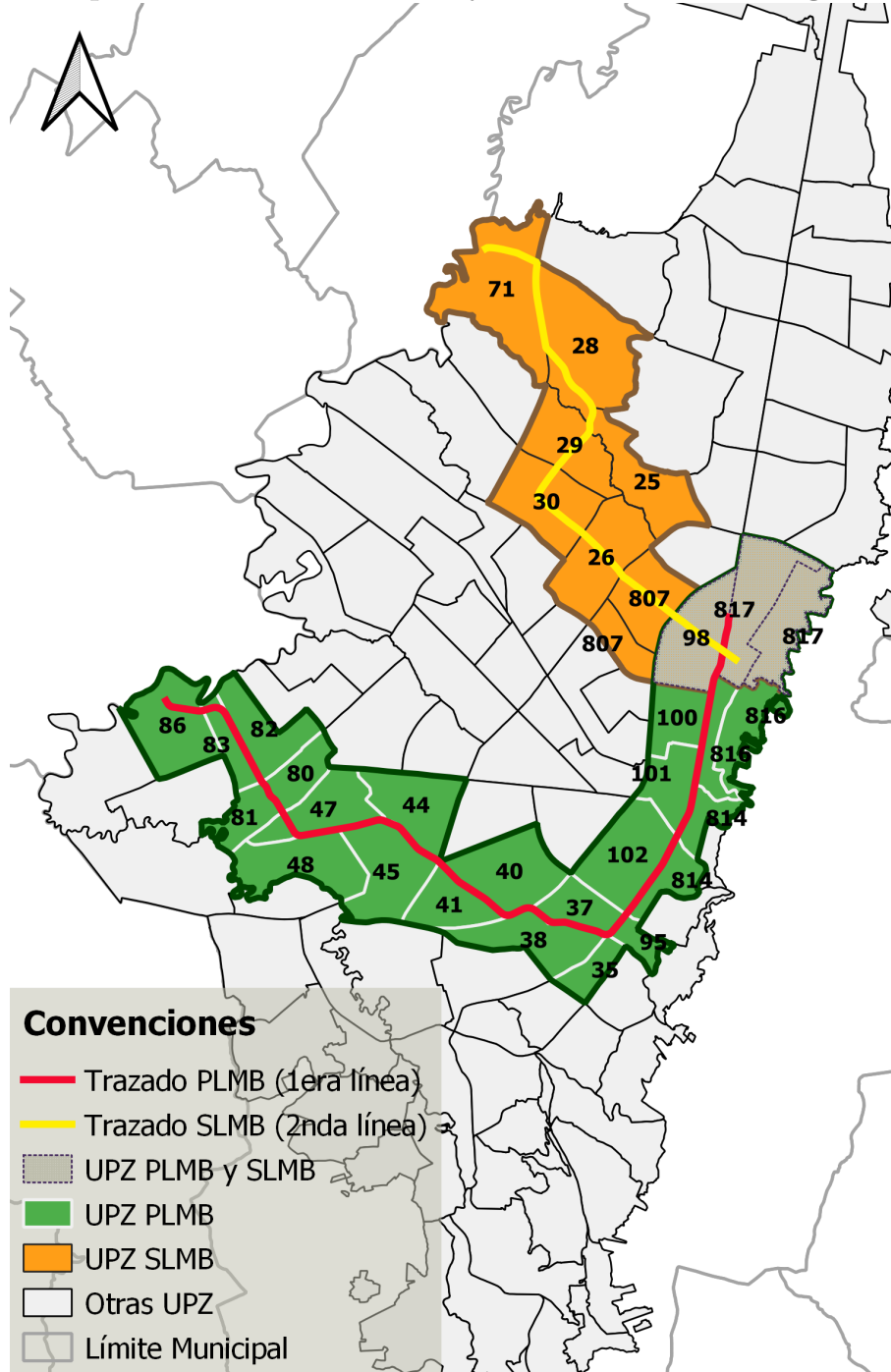
*pre* y *post* tratamiento para facilitar su comparación (Otálvaro et al., 2023). El uso de esa técnica en el estudio se da para soportar y comprobar los resultados generales que permitan validar las conclusiones sobre el supuesto de tendencias paralelas. En el contexto del análisis realizado el *matching* flexibiliza el supuesto de tendencias paralelas para que la tendencia no observada del resultado sea independiente del tratamiento (Heckman et al., 1997) (El anexo B muestra la distribución de pesos resultantes del *matching* para las UPZ según los datos de 2011).

De forma específica, los pasos que se siguieron para hacer el *matching* en el presente estudio son los siguientes:

- a) Se asigna el tratamiento a las observaciones del 2011 en lugar de usar las observaciones del 2021.
- b) Se agrupan las observaciones para tener registros únicos de cada UPZ en cada año observado (2011, 2017 y 2021), distinguiendo también las UPZ objeto de tratamiento y de control. Esto permite tener en cada fila una combinatoria única de UPZ, año y tratamiento.
- c) A través del uso del comando ***psmatch2*** en *stata* se hace un *kernel matching* en el que se obtienen pesos para cada una de las observaciones.
- d) De acuerdo a la combinatoria de UPZ, año y tratamiento se le asigna a cada uno de los individuos analizados el peso correspondiente derivado del *kernel matching*.
- e) Se realizan las regresiones con las tres variables estudiadas balanceando el análisis con los pesos asignados a cada uno de los individuos de acuerdo a su UPZ, año de observación y si hace parte del tratamiento o no. Esto permite dar mayor prevalencia a las áreas de tratamiento.

Los resultados y el peso asignado a cada una de las UPZ de 2011 se puede observar en el Anexo B.

Mapa 1. Delimitación UPZ y Líneas de Metro Bogotá



## 4. Datos

Para llevar a cabo el análisis se usarán las bases de datos de la Encuesta Multipropósito de Bogotá. Esta operación estadística es realizada entre el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Secretaría de Planeación de Bogotá (SDP) con el fin de obtener datos sobre variables socioeconómicas y condiciones de vida de los habitantes de Bogotá y sus municipios aledaños. Entre otros temas la encuesta cubre dimensiones tales como composición demográfica, descripción de la fuerza de trabajo, datos de las viviendas y gastos e ingresos de los hogares.

Se elige esta base de datos como fuente de análisis dado que cuenta con el mayor detalle estadístico para Bogotá, ciudad que es objeto de estudio. El nivel de información permite desagregar los datos por zonas de la ciudad incluyendo múltiples variables para los individuos observados. Además, dado que la encuesta es conducida por la autoridad estadística del país, junto con una entidad técnica de la ciudad, se aseguran requerimientos de muestreo, recolección y procesamiento de los datos.

Con respecto a la variable  $t$  de tiempo, se cuenta con la Encuesta Multipropósito de 2011, 2017 y 2021, permitiendo así tener información de varios momentos en el tiempo con una frecuencia mayor que la de otros ejercicios estadísticos como el Censo Nacional de Población y Vivienda (los últimos realizados en 2005 y 2018). Se debe aclarar que en cada momento la encuesta pudo ser respondida por individuos diferentes, es decir, no se observan los mismos individuos a lo largo del tiempo. Se hará uso de las encuestas de 2011, 2017 y 2021 para el análisis de diferencias en diferencias, esto en función del nivel de agrupación espacial con el que se analizarán los datos (UPZ).

La información de la Encuesta Multipropósito está disponible a nivel de vivienda, hogar y persona dependiendo de la variable analizada. A continuación se muestra el número de observaciones por unidad de análisis, por tipo de UPZ y por año:

		<b>2011</b>	<b>2017</b>	<b>2021</b>	<b>Total</b>
	<i>No. UPZ</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	
<b>UPZ</b>	<i>Viviendas</i>	3.298	16.518	18.417	<b>38.233</b>
<b>PMLB</b>	<i>Hogares</i>	3.911	17.042	18.529	<b>39.482</b>
	<i>Personas</i>	12.128	47.799	48.166	<b>108.093</b>
	<i>No. UPZ</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	
<b>UPZ</b>	<i>Viviendas</i>	896	4.660	4.935	<b>10.491</b>
<b>SMLB</b>	<i>Hogares</i>	1.116	4.850	4.998	<b>10.964</b>
	<i>Personas</i>	3.739	14.424	13.927	<b>32.090</b>
	<i>No. UPZ</i>	<i>63</i>	<i>63</i>	<i>63</i>	
<b>UPZ</b>	<i>Viviendas</i>	8.324	48.665	53.381	<b>110.370</b>
<b>Bogotá</b>	<i>Hogares</i>	10.110	50.700	53.709	<b>114.519</b>
	<i>Personas</i>	34.021	145.965	147.002	<b>326.988</b>
	<i>No. UPZ</i>	<i>89</i>	<i>89</i>	<i>89</i>	
<b>Total</b>	<i>Viviendas</i>	<b>12.518</b>	<b>69.843</b>	<b>76.733</b>	<b>159.094</b>
	<i>Hogares</i>	<b>15.137</b>	<b>72.592</b>	<b>77.236</b>	<b>164.965</b>
	<i>Personas</i>	<b>49.888</b>	<b>208.188</b>	<b>209.095</b>	<b>467.171</b>

**Cuadro 1: Número de observaciones por unidad de análisis y año**

En los datos se muestra que existen observaciones en la unidad de análisis de vivienda, hogar y persona para los tres grupos de UPZ y para cada uno de los años objeto de estudio. En promedio, analizando los datos generales, se evidencia una densidad habitacional promedio de 2,86 personas por hogar. También, se señala el hecho de que las UPZ de Control que no pertenecen a ninguna línea del metro de Bogotá cuentan con más observaciones, esto es un hecho normal dada la distribución de las UPZ (Ver mapa 1). Se cuenta con información suficiente de todas las UPZ en cada uno de los grupos en cada corte de tiempo.

Con respecto a las variables, en esta sección se explica a profundidad cada una de estas. La variable **nuevo morador** se construye a partir de una pregunta de la Encuesta Multipropósito. Cada individuo responde dónde vivía hace 5 años, si la respuesta es que vivía en otro municipio o en otra localidad de la ciudad se considera que la persona es nuevo morador<sup>5</sup>. En Bogotá,

<sup>5</sup>En el caso de las observaciones de la Encuesta Multipropósito 2021 se usa la variable que le pregunta a las personas donde vivían hace un año, es decir, dónde vivían en el 2020, periodo postratamiento.

la delimitación de mayor a menor escala es localidad, UPZ y barrio, en ese orden. En ese sentido, dado que las UPZ pertenecen a una localidad siendo una subcategoría de estas, si alguien responde que vivía en una localidad distinta a la que vive ahora significa que vivía en otra UPZ y por lo tanto se considera como un nuevo morador. En el caso de la Encuesta Multipropósito de 2011 la variable pregunta hace cuántos años vive la persona en ese lugar, esto permite homologar la pregunta.

Además, se usan una serie de covariables relacionadas a las características de la vivienda que pueden llegar a explicar la llegada de nuevos moradores. El **estrato** corresponde a una clasificación otorgada a la vivienda donde habita el individuo basada en las características físicas y económicas de la manzana en la que se ubica la vivienda. El estrato es un número que puede ir de 1 a 6, siendo 1 asignado a manzanas con características deficitarias o de ingresos bajos y 6 a las manzanas con mejores condiciones urbanas y económicas de la ciudad. A una manzana se le asigna estrato 0 cuando no es una manzana residencial como en el caso de hospitales, escuelas, estaciones de policía, etc., estas no son usadas en el estudio al no contar con uso residencial. En el estudio se agrupan los estratos 1 y 2 como estrato bajo, el 3 y el 4 como estrato medio y el 5 y 6 como estrato alto.

Otra de las covariables usadas es la de **conjunto cerrado** que toma el valor de 1 si la vivienda se encuentra en un conjunto cerrado y 0 si no. En Bogotá que una vivienda se encuentre en conjunto cerrado puede implicar mayor vigilancia, así como mayores costos asociados a gastos de copropiedad. También se usa la variable de **uso no residencial** que es 1 cuando la vivienda, o una parte de esta, tiene un uso comercial o industrial y es 0 cuando su uso es exclusivamente residencial. Se incluye esta variable porque se da a la vivienda una apreciación adicional al convertirse además de un lugar de residencia en una unidad productiva. Por último, con el fin de controlar por la tipología de vivienda se construyen otras dos variables binarias denominadas **casa** y **apto** que tienen el valor de 1 si el tipo de vivienda es casa y apartamento respectivamente y 0 si es una tipología diferente a la de la variable construida.

Por último, con el fin de poder caracterizar las condiciones de empleo y educación de la población se cuenta con las variables **nivel educativo** y **contrato**. Estas son de especial importancia porque permiten determinar si las condiciones de la gentrificación sí se dan con el desplazamiento de perso-

nas de un menor nivel adquisitivo o menor nivel educativo. La variable **nivel educativo** determina el nivel educativo más alto alcanzado por el individuo observado, este puede ser: ninguno, preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, técnico, tecnológica, universitaria completa, universitaria incompleta, posgrado incompleto y posgrado completo. Con respecto a la variable **contrato** esta determina si la persona está empleada de manera formal a través de un contrato laboral escrito o si por el contrario se encuentra en informalidad laboral, lo cual da cuenta de sus condiciones laborales y de si tiene prestaciones de tipo social u otros beneficios económicos.

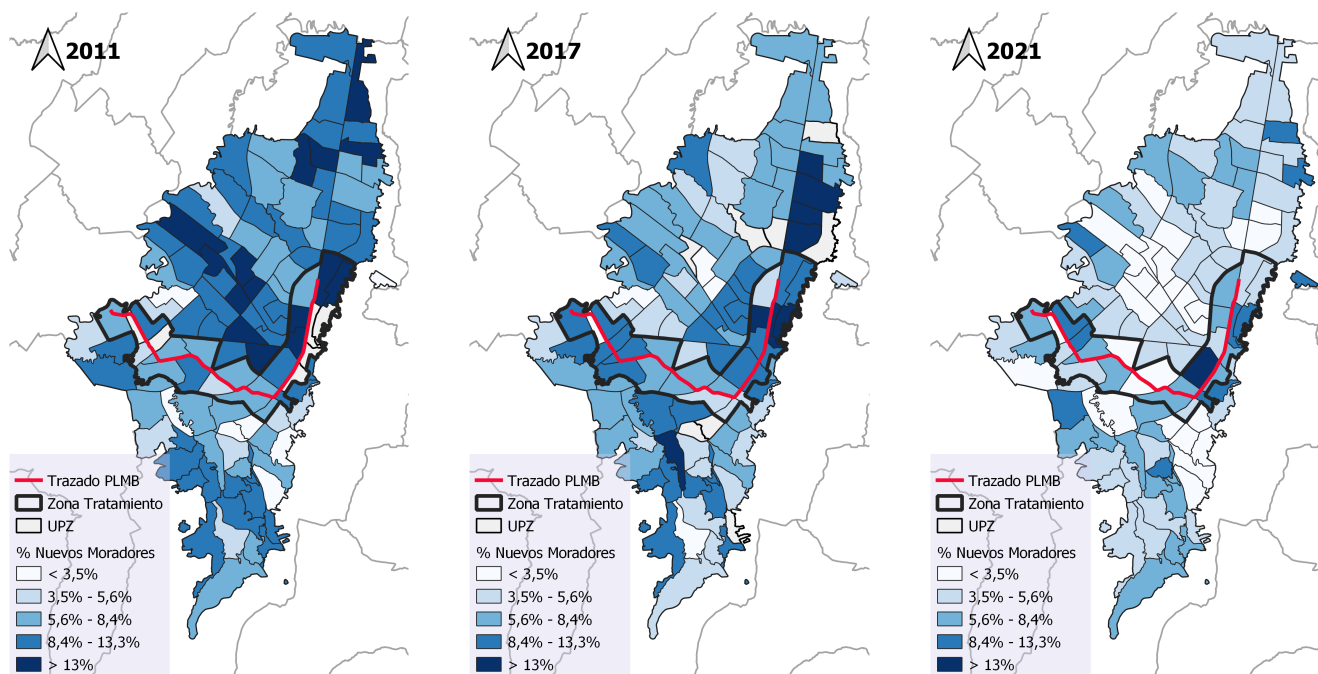
A continuación, se presentan las medias estadísticas correspondientes a las variables usadas en el estudio. Son estudiados aquellos individuos que viven en Bogotá y que cuentan con las variables completas. Se excluyen así los individuos de municipios aledaños y los casos donde hay valores nulos tanto en la respuesta de dónde vive una persona o si es nuevo morador o no.

Variable	2011			2017			2021		
	UPZ PLMB	UPZ SLMB	Otras UPZ	UPZ PLMB	UPZ SLMB	Otras UPZ	UPZ PLMB	UPZ SLMB	Otras UPZ
<i>Nuevo morador</i>	.10108	.07194	.07971	.07983	.07425	.07193	.07550	.04903	.05213
<i>Metro</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Estrato bajo (1-2)</i>	.22419	.29259	.60339	.39431	.32286	.51895	.38338	.31538	.51065
<i>Estrato medio (3-4)</i>	.77292	.70740	.35539	.60432	.67637	.43897	.60862	.68432	.42164
<i>Estrato alto (5-6)</i>	.00288	0	.04120	.00135	.00076	.04207	.00799	.00028	.06769
<i>Conjunto cerrado</i>	.18395	.22733	.21583	.28027	.28175	.39601	.31978	.28200	.41725
<i>Uso no residencial</i>	.20448	.13345	.14905	.07468	.05865	.05843	.05383	.05262	.03569
<i>Casa</i>	.36955	.45520	.44610	.33278	.35981	.33984	.35421	.45660	.38741
<i>Apto</i>	.60216	.50120	.51438	.65195	.61543	.64704	.60360	.52365	.58569
<i>Vive arriendo</i>	.46800	.42444	.41233	.44392	.40737	.40239	.54594	.49594	.46491
<i>Valor arriendo</i>	.83678	.77653	.68543	.93510	.91179	.90502	.85696	.80605	.83887
<i>Paga cuota</i>	.09548	.11339	.10440	.07472	.07438	.10144	.06587	.06561	.08618
<i>Valor cuota</i>	1.0351	.93048	.98480	1.0250	1.2324	1.1161	.97218	1.0167	1.0061

**Cuadro 2: Media por tipo de UPZ y año de variables analizadas**

El análisis con mayor grado de detalles de las covariables **Conjunto Cerrado**, **Uso no Residencial**, **Casa** y **Apto** se encuentra en el Anexo C. La variable **nuevo morador**, con la que se determina si la persona que responde de la encuesta es un morador ya existente en la UPZ, presenta la siguiente distribución por año:

Mapa 2. Distribución nuevos moradores por UPZ y año



Se puede notar que el número general de nuevos moradores en las UPZ de la PLMB cayó en la medición realizada en 2021, pasando de un 10,1 % en 2011 a un 7,55 % en 2021. Las imágenes muestran dónde se dio la concentración principal de nuevos moradores en cada momento, se destaca cierta heterogeneidad en la ciudad e incluso dentro de las mismas UPZ que son objeto de tratamiento.

Ahora bien, es necesario no solo evidenciar el número de nuevos moradores, sino ahondar en las características de estos con el fin de corroborar si el componente social de la gentrificación se da. Por el componente se hace referencia al hecho de que el grupo desplazado tiende a ser un grupo de menor poder adquisitivo con condiciones de educación o trabajo de menor calidad que el grupo de nuevos moradores. En ese sentido, haciendo uso de la variable **nivel educativo**, que refleja el último nivel educativo alcanzado por la persona, se busca determinar si los nuevos moradores cuentan o no con un mayor nivel educativo que el grupo al que llegan.

Nivel Escolar	Tratados	Tratados Nuevos Moradores	Control SLMB	UPZ Bogotá	Bogotá
Ninguno	-0,5 %	-0,3 %	0,0 %	-0,7 %	-0,6 %
Preescolar	-0,1 %	-0,7 %	0,1 %	-0,1 %	-0,1 %
Básica primaria	-3,6 %	-5,5 %	-4,5 %	-7,2 %	-6,1 %
Básica secundaria y media	-0,1 %	-8,2 %	-2,5 %	-5,8 %	-4,2 %
Técnico	0,2 %	4,5 %	1,2 %	1,4 %	1,1 %
Tecnológico	1,5 %	2,4 %	1,6 %	1,7 %	1,6 %
Universitaria incompleta (sin título)	-2,3 %	-0,2 %	-2,9 %	-1,4 %	-1,8 %
Universitaria completa (con título)	3,5 %	5,3 %	6,5 %	8,6 %	7,2 %
Posgrado incompleto (sin título)	-0,3 %	-1,1 %	-0,4 %	-0,3 %	-0,3 %
Posgrado completo (con título)	1,9 %	3,7 %	0,9 %	3,6 %	3,0 %

**Cuadro 3: Variación del porcentaje de participación de cada nivel educativo en el total de la población según el grupo entre 2011 y 2021**

Para cada uno de los grupos de tratados, tratados nuevos moradores, control SLMB, UPZ resto de Bogotá y para el acumulado de toda Bogotá se calcula la variación que cada nivel educativo tuvo entre 2011 y 2021. La variación se debe entender como el cambio que hubo en la proporción que representaba ese nivel educativo dentro del grupo estudiado. Por ejemplo, en el caso de los tratados el grupo ubicado en el nivel de posgrado completo con título tuvo una subida de 1,9 % en 2021 frente a lo que representaba ese

grupo en 2011. A grandes rasgos se observa que los niveles donde se concentran las pérdidas de significancia en todos los grupos se centran en el grupo sin educación, en preescolar y en básica primaria. Lo anterior contrasta con el aumento del nivel de educación universitaria completa, reflejando así que entre 2011 y 2021 en Bogotá se aumentó el nivel educativo de la población en general. Estos resultados son consistentes con lo encontrado en la variable **Contrato**, donde se observan tendencias homogéneas para los diferentes grupos estudiados en Bogotá.

Una de las principales variables de control del análisis es **estrato**. Cerca de tres cuartos de las observaciones se concentran en los estratos 2 y 3, reuniendo el 72,89% del total de las observaciones. Las viviendas de la primera y segunda línea del metro de Bogotá son mayoritariamente de estratos 3 y 4, mientras que en el resto de la ciudad el grupo mayoritario es 1 y 2. Esta consideración es relevante para efectos del estudio porque permite caracterizar a la mayoría de individuos observados en viviendas con características socioeconómicas y urbanas de ingresos bajos y medios bajos, condiciones en las que el acceso al transporte público de calidad puede tener una mayor valoración en comparación a las viviendas de ingresos más altos (para ver la distribución gráfica del estrato remitirse al Anexo C).

El presente estudio incluye otras variables dependientes como lo son **valor arriendo** y **valor cuota** para determinar si existe evidencia estadística que permita concluir que el anuncio y construcción de la PLMB ha tenido efecto sobre estas dimensiones. Para conocer el **valor del arriendo** y el **valor cuota** se analizan solo las personas que viven bajo cada modalidad de tenencia, es decir, arriendo o tenencia de vivienda propia en proceso de amortización de crédito hipotecario (las variables binarias **Vive arriendo** y **Paga cuota** toman el valor de 1 si el individuo clasifica en cada modalidad de tenencia).

La Encuesta Multipropósito pregunta el valor del arriendo o cuota que paga la persona y este se normaliza en salarios mínimos mensuales vigentes del año en el que se realiza la encuesta, de esta forma se pueden comparar los valores de arriendo del 2011 con los de 2017 y 2021. El salario mínimo usado es el reportado por el Banco de la República para cada año. Para ambas variables se eliminan registros con valores superiores a 4 salarios mínimos mensuales vigentes, esto reduce la dispersión de los datos eliminando tan solo el 0,83% y el 3,18% de las observaciones del límite superior en el caso del

valor de arriendo y el valor de cuota respectivamente.

Un hecho relevante del arriendo a lo largo del tiempo es que los precios de los arriendos se mantienen relativamente estables. Se observa incluso que la media del valor de arriendo en salarios mínimos disminuye de 2017 a 2021. Este fenómeno es de interés porque permite apreciar las variaciones reales del arriendo distinguiéndolas de las variaciones nominales por efecto de la inflación. Esto es relevante porque cerca del 44,5 % de los encuestados vive en arriendo (ver gráfico 1).

El mismo fenómeno se puede observar en los valores de las cuotas de amortización de créditos hipotecarios. La media de la cuota se observa estable en el tiempo, mostrando una tendencia a ser superior que el valor que pagan las personas por arriendo. De 2017 a 2021 el grupo de individuos que pagan cuotas de amortización de su crédito hipotecario han visto una reducción, pasando de un valor promedio de 1.1 salarios mínimos en 2017 a 1 salario mínimo en 2021. Este grupo constituye el 8,85 % de los individuos observados (ver gráfico 2).

**Gráfico 1. Distribución del valor de arriendo por año**

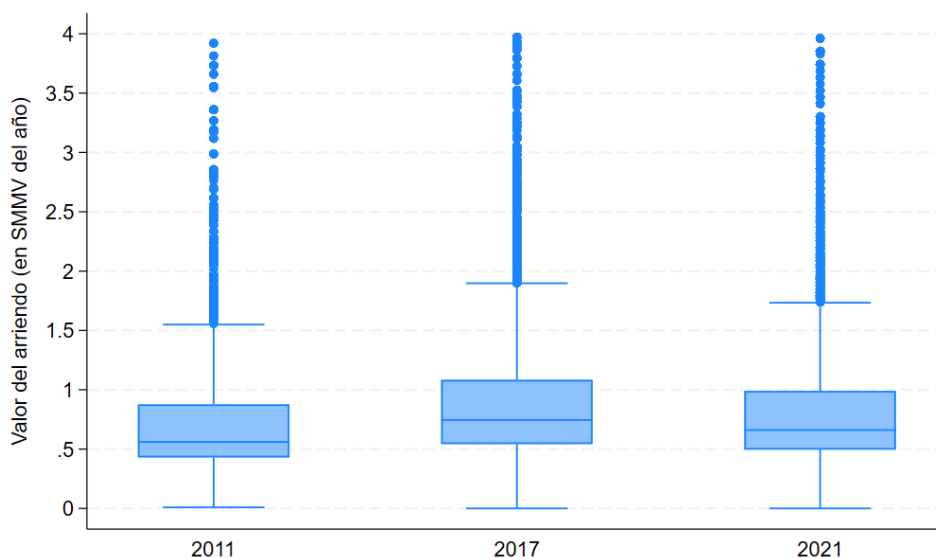
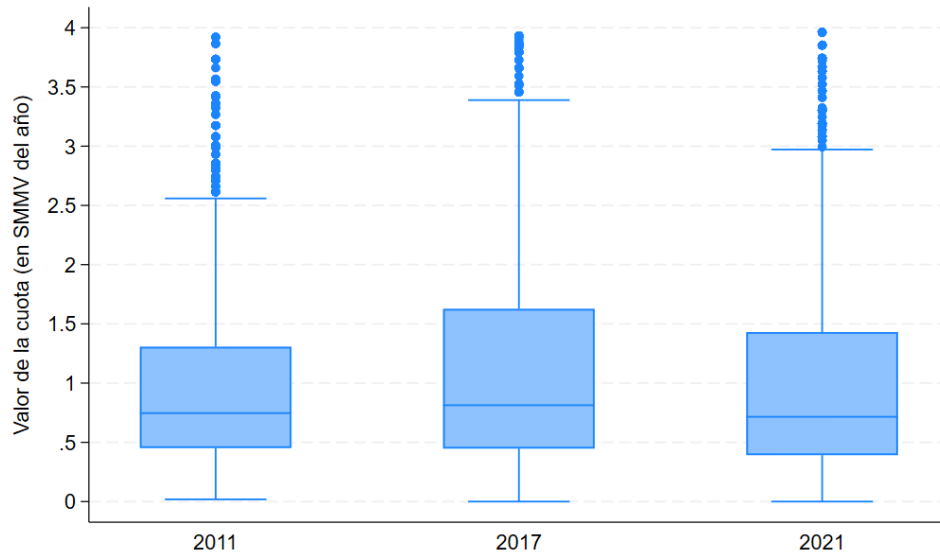


Gráfico 2. Distribución del valor de cuota hipotecaria por año



## 5. Resultados

Una vez realizada la descripción de los datos usados y de los estadísticos de las variables, se presentan los resultados del estudio en tres escenarios. El primero corresponde al análisis de diferencias en diferencias planteado, este estima el impacto de la intervención del metro en las variables **nuevo morador**, **valor arriendo** y **valor cuota**. El segundo análisis muestra la misma regresión, pero con el grupo de control acotado solo a las UPZ de la Segunda Línea del Metro de Bogotá. Por último, el tercer escenario muestra los mismos resultados que en el primer escenario usando los pesos que resultan del *matching*. Además de estos escenarios se presentan otros análisis realizados como regresiones por estrato y el *event study* con el fin de llegar a conclusiones sobre el supuesto de tendencias paralelas.

En el análisis de diferencias de diferencias que se presenta no se están observando los mismos individuos a lo largo del tiempo, sino que son individuos distintos en cada momento de observación que se encuentran en la misma delimitación de UPZ de tratamiento o control. Al correr el análisis de diferencias en diferencias con la fórmula planteada (1), se obtienen los siguientes resultados:

Resultados Análisis de Diferencias en Diferencias por Escenario

Variable	1			2			3		
	DiD			DiD SMLB			DiD Pesos Matching		
	Nuevo Morador	Valor Arriendo	Valor Cuota	Nuevo Morador	Valor Arriendo	Valor Cuota	Nuevo Morador	Valor Arriendo	Valor Cuota
<i>Media</i>	.06759	.85968	1,04890	.07634	.877484	1,02689	.06658	.85819	1,04806
<i>Tratado X</i>	0.00670	-0.0201	0.0205	0.00599	0.00624	0.0818	0.00092	-0.00795	-0.0238
<i>Año 2017</i>	(0.62)	(-1.18)	(0.57)	(0.42)	(0.20)	(0.81)	(0.08)	(-0.33)	(-0.55)
<i>Obs.</i>	467.209	208.685	41.345	140.185	67.562	10.314	456.366	202.205	40.682
<i>No. UPZ</i>	88	88	88	26	26	26	88	88	86
<i>R2</i>	0.0194	0.5744	0.3948	0.0291	0.4144	0.3175	0.0329	0.4229	0.3377

Resultados Análisis de Diferencias en Diferencias con Event Study

<i>Tratado X</i>	0.00917	-0.0324	0.00301	0.0111	0.00443	0.103	0.00229	-0.0153	-0.0335
<i>Año 2017</i>	(0.83)	(-1.57)	(0.08)	(0.69)	(0.12)	(0.96)	(0.19)	(-0.54)	(-0.75)
<i>Tratado X</i>	0.0128	-0.0621*	-0.0797	0.0255	-0.00874	0.0799	0.00943	-0.0329	-0.0523
<i>Año 2011</i>	(1.14)	(-2.44)	(-1.36)	(1.63)	(-0.19)	(1.02)	(0.84)	(-1.23)	(-0.89)
<i>Obs.</i>	467.209	208.685	41.345	140.185	67.562	10.314	456.366	202.201	40.682
<i>No. UPZ</i>	88	88	88	26	26	26	88	86	86
<i>R2</i>	0.0195	0.5745	0.3949	0.0292	0.4144	0.3177	0.0330	0.4229	0.3376

Estadísticos t en paréntesis. Significancia: \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

Cuadro 4: Resultados análisis de diferencias en diferencias y event study

El efecto promedio del tratamiento en los tratados (ATET por sus siglas en inglés de *average treatment effect on the treated*) está ajustado por covariables, efectos del grupo (lugar) y efectos de tiempo. No obstante, los resultados no son estadísticamente significativos para poder concluir que la inversión de transporte de la Primera Línea del Metro de Bogotá (**metro**) tiene efectos en el cambio de las variables **nuevo morador**, **valor arriendo** o **valor cuota** en cualquiera de los tres escenarios presentados. Aún así, se observa como las variables de control sí cuentan con poder explicativo sobre los cambios de las variables dependientes.

En el segundo escenario, la selección de las UPZ de Control de la SLMB representa una reducción del análisis a 140.185, 67.560 y 10.319 observaciones para las variables de **nuevo morador**, **valor arriendo** y **valor cuota** respectivamente. A pesar de la reducción a controles más homogéneos, los resultados siguen careciendo de significancia estadística para poder atribuir los efectos a la intervención del metro.

Ahora bien, con el fin de corroborar la validez de los resultados y de verificar los problemas de tendencias paralelas encontrados en los resultados se decidió hacer un estudio de evento que permitiera balancear las observaciones asignándoles pesos de acuerdo al momento pretratamiento. Este análisis usa las observaciones del 2011 del periodo pretratamiento y analiza su tendencia teniendo en cuenta los pesos encontrados a través del *kernel matching*.

La variable **Tratado X Año 2011**, que incluye las observaciones de las UPZ de Tratamiento en el periodo pretratamiento, no tiene significancia estadística al momento de realizar las regresiones. Este resultado soporta los resultados presentados en el primer escenario. Se corrobora un problema con el supuesto de tendencias paralelas que no se cumple con los datos analizados en el estudio y que evita corroborar si los efectos en las variables son atribuibles de forma directa a la Primera Línea del Metro de Bogotá.

Con el fin de obtener un mayor grado de detalle se hicieron también análisis del primer escenario desagregando la muestra por cada uno de los estratos, buscando comparar solo controles y tratados que pertenezcan al mismo grupo de estrato. Los resultados de esa serie de análisis se presentan a continuación, mostrando que solo existe significancia estadística en el estrato alto que tiene menos observaciones en comparación. En los análisis de desagregación por estrato no se cumple el supuesto de tendencias paralelas (las gráficas están en el Anexo D).

ATET metro	Obs.	Coef.	Desv. Est.	Ptlt
<i>Estrato Bajo (1-2)</i>	221.535	.0107714	.0160058	0.503
<i>Estrato Medio (3-4)</i>	227.673	.0031912	.0114878	0.782
<i>Estrato Alto (5-6)</i>	17.995	.0412049	.0148743	0.011

**Cuadro 5: Análisis de diferencias en diferencias  
nuevo morador por estrato**

## 6. Conclusiones

Al igual que otras inversiones en transporte realizadas en la ciudad, como el sistema BRT de Transmilenio, la Primera Línea del Metro de Bogotá tendrá un impacto significativo no solo en la reducción de los tiempos de viaje y en el aumento de la accesibilidad de las personas, sino que afectará directamente los precios del suelo y las dinámicas sociales y económicas de su zona de influencia, de la ciudad y de la región. La literatura nos muestra cómo otras inversiones han tenido impacto en estas variables, tanto en Bogotá como en otros casos de estudio alrededor del mundo. No obstante, el impacto en fenómenos como la gentrificación asociada a los proyectos de transporte no ha sido estudiada para el caso de la Primera Línea del Metro de Bogotá ni para ningún sistema de transporte en el país. Es en ese punto donde el presente estudio hace una contribución, analizando si el fenómeno referido por otros casos de estudio se está presentando en Bogotá.

Con el fin de corroborar si en Bogotá se dan procesos de desplazamiento asociados al anuncio e inicio de la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá se hace un análisis de diferencias en diferencias con datos de la Encuesta Multipropósito. Esta base de datos permite tener grupos de tratamiento a lo largo de la zona de influencia para determinar el número de nuevos moradores que han llegado a la zona producto de la inversión. Sumado a lo anterior, se hacen regresiones desagregadas por estrato y se trabaja con un escenario adicional donde el grupo de control son las UPZ por las que pasará la Segunda Línea del Metro de Bogotá, dado que este grupo comparte características similares a las UPZ tratadas y permite tener un control más parecido al tratamiento. Por último, se presenta un *event study* en el que se usan los pesos del *matching* y se corroboran los problemas de tendencias paralelas encontrados.

Los análisis realizados muestran que existe una tendencia de reducción del número de nuevos moradores, del valor de los arriendos y del valor de la cuota después del inicio de la construcción de la PLMB. Por un lado, con respecto a los nuevos moradores, todos los escenarios, incluso en el que se reduce el grupo de control, muestran que hay un problema de tendencias paralelas en el que el número de nuevos moradores presentaba dinámicas distintas para las UPZ de Tratamiento y para las UPZ de Control. Lo anterior lleva a afirmar que no existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que la reducción de la llegada de nuevas personas sea atribuible al efecto de la inversión en transporte. Por otro lado, se observa que existe una reducción del valor de arriendo en las UPZ de tratamiento de una media de 0,93 salarios mínimos a 0,85 después de la intervención. Esta variable es relevante porque el 44,5% de los individuos observados viven bajo esta modalidad de tenencia.

A pesar que ya se ha dado inicio a la construcción de la PLMB con obras públicas y demolición de construcciones a lo largo del corredor, los datos no permiten atribuir los fenómenos descritos y analizados de reducción de nuevos moradores, baja de los valores de arriendo y de cuotas de amortización a la inversión en transporte. Incluso, apoyándose en trabajos previos como el de Urrutia Riveros (2020) que demuestra que existe un aumento de precios del suelo, se podría afirmar que la reducción de los valores de arriendo reportada en la zona de influencia es la que ha permitido a los moradores permanecer, reduciendo así el número de nuevos moradores, aunque esto es solo una hipótesis por comprobar.

Futuros estudios podrían enfocarse en los cambios generados una vez inicie la operación de la línea o en la composición predial de las UPZ de Tratamiento. También, se podría profundizar en cómo cambia la oferta de vivienda en el sector y si las personas pueden encontrar productos inmobiliarios sustitutos en la misma zona. En cualquier caso, la Primera Línea del Metro de Bogotá constituye un hito en las inversiones de transporte de la ciudad, siendo el primer paso de la consolidación de la red metro que permita un sistema de transporte público más eficiente y accesible, brindando más y mejores oportunidades para que las personas puedan movilizarse para vivir su ciudad.

## Referencias

- Ardila Camargo, L. V., et al. (2022). Contaminación ambiental provocada por la construcción del metro en la ciudad de Bogotá.
- Beltrán Torres, W. (2020). Identificación de la viabilidad del proyecto primera línea del metro elevado de Bogotá.
- Bocarejo, J. P., Portilla, I., & Pérez, M. A. (2013). Impact of Transmilenio on density, land use, and land value in Bogotá. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 78-86.
- Cervero, R., & Duncan, M. (2002). Transit's value-added effects: Light and commuter rail services and commercial land values. *Transportation research record*, 1805(1), 8-15.
- Cervero, R., & Kang, C. D. (2011). Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. *Transport policy*, 18(1), 102-116.
- Chavez Briceño, C. D., & Charry Ballesteros, D. F. (2017). Estimación del impacto de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB) sobre el valor del suelo: Un análisis a partir de métodos cuantitativos de evaluación de impacto.
- Cohen, J. P., & Brown, M. (2017). Does a new rail rapid transit line announcement affect various commercial property prices differently? *Regional Science and Urban Economics*, 66, 74-90.
- Cuadros Pantoja, C. A. (2021). Concreción de los principios de eficacia, economía y transparencia en la aplicación normativa de la banca multilateral en el sistema de compras públicas en Colombia-caso Metro de Bogotá.
- Debrezion, G., Pels, E., & Rietveld, P. (2011). The impact of rail transport on real estate prices: an empirical analysis of the Dutch housing market. *Urban studies*, 48(5), 997-1015.
- Escalante Sánchez, J. S. (2022). Políticas públicas de transparencia y participación ciudadana en la fase 1, del proyecto del metro de Bogotá.
- Heckman, J. J., Ichimura, H., & Todd, P. E. (1997). Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme. *The review of economic studies*, 64(4), 605-654.
- Ingvardson, J. B., & Nielsen, O. A. (2018). Effects of new bus and rail rapid transit systems—an international review. *Transport Reviews*, 38(1), 96-116.

- Jiménez Castro, J. S., Barrera Amaya, Á. M., et al. (2021). Estudio de caso sobre el cumplimiento de las políticas y salvaguardas sociales y ambientales emitidas por la Banca Multilateral en el Proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB).
- Jones, C. E., & Ley, D. (2016). Transit-oriented development and gentrification along Metro Vancouver's low-income SkyTrain corridor. *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, 60(1), 9-22.
- Kahn, M. E. (2007). Gentrification trends in new transit-oriented communities: Evidence from 14 cities that expanded and built rail transit systems. *Real Estate Economics*, 35(2), 155-182.
- Lizarazo Cuéllar, A. M., et al. (2012). Financiación de proyectos de infraestructura de transporte mediante mecanismos de captura de valor-el caso de la primera línea del Metro de Bogotá.
- López Rojas, Á. P., Britto Nuñez, G. A., et al. (2015). Catastro social sobre la primera línea del proyecto metro de Bogotá: tramo Portal Américas-Av. Primero de Mayo.
- Lung-Amam, W., Pendall, R., & Knaap, E. (2019). Mi casa no es su casa: The fight for equitable transit-oriented development in an inner-ring suburb. *Journal of Planning Education and Research*, 39(4), 442-455.
- Marrin, J. C. R., & Contreras, J. A. D. (2014). Evaluación de impacto del sistema de transporte Metrolinea: revisión de metodologías. *Equidad y Desarrollo*, (22), 121-135.
- Medrano Gamboa, A. (2019). Diseño urbano como articulador de las transformaciones urbanísticas y la infraestructura del sistema de movilidad. Caso: Estación Calle 72 de la primera línea del metro elevado en la Avenida Caracas de Bogotá.
- Metro de Bogotá, B. (2023). *Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)*. Consultado el 7 de agosto de 2023, desde <https://www.metrodebogota.gov.co/?q=que-es-metro#.ftnrefl>
- Morales Romero, D. S. (2021). Percepción frente a la construcción de la primera línea metro de Bogotá de los habitantes y comerciantes ubicados en la zona de influencia del proyecto.
- Munoz-Raskin, R. (2010). Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia. *Transport policy*, 17(2), 72-84.

- Olarte Quiñones, J. D. (2022). Implicaciones socioespaciales del metro de Bogotá en la localidad de Kennedy. Un abordaje crítico y etnográfico.
- Ortiz Zabala, C. D. (2021). Análisis al proceso precontractual del Contrato de Concesión No 163 de 2019, de la Primera Línea del Metro de Bogotá.
- Otálvaro, S., Gallego, J. M., & Rodríguez-Lesmes, P. (2023). De-normalizing smoking in urban areas: Public smoking bans and smoking prevalence. *Economics & Human Biology*, *48*, 101202.
- Padeiro, M., Louro, A., & Da Costa, N. M. (2019). Transit-oriented development and gentrification: a systematic review. *Transport Reviews*, *39*(6), 733-754.
- Patiño-Barrera, D. A. (2018). Universo ciudad universitaria: renovación urbana entorno a la estación de la calle 45 de la primera línea del Metro en Bogotá.
- Perdomo, J. A. (2011). A methodological proposal to estimate changes of residential property value: Case study developed in Bogotá. *Applied Economics Letters*, *18*(16), 1577-1581.
- Pérez, J., Vial, F., & Zárate, R. (2022). Urban Transit Infrastructure: Spatial Mismatch and Labor Market Power.
- Pérez Vides, G. Y., et al. (2020). Metro de Bogotá: caso de estudio en estructuración de proyectos de infraestructura.
- Pinto-Reyes, L. M. (2016). Recomendaciones de construcción para la proyección de la primera línea del metro de Bogotá Colombia, de acuerdo con el metro de São Paulo Brasil.
- Rayle, L. (2015). Investigating the connection between transit-oriented development and displacement: Four hypotheses. *Housing Policy Debate*, *25*(3), 531-548.
- Rios Tiusabá, C. F. (2015). Estrategias para integrar la bicicleta con la primera línea del metro de Bogotá. Caso estudio localidad de Kennedy.
- Rodríguez, D. A., Vergel-Tovar, E., & Camargo, W. F. (2016). Land development impacts of BRT in a sample of stops in Quito and Bogotá. *Transport Policy*, *51*, 4-14.
- Rodríguez, D., & Targa, F. (2004). Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system. *Transport Reviews*, *24*(5), 587-610.

- Rojas-Benavides, E. L., & González-Aguirre, A. (2015). Afectación predial como consecuencia del diseño de la estación Marly, para la primera línea del metro de Bogotá–PLMB proyecto metro, en las instalaciones de la sede de la Universidad Católica de Colombia calle 47# 13–39 costado noroccidental.
- Tsivanidis, N. (2019). *Evaluating the impact of urban transit infrastructure: Evidence from bogota’s transmilenio* (inf. téc.). UC Berkeley (mimeo), 2020.
- Urrutia Riveros, M. A. (2020). Impacto del anuncio de la primera línea del metro sobre los precios de vivienda en Bogotá.
- Zárate, R. D. (2019). *Factor Allocation, Informality and Transit Improvements: Evidence from Mexico City.*” (inf. téc.). World Bank Group.
- Zhang, M., & Wang, L. (2013). The impacts of mass transit on land development in China: The case of Beijing. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 124-133.

## 7. Anexos

### A. Personas encuestadas por UPZ y año

Solo se incluyen UPZ analizadas en el estudio

La variable  $l$  de lugar contiene el código de la UPZ en la que vive el individuo al momento de responder la encuesta. Vale aclarar que de las 112 UPZ de la ciudad la Encuesta Multipropósito hace algunas agrupaciones, esto con el fin de reunir UPZ que por su tamaño poblacional o extensión tienen menos datos disponibles. Existen 15 de esas agrupaciones que reúnen hasta máximo 3 UPZ, en este anexo se muestran las agrupaciones usadas para efectos de este estudio. En total se cuenta con 66 UPZ de Control y 20 UPZ o grupos de UPZ de Tratamiento.

Las 20 UPZ o agrupaciones de UPZ de Tratamiento son:

<b>N</b>	<b>UPZ</b>	<b>N</b>	<b>UPZ</b>	<b>N</b>	<b>UPZ</b>
<b>35</b>	Ciudad Jardín	<b>48</b>	Timiza	<b>47</b>	Kennedy Central
<b>37</b>	Santa Isabel	<b>80</b>	Corabastos	<b>100</b>	Galerías
<b>38</b>	Restrepo	<b>81</b>	Gran Britalia	<b>101</b>	Teusaquillo
<b>40</b>	Ciudad Montes	<b>82</b>	Patio Bonito	<b>102</b>	La Sabana
<b>41</b>	Muzu	<b>83</b>	Las Margaritas	<b>814</b>	SANTA FE: Nieves + Sagrado Corazón
<b>44</b>	Américas	<b>86</b>	El Porvenir	<b>816</b>	CHAPINERO: Pardo Rubio + Chapinero
<b>45</b>	Carvajal	<b>95</b>	Las Cruces		

**Cuadro 6: UPZ de Tratamiento**

El número de individuos encuestados por UPZ y año es el siguiente:

<b>No.</b>	<b>Nombre UPZ</b>	<b>2011</b>	<b>2017</b>	<b>2021</b>	<b>Total</b>
<b>11</b>	San Cristobal Norte	200	2.770	2.557	<b>5.527</b>
<b>12</b>	Toberin	272	2.691	2.488	<b>5.451</b>
<b>13</b>	Los Cedros	508	2.500	2.337	<b>5.345</b>
<b>18</b>	Britalia	96	2.442	2.252	<b>4.790</b>
<b>19</b>	El Prado	314	2.633	2.328	<b>5.275</b>
<b>21</b>	Los Andes	500	1.526	2.267	<b>4.293</b>
<b>23</b>	Casa Blanca Suba	117	2.782	2.279	<b>5.178</b>
<b>24</b>	Niza	220	2.052	2.414	<b>4.686</b>
<b>26</b>	Las Ferias	377	1.736	2.278	<b>4.391</b>
<b>27</b>	Suba	406	2.175	2.347	<b>4.928</b>
<b>28</b>	El Rincon	722	2.741	2.382	<b>5.845</b>
<b>29</b>	Minuto de Dios	404	2.572	2.166	<b>5.142</b>
<b>30</b>	Boyacá Real	367	2.858	2.323	<b>5.548</b>
<b>32</b>	San Blas	733	2.391	2.576	<b>5.700</b>
<b>33</b>	Sosiego	573	2.540	2.142	<b>5.255</b>
<b>34</b>	20 de Julio	712	3.181	2.665	<b>6.558</b>
<b>35</b>	Ciudad Jardín	761	2.812	2.246	<b>5.819</b>
<b>37</b>	Santa Isabel	1.298	2.398	2.571	<b>6.267</b>
<b>38</b>	Restrepo	1.743	2.662	2.145	<b>6.550</b>
<b>39</b>	Quiroga	913	2.791	2.265	<b>5.969</b>
<b>40</b>	Ciudad Montes	1.374	2.549	2.216	<b>6.139</b>
<b>41</b>	Muzu	809	2.713	2.264	<b>5.786</b>
<b>42</b>	Venecia	2.883	2.673	2.196	<b>7.752</b>
<b>43</b>	San Rafael	763	2.808	2.756	<b>6.327</b>
<b>44</b>	Américas	266	2.532	2.293	<b>5.091</b>
<b>45</b>	Carvajal	300	2.595	2.469	<b>5.364</b>
<b>47</b>	Kennedy Central	276	2.830	2.378	<b>5.484</b>
<b>48</b>	Timiza	576	2.821	2.432	<b>5.829</b>
<b>49</b>	Apogeo	391	3.004	2.785	<b>6.180</b>
<b>50</b>	La Gloria	836	2.470	2.500	<b>5.806</b>
<b>51</b>	Los Libertadores	526	2.014	2.692	<b>5.232</b>

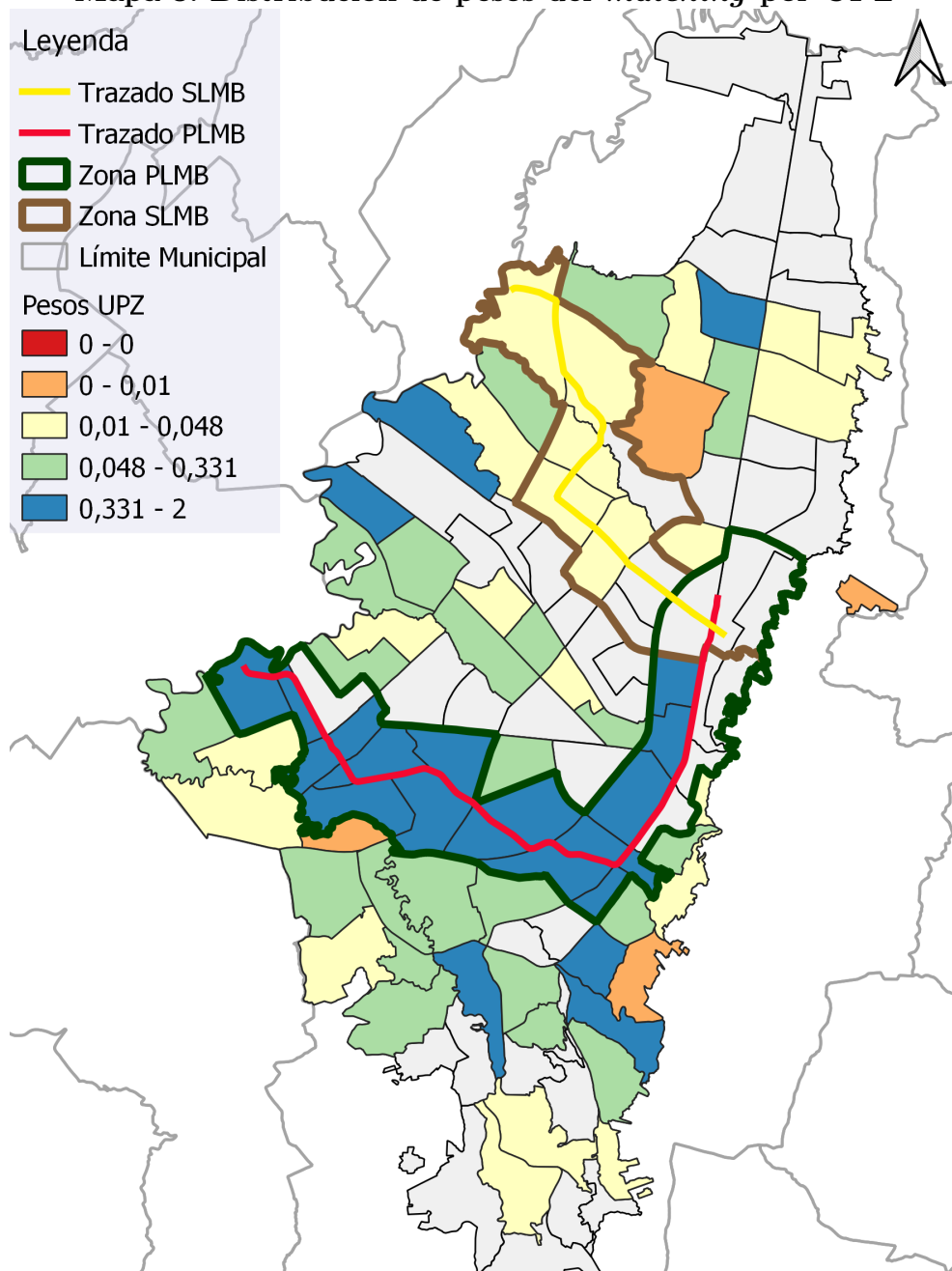
<b>No.</b>	<b>Nombre UPZ</b>	<b>2011</b>	<b>2017</b>	<b>2021</b>	<b>Total</b>
52	La Flora	207	2.680	2.154	<b>5.041</b>
54	Marruecos	747	2.370	2.741	<b>5.858</b>
55	Diana Turbay	727	2.488	2.431	<b>5.646</b>
57	Gran Yomasa	1.492	2.630	2.440	<b>6.562</b>
58	Comuneros	1.030	2.317	2.461	<b>5.808</b>
62	Tunjuelito	997	2.608	2.412	<b>6.017</b>
65	Arborizadora	297	2.195	2.418	<b>4.910</b>
66	San Francisco	383	2.494	2.882	<b>5.759</b>
67	Lucero	916	2.539	2.402	<b>5.857</b>
69	Ismael Perdomo	677	2.545	2.366	<b>5.588</b>
70	Jerusalem	469	2.748	3.157	<b>6.374</b>
71	Tibabuyes	588	2.385	2.573	<b>5.546</b>
72	Bolivia	413	2.557	2.292	<b>5.262</b>
73	Garces Navas	638	2.277	2.364	<b>5.279</b>
74	Engativa	410	2.420	2.238	<b>5.068</b>
75	Fontibón	1.013	2.803	2.481	<b>6.297</b>
76	Fontibón San Pablo	190	3.153	2.644	<b>5.987</b>
77	Zona Franca	314	2.828	2.209	<b>5.351</b>
78	Tintal Norte	56	1.731	2.078	<b>3.865</b>
79	Calandaima	104	2.279	2.159	<b>4.542</b>
80	Corabastos	218	2.709	2.619	<b>5.546</b>
81	Gran Britalia	250	2.791	2.381	<b>5.422</b>
82	Patio Bonito	407	3.116	3.134	<b>6.657</b>
83	Las Margaritas	57	2.237	2.264	<b>4.558</b>
84	Bosa Occidental	1.148	2.876	2.513	<b>6.537</b>
85	Bosa Central	1.552	2.755	2.530	<b>6.837</b>
86	El Provenir	492	2.185	2.345	<b>5.022</b>
87	Tintal Sur	309	1.739	2.392	<b>4.440</b>
89	San Isidro-Patios	95	1.891	2.548	<b>4.534</b>
92	La Macarena	310	2.382	2.114	<b>4.806</b>
94	La Candelaria	1.661	1.984	2.247	<b>5.892</b>
95	Las Cruces	466	2.587	2.541	<b>5.594</b>
96	Lourdes	1.126	2.468	2.421	<b>6.015</b>
98	Los Alcazares	771	1.843	2.261	<b>4.875</b>
100	Galerías	439	1.953	2.367	<b>4.759</b>
101	Teusaquillo	325	2.208	2.306	<b>4.839</b>

<b>No.</b>	<b>Nombre UPZ</b>	<b>2011</b>	<b>2017</b>	<b>2021</b>	<b>Total</b>
102	La Sabana	1.081	2.193	2.165	<b>5.439</b>
107	Quinta Paredes	405	1.799	2.186	<b>4.390</b>
109	Ciudad Salitre Oriental	334	2.207	2.118	<b>4.659</b>
110	Ciudad Salitre Occidental	310	2.009	2.282	<b>4.601</b>
112	Granjas de Techo	105	2.546	2.230	<b>4.881</b>
114	Modelia	354	3.306	2.868	<b>6.528</b>
802	KENNEDY: Castilla + Bavaria	324	2.365	2.434	<b>5.123</b>
803	USAQUÉN: Country Club + USAQUÉN + Santa Bárbara	404	1.690	2.561	<b>4.655</b>
804	USAQUÉN: Verbenal + Paseo Los Libertadores + La Uribe	119	2.353	2.206	<b>4.678</b>
806	SUBA: La Academia+ Guaymaral + San José de Bavaria	89	2.249	2.105	<b>4.443</b>
807	BARRIOS UNIDOS: Parque Salitre + Doce de Octubre	1.369	2.180	2.247	<b>5.796</b>
808	TEUSAQUILLO: Parque Simón Bolívar - CAN + La Esmeralda	593	1.643	2.409	<b>4.645</b>
809	PUENTE ARANDA: Zona Industrial + Puente Aranda	131	2.173	1.756	<b>4.060</b>
810	ENGATIVA: Santa Cecilia + Alamos + Jardín Botánico	224	2.203	2.143	<b>4.570</b>
811	USME: Alfonso Lopez + Ciudad Usme	562	2.001	2.340	<b>4.903</b>
812	USME: Parque Entrenubes + Danubio	346	2.450	2.263	<b>5.059</b>
813	FONTIBÓN: Aeropuerto Eldorado + Capellanía	154	2.101	2.067	<b>4.322</b>
814	SANTA FE: Nieves + Sagrado Corazón	512	1.150	2.620	<b>4.282</b>
815	CIUDAD BOLIVAR: Monteblanco + Tesoro + Mochuelo	364	2.359	2.562	<b>5.285</b>
816	CHAPINERO: Pardo Rubio + Chapinero	760	1.018	2.666	<b>4.444</b>
817	CHAPINERO: Chico Lago + Refugio	761	1.180	3.003	<b>4.944</b>

**Cuadro 7: Individuos observados por año y UPZ**

## B. Pesos *matching*

Mapa 3. Distribución de pesos del *matching* por UPZ



### C. Análisis de las Covariables

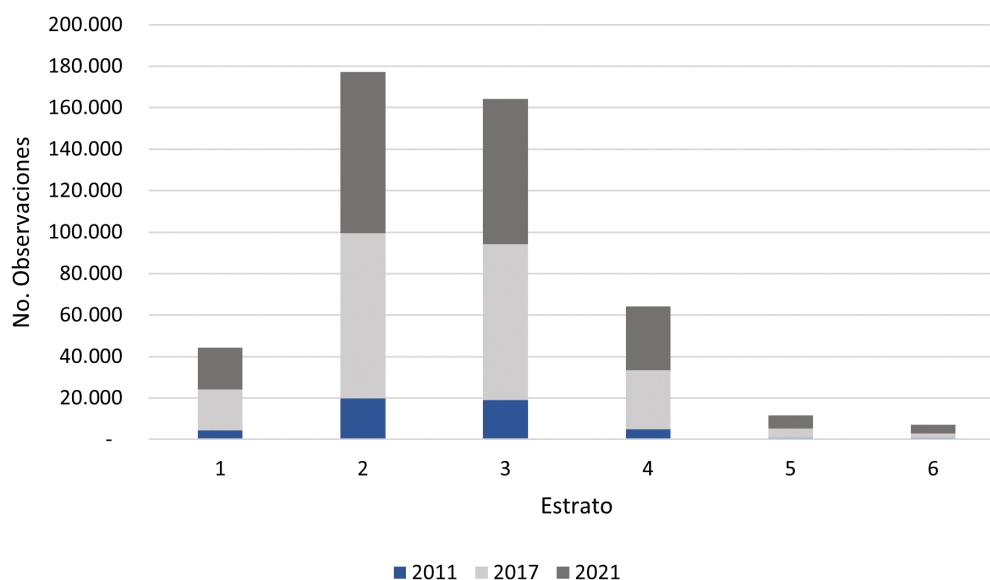
#### Análisis de las covariables **Conjunto Cerrado, Uso no Residencial, Casa y Apto**

Las covariables que sirven de control al análisis de diferencias en diferencias comparten la condición de ser variables binarias. La siguiente tabla muestra la distribución de estas variables en el conjunto de los individuos observados. Además, se muestra el gráfico de la distribución de observaciones por estrato y año que da cuenta de la concentración de observaciones en estratos 2 y 3.

Tipo de Vivienda	Uso No Residencial - Sí			Uso No Residencial - No		
	Casa	Apto	Otro	Casa	Apto	Otro
<i>Conjunto Cerrado Sí</i>	1.062	2.610	15	33.022	130.355	525
<i>Conjunto Cerrado No</i>	12.831	12.391	735	125.920	139.496	9.840

**Cuadro 8: Distribución de observaciones por variables de control**

**Gráfico 3. Distribución de observaciones por estrato y año**



### D. Gráficos de Medias Observadas

Gráfico 4. Medias observadas en los análisis de diferencias en diferencias desagregados por estrato

