

Identificación de plusvalías generadas por el sistema de transporte público Metrobús (BRT) en la Ciudad de México

Documento de Trabajo WP18LZ1SP

Luis Zamorano

Junio 2018

Los resultados y conclusiones de este Documento de Trabajo reflejan la opinión de los autores y no han sido sometidas a una revisión detallada por el personal del Lincoln Institute of Land Policy. Si tiene alguna pregunta o quiere reproducir este documento, póngase en contacto con el Instituto Lincoln.

help@lincolninst.edu

Resumen

Los sistemas de transporte público masivo generan mayor accesibilidad en las zonas a las que dan servicio, lo que potencialmente las hace más deseables e incrementa su valor inmobiliario. El presente trabajo de investigación busca identificar si la construcción de la Línea 2 del Sistema de Transporte Público Metrobús de la Ciudad de México, generó plusvalías en las viviendas ubicadas en las zonas de influencia del sistema. El hallazgo más significativo es que el efecto del Metrobús en el valor de la vivienda es opuesto de acuerdo al sector socioeconómico de cada zona estudiada. Mientras que en los sectores medio-altos una mayor cercanía al corredor del Metrobús reduce el valor de la vivienda, en los sectores medios y medios bajos la cercanía a las estaciones del Metrobús incrementa los valores.

Palabras Clave: transporte público, BRT (Bus Rapid Transit), plusvalías, accesibilidad vivienda.

Sobre el Autor

Luis Zamorano es Urbanista por la Universidad Nacional Autónoma de México, con estudios de Maestría en Gestión Urbanística en la Universidad Politécnica de Cataluña. Entre 2002 y 2007 fungió como Coordinador de Proyectos en el Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad de la UNAM, en donde adicionalmente participó en varios Cursos, Diplomados y Publicaciones. De 2007 a 2012 fue Director General de Equipamiento e Infraestructura Urbana de la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno Federal, en donde su principal responsabilidad consistió en dirigir el Programa de Rescate de Espacios Públicos, durante el cual en 6 años se construyó o rehabilitó más de 4,500 parques, plazas y unidades deportivas en 350 municipios de todo el país. Actualmente es Director de Desarrollo Urbano y Accesibilidad del Centro de Transporte Sustentable de México, de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México.

lz.seduvi@gmail.com

Agradecimientos

Se reconoce la colaboración de: Diego Pérez, Gorka Zubicaray, Damián López, Apolo González, Tanya Jiménez, Erika Kulpa, Rodrigo Díaz, Robin King, Mariana Orloff, Claudia Velázquez y Raúl Hernández en este trabajo de investigación.

Contenido

Introducción	1
1. Experiencias Internacionales	2
1.1 Impacto de los Sistemas de Transporte Público en los Valores Inmobiliarios ...	2
2. El Sistema (BRT) Metrobús de la Ciudad de México	7
2.1 Antecedentes	7
2.2 Implementación del sistema BRT en la Ciudad de México.....	7
2.3 La Línea 2 de Metrobús	9
2.4 Inversión	10
2.5 Ampliación de la red.....	10
3. Selección de Zonas de Estudio	11
3.1 Criterios de selección y caracterización de las Zonas Metrobús y sus respectivas Zonas de Control.....	11
3.2 Perfil demográfico y socioeconómico de las zonas de estudio.....	14
3.3 Disponibilidad de servicios públicos	15
3.4 Zonificación	15
3.5 Levantamiento y registro de valores inmobiliarios.....	17
4. Evolución de los Valores de la Vivienda	18
4.1 Antecedentes y objetivos	18
4.2 Metodología propuesta	19
4.3 Alcances y limitaciones del estudio.....	20
4.4 Análisis de la información recibida	21
4.4.1 Número de registros por zona y año	22
4.4.2 Variables de interés.....	23

4.5	Estadísticos descriptivos	25
4.5.1	Precio total y precio por metro cuadrado	25
4.5.2	Características de la vivienda	28
4.5.3	Características del vecindario	29
4.5.4	Accesibilidad a sistemas de transporte	30
4.6	Propuesta de análisis	31
4.6.1	Análisis exploratorio espacial	32
4.6.2	Análisis de la estructura de precios de la vivienda	32
4.7	Resultados generales	33
4.7.1	Análisis de los modelos de precios hedónicos	33
4.7.1.1	Estructura general de precios de vivienda 2004-2008 Vs. 2009-2015	34
4.7.1.2	Efectos de la cercanía al Eje 4, antes y después de la implementación del Metrobús 35	
4.7.1.3	Efectos de la distancia sobre el precio de la vivienda en zonas de influencia Metrobús 36	
4.7.2	Pruebas estadísticas adicionales.....	38
4.7.3	Análisis de la variación de los precios para una vivienda tipo	39
5.	Conclusiones	43
6.	Referencias Bibliográficas.....	46
7.	Índice de figuras, cuadros y gráficas.....	49
8.	Anexo Metodológico y Estadístico.....	51
8.1	Construcción de la variable de distancia al Metrobús y de control del vecindario.....	51
8.2	Formulación general de los indicadores de asociación espacial global (I de Moran) y de los indicadores locales de asociación espacial (LISA)	52
8.3	Resultados del análisis exploratorio de indicadores locales de asociación espacial (LISA)	53

8.4	Formulación general del modelo de precios hedónicos	56
8.5	Detalle de estadísticos descriptivos	57
8.6	Cuadros de resultados de los modelos de precios hedónicos.....	64
8.7	Gráficas del análisis de variación de precios para la vivienda tipo	67
8.8	Resultados de pruebas Chow	70

Identificación de plusvalías generadas por el sistema de transporte público Metrobús (BRT) en la Ciudad de México.

Introducción

La movilidad es uno de los elementos estructuradores de las ciudades, su fin último es permitir una adecuada accesibilidad a los diferentes satisfactores urbanos: vivienda, empleo, educación, salud, abasto, recreación, cultura, entre otros. Los modos de transporte o movilidad pueden ser privados o públicos; y en cada categoría, motorizados o no motorizados. Existen ciudades, como la mayoría de las norteamericanas, claramente orientadas hacia el transporte privado motorizado, mientras que en las europeas la gente se traslada mayoritariamente en transporte público. Algunas otras como las escandinavas o gran número de ciudades asiáticas, se caracterizan por priorizar los modos de transporte no motorizados (fundamentalmente la bicicleta).

La Ciudad de México (particularmente el Distrito Federal) aún presenta un reparto modal con predominio del transporte público, esto en buena medida por las inversiones que históricamente se han hecho para construir extensas redes de Metro, Tren Ligerero, Tren Suburbano, Trolebuses, y más recientemente Metrobús (sistema de buses rápidos que se desplazan por carriles exclusivos y confinados).

La accesibilidad es sin duda uno de los elementos que dan valor al suelo urbano. Dicha accesibilidad puede estar dada por la ubicación cercana del suelo respecto del resto de los satisfactores urbanos, o bien, por estar una zona bien conectada (mediante algún modo de transporte) con el resto de las zonas en las que se ubican dichos satisfactores.

En ese orden de ideas, puede plantearse la hipótesis de que la construcción de sistemas de transporte público estructurados, es decir con rutas fijas e infraestructura exclusiva, genera plusvalías sobre los inmuebles ubicados dentro de su radio de influencia. En el caso de que dichos sistemas de transporte sean financiados por el Estado, se justifica que dichas plusvalías sean recuperadas por éste para ser reinvertidas en la infraestructura y servicios de la ciudad. Incluso es posible que las plusvalías sean utilizadas para financiar la construcción del sistema de transporte público que las generó.

Si bien en muchos países es práctica común, en México no existe la cultura, de recuperar las plusvalías generadas por decisiones y obras públicas. Más allá del cobro del impuesto predial, muy bajo en comparación incluso con países latinoamericanos, no se aplican en México instrumentos especiales sobre plusvalías; incluso el cobro de contribuciones de mejoras ha caído prácticamente en desuso. Lo anterior explica la debilidad de las finanzas locales y su casi total dependencia de las transferencias federales y estatales.

En este contexto se vuelve particularmente interesante evaluar y demostrar si las obras públicas, en este caso la construcción de una línea de Metrobús, al elevar la accesibilidad urbana generan plusvalías sobre su zona de influencia.

Cabe mencionar que en México no se identificaron investigaciones que se hayan planteado esta pregunta y la hayan resuelto, lo que incrementa la pertinencia del presente trabajo. Este documento da cuenta de los hallazgos sobre las plusvalías generadas sobre la vivienda, atribuibles a la implementación del Metrobús, identificando las características y condicionantes con las que se generan.

Este trabajo busca también identificar si en la Ciudad de México existe una adecuada articulación entre las políticas de uso del suelo y las de movilidad. Cuando así sucede, la densidad de usuarios del transporte público ayuda a su adecuada operación en términos financieros, asimismo, se reduce el uso del automóvil en las zonas de influencia del sistema. Cuando ambas políticas están desarticuladas, se desaprovecha el potencial de accesibilidad que implica el transporte público, y se complica su sostenibilidad financiera.

1. Experiencias Internacionales

1.1 Impacto de los Sistemas de Transporte Público en los Valores Inmobiliarios

La economía urbana se sustenta en gran medida en el principio de accesibilidad, que nace de la competencia entre las distintas actividades y habitantes de la ciudad para conseguir las localizaciones más ventajosas que ésta ofrece. En palabras de Camagni (2005), esto implica “superar la barrera impuesta por el espacio al movimiento de personas y cosas y al intercambio de bienes, servicios e informaciones”. Esto es precisamente lo que ocurre con la construcción de redes de transporte masivo, que ofrecen, a bajo costo para el usuario, rápido y fácil acceso desde y hacia las propiedades ubicadas en el área de influencia de la red. Como el número de propiedades beneficiadas directamente por la mejora en la accesibilidad a sistemas de transporte es acotado, es esperable que compradores y arrendatarios de estas propiedades estén dispuestos a pagar más por este atributo, lo que se traduce en un aumento en los valores del mercado inmobiliario en la zona de influencia.

Ahora bien, esto no se da en cualquier modo de transporte. Para que un sistema mejore la accesibilidad de una zona – y con ello aumente su potencial inmobiliario- debe ofrecer condiciones operativas y tarifarias que lo hagan una alternativa más atractiva que las otras disponibles en la ciudad.

La gran revolución del transporte masivo de las últimas décadas ha estado dada por la implementación de sistemas de buses de tránsito rápido (BRT por su sigla en inglés), que ha experimentado un auge a nivel global en los últimos 15 años. Así, a julio de 2015 se encuentran funcionando 194 sistemas repartidos en 43 países de todo el mundo, que en su conjunto transportan más de 32 millones de pasajeros cada día. Donde esto se ha vivido con más fuerza es en Latinoamérica, que concentra un tercio de la red mundial, transportando a su vez al 61% de todos los pasajeros de sistemas BRT del planeta.

México no ha estado ausente del fenómeno. En la actualidad son 8 los sistemas que operan el país, contabilizando 304 kilómetros que transportan a 1.9 millones de pasajeros cada día. El más importante de estos sistemas es la red Metrobús de la ciudad de México, que cuenta con 105 kilómetros repartidos en 5 líneas, que transportan 900 mil pasajeros diarios.

Las necesidades de expansión del sistema Metrobús, que para el período 2015 – 2018 pretende sumar 5 líneas más, demandan la identificación de nuevas fuentes de financiamiento para solventar las obras de infraestructura requeridas para habilitar cada nuevo corredor, cuyo costo de construcción en la ciudad de México es de alrededor de 8 millones de dólares por kilómetro de línea. Una de las alternativas que se baraja es la aplicación de mecanismos de captura de plusvalías, que son herramientas fiscales y normativas utilizadas por el Estado para recuperar una parte del incremento del valor de suelo debido a la inversión en infraestructura pública o modificaciones en los códigos de zonificación o construcción. El objetivo de estas herramientas es restablecer un estado previo de distribución y así capturar ganancias para el Estado que de otra manera sólo serían capitalizadas por privados beneficiados por la inversión pública (Furtado, 2000). Estos mecanismos son de tres categorías, dos de tipo fiscal (impuestos y contribuciones) que son pagados por el propietario del bien inmueble, y una de naturaleza regulatoria, que abarca una amplia gama de instrumentos (como donaciones o cesiones de derechos) mediante los cuales el propietario “compensa” a la sociedad por la ganancia adquirida (Smolka y Amborski, 2003).

Ejemplos de mecanismos de captura de plusvalías utilizados para financiar infraestructura para el transporte masivo hay varios en el mundo (ver Díaz y Eichhorst, 2014). Uno de los más conocidos es el modelo Rieles + Propiedad (R + P) desarrollado por la Corporación de Tránsito Masivo Ferroviario (MTRC por su sigla en inglés) de Hong Kong, en la cual la agencia de transporte local es a la vez operadora del sistema de transporte masivo y desarrolladora inmobiliaria de los terrenos ubicados en el área de influencia de las distintas líneas. Para hacer esto posible, el gobierno de Hong Kong provee terrenos a la MTRC que en su valuación no consideran la plusvalía generada por la futura construcción de infraestructura de transporte público. La diferencia positiva generada entre el valor de venta de los inmuebles y el precio pagado por los terrenos en la actualidad ayuda a financiar la mitad de los costos de operación del sistema, que no cuenta con ni una clase de subsidio directo para este fin. Un esquema distinto es el aplicado en países como Reino Unido y Estados Unidos a través del Tax Increment Financing (TIF), en el cual los gobiernos locales aplican un impuesto por ganancias anticipadas para financiar la construcción de la infraestructura que en teoría generará esas ganancias.

Sin importar el mecanismo de captura de plusvalías a seguir, un elemento crucial de su implementación es la correcta evaluación del valor agregado que la implementación de un proyecto de infraestructura (en este caso, el desarrollo de un sistema de transporte masivo) generará.

Como la masificación de sistemas BRT es de reciente data la mayor parte de la literatura sobre el tema se basa en investigaciones realizadas en torno a sistemas de transporte masivo ferroviario existentes en Europa y Norteamérica. Así, y tomando como caso de

estudio el tren ligero y tren suburbano del condado de Santa Clara, California, Cervero y Duncan (2002) establecieron –mediante un modelo de precios hedónicos- que las propiedades comerciales localizadas en las cercanías de las estaciones obtenían beneficios de capitalización del orden del 23%, que en el caso de aquellas ubicadas en el centro de la ciudad y a una distancia no superior a 400 metros de una estación alcanzaban hasta el 120%.

De la misma manera, en su estudio sobre efectos inmobiliarios del tren suburbano del condado de San Diego, California, Robert Cervero (2003) identifica una apreciable capitalización de los beneficios de accesibilidad especialmente en el caso de propiedades residenciales ubicadas alrededor de las estaciones. Sin embargo, este impacto en el valor es pequeño – o incluso negativo – en el caso de propiedades comerciales, con excepción de aquellas localizadas en el centro de la ciudad, donde los clientes tradicionalmente han dependido menos del automóvil particular para hacer sus desplazamientos. Esto es coincidente con el estudio de Cervero y Landis (1997) para el sistema de transporte masivo (Metro y tren suburbano) BART de San Francisco, el cual demostró impactos positivos en los precios de suelo comercial ubicados en el centro de la ciudad, los cuales prácticamente desaparecían a medida que el sistema alcanzaba las periferias.

Sin embargo, la valorización de inmuebles producto de la construcción de sistemas de transporte masivo no es regla universal, dependiendo más bien de las características del sistema, y del lugar y contexto socioeconómico donde se implementa. De esta manera, en su estudio para el tranvía de Sheffield, Reino Unido, Henneberry (1998) no encuentra evidencia suficiente para respaldar la hipótesis del aumento del valor de propiedades producto de la implementación de un sistema de transporte masivo. De hecho, detecta una pequeña baja en los valores inmobiliarios de las propiedades cercanas a la línea en los meses posteriores a su inauguración.

En el caso de la ciudad de México, la investigación en torno a los impactos en valores y usos de suelo a lo largo de corredores de transporte masivo es escasa. De acuerdo a lo señalado por González y Navarro (1990), la construcción del sistema Metro activó el mercado de suelo alrededor de las estaciones, pero el impacto varió de acuerdo al nivel de ingreso de los habitantes de las zonas. Así, áreas de bajos ingresos experimentaron una significativa alza en el valor de sus propiedades, mientras en zonas de altos ingresos el suelo urbano se comercializó a menores precios, esto debido a que los habitantes de estas áreas prácticamente no ocupan el transporte público, y por determinados efectos indeseados asociados a la construcción de estaciones, como la llegada masiva de comercio ambulante. A nivel de usos de suelo, la construcción del Metro alentó la construcción de grandes centros comerciales en las inmediaciones de algunas terminales o estaciones de intercambio.

En el caso de sistemas BRT, la inmensa mayoría de las investigaciones existentes toman como caso de estudio la red TransMilenio de Bogotá, una ciudad que no cuenta con red de Metro y que desarrolló un sistema BRT pionero en su tipo, el cual incorporó innovaciones como el carril de rebase y estaciones de múltiples andenes que le permiten movilizar la impresionante cifra de 2.2 millones de pasajeros en una red de 113 kilómetros.

Al respecto, Rodríguez y Mojica (2008) hacen una evaluación antes-después de los efectos de la expansión del sistema TransMilenio en los valores de las propiedades ubicadas en su área de influencia, definida por un radio de 1 kilómetro. Para ello utilizan información de precios de venta de una muestra de viviendas y departamentos ofrecidos en el período 2001 y 2006. Por un lado, la investigación evalúa este efecto en inmuebles localizados en zonas que contaban con acceso a TransMilenio en 2001 y que se vieron beneficiadas por la expansión de la red, lo que les dio mayor accesibilidad al resto de la ciudad. Por otro, se evaluó el comportamiento de las propiedades que no tenían acceso al sistema en 2001 y que lo ganaron con la creación de su Fase II, que inició operaciones a fines de 2003.

Usando un método de análisis el modelo de precios hedónicos, y teniendo como grupo de control a propiedades ubicadas fuera del ámbito de influencia de TransMilenio, el estudio determinó que las propiedades ya servidas por TransMilenio experimentaron un incremento de precio que varió entre un 15 y un 20% respecto al grupo de control después de la apertura de la Fase II. Sin embargo, el estudio no pudo hallar evidencia concluyente respecto a un aumento de valor en aquellas propiedades que ganaron accesibilidad con la nueva Fase. De hecho, los datos recogidos establecen que aquellos inmuebles localizados a 150 metros o menos de la línea de BRT fueron ofrecidos a precios que son entre un 3% y un 4.4% inferiores al del resto del área de influencia, debido básicamente a la exposición a externalidades negativas asociadas a la existencia de corredores de transporte masivo (ruido, comercio ambulante, etc.). El estudio se muestra cauto respecto a sus conclusiones, ya que no descarta que sean variables distintas a la extensión de la red de BRT, no identificadas en el modelo de análisis, las que explican el aumento de valores inmobiliarios en las zonas que contaban con acceso a pie a TransMilenio antes de 2001.

También utilizando TransMilenio como caso de estudio, Perdomo-Calvo et al. (2007) establecen que aquellas propiedades localizadas en el área de influencia del sistema BRT (estimada en 500 metros a una estación) se ven beneficiadas con un aumento de valor que varía entre un 5.8% y un 17% para predios residenciales. Para ello ocuparon la técnica no paramétrica Propensity Score Matching (PSM), lo que permitió comparar dos zonas –una con acceso a TransMilenio en el sector de Suba y otra sin él- de características urbanas y socioeconómicas relativamente similares. En el caso de los precios para los predios comerciales, el estudio estimó que aquellas propiedades que tienen acceso al BRT tienen un valor que es entre un 257% y 365% superior al de aquellas propiedades comerciales distantes al sistema. Sin embargo, el estudio no se pronuncia si lo que explica la gran diferencia de valor es la existencia de un BRT u otras características del corredor, no relacionadas con el medio de transporte que circula a lo largo de él. A su vez, el número de observaciones en este caso es reducido, 40, de las cuales sólo 10 están en el área de influencia de TransMilenio, por lo cual los autores recomiendan cautela al momento de interpretar los resultados.

También en Bogotá, y a través del método de precios hedónicos aplicados a datos del período 2000 - 2004 de la Secretaría de Vivienda, Muñoz-Raskin indica que el mercado inmobiliario establece un "premium" a aquellas propiedades localizadas a distancias caminables de las líneas alimentadoras del sistema BRT de la ciudad. Así, las viviendas localizadas a una distancia entre 0 y 5 minutos de caminata presentaron un valor 8.7%

superior a aquellas ubicadas en el rango entre los 5 y 10 minutos a pie. A nivel de líneas troncales, el estudio no encontró evidencia estadísticamente significativa para justificar diferencias de precios basadas en distancia a la línea de transporte masivo.

Ahora bien, lo anteriormente descrito no se da de manera homogénea en la ciudad: son las viviendas localizadas en sectores de estrato medio las que aumentan más su valor, mientras en aquellas áreas de menos ingresos el impacto era nulo o incluso negativo (necesario puntualizar que el estudio se realizó con datos de una época en que el sistema BRT competía con el transporte tradicional de pequeños microbuses, cuya tarifa era más barata, y por lo tanto seguía siendo el preferido de los sectores más pobres de la ciudad).

A su vez, Rodríguez y Targa (2007) establecen que por cada 5 minutos de caminata que aumente la distancia a una estación de BRT, los valores de las propiedades disminuyen entre un 6.8% y un 9.3%. Sin embargo, advierten que este aumento no es necesariamente atribuible a la existencia de un sistema de transporte masivo, existiendo otros atributos del entorno, preexistentes a la línea de BRT, que pueden influir en esta situación.

En la misma línea, y ocupando dos metodologías de evaluación (precios hedónicos y Propensity Score Matching), Perdomo (2010) estableció que el metro cuadrado de una propiedad se valorizaba en un 0.05% por cada metro de cercanía a una estación o portal de TransMilenio. De esta manera, las propiedades ubicadas fuera del ámbito de influencia de la red (establecida en 500 metros) son en promedio un 13% más económicas que aquellas que se encuentran a una distancia caminable de una estación.

En uno de las pocas investigaciones disponibles para impactos inmobiliarios de sistemas BRT fuera de Bogotá, Perk y Catalá (2009) utilizaron como caso de estudio el East Busway de la ciudad de Pittsburgh, uno de los primeros BRT de Estados Unidos. Recurriendo a un modelo de precios hedónicos, establecieron que viviendas ubicadas a 1,000 pies (300 metros) de una estación en promedio se valorizaban en 9,475 dólares menos que aquellas localizadas a 100 pies (30 metros), manteniendo todas las otras variables constantes.

En general, todos los autores advierten que sus hallazgos no tienen carácter universal, respondiendo más bien a características específicas de los proyectos y su lugar de intervención. En este sentido, muchas veces resulta difícil discernir si lo que produce la plusvalía inmobiliaria es el sistema de transporte, condiciones preexistentes de su lugar de inserción, o las mejoras en el espacio público y equipamiento urbano comúnmente asociadas a la implementación de un sistema de transporte masivo.

2. El Sistema (BRT) Metrobús de la Ciudad de México

2.1 Antecedentes

La movilidad es uno de los mayores retos de cualquier ciudad debido a que tiene implicaciones en todos los ámbitos: social, económico medioambiental, político, gremial, etc. La Ciudad de México no es ajena a este desafío; es una de las más pobladas y con mayor tráfico vehicular a nivel mundial y se caracteriza por sus altos índices de contaminación.

A inicios del siglo XXI, sus habitantes generaban 22 millones de viajes diarios, los cuales en las horas picos se realizaban a una velocidad promedio de 12 km por hora, lo que resultaba en una pérdida diaria promedio de 3 horas-hombre en transportarse. A lo largo de su historia se han realizado diversos esfuerzos para satisfacer la demanda de movilidad colectiva, siendo el Sistema Colectivo Metro la gran columna vertebral del transporte masivo (con un reparto modal del 14%), complementado con otros sistemas como los autobuses (9.8%). No obstante, en términos de reparto modal, el 46.4% de los viajes se realizan a través de la extensa red de microbuses y combis concesionados¹, que operan en condiciones de seguridad y confort muy deficientes.

Es evidente que existe una carencia importante de infraestructura de transporte público que contribuya a mejorar las condiciones en la que los ciudadanos se trasladan y mejore también las condiciones ambientales de la ciudad. Por su bajo costo de construcción y operación (en comparación a otros modos como el metro o el tranvía), así como por su corto tiempo de implementación, los sistemas de buses tipo BRT (Bus Rapid Transit por sus siglas en inglés) son una buena alternativa de movilidad sustentable.

A principios de la década de 2000, los sistemas BRT ya estaban presentes en otras ciudades Latinoamericanas (Curitiba, Bogotá), en donde se había comprobado su contribución a la reducción de la congestión vehicular y el mejoramiento de la accesibilidad a equipamientos y servicios, así como la reducción de la contaminación ambiental. El BRT es un esquema que, por las características particulares de su infraestructura y operación a través de carriles exclusivos, claramente prioriza el transporte público sobre el privado.

2.2 Implementación del sistema BRT en la Ciudad de México

En el año 2002 se implementó en el Distrito Federal el Programa para Mejorar la Calidad de Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002 – 2010, como respuesta al problema de la contaminación de la ciudad y la creciente congestión vehicular. Como

¹ INEGI, Encuesta Origen-Destino, 2007.

vertiente de este Programa nació la idea de la implementar un sistema tipo BRT que después sería bautizado con el nombre de “Metrobús”.

La implementación de un sistema BRT parecía una buena solución a los presentes conflictos de movilidad ya que abarcaba distintas características positivas que se adecuaban al contexto de la Ciudad de México. Una línea de BRT podía ser planeada, diseñada y construida en un periodo corto de tiempo, a un bajo costo en comparación con una línea de Metro, además de que proporcionaría confort, confiabilidad y seguridad a sus usuarios y aportaría orden a la circulación de la vialidad. También significaría un control al crecimiento desordenado y descontrolado del transporte concesionado.

La conceptualización y planeación del sistema inició en el año 2002 y la primera línea comenzó operaciones 3 años después, en junio del 2005. La Avenida de los Insurgentes que atraviesa de sur a norte la Ciudad de México fue seleccionada para construir la primera línea de Metrobús debido a que presentaba un alto índice de congestión vehicular y un esquema caótico de transporte público concesionado. Reunía también diferentes características favorables: contaba con la demanda suficiente de usuarios para un sistema BRT; sobre ella operaba un solo grupo de transportistas (lo cual significaba un proceso de negociación más sencillo); las condiciones físicas para la implementación de la infraestructura eran adecuadas y; hacerlo sobre Av. Insurgentes significaría un alto impacto público y político al ser una de las avenidas más emblemáticas de la ciudad.

Con la apertura de la primera línea se percibió casi inmediatamente un cambio favorable en el orden y la movilidad de la vialidad. Se sustituyeron 1,108 unidades de mediana capacidad que circulaban por la vialidad, por 161 nuevos autobuses articulados. También se dio un cambio significativo en el reparto modal de Insurgentes: aproximadamente 15% de sus actuales usuarios optaron por dejar su auto para utilizar el sistema. En general las personas obtuvieron un ahorro de hasta el 40% en sus tiempos de traslado en comparación al mismo trayecto que realizaban en vehículo particular. Esto además de aligerar el tráfico, contribuyó a la reducción de contaminantes y gases de efecto invernadero.

Por ser la más antigua, podría considerarse que la Línea 1 del Metrobús resultaría idónea para evaluar sus efecto en los valores inmobiliarios de las zonas de influencia. No obstante la Av. Insurgentes presenta condiciones únicas y difíciles de replicar por ser el corredor comercial y de oficinas más importante de la ciudad. Debido a esta condición de unicidad se consideró que sería muy complicado poder aislar el efecto Metrobús en los valores inmobiliarios, y que sería prácticamente imposible identificar zonas de control con características urbanas y socioeconómicas comparables.

Por esta razón se decidió que la Línea 2 del Metrobús, la segunda más antigua, sería la adecuada para la identificación de las plusvalías generadas sobre inmuebles ubicados en su zona de influencia.

2.3 La Línea 2 de Metrobús

Para el año 2006, la Línea 1 de Metrobús ya transportaba 210 mil pasajeros al día y su demanda iba en constante crecimiento; su funcionalidad y éxito eran innegables. Era claro que el sistema debía expandirse. Se determinó que lo más conveniente era implementar un corredor que intersectara la Línea 1 y conectara el oriente con el poniente de la ciudad.

Se decidió que la Línea 2 correría por el Eje 4 Sur (oriente – poniente) desde Tepalcates hasta Tacubaya, con un total de 34 estaciones y dos terminales con una longitud de 20kms. Con la construcción de esta nueva línea, la cual hoy transporta aproximadamente a 140 mil personas al día, se logró la conectividad con las 11 líneas del Metro, articulando los dos sistemas de transporte público masivo de la ciudad.

Figura 1: Ruta Línea 2 de Metrobús



Fuente: elaboración propia CTS Embarq México.

A diferencia de la primera línea, el corredor elegido para la Línea 2 albergaba características completamente diferentes, predominando el uso habitacional, con reducida oferta de servicios, oficinas y equipamiento. Es conveniente mencionar que la Línea 2 atraviesa colonias de muy diferente nivel socioeconómico, en su zona poniente cruza barrios de altas rentas como las colonias Condesa y Del Valle, y a medida que se acerca al oriente de la ciudad, se reduce el nivel socioeconómico de los barrios y colonias a las que da servicio.

Es por estas características, y aunado a que el corredor lleva ya 7 años y medio en operación, que se eligió esta línea para aplicar el estudio de plusvalías y determinar qué tanta influencia tiene la implementación de un sistema de transporte público masivo sobre el comportamiento de los valores inmobiliarios.

Metrobús se ha destacado por su mejora continua, en cada nueva línea que implementa se van incorporando mejoras y ampliando las áreas de intervención, mejorando su integración con el entorno urbano.

En esta segunda línea se buscó mejorar el diseño físico en comparación del corredor de Insurgentes; especialmente se buscó una mejoría en las condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad. Asimismo, el sistema proporciona acceso seguro a las estaciones al intervenir cruces peatonales, implementar rampas en banquetas y mejorar la señalización horizontal y vertical, así como la semaforización, para que provean de condiciones totalmente seguras de acceso y circulación. Metrobús ha procurado que su impacto se perciba y se expanda más allá del carril de los autobuses.

Uno de los mejores atributos extra que ha traído consigo el sistema es la transformación de su entorno urbano inmediato. La recuperación de espacios públicos e imagen urbana ha sido uno de sus mayores logros consecuentes, donde el mejoramiento de la unidad de transporte se extiende hacia los carriles, luego a la estación, de la estación al cruce y del cruce hacia toda la acera, trayendo consigo una transformación integral del corredor.

2.4 Inversión

La inversión en el diseño y construcción de una nueva Línea de Metrobús corre a cargo del Gobierno del Distrito Federal (GDF), mientras que la compra de los autobuses del sistema proviene en un 75% de inversión privada (empresa concesionaria de la línea) y el resto se financia con cargo de la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, el cual es un organismo público descentralizado del GDF. En cuanto al sistema de recaudo, éste corresponde totalmente a inversión privada por parte de las empresas transportistas. El diseño del proyecto ejecutivo así como la construcción de la Línea, son atribuciones de la Secretaría de Obras y Servicios².

Referente a la construcción de la Línea 2, la inversión fue de 3.2 millones de dólares por kilómetro³ para un total aproximado de 64 millones de dólares, incluyendo la construcción de las estaciones, el carril confinado, la semaforización y las medidas de accesibilidad a las estaciones, tales como adecuación de aceras y cruces peatonales.

2.5 Ampliación de la red

Cumpliendo una década desde su inicio de operaciones, el sistema Metrobús ha presenciado un rápido crecimiento; son 5 las líneas que conforman su red, acumulando un total de 105 kilómetros. En enero de 2016 se sumarán otros 20 km con la inauguración de la Línea 6, la cual se encuentra en construcción. Con esta última Metrobús se convertirá en el sistema BRT más extenso de Latinoamérica.

Actualmente se encuentra en etapa de planeación la línea 7, que correrá por el emblemático Paseo de la Reforma. Asimismo, se llevará a cabo la ampliación de la Línea 5,

² Metrobús, Inversión Estimada; <http://myslide.es/economy-finance/inversion-en-metrobus.html>

³ Instituto Mexicano de la Competitividad, Movilidad Competitiva en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México: diagnóstico y soluciones factibles, 2012.

contribuyendo a la meta que la actual administración estableció para alcanzar los 200 kilómetros de la red.

Metrobús ha logrado sobre sus corredores un 50% de reducción de emisiones contaminantes y ha reducido en aproximadamente 40% los tiempos de traslado de sus usuarios. El sistema ha demostrado ser altamente funcional y benéfico para los residentes y transeúntes de la Ciudad de México, además de aportar ordenamiento vial, accesibilidad y mejorar la imagen urbana.

Con sus 5 líneas actuales, el sistema transporta en promedio 950 mil usuarios al día, de los cuales el 17% eran anteriormente usuarios del vehículo particular y encontraron en Metrobús una opción más rápida y económica de movilidad. Se ha demostrado que al proveer a la población de una alternativa de transporte de calidad, se puede generar un cambio en la manera en que las personas eligen moverse.

3. Selección de Zonas de Estudio

3.1 Criterios de selección y caracterización de las Zonas Metrobús y sus respectivas Zonas de Control

Para la identificación y análisis de valores inmobiliarios en la zona de influencia de la Línea 2 del Metrobús Tacubaya-Tepalcates, se seleccionaron tres tramos del corredor Metrobús con distinto nivel socioeconómico, así como tres tramos adicionales que no cuentan con influencia directa del Metrobús y que presentan características similares tanto en nivel socioeconómico como urbanas. Estos últimos tramos funcionarán como grupo de control, con la finalidad de identificar si el Metrobús fue un factor influyente en la dinámica de precios en la zona.

Para la caracterización socioeconómica en Medio Alto, Medio y Medio Bajo, se consideraron las categorías publicadas por la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado y Opinión Pública (AMAI)⁴, la cual ha segmentado dichos niveles de ingreso de la siguiente manera:

⁴ El Nivel Socioeconómico determinado por la AMAI es una segmentación del consumidor y las audiencias, que define la capacidad económica y social de un lugar, considerando las características o posesiones del hogar y la escolaridad del jefe de familia o persona que más aporta al gasto.

Cuadro 1. Nivel socioeconómico y rangos de ingreso

Nivel Socioeconómico	Veces salario mínimo		Valor mínimo en pesos (MXN)	Valor máximo en pesos (MXN)
	Desde	Hasta		
A/B	65	>	\$136,695	>
C+	26	65	\$54,678	\$136,695
C	8	26	\$16,824	\$54,678
D+	5.5	8	\$11,567	\$16,824
D	2	5.5	\$4,206	\$11,567
E	<	2.0	\$2,103	\$4,206

Valor del salario mínimo \$70.10

Fuente: AMAI, 2015.

Para el establecimiento de las tres zonas de estudio Metrobús, considerando la categorización anterior, y con base en el Censo de Población y Vivienda del INEGI 2005, se seleccionaron tres tramos de aproximadamente 1 km sobre el corredor Metrobús, estableciendo un “buffer” o radio de influencia de 500 metros a cada lado⁵.

Considerando que el nivel Medio comprende desde el segmento socioeconómico D+ al C+, para la realización del estudio se clasificaron las diversas zonas de estudio de la siguiente manera:

- Nivel Medio Alto: Nivel socioeconómico Predominante C+
- Nivel Medio: Nivel socioeconómico predominante C
- Nivel Medio Bajo: Nivel socioeconómico predominante D+

Cabe aclarar que debido a la heterogeneidad de la ciudad, es posible que algunas zonas de influencia cuenten, de manera minoritaria, con áreas pertenecientes a un segmento socioeconómico superior o inferior.

Se consideró la oferta de venta de vivienda nueva terminada y vivienda usada con la finalidad de analizar la dinámica de precios en las zonas de influencia determinadas. Para cada uno de los tramos seleccionados se consideraron como zona de influencia a aquellas Áreas Geoestadísticas Básicas⁶ (AGEBs) cuyo centroide se ubicara dentro del radio de influencia delimitado en cada una de las secciones bajo estudio, con el objetivo de contar con datos estadísticos precisos a partir de la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

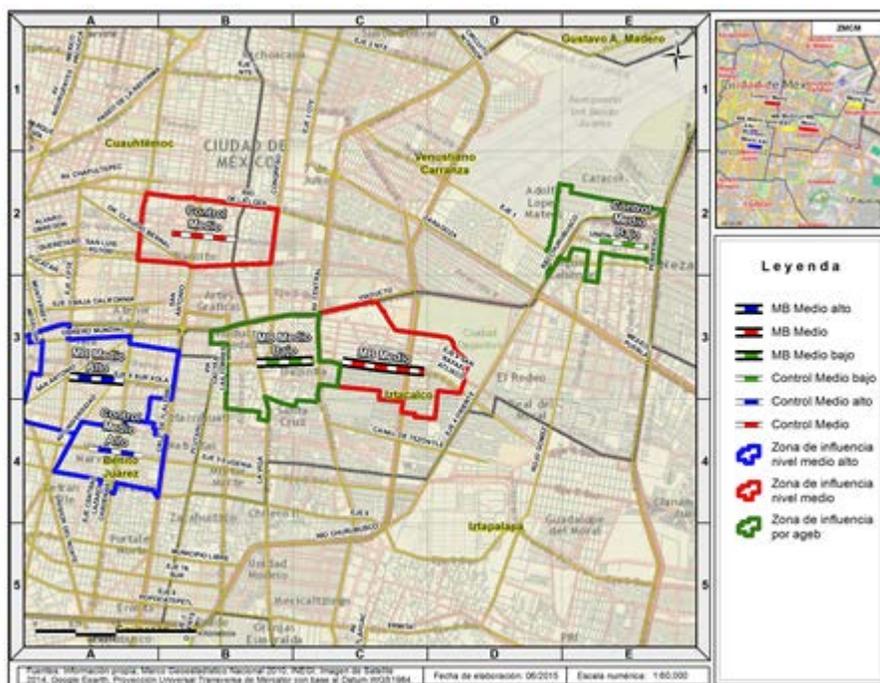
⁵ El impacto de los corredores confinados de transporte público se manifiesta principalmente en una franja de 500 metros, que es la distancia que están dispuestos a caminar los individuos para tomar el transporte público (Negrete, 2008).

⁶ Un AGEB es la extensión territorial ocupada por un conjunto de manzanas (generalmente entre 1 y 50), delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo fácilmente identificable en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios y comercial. Constituye la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional (Fuente: INEGI).

Como se mencionó anteriormente, se seleccionaron tres zonas con características urbanas y socioeconómicas similares a los tramos seleccionados del Metrobús, que funcionaran como grupo de control.

La combinación de los elementos anteriores permitió generar tres zonas de tratamiento directamente influenciadas por el Metrobús, así como tres zonas de control, las cuales se detallan a continuación.

Figura 2: Delimitación de zonas de tratamiento (Metrobús) y zonas de control



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2005.

Cabe mencionar que casi todas las zonas de influencia, tanto las de intervención como las de control, se ubican en las delegaciones centrales del Distrito Federal. No obstante, la escasa presencia de áreas similares a la mostrada por el tramo de MB Nivel Medio Bajo, propició que la zona de control se ubicara con mayor lejanía del resto, en la parte norte de la delegación Iztacalco.

Cuadro 2. Zonas de estudio y Nivel Socioeconómico Predominante

Zona de influencia	Tramo Metrobús	Ubicación	Principales colonias	NSE Predominante 2005
MB Nivel Medio Alto	MB Etiopía - MB Centro SCOP	Eje 4 Sur, Xola	Narvarte, Alamos	C+
MB Nivel Medio	MB Canela - MB Iztacalco	Eje 4 Sur, Plutarco Elías Calles	Iztacalco, Granjas México, Tlacotal Ramos Millán	C
MB Nivel Medio Bajo	MB La Viga - MB Coyuya	Eje 4 Sur, Plutarco Elías Calles	Santa Anita, Los Reyes, Coyuya	D+
Zona de influencia	Tramo de Control	Ubicación	Principales colonias	NSE Predominante 2005
C Nivel Medio Alto	Av. Dr. Vértiz - Isabel la Católica	Eje 5 Sur, Eugenia	Vértiz Narvarte, Niños Héroes de Chapultepec, Fco. Zarco	C+
C Nivel Medio	Isabel la Católica - Eje 1 Ote, La Viga	Av. Lorenzo Boturini	Obrera, Tránsito, Esperanza, Lorenzo Boturini	C
C Nivel Medio Bajo	Calle 1 - Calle 6	Av. Unión	Cuchilla Pantitlán, Pantitlán y Adolfo López Mateos	D+

Fuente: elaboración propia con datos de AMAI 2005.

3.2 Perfil demográfico y socioeconómico de las zonas de estudio

Durante las últimas tres décadas, las delegaciones centrales del Distrito Federal han registrado pérdida de población. No obstante, a partir de la denominada política del “Bando 2”, se han realizado esfuerzos significativos para redensificarlas. La siguiente tabla muestra el crecimiento o decrecimiento poblacional experimentado entre 2005 y 2010 en las seis zonas de estudio.

Cuadro 3. Tasa de Crecimiento Medio Anual de las zonas de estudio

TCMA de Población	
Control Medio Alto	0.36%
Control Medio	1.62%
Control Medio Bajo	1.07%
MB Medio Alto	-0.55%
MB Medio	1.54%
MB Medio Bajo	-0.37%

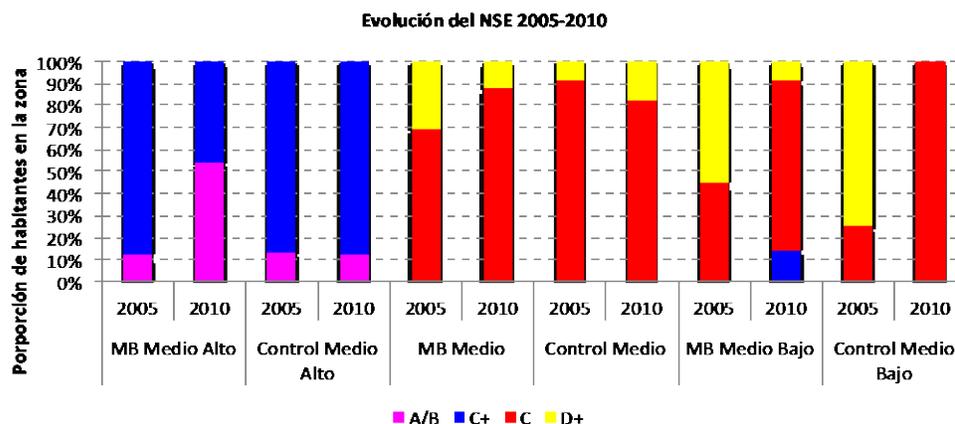
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2005 y 2010.

Para la realización del análisis de los niveles socioeconómicos de las seis zonas de estudio, se tomó como fuente de información los datos de la AMAI y los datos del Censo de Población y Vivienda 2005, así como el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, mostrando la proporción de la población existente en cada una de las zonas de influencia, así como su distribución en el territorio, de tal manera que permitiera evaluar cómo ha evolucionado cada una de las zonas en su distribución socioeconómica.

Para la delimitación de las zonas de control, era importante que éstas contaran con una distribución de niveles socioeconómicos similar a la de su respectiva zona de influencia de Metrobús, lo que puede verificarse en la siguiente gráfica.

Se consideró que los registros de ofertas inmobiliarias en cada zona de estudio corresponden al nivel socioeconómico mayoritario para esa zona. Lo anterior puede dar origen a una variabilidad controlable.

Gráfica 1. Evolución del Nivel Socioeconómico 2005-2010 en las zonas de estudio



Fuente: elaboración de Softec con datos de INEGI (2005 y 2010) y AMAI 2005.

Del análisis de distribución de los niveles socioeconómicos en cada zona, es notorio que en el periodo 2005-2010 la distribución se movió hacia niveles más altos. Por ejemplo, en la Zona Metrobús medio-alto el nivel A/B pasó del 10% al 50%; mientras que en la Zona Metrobús Medio Bajo el nivel D+ se redujo del 55% al 10%, incrementándose de manera significativa el nivel C y surgiendo el nivel C+ con más del 10% de presencia.

Se requiere un análisis adicional, que no es objeto de esta investigación, para poder determinar en qué grado este incremento se debe a la llegada de población de mayor nivel socioeconómico a la zona, a la expulsión de población de menor nivel y al posible incremento de los niveles de ingreso de la población original.

3.3 Disponibilidad de servicios públicos

En términos de disponibilidad de servicios públicos como electricidad, agua potable y drenaje, la cobertura en las seis zonas de estudio es cercana al 100% por lo que no se considera que puedan tener un efecto en la conformación diferencial de los valores inmobiliarios.

3.4 Zonificación

En el Distrito Federal, los Programas Delegacionales y Parciales de Desarrollo urbanos son los instrumentos mediante los que se establece la zonificación del suelo, que incluye: usos y giros comerciales, alturas máximas de edificación, densidad habitacional, porcentajes de ocupación y utilización del suelo, principalmente.

Las zonas Metrobús estudiadas se ubican en las delegaciones Benito Juárez e Iztacalco. La zonificación de las colonias de estudio varía, pero en general, sobre el Eje 4 (Corredor de Metrobús) se permiten mayores alturas de edificación y mayor intensidad en la mezcla de usos del suelo en comparación con las calles interiores. Por ejemplo, en las colonias

Narvarte y Álamos, sobre el Eje 4 Xola se permiten viviendas y oficinas, así como comercio en planta baja y 6 niveles de edificación, mientras que en las calles interiores de esos barrios se permite un uso exclusivamente habitacional, con y 3 niveles de edificación.

En el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Benito Juárez (PDDU), publicado en 2005 (4 años antes de la construcción de la línea 2 de Metrobús) no se preveía aún la construcción de dicho sistema de transporte. El PDDU menciona la intención de fortalecer los corredores urbanos, en su carácter financiero, comercial y turístico a través de nuevos proyectos de redesarrollo. Entre dichos corredores identifica la Av. de los Insurgentes (Metrobús línea 1), el Eje 8 Sur y la Calzada de Tlalpan, no obstante, no se hace referencia al Eje 4 Xola. Cabe mencionar que el PDDU no ha sido reformado desde 2005, es decir, no se ha aprovechado a través de una mayor densidad e intensidad constructiva, la mayor accesibilidad que la línea 2 del Metrobús generó en todas las zonas influenciadas.

Algo similar sucede en la delegación Iztacalco, en donde el PDDU vigente data de 2008 (año previo a la construcción de la línea 2 del Metrobús). Dicho PDDU no incrementa densidades ni edificabilidad respecto del anterior, que había sido publicado en 1997. Es decir, el Gobierno del Distrito Federal aun sabiendo que construirá la referida línea de Metrobús, no otorgó una zonificación más intensiva a la zona de influencia del tramo del sistema ubicado dentro de la Delegación Iztacalco.

Por su parte, los requerimientos para cajones de estacionamiento están regulados por la Norma Técnica Complementaria del Reglamento de Construcciones. La norma establece que los edificios plurifamiliares con viviendas de hasta 65 m², deberán contar al menos con un cajón de estacionamiento por vivienda. Los requerimientos de estacionamiento se incrementan a partir de los 66 m² construidos por vivienda, hasta llegar a 3.5 cajones en viviendas de más de 250 m².

La norma 26 de la Ley de Desarrollo Urbano del DF, con la finalidad de “Impulsar y facilitar la construcción de vivienda de interés social y popular en suelo urbano” permite reducir los requerimientos de estacionamiento hasta en un 70% de lo que establece la Norma Técnica Complementaria. Lo anterior exclusivamente para desarrollos de interés social o popular, con un límite de precio de venta y un máximo de 65 m² por vivienda, en desarrollos habitacionales plurifamiliares. No obstante, dado los abusos y simulaciones que los desarrolladores habitacionales han cometido amparados en dicha norma, desde el 19 de agosto de 2013 su aplicación fue suspendida, sin que hasta el momento exista alguna medida que permita exentar o reducir los requerimientos de estacionamiento.

Derivado de lo anterior puede concluirse que en el Distrito Federal las políticas de movilidad sustentable y de desarrollo urbano no están articuladas. La mayor accesibilidad que genera la construcción de sistemas de transporte público masivo como el Metrobús, no ha sido acompañada de cambios en la zonificación que fomente la densificación de las zonas mejor conectadas, ni la reducción de cajones de estacionamiento que reduzca el costo de la vivienda y fomente el uso del transporte público.

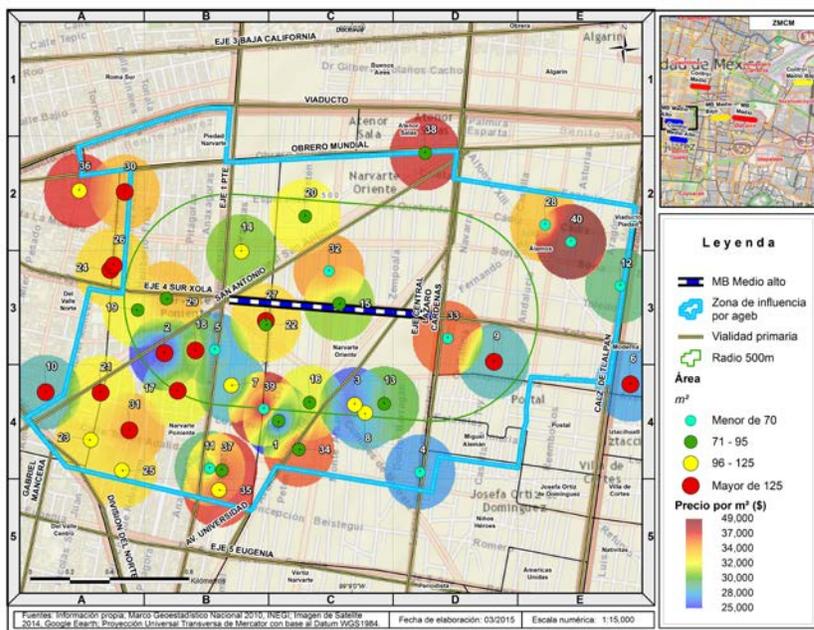
3.5 Levantamiento y registro de valores inmobiliarios

El Impuesto Predial en el Distrito Federal se calcula con base en el valor catastral de los inmuebles (suelo más construcción). Históricamente, los valores catastrales han estado muy por debajo de los comerciales. Dicha subvaluación no es necesariamente la misma en las diferentes zonas de la ciudad, por lo que no puede identificarse un porcentaje general de subvaluación de los valores catastrales respecto de los comerciales. Es debido a esta limitación, que para la presente investigación se decidió no utilizar valores catastrales, sino recurrir a la empresa Softec de consultoría inmobiliaria, misma que a partir de fuentes primarias de información, cuenta con datos históricos sobre los precios de la vivienda en varias ciudades mexicanas, teniendo especial presencia en la Ciudad de México.

La metodología para la obtención de información inmobiliaria que alimenta la base de datos de vivienda nueva terminada de Softec consiste en realizar recorridos periódicos y hacer un levantamiento de la oferta de vivienda en las zonas, recorriendo las vialidades que conforman la plaza e identificando los proyectos habitacionales anunciados. Mediante la técnica del *mystery shopper*, se obtienen datos específicos como el tamaño del proyecto y las principales variables del mercado (precios, áreas, acabados, distribución arquitectónica, etc.), las cuales son proporcionadas por los vendedores de los diferentes proyectos.

Una vez que se cuenta con esta información se complementa con otra obtenida a través de medios de difusión como revistas, periódicos o páginas de internet, tanto de desarrolladores como de instituciones gubernamentales. El levantamiento de la información se basa en obtener las características específicas del proyecto, como tamaño, desplazamiento de unidades, amenidades y atributos, así como los datos del *modelo tipo de vivienda*, el cual representa -como mínimo- el 60% de las unidades del desarrollo.

Figura 3: Ejemplo de identificación y georreferencia de ofertas inmobiliarias



Fuente: Softec, 2015.

4. Evolución de los Valores de la Vivienda

4.1 Antecedentes y objetivos

La vivienda es un bien compuesto en la que atributos como el tamaño, diseño arquitectónico, ubicación, calidad del entorno inmediato y accesibilidad a fuentes de empleo y equipamientos urbanos forman parte inseparable de sus características, hecho que la convierte en un bien altamente heterogéneo y distinto al resto (O'Sullivan, 2007).

Por ello, puede pensarse que el precio de los bienes habitacionales es el resultado de la agregación de los precios de todos los elementos que la componen aunque, por supuesto, éstos no siempre pueden evaluarse por separado de la vivienda; sin embargo, sí es posible identificar el efecto y magnitud de cada uno sobre el precio total mediante la técnica de precios hedónicos, desarrollada formalmente por Rosen (1974) y aplicada de manera común en diversos estudios elaborados desde entonces. En particular, se destacan los centrados en los efectos de la implementación de sistemas de transporte masivo sobre el precio de las viviendas aledañas (Cervero y Duncan, 2002; Rodríguez y Targa, 2004; Perdomo et al., 2007; Rodríguez y Mojica, 2008; Muñoz-Raskin, 2010; Estupiñan, 2011).

El presente trabajo utiliza la técnica de precios hedónicos para, como primer gran objetivo, identificar el efecto de la línea 2 del Metrobús⁷ sobre el precio de las viviendas cercanas al corredor vial por el cual circula, y así conocer si la implementación de este sistema de transporte ha generado plusvalías sobre su entorno habitacional. Particularmente, se propone señalar el efecto diferenciado de la implementación de este sistema de transporte sobre el precio de vivienda, según los submercados habitacionales existentes en su zona de influencia.

Paralelamente, un segundo gran objetivo es que, una vez determinada la incidencia del Metrobús sobre el precio de las viviendas, se cuente también con elementos para conocer la distancia a partir de la cual el efecto del Metrobús desaparece sobre el valor de mercado de los bienes habitacionales.

Este tipo de estudios son relevantes para desarrollar y fortalecer instrumentos que permitan la captura de plusvalías generadas por intervenciones urbanas de gran alcance (particularmente proyectos de transporte masivo), que sirvan como fuentes alternativas de financiamiento para las mismas, y para la implementación de otros mecanismos urbanísticos que permitan incrementar el efecto positivo de las grandes inversiones en infraestructura de transporte sobre los submercados habitacionales, principalmente aquellos pertenecientes a la población de renta media y baja.

⁷ La línea 2 del Metrobús Tepalcates - Tacubaya (en adelante Metrobús) corre sobre el Eje 4 Sur, en dirección oriente-poniente. Tiene una longitud de 20 kilómetros y está compuesto por 36 estaciones. Fue inaugurada el 16 de diciembre de 2008.

4.2 Metodología propuesta

Para lograr los objetivos descritos, se desarrolla un modelo econométrico general, a partir de la teoría de precios hedónicos de la vivienda, que permite identificar el efecto del Metrobús sobre el valor de mercado de los bienes habitacionales en dos periodos de tiempo, el primero comprendido entre 2004 y 2008 -previo a la puesta en marcha del sistema- y el segundo, entre los años 2009 y 2015- posterior al inicio de sus operaciones.

El estudio parte de la comparación entre una zona de influencia del sistema y una de control, en la que se supone que el Metrobús no tendrá efectos sobre el precio de los bienes inmuebles; para delimitar ambas zonas, se considera una distancia máxima de influencia del sistema equivalente a 500 metros lineales alrededor de cada estación⁸. Además, inicialmente se tomó en consideración la existencia de tres estratos socioeconómicos al interior de cada zona de estudio -Medio bajo, Medio y Medio alto⁹- con la intención de identificar efectos diferenciados del Metrobús sobre los precios de vivienda, en función de los submercados habitacionales.

Para alcanzar los objetivos del trabajo se desarrollan dos tipos de modelos de precios hedónicos, cada uno dividido en varios submodelos. En primer lugar, se necesita determinar si el Metrobús tuvo o no un efecto sobre el precio de las viviendas cercanas. Para ello se desarrolla un modelo general de precios hedónicos en el que se incluyen todos los registros de las zonas de control y de influencia del Metrobús, pero dividido en submodelos en función del nivel socioeconómico y del periodo de estudio (antes y después de la implantación del sistema). En estos modelos, la variable de accesibilidad al Metrobús recibe el valor de 1 (uno) si la vivienda se encuentra a menos de 500 metros lineales de distancia de una estación de la red y de 0 (cero) si se encuentra a una mayor distancia. Esta modelación permite identificar el efecto de la cercanía del Metrobús sobre el precio de la vivienda, al comparar los resultados antes y después de la puesta en marcha del sistema, en función del nivel de ingreso, y con ello descubrir si existen cambios significativos en la conformación de la estructura de los precios.

En segundo lugar, se investigará la distancia a partir de la cual desaparece la influencia del Metrobús sobre los precios de la vivienda. Para ello se realiza una modificación en el diseño de la variable de accesibilidad de cada modelo. En esta fase la accesibilidad se mide utilizando la distancia en línea recta de cada vivienda a la estación del Metrobús más cercana. De esta forma, se puede derivar una función de gradiente de precios a partir de la cual es posible identificar la distancia máxima de influencia del sistema de transporte.

⁸ El impacto de los corredores confinados de transporte público se manifiesta principalmente en una franja de 500 metros, que es la distancia que están dispuestos a caminar los individuos para tomar el transporte público (Negrete, 2008: 314).

⁹ La definición y delimitación de los polígonos o zonas de tratamiento y control, así como los umbrales para categorizar el nivel socioeconómico de los residentes de cada polígono fueron desarrollados por la empresa consultora *Softec: consultoría en proyectos inmobiliarios*, a partir de criterios acordados previamente con CTS Embarq México.

Los resultados obtenidos ofrecen información sobre la conformación de la estructura de los precios de la vivienda en los períodos de estudio, y zonas de influencia y control. Particularmente, controlando la variable de distancia a las estaciones de Metrobús (antes de 2009, al eje vial) antes y después de la implantación del sistema, fue posible deducir si hubo un cambio en la estructura de dichos precios por la propia puesta en marcha del sistema.

Para construir modelos robustos y coherentes con la literatura se controlan tres tipos de conjuntos de variables: características de la vivienda (superficie, número de recámaras, etc.), características del vecindario (áreas verdes y equipamiento) y variables de accesibilidad (distancia al Metrobús y distancia al metro).

Para la realización de este trabajo se cuenta con una base de datos con información sobre el precio de venta y características de la vivienda de 685 registros habitacionales válidos entre 2004 y 2015¹⁰. Es importante señalar que cada registro se corresponde con un conjunto de habitacional en el que existe un número diferente de unidades individuales de vivienda que, en total, suman 23 mil 111 propiedades, de las cuales 13,943 se pueden considerar para el estudio¹¹. Los alcances y limitaciones de la información, así como al análisis de la información con la que se elabora este trabajo se describen en las siguientes dos secciones.

4.3 Alcances y limitaciones del estudio

Los resultados de la presente investigación están limitados por una serie de importantes restricciones derivadas de la información disponible, tanto de la base de datos utilizada como de otras fuentes oficiales.

En primer lugar, existe una limitante geográfica de la información obtenida. Los registros se encuentran contenidos espacialmente en un área particular de la línea 2 del Metrobús, correspondiente fundamentalmente, al tramo entre las estaciones Amores y Upiicsa de las colonias Narvarte poniente y del Valle Centro, y Granjas México.

Así mismo, los datos utilizados no tienen la misma representación en todos los niveles socioeconómicos. Como se podrá apreciar en apartados posteriores, en la zona designada como “Metrobús” (zona de influencia del sistema) existe un sesgo hacia los registros del estrato socioeconómico medio-alto. Este punto se debe tener en cuenta en los resultados de

¹⁰ Toda la información para la realización de este trabajo fue elaborada por *Softec: consultoría en proyectos inmobiliarios*, y proporcionada por CTS Embarq México. Originalmente, se obtuvo información para 544 proyectos; sin embargo, en los archivos KML recibidos, sólo se encontró la georreferenciación para 542 registros. La omisión de dos proyectos habitacionales no afecta las estimaciones realizadas debido a que los datos faltantes se encuentran cerca del promedio total del resto de proyectos. Posteriormente se proporcionó información adicional de otros 49 proyectos habitacionales, que fueron incorporados al análisis.

¹¹ De acuerdo con la información proporcionada por Softec, la vivienda tipo corresponde a aquella tipología que por lo menos supone el 60% de la oferta total del desarrollo inmobiliario. Sin embargo, no es posible conocer con precisión el porcentaje de la vivienda tipo en cada uno de los 685 registros habitacionales.

los modelos generales agregados (es decir, en aquellos modelos que incluyen los registros de todos los niveles socioeconómicos disponibles en la base de datos).

De la misma forma, existe un sesgo temporal en la base de datos, ya que existe una mayor cantidad de registros a medida que nos aproximamos a fechas actuales, es decir, después de la implementación del Metrobús. Esto es debido a la dificultad de encontrar información de registros de precios de vivienda a medida que nos remontamos en el tiempo. Este es un problema compartido por todas las investigaciones sobre precios de la vivienda en México.

Además, la mayor parte de los registros disponibles corresponden a vivienda nueva. Los registros de vivienda usada son prácticamente nulos como para realizar un estudio por separado, y los correspondientes a comercios, inexistentes. Otra limitación significativa es que las características de cada unidad individual de vivienda son asignadas -desde el origen de la base de datos- en función de la tipología predominante de cada uno de los 685 conjuntos de vivienda. Por ello los análisis se realizaron utilizando un factor de expansión equivalente de 60%, que es más fiel con la representatividad del modelo, pero reduce la variabilidad de la base de datos.

Debido a estas limitantes, es importante señalar que el estudio tiene un carácter exploratorio, orientado principalmente al efecto del Metrobús línea 2 sobre la compra de vivienda nueva. Este hecho no invalida sus resultados, sino que aporta información valiosa sobre las tendencias probables, suponiendo un paso importante para avanzar en la investigación del efecto de la implementación de sistemas de transporte tipo Bus Rapid Transit (BRT) sobre distintos mercados, particularmente, el habitacional, en la Ciudad de México, la zona del país que mayor inversión ha realizado en estos sistemas masivos. La ampliación en un futuro de la cobertura espacial y socioeconómica del estudio permitirá matizar y concluir estos resultados pero, para ello, será necesario contar con muestras representativas de precios recogidas de una manera aleatoria, tanto por tipo de vivienda como por localización espacial del inmueble.

4.4 Análisis de la información recibida

Como se mencionó, para el desarrollo de este trabajo se cuenta con una base de datos con información para 685 registros georreferenciados y válidos entre 2004 y 2015, correspondientes al mismo número de proyectos o unidades habitacionales censados por la empresa Softec, Consultoría en Proyectos Inmobiliarios. Cada registro contiene información sobre el precio real de venta en el año 2015 -es decir, el precio de la cada vivienda se expresa en pesos mexicanos del año 2015- y sobre las características principales de la tipología de vivienda representativa de cada proyecto. Estos registros son representativos de un total de 13,943 unidades individuales de vivienda.

4.4.1 Número de registros por zona y año

Los 685 registros georreferenciados se subdividen en dos grupos, uno de tratamiento (zona Metrobús) y otro de control (zona control). Cada grupo se compone, a su vez, por tres estratos socioeconómicos: Medio bajo, Medio y Medio alto. El Cuadro 4 resume el número de registros de desarrollos habitacionales, según la clasificación señalada y el año de venta de las viviendas correspondientes. Similarmente, el Cuadro 5 incluye el número total de viviendas existentes en los desarrollos habitacionales del Cuadro 4.

Cuadro 4. Desarrollos habitacionales por zona de tratamiento o control, estrato socioeconómico y año de venta de la vivienda

Categoría	Año de registro												Total
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
MB Medio Bajo	1	0	0	0	1	1	1	0	1	4	1	8	18
MB Medio	1	0	0	0	0	0	0	1	4	2	2	10	20
MB Medio Alto	15	13	41	34	23	24	19	27	21	18	20	108	363
Subtotal MB	17	13	41	34	24	25	20	28	26	24	23	126	401
Control Medio Bajo	0	2	0	2	3	3	0	2	2	3	8	26	51
Control Medio	2	1	2	7	8	5	1	3	6	4	1	25	65
Control Medio Alto	2	5	13	18	7	11	13	10	7	8	6	68	168
Subtotal Control	4	8	15	27	18	19	14	15	15	15	15	119	284
Total	21	21	56	61	42	44	34	43	41	39	38	245	685

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Cuadro 5. Número de viviendas por zona de tratamiento o control, estrato socioeconómico y año de venta de la vivienda

Categoría	Año de registro												Total
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
MB Medio Bajo	24	0	0	0	36	18	2	0	11	87	33	305	516
MB Medio	16	0	0	0	0	0	0	29	98	101	55	107	406
MB Medio Alto	191	130	523	404	214	313	358	372	239	221	170	498	3,633
Subtotal MB	231	130	523	404	250	331	360	401	348	409	258	910	4555
Control Medio Bajo	0	48	0	82	107	169	0	154	135	195	639	1,217	2,746
Control Medio	32	5	475	289	761	554	454	65	557	174	9	578	3,953
Control Medio Alto	110	46	311	454	118	660	220	62	122	117	44	425	2,689
Subtotal Control	142	99	786	825	986	1383	674	281	814	486	692	2220	9388
Total	373	229	1309	1229	1236	1714	1034	682	1162	895	950	3130	13943

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

La distribución de los registros de la base de datos ocasiona limitaciones en el análisis. Debido al reducido número de observaciones para ciertos años y estratos en la zona de

Metrobús -aún después de incluir el factor de expansión correspondiente-, no es posible obtener resultados estadísticamente significativos para cada grupo socioeconómico por separado, por lo que se decidió unir los estratos medio-bajo y medio en uno solo (ahora estrato medio) y se mantuvo sin cambios el estrato medio-alto, que es aquel que cuenta con el mayor número de registros en ambos períodos del tiempo (2004-2008 y 2009-2015). En este caso, la distinción entre el grupo de tratamiento y el grupo de control no sufrió ninguna modificación.

4.4.2 Variables de interés

La base de datos proporcionada cuenta con información sobre el precio total y por metro cuadrado de cada vivienda, así como con datos sobre sus rasgos arquitectónicos particulares. Esta misma base describe también las características generales de cada proyecto o conjunto habitacional; sin embargo, no posee información sobre variables relacionadas con la accesibilidad de las viviendas a modos de transporte ni con las características de su entorno o vecindario.

Entre las variables que describen los atributos principales de cada residencia se encuentra la superficie total y superficie de terraza (en los casos en los que la vivienda cuenta con ella), ambas expresadas en metros cuadrados. También se dispone de información sobre el número de recámaras, baños y medios baños, cajones de estacionamiento propios y para visitantes, y sobre la existencia de casetas de vigilancia, áreas verdes, roof garden, elevador, alberca y otras amenidades de la vivienda. Estas últimas se codifican como variables dicotómicas que toman el valor de uno cuando los atributos se encuentran disponibles en la residencia correspondiente, y de cero en caso contrario. Los precios de cada vivienda, tanto agregados como por metro cuadrado, se expresan en pesos constantes de 2015.

Con base en la literatura revisada y, sobre todo, en la variabilidad de cada una de las variables según el número de registros y el factor de expansión respectivo, en un primer momento se integraron a los modelos de precios hedónicos los siguientes atributos:

- superficie total de la vivienda
- superficie de la terraza
- número de recámaras
- número de baños o medios baños
- número de cajones de estacionamiento
- cajones de estacionamiento para visitantes (dicotómica)
- número de niveles del proyecto o unidad habitacional
- elevadores (dicotómica)
- cuarto de servicio (dicotómica)
- caseta de vigilancia (dicotómica)
- áreas verdes en la vivienda (dicotómica)

- *roof garden* en la vivienda (dicotómica)
- barda perimetral (dicotómica)

Sin embargo, las variables correspondientes a la superficie de terraza, cajones de estacionamiento para visitas, número de niveles del proyecto, elevadores, cuarto de servicio, caseta de vigilancia y barda perimetral no mostraron una significancia estadística relevante al momento de ejecutar el modelo preliminar de precios hedónicos, aunque la variable caseta de vigilancia sí resultó relevante en los modelos de la segunda fase del estudio. Además, el número de recámaras estuvo altamente correlacionado con la superficie total de cada vivienda, por lo que se decidió omitir esta variable del análisis, sin que esto provocase modificaciones destacables a los resultados del estudio.

Debido al objetivo del presente trabajo, fue necesario incluir dentro de la base de datos original variables que permitieran medir el efecto del Metrobús sobre los precios de las viviendas cercanas al corredor por el que circula, así como variables que reflejaran algunas de las características relevantes del vecindario. Estas últimas, junto con aquellas relacionadas con las particularidades arquitectónicas de cada vivienda, permiten controlar de mejor manera los resultados obtenidos.

Las variables construidas para captar las características del vecindario fueron tres: distancia a áreas verdes, distancia a centros escolares, y distancia a equipamientos de salud. La construcción precisa de las tres variables puede consultarse en el Anexo Metodológico y Estadístico.

La accesibilidad de las viviendas se controla mediante tres variables. En primer lugar se estableció una variable dicotómica que determinase si la vivienda se encuentra comprendida a menos de 500 metros lineales de una estación de Metrobús. De esta forma, las viviendas de la zona de control presentan un valor de cero en esta variable. En segundo lugar, se construyó otro indicador que refleja la distancia euclidiana real de cada vivienda a la estación más cercana del sistema. Por último, para controlar el efecto que pudieran tener otros modos de transporte colectivo sobre los precios habitacionales, se incorporó un indicador relacionado con la distancia de cada residencia a la estación de Metro más próxima.

Los resultados de los estadísticos básicos (promedio, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo) de las variables de interés se presentan en la siguiente sección.

4.5 Estadísticos descriptivos

A continuación se muestran los estadísticos principales de las variables que se incluyen en el modelo de precios hedónicos propuesto para identificar el efecto del Metrobús sobre el precio de las viviendas cercanas al corredor. El detalle de esta información se encuentra en el Anexo Metodológico y Estadístico del presente documento.

4.5.1 Precio total y precio por metro cuadrado

El precio de la vivienda es la variable dependiente (a explicar) en el modelo de precios hedónicos, por lo que resulta de interés detallar el comportamiento que se observó en este indicador durante el período de estudio, en función de cada zona. La descripción de sus valores se realiza tanto para el precio total de la vivienda como para el precio por metro cuadrado.

En promedio, en el período 2004-2015 el precio de las viviendas ubicadas en la zona de tratamiento fue de \$2 millones de pesos, mientras que en la zona de control fue de \$1.5 millones. Es decir, los precios habitacionales en las zonas cercanas a la línea 2 del Metrobús fueron 37.33% superiores a los de la zona de control.

Además, durante este lapso la desviación estándar en el valor de mercado de las propiedades fue mayor en la zona de tratamiento que en la de control, ya que en la primera la dispersión respecto a la media fue de más de \$957 mil pesos, mientras que en la segunda fue de sólo \$843 mil. En términos relativos, la desviación estándar sobre la zona de control supone una dispersión sobre el precio medio de 44.57%, mientras que en la zona de tratamiento esa dispersión se limita a 54.18%.

En lo que respecta al nivel socioeconómico, es posible observar el sesgo que ocasionan los registros del nivel medio alto en la zona de tratamiento sobre los estadísticos agregados: la media del precio de la vivienda de los sectores medio y medio bajo agrupados es de \$1.1 millones pesos, mientras que la del nivel medio alto es de \$2 millones, un valor cercano al precio medio de \$1.9 millones de pesos de todos los registros agregados. Ocurre lo mismo en la zona de control, donde la distribución de los precios tiene la misma diferencia de \$1 millón de pesos, la media en el nivel medio-alto es de \$1.9 millones de pesos y para el nivel medio y medio-bajo es \$900 mil pesos.

Respecto al precio por metro cuadrado, se observaron efectos similares para el caso de los promedios, pero no para la desviación estándar. En la zona de tratamiento el primer valor alcanzó los \$23,823.8 y en la de control los \$20,504.2, mientras que la dispersión respecto a la media fue de \$6,263.63 para los dos casos.

En cuanto a la diferenciación por grupos socioeconómicos, se reproduce el sesgo del nivel medio alto en la zona de tratamiento: \$24,307 por metro cuadrado en el nivel medio alto, frente a \$19,206 de los grupos medio y medio bajo agrupados, con una media agregada de \$23,823 pesos.

En ambas zonas de estudio, tanto de control como de tratamiento, se observa que la mediana de los precios agregados y por metro cuadrado es inferior a la media correspondiente, situación que indica que más de la mitad de las viviendas analizadas se encuentra por debajo del promedio de los valores de mercado de los bienes inmuebles que conforman la muestra. Esto es reflejo de la existencia de un pequeño grupo de viviendas de muy alto precio en cada una de las dos zonas de estudio.

El Cuadro 6 resume los hallazgos descritos más relevantes para cada zona de estudio y para el conjunto de observaciones en el período 2004-2015.

Cuadro 6. Precio total y por metro cuadrado 2004-2015, 2004-2008 y 2009-2015, por zona de tratamiento y control, y nivel socioeconómico (precios 2015)

2004-2015						
Zona Metrobús						
	Variable	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Medio y	p_2015	38	1,084,465.00	277,486.40	610,666.80	1,590,300.00
Medio Bajo	p_m2_2015	38	19,206.40	4,530.12	9,849.47	30,522.73
Medio Alto	p_2015	363	2,195,694.00	942,496.20	548,170.00	5,900,000.00
	p_m2_2015	363	24,307.15	6,227.48	10,916.38	58,242.42
Total	p_2015	401	2,090,391.00	957,718.90	548,170.00	5,900,000.00
	p_m2_2015	401	23,823.78	6,263.63	9,849.47	58,242.42
Zona de Control						
	Variable	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Medio y	p_2015	116	878,838.00	242,225.40	482,009.30	1,700,000.00
Medio Bajo	p_m2_2015	116	15,785.52	3,635.76	10,419.46	26,518.22
Medio Alto	p_2015	168	1,966,425.00	824,715.60	797,338.20	4,900,000.00
	p_m2_2015	168	23,762.37	5,537.05	14,950.09	40,714.29
Total	p_2015	284	1,522,199.00	843,809.20	482,009.30	4,900,000.00
	p_m2_2015	284	20,504.22	6,236.36	10,419.46	40,714.29
Total						
	Variable	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Medio y	p_2015	154	929,577.00	265,765.90	482,009.30	1,700,000.00
Medio Bajo	p_m2_2015	154	16,629.63	4,133.74	9,849.47	30,522.73
Medio Alto	p_2015	531	2,123,157.00	912,375.20	548,170.00	5,900,000.00
	p_m2_2015	531	24,134.79	6,017.75	10,916.38	58,242.42
Total	p_2015	685	1,854,820.00	953,650.90	482,009.30	5,900,000.00
	p_m2_2015	685	22,447.50	6,458.56	9,849.47	58,242.42

Fuente: elaboración propia con base en Softec

	2004-2008					2009-2015				
	Zona Metrobús					Zona Metrobús				
	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Medio y	3	673,061.30	98,919.82	610,666.80	787,115.80	35	1,119,728.00	258,849.40	684,053.90	1,590,300.00
Medio Bajo	3	11,798.70	1,723.03	9,849.47	13,118.60	35	19,841.34	4,111.12	13,412.82	30,522.73
Medio Alto	126	1,813,177.00	793,328.80	548,170.00	5,339,318.00	237	2,399,058.00	953,706.30	712,689.20	5,900,000.00
	126	20,308.22	2,744.45	12,748.14	28,017.07	237	26,433.16	6,513.11	10,916.38	58,242.42
Total	129	1,786,663.00	802,826.00	548,170.00	5,339,318.00	272	2,234,438.00	992,306.50	684,053.90	5,900,000.00
	129	20,110.32	3,009.90	9,849.47	28,017.07	272	25,584.95	6,629.64	10,916.38	58,242.42
	Zona de Control					Zona de Control				
	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Medio y	27	802,234.00	196,242.60	482,009.30	1,164,069.00	89	902,077.50	250,898.70	521,096.00	1,700,000.00
Medio Bajo	27	13,192.96	2,073.82	10,711.32	17,360.59	89	16,572.03	3,649.10	10,419.46	26,518.22
Medio Alto	45	1,512,824.00	752,226.70	797,338.20	4,519,325.00	123	2,132,377.00	789,493.00	800,000.00	4,900,000.00
	45	19,061.00	2,562.83	14,950.09	24,816.86	123	25,482.39	5,335.10	14,976.51	40,714.29
Total	72	1,246,353.00	696,260.70	482,009.30	4,519,325.00	212	1,615,883.00	870,096.80	521,096.00	4,900,000.00
	72	16,860.48	3,718.79	10,711.32	24,816.86	212	21,741.72	6,437.45	10,419.46	40,714.29
	Total					Total				
	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Medio y	30	789,316.70	191,717.40	482,009.30	1,164,069.00	124	963,511.00	270,617.10	521,096.00	1,700,000.00
Medio Bajo	30	13,053.54	2,059.51	9,849.47	17,360.59	124	17,494.82	4,047.43	10,419.46	30,522.73
Medio Alto	171	1,734,137.00	791,720.90	548,170.00	5,339,318.00	360	2,307,942.00	908,726.70	712,689.20	5,900,000.00
	171	19,980.00	2,746.20	12,748.14	28,017.07	360	26,108.31	6,145.18	10,916.38	58,242.42
Total	201	1,593,119.00	807,493.40	482,009.30	5,339,318.00	484	1,963,501.00	988,727.40	521,096.00	5,900,000.00
	201	18,946.20	3,625.98	9,849.47	28,017.07	484	23,901.55	6,812.30	10,419.46	58,242.42

Fuente: elaboración propia con base en Softec

Comportamiento de los precios totales

Al analizar el comportamiento de los precios agregados entre los períodos 2004-2008 y 2009-2015 (ver Anexo Metodológico y Estadístico), se observa que los valores de mercado aumentaron en ambas zonas de estudio. Para las viviendas de los polígonos de tratamiento, el incremento fue de 25.0% en términos reales, al pasar de \$1.8 a \$2.2 millones de pesos, es decir, un incremento medio aproximado de 450 mil pesos, mientras que para las zonas de control el aumento fue de 30%, al aumentar de \$1.2 a \$1.6 millones de pesos, o lo que es lo mismo, un crecimiento medio de 369 mil pesos.

Sin embargo, si analizamos las subidas por nivel socioeconómico, encontramos diferencias significativas. En la zona de tratamiento (zona de Metrobús) el incremento en el valor real de la vivienda en los segmentos medio y medio bajo es de 66%, al subir de 673 mil pesos antes del Metrobús a un precio medio de \$1.1 millones de pesos después de la puesta en funcionamiento del sistema; en cambio, en la misma zona en el segmento medio alto el incremento fue sólo de 32%.

En contraste, en la zona de control en el segmento medio y medio bajo el cambio en el incremento real de los precios fue muy modesto, tan sólo de 12%, al pasar de un precio medio de 802 mil pesos a 902 mil pesos. En el segmento medio alto el incremento fue bastante superior, de 41%, al incrementarse los precios reales medios de \$1.5 millones de pesos a \$2.1 millones.

Este incremento en el segmento medio-alto de la zona de control apunta a un posible proceso de gentrificación, aunque, por supuesto, no es posible afirmarlo con la información disponible. Sin embargo, es claro que, una vez desagregados los datos por niveles socioeconómicos, la zona de Metrobús lidera los mayores crecimientos de precios en términos absolutos, así como en términos relativos en los sectores socioeconómicos medio y medio-bajo, lo que parece apuntar a un cambio en la apreciación de las viviendas de la zona después de ponerse en funcionamiento el sistema de Metrobús.

Comportamiento de los precios por metro cuadrado

El crecimiento en los precios por metro cuadrado experimentó un comportamiento similar, ya que en las zonas de influencia del Metrobús esta tasa de crecimiento fue de 27%, y de 29% en las zonas de control; una diferencia poco significativa.

Sin embargo, al desagregar el crecimiento de los precios por nivel socioeconómico se observan comportamientos opuestos. Por un lado, las tasas de crecimiento de los valores de mercado de las viviendas pertenecientes a estratos medio y medio bajo, fueron de 68% y 26% en las zonas de tratamiento y control, respectivamente. Por su parte, el precio del grupo de viviendas de categoría media alta se incrementó en 30% en la zona de Metrobús y en 41% en la zona de control.

Los estadísticos descritos indican que el precio de las viviendas en la zona de tratamiento es sustancialmente mayor al de las zonas de control; sin embargo, la tasa de crecimiento de esta variable tanto en términos agregados como por metro cuadrado –considerando simultáneamente ambas categorías de vivienda– fue ligeramente superior en la región de control, aunque los comportamientos de cada submercado fueron opuestos: los precios de sectores habitacionales medio y medio bajo crecieron a una mayor tasa en zonas de influencia del Metrobús, pero los valores de mercado de las viviendas de categoría media alta, lo hicieron a mayor ritmo en la zona de tratamiento.

4.5.2 Características de la vivienda

En este apartado se muestran los estadísticos básicos de las variables explicativas incluidas en los modelos econométricos que se proponen en la sección sexta, además de otras adicionales que describan con más detalle las características de las viviendas.

Durante el período, se observa que las viviendas de la zona de tratamiento fueron, en promedio, 21% más grandes que las viviendas de la zona de control: 86.6 m² Vs. 71.37 m² y tuvieron también mayor número de recamaras, baños y cajones de estacionamiento. Cuando las casas o departamentos contaron con terraza, éstos tuvieron una mayor superficie en las áreas aledañas al Metrobús que en las más lejanas, aunque la diferencia es escasa.

Por lo contrario, las viviendas de la zona de control tuvieron mayor proporción de áreas verdes (12.9% Vs. 16.5%) y roof garden (33.41% Vs. 34.15%) que aquellas cercanas al sistema de transporte analizado. El Cuadro 7 resume los estadísticos principales para cada variable.

Por otro lado, es posible observar que, en general, entre ambos períodos de estudio, la superficie de las viviendas y el número de recamaras disminuye en ambas zonas de estudio, mientras que el número de baños y cajones de estacionamiento aumenta para ambos casos. Lo mismo sucede respecto a la proporción de residencias con casetas de vigilancia, áreas verdes y roof garden (ver Anexo Metodológico y Estadístico).

Cuadro 7. Estadísticos básicos sobre características de la vivienda

Zona Metrobús						
Variable	Núm de Obs	Media	Mediana	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Área (m2)	401	86.60329	82	31.37229	42	318
Terraza (m2)*	401	0.7533167	0	4.507115	0	70
Recámaras	401	2.241895	2	0.488713	1	4
Baños	401	1.839152	2	0.5881652	1	4.5
Cajones estacionamiento	401	1.301746	1	0.5884063	0	3
Área verde (dicotómica)	401	0.1296758	0	0.3363661	0	1
Roof garden (dicotómica)	401	0.3341646	0	0.4722868	0	1
Zona Control						
Variable	Núm de Obs	Media	Mediana	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Área (m2)	284	71.37623	64	27.20106	42	280
Terraza (m2)*	284	0.2341549	0	1.889789	0	21
Recámaras	284	2.126761	2	0.4179566	1	3
Baños	284	1.494718	1	0.540717	1	3.5
Cajones estacionamiento	284	0.9964789	1	0.6148816	0	4
Área verde (dicotómica)	284	0.165493	0	0.3722809	0	1
Roof garden (dicotómica)	284	0.3415493	0	0.4750664	0	1

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

4.5.3 Características del vecindario

Para controlar algunos de los efectos que puedan tener las características del vecindario sobre el precio de la vivienda, se incorporaron al análisis tres variables que recogen la disponibilidad y cercanía de equipamientos y espacios libres. Los tres indicadores toman como referencia la distancia de cada vivienda a áreas verdes -parques y jardines-, distancia a equipamiento educativo, y distancia a centros de salud.

Es importante decir que, aunque se reconoce la importancia del efecto de otros elementos del entorno sobre el precio de los bienes habitacionales (índices delictivos, calidad de los espacios públicos, niveles de ruido o contaminación), no fue posible incorporar en este estudio variables adicionales a las señaladas debido, principalmente, a la ausencia de información pública disponible, sobre todo aquella desagregada al nivel requerido por esta

investigación. Sin embargo, se puede considerar que la disponibilidad y cercanía de cada proyecto de vivienda áreas verdes y equipamiento, captura algunas características del entorno, por lo que es posible controlar de mejor manera el efecto del Metrobús sobre el precio de las viviendas.

Entrando en materia, es de destacar que, a pesar de que la distancia promedio a áreas verdes es similar para los proyectos de vivienda tanto de la zona de tratamiento como de la zona de control (349 metros Vs. 336 metros), no sucede lo mismo con los equipamientos educativos y de salud pues, en ambos casos, esta distancia es significativamente mayor en la zona de influencia del Metrobús que en la de control: 302 metros frente a 183 metros para el caso de escuelas, y 868 metros Vs. 423 metros, para el caso de centros de salud.

Esta mayor cercanía a equipamientos podría implicar que, si bien es cierto que las zonas de control carecen de un efecto directo generado por el Metrobús, sí observaron una mayor influencia del equipamiento educativo y de salubridad sobre los precios de vivienda.

La descripción de los estadísticos básicos de estas tres variables se recoge en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Estadísticos básicos sobre características del vecindario

Zona Metrobús						
Variable	Núm de Obs	Media	Mediana	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Distancia a áreas verdes	401	349.0	337.0	162.7	35.2	977.3
Distancia a centros educativos	401	301.5	281.5	152.5	23.3	712.0
Distancia a centros de salud	401	868.8	855.9	435.7	40.5	1694.1
Zona Control						
Variable	Núm de Obs	Media	Mediana	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Distancia a áreas verdes	284	336.2	256.2	243.1	9.2	1125.8
Distancia a centros educativos	284	183.1	168.2	103.5	13.4	510.4
Distancia a centros de salud	284	423.4	373.3	239.2	51.7	1192.4

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

4.5.4 Accesibilidad a sistemas de transporte

Finalmente se describen los resultados observados para las variables de accesibilidad a los sistemas de transporte más significativos de cada zona de estudio: el Metrobús y el Metro. Estos indicadores se estimaron a partir de la distancia mínima entre cada vivienda y la estación más cercana de cada modo de transporte. Así mismo, se incluye una variable dicotómica de accesibilidad al Metrobús, en función de si la vivienda se encuentra a menos de 500 metros de una estación del sistema tipo BRT. El detalle sobre la manera en que se generaron estas variables se encuentra en el Anexo Metodológico y Estadístico.

La distancia de cada vivienda a la estación más próxima del Metrobús es la variable más importante para este trabajo en términos de su efecto sobre el precio de la vivienda. Este efecto se captura mediante dos variables: la distancia euclidiana a la estación y la pertenencia o no a una zona de influencia de 500 metros alrededor de cada estación. En

ambos períodos de estudio, dicha distancia representa la proximidad de cada proyecto habitacional al Eje 4 Sur; sin embargo, para los años comprendidos entre 2009 y 2015, captura el cambio cualitativo en dicha vialidad provocado por la implementación del sistema de transporte. En este trabajo se supone que las modificaciones de las características del eje vial se debieron fundamentalmente al inicio de operaciones del Metrobús, situación que pudo generar un cambio en el precio de las viviendas entre ambos períodos del tiempo.

Por otro lado, para controlar el efecto de otros sistemas de transporte sobre el precio de los bienes inmuebles, y así aislar el impacto del Metrobús sobre el valor de mercado de las viviendas, se incorporó la distancia de cada una a la estación más próxima al Metro, el sistema de transporte con la red más amplia e integrada en la Ciudad de México y que, además, posee una importante presencia en el área de estudio.

El Cuadro 9 resume las distancias promedio, mínimas y máximas de cada proyecto habitacional a las estaciones más próximas de cada modo de transporte. Como se observa, las viviendas cercanas al Metrobús se ubicaron, en promedio, a 420.5 metros de la estación más próxima de este sistema, mientras que las viviendas de las zonas de control estuvieron localizadas a más de kilómetro y medio. Similarmente, las viviendas de los polígonos de tratamiento se encontraron a menor distancia que sus contrapartes respecto de alguna de las estaciones de Metro: 559 Vs. 650 metros (lo que probablemente explique parcialmente los mayores valores de las zonas de tratamiento incluso antes de la construcción del Metrobús).

Cuadro 9. Estadísticos básicos sobre accesibilidad de la vivienda

Zona Metrobús						
Variable	Núm de Obs	Media	Mediana	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Distancia a MB <500m (dicotómica)	401	0.6	1.0	0.5	0.0	1.0
Distancia a MB (euclidiana)	401	415.9	414.2	217.1	45.6	983.3
Distancia a Metro	401	568.5	558.9	243.3	62.9	1539.9
Zona Control						
Variable	Núm de Obs	Media	Mediana	Dev. Estándar	Mínimo	Máximo
Distancia a MB <500m (dicotómica)	284	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Distancia a MB (euclidiana)	284	1602.5	1581.2	596.1	474.1	2875.5
Distancia a Metro	284	655.2	608.6	324.6	102.2	2176.6

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

4.6 Propuesta de análisis

El análisis que se realiza en este documento se divide en dos apartados. El primero es de carácter espacial exploratorio, y el segundo ofrece resultados sobre la estructura de la conformación de los precios de la vivienda antes y después de la implantación de la línea 2 del Metrobús.

4.6.1 Análisis exploratorio espacial

Para realizar este análisis se utilizarán indicadores de asociación espacial local (LISA), con el objetivo de obtener representaciones gráficas a nivel AGEB¹² de la autocorrelación espacial entre variables. Como se trata de un análisis exploratorio, y debido a la disponibilidad de datos, el segmento temporal del estudio comprende la totalidad de los registros desde el año 2004 al 2015 a precios de 2015, comprimiéndolos en un único periodo de tiempo.

En primer lugar se diseña un análisis univariado, utilizando el precio por m² como variable de estudio. Posteriormente se desarrolla un análisis bivariado en el que se incorpora la dimensión espacial, cuya intención es explorar la relación entre el precio por m² y la distancia a la estación de Metrobús más cercana.

Debido a que es necesario definir relaciones de conexión espacial, se determinan cuatro zonas de análisis, en función de la proximidad espacial entre las AGEBs. La primera zona comprende las AGEBs de los estratos medio-alto tanto del sector Metrobús como del de control. La segunda, incorpora a las AGEBs de los sectores Metrobús medio y medio-bajo. La tercera zona de análisis recaba información de los AGEBs del sector control medio. Y la última zona de análisis se corresponde con el sector de control medio-bajo.

Debido a la naturaleza exploratoria del análisis, los resultados del mismo se incluyen en el Anexo Metodológico y Estadístico.

4.6.2 Análisis de la estructura de precios de la vivienda

Para analizar la estructura de precios de la vivienda antes y después de la implantación de la línea 2 del Metrobús se proponen dos análisis econométricos de precios hedónicos en dos períodos temporales diferenciados.

El primer análisis econométrico intenta responder a la pregunta de si la implantación del sistema Metrobús produjo algún tipo de efecto sobre los precios de la vivienda. Para ello se utiliza la variable dicotómica “distancia a Metrobús menor de 500 metros”, y se comparan los resultados antes de la implantación del Metrobús (periodo 2004-2008) y después (2009-2015), diferenciando por grupo socioeconómico. Este análisis permite observar el cambio en la estructura de los precios en los dos puntos temporales, permitiendo concluir si existe influencia o no en los precios.

El segundo análisis econométrico intenta dar respuesta a la pregunta de hasta qué distancia impacta el Metrobús en el precio de las viviendas que se encuentran dentro de su zona de

¹² Extensión territorial ocupada por un conjunto de manzanas (generalmente entre 1 y 50), delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo fácilmente identificable en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios y comercial. Constituye la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional (Fuente: INEGI).

influencia. Para ello se utiliza la variable euclidiana “distancia a la estación más cercana de Metrobús”. Así mismo, el análisis se divide en los dos mismos periodos temporales.

La variable dependiente de los dos modelos es el precio total de las viviendas¹³, expresada en precios constantes de 2015 y de forma logarítmica. Como variables independientes se utilizan las definidas en el punto 4 de este informe.

Adicionalmente, se proponen pruebas estadísticas para definir si la estructura de los precios de la vivienda en los dos periodos es estadísticamente diferente, lo que supondría un cambio cualitativo en la conformación de la estructura de precios de un período a otro.

Por último, con la intención de mostrar gráficamente las diferencias entre intervalos de tiempo, se propone un análisis con base en una vivienda tipo de características arquitectónicas constantes. Para ejemplificar el efecto de la variable de accesibilidad al Metrobús, se permite que esta variable tome valores entre los 0 y los 500 metros de distancia entre una vivienda dada y la estación más cercana del sistema, manteniendo todas las demás variables sin cambios en sus valores.

4.7 Resultados generales

Esta sección presenta los principales resultados de los modelos econométricos elaborados para: i) conocer si la implantación del sistema Metrobús provocó, por sí misma, una diferencia estadísticamente significativa entre los precios de la vivienda del área de influencia de dicho transporte y el área de control; y ii) determinar cuál es la distancia en la que el Metrobús continua teniendo efecto sobre el precio de las vivienda que recaen en su zona de influencia.

4.7.1 Análisis de los modelos de precios hedónicos

Para alcanzar el primer objetivo se recurre a un modelo general (Análisis 1) que contrasta la pertenencia de cada conjunto habitacional a la zona de influencia del Eje 4 Xola (distancia máxima de 500 metros) sobre los precios de la vivienda, antes y después de la implementación del sistema. Cada uno de los dos modelos (2004-2008 y 2009-2015) se subdivide, a su vez, por grupo socioeconómico.

Para el segundo objetivo se hace uso, fundamentalmente, de un modelo general (Análisis 2) que contrasta el efecto de la distancia euclidiana al eje en los dos períodos de tiempo,

¹³ La elección del precio de la vivienda como variable dependiente responde a que en la base de datos de Softec las características de las viviendas son las reales de la tipología más común, no promedios. Si las variables de la vivienda se hubiesen proporcionado promediadas, entonces se habría escogido como variable dependiente el valor de la vivienda por metro cuadrado. La transformación logarítmica del precio se justifica por la revisión de literatura, donde es la más usada por proporcionar mejores ajustes de los modelos al reducir la dispersión de los valores de la variable dependiente (el precio).

distinguiendo por grupo socioeconómico. Los resultados de ambos análisis se muestran en las siguientes subsecciones.

4.7.1.1 Estructura general de precios de vivienda 2004-2008 Vs. 2009-2015

En términos generales, tanto para el período 2004-2008 como para el período 2009-2015, la estructura de los precios de la vivienda estuvo determinada, fundamentalmente por las características arquitectónicas del inmueble más que por las características del vecindario en el que se ubicaba.

En ambos momentos, el área de la vivienda, número de baños y la existencia de cajón de estacionamiento fueron los elementos con mayor impacto sobre el precio de las casas (Modelo 1 y Modelo 4): 10 metros cuadrados más de superficie de vivienda subían el precio de la misma en 11.1% en el primer período y 12.9% en el segundo; cada baño adicional representaba un incremento de 15.6% y 18.5%; y el cajón para el automóvil: 7.3% y 8.9%. La presencia de roof garden en el primer período afectaba positivamente el precio de la vivienda en un 10.2%, pero sólo en 1.8% para el segundo período. En contraste las áreas verdes privativas de cada vivienda impactaban el precio (-3.5%) en el primer momento y tenían un efecto positivo (5.9%) en el segundo.

Las características del entorno tuvieron una menor relevancia en la estructura de precios de las viviendas en ambos cortes temporales. En un primer momento, encontrarse 100 metros más próximos a un área verde pública retribuía el precio de la vivienda en 3.6%, aunque en el segundo período lo hacía solo en 0.5%. La mayor cercanía a escuelas, en términos prácticos, duplicó su efecto sobre el precio de la vivienda entre ambos períodos: 1.0% Vs. 1.9% por cada 100 metros de mayor cercanía. El equipamiento de salud, prácticamente, no tuvo efectos sobre el precio de la vivienda, aunque su incidencia fue negativa en el primer período y positiva en el segundo: -0.3% Vs. 0.3%, por cada centenar de metros de mayor cercanía.

En general, en ambos períodos, la cercanía a las estaciones de Metro afectó negativamente el precio de la vivienda: -1.6% y -2.2%, respectivamente, por cada 100 metros de mayor cercanía a la estación. Encontrarse a una distancia de menos de 500 metros del Eje 4 Xola, representó entre 2004 y 2008, un 13.9% de mayor valor para el caso de las viviendas aledañas y, entre 2009 y 2015, tras la implementación del Metrobús, un aumento de sólo 10.7% respecto a las viviendas más allá de dicho umbral de distancia.

El Cuadro 25 del Anexo Metodológico y Estadístico muestra con mayor detalle la información aquí presentada (Modelos 1 a 6). Además, permite observar el impacto de las variables arquitectónicas y del vecindario para el caso de cada uno de los submercados de vivienda.

4.7.1.2 Efectos de la cercanía al Eje 4, antes y después de la implementación del Metrobús

Respecto a la primera línea de análisis señalada en la parte introductoria de esta sección, los resultados agregados indican que, en el primer período, encontrarse a 500 metros o menos del Eje 4 implicaba un incremento de 13.9% en el valor comercial de las viviendas (Modelo 1), situación que se reduce a 12.1% (Modelo 4) en el segundo período, es decir, después de la implementación del Metrobús. Esta reducción en el efecto de la distancia al eje sobre el precio de la vivienda parecería indicar que el Metrobús tuvo un efecto negativo sobre el valor de mercado de los bienes habitacionales.

Sin embargo, al analizar cada uno de los dos submercados propuestos, se observan resultados contrastantes. Para la categoría media alta, la pertenencia a la zona de influencia del Eje 4, en el período 2004-2008, representa un aumento en el precio de la vivienda de 6.4% (Modelo 3), pero para el período 2009-2015 no es significativa (Modelo 6), lo cual quiere decir que no hay diferencias con respecto a otra vivienda de las mismas características ubicada fuera de la zona de influencia, se perdió el atractivo de estar situada en esta área. De manera opuesta, para el caso de las viviendas pertenecientes a estratos medio bajo y medio, la cercanía al eje representa un incremento de 8.8% (Modelo 2) en el primer período y uno de 10.9% (Modelo 5) en el segundo.

Esta diferencia tan marcada puede explicarse por el hecho de que la implementación del sistema Metrobús sobre el Eje 4 implicó la reducción de la oferta vial para los automóviles de uso particular que, con mayor probabilidad, poseen los individuos pertenecientes a los grupos socioeconómicos más elevados. Por lo contrario, el sistema BRT amplió la oferta de modos de transporte para grupos socioeconómicos medio-bajos y medios, haciendo más atractiva la búsqueda de viviendas cercanas al eje para este sector poblacional.

Cuadro 10. Viviendas habitadas que cuentan con automóvil

	Número total de viviendas	Número de viviendas particulares habitadas	Número de viviendas particulares habitadas con automóvil	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con automóvil
Zona Metrobús				
MB Medio Alto	26475	21564	13211	61.26
MB Medio	11990	10597	4182	39.46
MB Medio Bajo	15097	13479	5522	40.97
Zona Control				
Control Medio Alt	13035	10362	6658	64.25
Control Medio	14905	12090	4196	34.71
Control Medio Ba	21130	18387	7516	40.88

Fuente: elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI

4.7.1.3 Efectos de la distancia sobre el precio de la vivienda en zonas de influencia Metrobús

Para alcanzar el segundo gran objetivo de este trabajo, se recurre a un modelo que permite identificar, para cada período de tiempo, el alcance de la incidencia del Eje 4 Xola sobre el precio de las viviendas para así conocer la distancia a partir de la cual su efecto desaparece. Realizar este contraste para 2004-2008 y 2009-2015 permitirá observar si la implementación del Metrobús modificó el alcance del eje sobre los precios habitacionales (Modelos 8 y 11).

Esta estimación se realiza también para cada uno de los submercados de vivienda (Modelos 15 y 16) en el período 2009-2015, único período en el que se dispone de suficientes registros de los grupos medio y medio-bajo como para arrojar resultados estadísticamente significativos.

En términos agregados, por cada 100 metros de mayor cercanía al eje, manteniendo el resto de características constantes, entre 2004 y 2008, se generaba un incremento de 5.8% en el precio de las viviendas; en contraste, para el período 2009-2015, esta condición reducía en 1.6% el precio de las casas habitación.

A nivel de los submercados de vivienda, únicamente en el período que es viable de analizar (2009-2015), se observa que, controlando el resto de variables, 100 metros de mayor cercanía al eje sobre el cual se encuentra el Metrobús incrementa en 6.8% el precio de las viviendas pertenecientes a los sectores medio-bajo y medio; sin embargo, reduce en 3.4% el valor de mercado de las viviendas que pertenecen a sectores medio-altos, quienes presumiblemente basan sus desplazamientos en el automóvil privado. Este contraste, reafirma los efectos diferenciados que el Metrobús genera de acuerdo a cada submercado. El cuadro 10 muestra como en los sectores medio-altos existe al menos un 50% más de viviendas que cuentan con automóvil en comparación con los sectores medios y medio bajos.

Por otro lado, es necesario recalcar que las subidas y bajadas de los precios debido a la cercanía al Metrobús no son iguales en todos los tramos, sino que se acentúan más en las proximidades de las estaciones y se atenúan con la distancia a ellas¹⁴. El Cuadro 11 ejemplifica este efecto. Los valores representan la depreciación (o apreciación) relativa de la vivienda con respecto a la misma vivienda situada en el intervalo de distancia previo, así como el cambio absoluto en el precio con respecto a la misma vivienda situada en el eje por donde transcurre el Metrobús.

Para calcular el cambio porcentual en el precio se sustituyeron valores (en tramos de 50 metros hasta los 500 metros a partir de una estación definidos en el estudio) en las variables de distancia lineal al Metrobús (Distancia a MB) y distancia cuadrática al Metrobús (Distancia_2 a MB) definidas en el modelo de precios hedónicos, obteniendo los

¹⁴ Este efecto se debe a que variables como la distancia tienen un efecto cuadrático sobre la variable dependiente, es decir, una afectación que crece (decrece) conforme disminuye (aumenta) la variable (ver Apéndice Estadístico).

precios de la vivienda para esas distancias en forma logarítmica, para posteriormente poder transformarlos exponencialmente y obtener así los precios reales de la vivienda. Con los precios reales se calcularon los porcentajes de variación en el precio debido a la proximidad al Metrobús.

Cuadro 11. Variación en el precio de la vivienda con base en la distancia a la estación de Metrobús más cercana.

Zona de metrobús. Sector medio y medio-bajo										
Distancia a la estación (m)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Porcentaje de variación relativa en el precio (%)	-3.09	-2.54	-2.00	-1.45	-0.89	-0.34	0.22	0.79	1.35	1.92
Porcentaje de variación absoluta en el precio (%)	-3.09	-5.55	-7.44	-8.78	-9.59	-9.89	-9.69	-8.98	-7.75	-5.98

Zona de metrobús. Sector medio-alto										
Distancia a la estación (m)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Porcentaje de variación relativa en el precio (%)	1.65	1.50	1.35	1.20	1.04	0.89	0.74	0.59	0.44	0.29
Porcentaje de variación absoluta en el precio (%)	1.65	3.18	4.57	5.83	6.93	7.89	8.68	9.33	9.80	10.12

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de variación relativa en el precio de la vivienda expresa cuánto varía el precio con respecto a una vivienda de las mismas características que se ubica 50 metros más cerca de una estación de la línea 2. De esta forma, para el sector medio y medio-bajo la misma vivienda ubicada a 50 metros cuesta 3.09% menos que si se encontrase a 0 metros de distancia de la estación. De la misma manera, si esa vivienda se ubica a 100 metros, cuesta 2.54% menos que si se encontrase a 50 metros. Si se ubica a 150 metros cuesta 2.00% menos que si se ubicase a 100 metros, y así sucesivamente.

El porcentaje de variación absoluta en el precio muestra la variación acumulada del precio respecto a una vivienda que se encuentra ubicada a cero metros de distancia de la estación más cercana. Así, para el sector medio y medio-bajo si una vivienda con las mismas características se ubica a 100 metros, su precio es 5.55% menos que si se ubicase a cero metros de la estación. Si esa misma vivienda se ubica a 300 metros, su precio es 9.89% menos que si se ubica a cero metros de distancia de la estación.

Para ejemplificar la variación de precios en pesos, tomando como referencia las características de la vivienda promedio para la zona Metrobús (recogidas en el Anexo Metodológico y Estadístico), según el modelo de precios hedónicos en el sector medio y medio-bajo la vivienda tipo tiene un precio de \$997,008 pesos a una distancia de cero metros de la estación, \$900,368 pesos a una distancia de 350 metros (límite del efecto del Metrobús para las viviendas de este segmento socioeconómico), y \$937,400 pesos a 500 metros (límite del estudio). En el caso del sector medio-alto, la misma vivienda cuesta

\$1,989,980 pesos a cero metros de la estación de Metrobús y \$2,191,364 pesos a 500 metros de distancia.

Los efectos debidos a la mayor proximidad a las estaciones de Metrobús derivados del modo de movilidad por segmento socioeconómico se corroboran con la variable número de cajones de estacionamiento: en los grupos de menores ingresos la presencia de un cajón adicional disminuye el precio de la vivienda 2.6%, de acuerdo al modelo de mejor ajuste obtenido en el modelo estadístico. Este resultado no se puede interpretar literalmente como que la presencia de un cajón extra disminuye el precio real de la vivienda, sino que, de acuerdo al grupo socioeconómico al que se dirige esta oferta habitacional, en los sectores de menores ingresos no se está dispuesto a pagar por una vivienda con un gran número de cajones de estacionamiento, ya que su movilidad cotidiana no se basa exclusivamente en el uso del transporte privado. Por el contrario, en el segmento medio-alto el precio de la vivienda se incrementa 9.2% por cada cajón adicional. Es necesario señalar que el resultado de la variable número de cajones en el en el submodelo alto es estadísticamente significativo al 99%, es decir, en el sector medio-alto en el 99% de las ocasiones los precios de las viviendas se van a comportar de acuerdo a lo predicho en lo que respecta al número de cajones de estacionamiento, mientras que el nivel socioeconómico medio y medio-bajo son indiferentes ante la presencia de cajón de estacionamiento.

Por tanto, se puede afirmar que, con los análisis presentados, la implantación del Metrobús en el Eje 4 Xola tiene un impacto directo positivo sobre el precio de la vivienda de los grupos socioeconómicos más bajos, incrementando los precios de esas viviendas por la mejora en su accesibilidad.

4.7.2 Pruebas estadísticas adicionales

Para comprobar si la estructura del precio de las viviendas es estadísticamente diferente en los distintos modelos y en cada segmento temporal, se aplicaron pruebas Chow entre los distintos modelos generales y sus pares de submodelos.

De este modo, por un lado se comparan los resultados de los modelos con la variable distancia a Metrobús dicotómica, lo que da lugar a comparar los submodelos 2 y 3 con el modelo general 1, y los submodelos 5 y 6 con el modelo general 4.

En cuanto a los modelos que utilizan la variable euclidiana de distancia al Metrobús, se comparan los submodelos 8 y 9 con el modelo general 7, los submodelos 11 y 12 con el modelo general 10, los submodelos 8 y 11 con el modelo general 13, y los submodelos 14 y 15 con el submodelo general 11. Los resultados de las pruebas indican que:

- A. En el período 2004-2008 la estructura de la composición de los precios de la vivienda es estadísticamente diferente para el nivel medio y medio-bajo con respecto al nivel medio-alto.

- B. En el período 2009-2015 la estructura de la composición de los precios de la vivienda es estadísticamente diferente para el nivel medio y medio-bajo con respecto al nivel medio-alto.
- C. En el período 2004-2008 la estructura de la composición de los precios de la vivienda es estadísticamente diferente en la zona de Metrobús y la zona de control.
- D. En el período 2009-2015 la estructura de la composición de los precios de la vivienda es estadísticamente diferente en la zona de Metrobús y la zona de control.
- E. En la zona de Metrobús, la estructura de los precios es estadísticamente diferente en el periodo 2004-2008 y el periodo 2009-2015.
- F. Por último, en la zona de Metrobús en el periodo 2009-2015 la estructura de los precios es estadísticamente diferente en el submodelo conformado por el sector medio y medio-bajo y en el conformado por el sector medio-alto.

De lo anterior se deduce que, en primer lugar, los factores que conforman la estructura de los precios de las zonas de Metrobús y de control tienen pesos que son estadísticamente diferentes. En segundo lugar, que en el año 2009, coincidiendo con la puesta en marcha de la línea 2 del Metrobús, se produce una ruptura de la continuidad en la estructura de conformación de los precios de la vivienda, es decir, existe una diferencia cualitativa en la estructura de los precios. En tercer lugar, si se agregan los registros de las zonas de tratamiento y de control, la estructura de conformación de los precios de la vivienda es diferente en función del nivel socioeconómico. Por último, y de mayor importancia, a partir del año 2009 en la zona de Metrobús la lógica de conformación de los precios de la vivienda es diferente en función del grupo socioeconómico de pertenencia.

4.7.3 Análisis de la variación de los precios para una vivienda tipo

Para mostrar la diferente estructura de precios de forma gráfica, se muestra a continuación cómo varían los precios de la vivienda en función de la zona de pertenencia, el período temporal considerado y la distancia a la estación de Metrobús más cercana.

Para este ejercicio se ha considerado una vivienda con características promedio correspondientes de la zona de Metrobús (ver Anexo Metodológico y Estadístico). En el caso de variables discretas, como número de baños y número de cajones, se utilizaron los valores más cercanos al promedio. Las características de la vivienda tipo utilizada son: superficie de 86.6 m², 2 baños, 1 cajón de estacionamiento, sin caseta de vigilancia, roof garden ni áreas verdes interiores en el condominio, con una distancia fija a la estación de metro más cercana de 568.5 metros, una distancia fija promedio a áreas verdes públicas de 349 metros, una distancia fija a centros de salud de 301.5 metros, y una distancia fija a equipamientos educativos de 868.8 metros. Se permite que fluctúe la distancia a la estación de Metrobús más cercana. Nótese que es un ejercicio teórico para determinar el efecto aislado del Metrobús en el precio de la vivienda. En la práctica la distancia al metro

también debe variar con la distancia, al igual que las distancias promedio a los equipamientos públicos, por lo que las representaciones gráficas deben considerarse aproximaciones al fenómeno estudiado.

En primer lugar se compararon los resultados de los modelos de precios entre la zona de Metrobús y la zona de Control en los períodos 2004-2008 y 2009-2015. Los resultados muestran cómo en el periodo 2004-2008, antes de la implantación del sistema Metrobús, la estructura del precio de la vivienda es diferente en función de la zona de estudio (ver Gráfica 3). En la Zona MB los precios de vivienda, manteniendo el resto de variables constante, son mayores que en la zona de control, y el precio de la vivienda disminuye si aumenta la distancia al Eje 4 Xola, al contrario que en la zona de control. Esto podría indicar que antes de la implantación del Metrobús el vehículo privado era la opción más viable de transporte, por lo que la mayor cercanía al eje indicaba mejores condiciones de accesibilidad. El efecto de la cercanía al eje sobre el precio todavía es visible a 500 metros de distancia, pero aunque ya prácticamente despreciable.

Por el contrario, en el período 2009-2015 (ver Gráfica 4 del Apéndice estadístico) se puede apreciar cómo en la zona de Metrobús la influencia de la cercanía a las estaciones del eje cambia su sentido respecto al segmento temporal anterior; a partir de 2009 la mayor cercanía a las estaciones de Metrobús (el eje vial) disminuye el precio de la vivienda. Este efecto negativo se podría explicar de varias formas: en primer lugar, de acuerdo con los datos registrados, parece haber un desplazamiento en la oferta habitacional hacia los estratos de vivienda medio-altos. El mayor poder adquisitivo de este grupo poblacional, de acuerdo con la literatura revisada, implica que no utilicen mayoritariamente el transporte público, sino el vehículo privado.

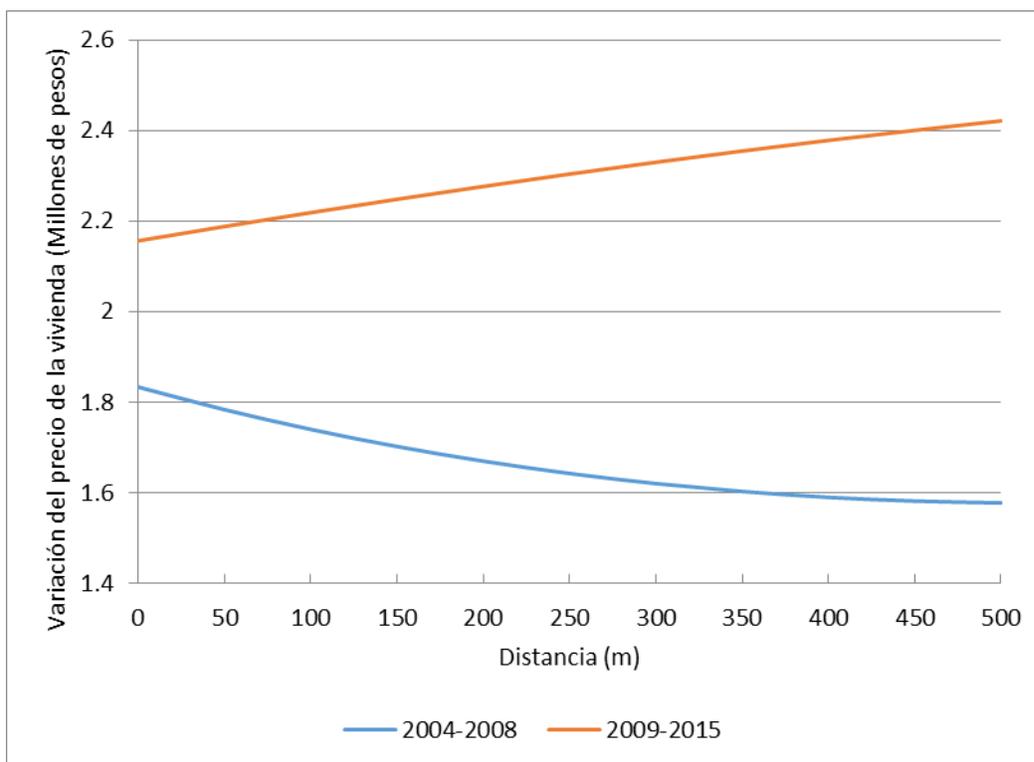
La implantación del Metrobús en el Eje 4 Sur redujo carriles de desplazamiento privado, situación que podría implicar mayor congestión vehicular, desde la perspectiva del usuario del automóvil privado. Por ello, una mayor cercanía al eje implica más inconvenientes que ventajas para el grupo de población de mayores ingresos, aunque, como se ve en la gráfica, el efecto tampoco es de gran magnitud (una vivienda de las mismas características incrementa su precio 180 mil pesos a 500 metros de distancia por este efecto). Es necesario recordar que los resultados agregados de la zona de Metrobús se ven fuertemente influenciados por el número de registros del grupo socioeconómico medio-alto. En segundo lugar parece haber un cambio en las características de las viviendas ofertadas, en favor de características cualitativas en vez de cuantitativas. Por último, tomando en cuenta los precios de la zona de control, se intuye que a partir del 2009 se produce un incremento generalizado de precios, que puede responder a dinámicas inmobiliarias especulativas en el conjunto de la ciudad. Estas hipótesis se contrastarán con los resultados de los siguientes submodelos.

Los resultados más didácticos del modelo se aprecian en las Gráficas 1 y 2. La Gráfica 1 muestra la variación del precio de la vivienda en la zona de Metrobús entre el periodo 2004-2008 y 2009-2015. El análisis de los datos permite observar cómo se invierte el efecto de la cercanía al eje en los dos períodos, por lo que el efecto directo de la cercanía del Metrobús sobre el precio sería de reducción de los mismos. Sin embargo, se puede

realizar una lectura alternativa. Entre los años 2009-2015, el precio de la vivienda promedio del sector Metrobús es mayor en todos los casos que en el periodo 2004-2008, incluso en las ubicadas justo en el eje por el que transcurre el Metrobús. Por tanto, existe un incremento generalizado de los precios de la vivienda después de la implantación del sistema Metrobús.

Estadísticamente, con los datos recibidos no es posible determinar si este efecto se debe únicamente a la implantación de la línea 2 del Metrobús o si existen efectos indirectos adicionales como la dinámica inmobiliaria del DF en ese periodo u otros fenómenos no contemplados. De cualquier forma, a falta de una investigación posterior, es significativo el incremento generalizado de precios de la vivienda, que no se puede explicar únicamente por las mejores características del parque habitacional ofertado. Por tanto se debe sopesar un incremento indirecto en los precios del suelo en las zonas ubicadas a menos de 500 metros del Metrobús tras la implantación del sistema BRT.

Gráfica 2. Variación en el precio de la vivienda en la zona de Metrobús. Periodo 2004-2008 y periodo 2009-2015.

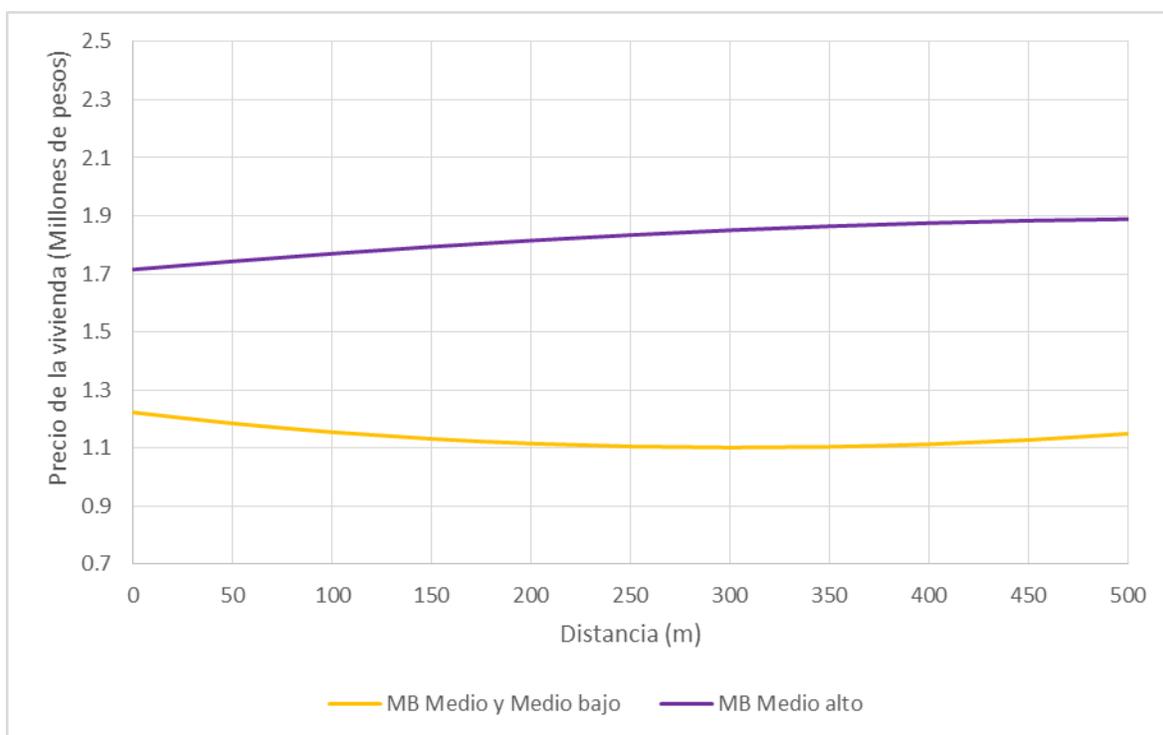


Fuente: elaboración propia.

Por último, la Gráfica 2 muestra cómo se comporta el precio de la vivienda en el período 2009-2015 en función del grupo socioeconómico de pertenencia. La lectura de la gráfica es nítida: tras la implantación del Metrobús la cercanía a las estaciones incrementa el precio de la vivienda en los sectores medio y medio-bajo, tal y como se vio en los modelos de precios hedónicos, tanto en los que utilizan la variable de distancia al Metrobús dicotómica

como los modelos con distancias euclidianas. Es decir, incrementa su accesibilidad, aproximadamente hasta los 325 metros de distancia de la estación del Metrobús. Por el contrario, en el sector medio-alto la cercanía a las estaciones disminuye el precio de la vivienda (aproximadamente 210 mil pesos entre una vivienda situada a 500 metros y la misma vivienda situada directamente a cero metros de la estación, es decir, un 10% sobre el precio de la vivienda tipo). Aun así, la brecha en el precio entre una vivienda tipo de sector medio y medio bajo y una de medio alto situadas ambas a cero metros de la estación sigue sin ser despreciable: 200 mil pesos. Lamentablemente, por falta de registros previo al año 2009 no se puede analizar el comportamiento de los sectores medio y medio-bajo en el período 2004-2008.

Gráfica 3. Variación en el precio de la vivienda en la zona de Metrobús para el período 2009-2015. Grupo medio y medio-bajo vs. medio-alto.



Fuente: elaboración propia.

Por último, en el Anexo Metodológico y Estadístico se pueden revisar los resultados del mismo ejercicio para la zona de Metrobús utilizando los valores promedio específicos de la vivienda en la zona de Metrobús para los períodos 2004-2008 y 2009-2015 (Gráficas 5 y 6 del Apéndice estadístico), obteniéndose las mismas conclusiones, con sutiles variaciones en los precios de la vivienda tipo.

5. Conclusiones

Del presente documento de investigación que busca contestar si la construcción del Sistema de Transporte Público Masivo Metrobús, genera plusvalías en sus zonas de influencia, puede concluirse lo siguiente:

- A. Existen diferencias estructurales en la conformación del precio de las viviendas en las zonas de Metrobús y las zonas de control, y entre los dos períodos temporales analizados. Si bien las zonas de control se establecieron con base en su similitud a las zonas e Metrobús, derivado del análisis de los precios de la vivienda se identifica que las zonas Metrobús presentaban mayores valores desde un inicio. Aparentemente, la cercanía al Eje 4 Sur Xola –antes de la implementación del Metrobús- era un elemento con significancia en la estructura del valor de los inmuebles. Esta situación provocó que las zonas de control no fueran completamente comparables con las de tratamiento, dificultando la respuesta a la pregunta de investigación sobre si el Metrobús genera plusvalías en los inmuebles cercanos.
- B. En general, a partir del año 2009 existe un incremento del promedio de los precios de la vivienda tanto en las zonas de Metrobús como en las de control. Es notable cómo la vivienda que se construye en todas las áreas de estudio está cada vez más dirigida a niveles socioeconómicos más altos. Esto genera necesariamente un efecto de expulsión de los niveles socioeconómicos más bajos hacia otras zonas de la ciudad, muy probablemente hacia las delegaciones y municipios periféricos de la Zona Metropolitana del Valle de México, que cuentan con condiciones de accesibilidad muy deficientes. Este fenómeno no es objeto de esta investigación, sin embargo, no puede dejar de señalarse e indicarse la pertinencia de estudiarlo con detalle.
- C. A pesar de que el incremento de precios a partir del 2009 es generalizado en todas las zonas y sectores socioeconómicos estudiados, el grupo donde más se incrementaron los precios fue el de sectores medio y medio-bajo de la zona de Metrobús en términos porcentuales (66% de incremento frente a 32% en el grupo medio-alto), más no en términos reales (\$444,666.70 de incremento frente a \$585,881.00 en el grupo medio-alto).
- D. En términos agregados, la pertenencia a la zona de influencia del Metrobús (hasta 500 metros de las estaciones) reduce su influencia en el precio de las viviendas en el periodo 2009-2015 con respecto al periodo anterior.
- E. Desagregando por estrato socioeconómico, en los estratos de menores ingresos ubicarse a menos de 500 metros del Eje 4 Xola suponía el 8.8% del precio total de la vivienda antes de implantarse el sistema Metrobús. Después de implantarse, la ubicación cercana a una estación de Metrobús supone el 10.9% del precio total de

la vivienda, es decir, existe una mejora en la accesibilidad que se capitaliza en los precios. En los estratos de ingresos medios-altos, el efecto es el opuesto.

- F. A partir del año 2009 los análisis arrojan valores de referencia para el sector medio y medio-bajo de un incremento promedio de 6.8% del valor de la vivienda por cada 100 metros más cerca de una estación de Metrobús (manteniendo las demás características de la vivienda constantes). En el grupo medio-alto por cada 100 metros más cerca de una estación de Metrobús el precio de la vivienda se reduce en promedio 3.4%. El efecto de la influencia del Metrobús se disipa aproximadamente en torno a los 300-350 metros.
- G. En términos generales, y para el ámbito espacial y temporal estudiado, se puede concluir que la implantación del Metrobús supuso una mejora en la accesibilidad de los grupos de menores ingresos, lo que se capitalizó en mayores porcentajes de incremento de los precios de las viviendas. Por el contrario, en los grupos de mayores ingresos, que basan su movilidad en el uso del automóvil privado, la implantación del Metrobús redujo su accesibilidad por la reducción de carriles en el Eje 4 y otras externalidades negativas como el ruido, el incremento de peatones y el comercio informal, lo que provocó menores incrementos del precio de las viviendas de esa categoría.
- H. Debido a las características de los datos disponibles, los resultados no son generalizables al total de líneas de Metrobús. En un futuro se espera continuar esta línea de investigación con un estudio que englobe la totalidad de líneas de Metrobús construidas en el Distrito Federal.
- I. Debido a los resultados opuestos en las zonas Metrobús, dependiendo de los sectores socioeconómicos, así como por las plusvalías similares generadas en las zonas de control, no puede recomendarse la aplicación de un instrumento de captura de plusvalías atribuibles al Metrobús. No obstante, todas las zonas estudiadas presentan plusvalías ligeramente superiores al 20% real; por lo que la conveniencia de recuperarlas debe ser objeto de valoración por parte de la Ciudad de México.
- J. Resulta evidente la necesidad y conveniencia de alinear las políticas de uso del suelo con las de movilidad. El actual marco de planeación genera, por una parte, sectores de nivel socioeconómico medio-alto, cuyos traslados se realizan principalmente en auto particular, donde el mercado inmobiliario “castiga” la cercanía al transporte público masivo. Por otra parte, existe un sector socioeconómico medio y medio-bajo que “premia” la cercanía al Metrobús, pero al que se le obliga a pagar por cajones de estacionamiento que probablemente no utiliza.
- K. Por lo anterior, la Ciudad de México debe analizar la pertinencia de eliminar parcial o totalmente los requerimientos de estacionamiento para inmuebles habitacionales. Los resultados de esta investigación permiten inferir que en este

tema, el mercado puede autorregularse. Los desarrolladores de vivienda para sectores medios-altos, conocedores del valor que estos grupos otorgan a la disponibilidad de cajones de estacionamiento, los seguirían construyendo de acuerdo a la demanda de sus compradores.

Por el contrario, en el sector de vivienda dirigida a estratos medios y medio bajos, cuyos compradores asignan bajo o nulo valor a la disponibilidad de estacionamientos, se reduciría el número de cajones por vivienda, lo que derivaría en viviendas más accesibles y en soluciones arquitectónicas más adecuadas (especialmente en lotes pequeños, en los que el acomodo del estacionamiento condiciona fuertemente los proyectos arquitectónicos).

6. Referencias Bibliográficas

Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association-LISA, Geographical Analysis, Vol. 27, Núm. 2.

Bocarejo, Juan Pablo y Luis Eduardo Tafur (2013), Urban Land Use Transformation Driven by an Innovative Transportation Project, Bogotá, Colombia. Caso de estudio preparado para Global Report on Human Settlements 2013.

Camagni, Roberto (2005), Economía urbana, Antoni Bosch editor.

Cervero, Robert (2003), Effects of Rail and Commuter Rail Transit on Land Prices: Experiences in San Diego County.

Cervero, Robert y Michael Duncan (2002), Transit's value-added effects: light and commuter rail services and commercial land values. Transportation Research Record, Vol. 1805, p. 8-15.

Cervero, Robert y John Landis (1997), "Twenty Years of the Bay Area Rapid Transit system: Land Use and Development Impacts". En Transportation Research Part A, 31:4, pp. 309-333.

Cervero, Robert y Chang Deok Kang (2009), Bus Rapid Transit Impacts on Land Uses and Land Values in Seoul, Korea. UC Berkeley Center for Future Urban Transport.

CTS Embarq México, Metrobús:Una fórmula ganadora, 2009.

CTS Embarq México, Manual Desarrollo Orientado al Transporte Sustentable DOTS, México 2010

Díaz, Rodrigo y Urda Eichhorst (2014), Financing Sustainable Urban Transport in China. Discussion Paper, GIZ – EMBARQ.

Estupiñán, N. (2011). Impactos en el uso del suelo por inversiones de transporte público masivo, Revista de Ingeniería, Núm.

Furtado, Fernanda (2000), “Repensando las políticas de captura de plusvalías para América Latina”, en Land Lines, Lincoln Institute of Land Policy, mayo 2000.

González, Ovidio y Bernardo Navarro (1990), “El Metro de la Ciudad de México, Desarrollo y Perspectiva”, en Momento Económico N° 49.

Gujarati, D. & Porter, D. (2009). Econometría. Quinta Edición. McGraw-Hill.

Henneberry, John (1998), "Transport investment and house prices", *Journal of Property Valuation and Investment*, Vol. 16 Iss: 2, pp.144 - 158

Muñoz-Raskin, Ramón (2009), Walking distance to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia

Metrobús CDMX, Fichas Técnicas, <http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html>

Nava, Emelina, Evaluación Técnica Ex Post del Sistema Metrobús 2005 - 2010, México 2010.

Negrete, M. (2008). Las avenidas Insurgentes y Ermita Iztapalapa en el contexto de la movilidad metropolitana. en: Salazar, C. y Lezama, J. (coords) "Construir ciudad: Un análisis multidimensional para los corredores de transporte en la Ciudad de México", El Colegio de México.

O'Sullivan, A. (2007). *Urban Economics*. McGraw-Hill

Perdomo-Calvo, Jorge et al. (2007), Investigación sobre el Impacto del Proyecto de Transporte Masivo TransMilenio sobre el Valor de las Propiedades en Bogotá, Colombia. Lincoln Institute of Land Policy working paper.

Perdomo, Jorge Andrés (2010), Una propuesta metodológica para estimar los cambios sobre el valor de la propiedad: estudio de caso para Bogotá aplicando Propensity Score Matching y Precios Hedónicos Espaciales, en *Lecturas de Economía* N° 73, Medellín, julio-diciembre 2010.

Perk, Victoria y Martín Catalá (2009), Effects of BRT Station Proximity on Property Values along the Pittsburgh Martin Luther King, Jr. East Busway, U.S. Department of Transportation.

Rodríguez, Daniel y Carlos Mojica (2008), Capitalization of BRT network effects into land prices. Lincoln Institute of Land Policy working paper.

Rodríguez, Daniel y Felipe Targa (2007), Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system, *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 24:5, 587-610.

Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition, *Journal of Political Economy*, Vol. 82, Núm.

Sirmans, G.; Macpherson, D. & Zietz, E. (2005). The composition of hedonic pricing models, *Journal of Real Estate Literature*. Vol. 13, Núm. 1.

Smolka, Martim y David Amborski (2003), Recuperación de plusvalías para el desarrollo urbano: una comparación inter-americana, en *EURE (Santiago)* v.29 n.88, diciembre 2003.

Suzuki, Hiroaki, Robert Cervero y Kanako Iuchi (2013), Transforming Cities with Transit. *Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development*. The World Bank.

Vansconcelos, Eduardo A., Transporte urbano y movilidad en los países en desarrollo: reflexiones y propuestas, Instituto Movimiento, Sao Paulo 2012.

Wooldridge, J. (2010). Introducción a la Econometría: un enfoque moderno. Cuarta Edición. Cengage Learning, Inc.

7. Índice de figuras, cuadros y gráficas

Figura 1: Ruta Línea 2 de Metrobús	9
Cuadro 1. Nivel socioeconómico y rangos de ingreso	12
Figura 2: Delimitación de zonas de tratamiento (Metrobús) y zonas de control.....	13
Cuadro 2. Zonas de estudio y Nivel Socioeconómico Predominante.....	13
Cuadro 3. Tasa de Crecimiento Medio Anual de las zonas de estudio	14
Gráfica 1. Evolución del Nivel Socioeconómico 2005-2010 en las zonas de estudio	15
Figura 3: Ejemplo de identificación y georreferencia de ofertas inmobiliarias	17
Cuadro 4. Desarrollos habitacionales por zona de tratamiento o control, estrato socioeconómico y año de venta de la vivienda	22
Cuadro 5. Número de viviendas por zona de tratamiento o control, estrato socioeconómico y año de venta de la vivienda.....	22
Cuadro 6. Precio total y por metro cuadrado 2004-2015, 2004-2008 y 2009-2015, por zona de tratamiento y control, y nivel socioeconómico (precios 2015).....	26
Cuadro 7. Estadísticos básicos sobre características de la vivienda.....	29
Cuadro 8. Estadísticos básicos sobre características del vecindario	30
Cuadro 9. Estadísticos básicos sobre accesibilidad de la vivienda	31
Cuadro 10. Viviendas habitadas que cuentan con automóvil.....	35
Cuadro 11. Variación en el precio de la vivienda con base en la distancia a la estación de Metrobús más cercana.	37
Gráfica 2. Variación en el precio de la vivienda en la zona de Metrobús. Periodo 2004-2008 y periodo 2009-2015.	41
Gráfica 3. Variación en el precio de la vivienda en la zona de Metrobús para el período 2009-2015. Grupo medio y medio-bajo vs. medio-alto.	42
Cuadro 12. Valores de I de Moran univariado (precio m2).....	52
Cuadro 13. Valores de I de Moran bivariado (distancia a MB/precio m2)	53
Figura 4. LISA univariado (precio m2)	54

Figura 5. LISA bivariado (distancia a MB y precio m2).....	55
Cuadro 14. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015	57
Cuadros 15 y 16. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, Zona de Metrobús, total y estratos medio-bajo y medio....	58
Cuadro 17. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, Zona de Metrobús, estrato medio alto.	59
Cuadro 18. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, Zona de Control, total.	60
Cuadros 19 y 20. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, Zona de Control, estratos medio-bajo, medio y medio alto.	61
Cuadros 21 y 22. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, total y estrato medio bajo.	62
Cuadros 23 y 24. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, estratos medio y medio alto.....	63
Cuadro 25. Análisis 1. Distancia al Metrobús menor a 500mts.	65
Cuadro 26. Análisis 2. Distancia euclidiana al Metrobús.....	66
Gráfica 4. Variación en el precio de la vivienda en el periodo 2004-2008 entre la zona de Metrobús y la zona de control. Tipología promedio MB.	68
Gráfica 5. Variación en el precio de la vivienda en el periodo 2009-2015 entre la zona de Metrobús y la zona de control. Tipología promedio MB.	68
Gráfica 6. Variación en el precio de la vivienda en la zona de Metrobús. Periodo 2004-2008 y período 2009-2015. Tipologías promedio específicas del segmento temporal.	69
Gráfica 7. Variación en el precio de la vivienda en la zona de Metrobús, período 2009-2015. Tipologías promedio específicas del segmento temporal. Grupo medio y medio-bajo contra medio-alto.	69
Cuadro 27. Valores principales de las pruebas Chow	70

8. Anexo Metodológico y Estadístico

8.1 Construcción de la variable de distancia al Metrobús y de control del vecindario

Para contar con insumos que permitan ponderar el efecto de la línea 2 del Metrobús sobre el precio de la vivienda, se propuso construir una variable que refleje la distancia entre cada vivienda y la estación más próxima de este sistema de transporte. Esta variable representa la distancia a un punto determinado sobre el Eje 4 Sur en el cual, a partir de 2009, se ubica una estación de la línea 2 del Metrobús.

La construcción de esta variable toma como insumo el archivo .kml (archivo que contiene datos geográficos) proporcionado por Softec: Consultoría en Proyectos Inmobiliarios, el cual incluye la geolocalización de 685 viviendas. Además se realiza la georreferenciación de las 36 estaciones que conforman la línea 2. De esta manera, a partir de estos dos conjuntos de puntos y mediante sistemas de información geográfica, se construye una matriz de distancias euclidianas entre las viviendas y la estación de Metrobús más próxima.

Por otro lado, para aislar el posible efecto que tiene el Metro sobre el precio de la vivienda, se consideró incluir dentro del modelo propuesto la distancia euclidiana mínima entre las viviendas y las estaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro. Para este ejercicio se consideraron sólo las 9 líneas que recorren el territorio del Distrito Federal, y a partir de estos 10 conjuntos de puntos se crean matrices de distancia que sirven como insumo para determinar la distancia más corta entre cada vivienda y una estación de Metro.

Con la intención de tener una mejor apreciación sobre el efecto causado por la línea 2 del Metrobús sobre el precio de la vivienda, se decidió construir tres nuevas variables, para controlar los efectos que pueda tener un mejor o peor vecindario en el precio de la vivienda. Estas fueron la distancia entre cada una de las viviendas analizadas y a áreas verdes, equipamientos de salud y equipamientos educativos, todos ellos elementos de la estructura urbana incluidos en la Cartografía Geoestadística Urbana del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Cabe destacar que una vez obtenida la información vectorial se realizó un tratamiento utilizando un sistema de información geográfica, primero por el hecho de que las áreas verdes vienen representadas por polígonos en INEGI, por lo que se procedió a utilizar una herramienta de conversión geográfica, lo que permitió obtener el centroide de cada polígono, es decir, su representación en el espacio mediante un conjunto de puntos. Se eliminaron de estas los camellones u otros espacios que no pudieran ser considerados como áreas de esparcimiento. Para el caso de los equipamientos, aun cuando estos ya se encontraban representados mediante puntos, se tuvo que realizar un filtro, mediante atributos, el cual permitiera extraer sólo la información correspondiente a equipamientos de educación y salud, eliminando otros, como los que corresponden a abasto, transporte, administración pública o religión.

Una vez que se obtuvo el conjunto de puntos georreferenciados para cada una de las variables y rescatando el que corresponde al de las viviendas analizadas, se realizó un tratamiento utilizando un sistema de información geográfica (ArcGis 10.1) mediante una herramienta de análisis espacial, lo que permitió construir una matriz de distancias euclidianas entre las viviendas y cada una de las nuevas variables. Este insumo permitió calcular la distancia mínima entre las viviendas y cada uno de los nuevos elementos, información que fue incluida en el modelo estadístico.

8.2 Formulación general de los indicadores de asociación espacial global (I de Moran) y de los indicadores locales de asociación espacial (LISA)

La formulación general de LISA es una medida local del índice I de Moran, que mide la autocorrelación espacial global entre variables, es decir, la manera en que una variable se correlaciona con ella misma o con otra variable a lo largo del espacio, y cuyos rangos varían de -1 a +1. La formulación general de I de Moran responde a:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

En el que I es I de Moran, w_{ij} es la matriz estandarizada de pesos geográficos, y_i es el valor de la variable en el punto i , y_j es el valor de la variable en el vecino j e \bar{y} es el valor de la media de la variable estudiada.

Previo a la obtención de los indicadores locales de asociación espacial es necesario calcular los índices de I de Moran. Para calcularlos se siguió las zonas de estudio definidas en el punto 4.1. Los resultados de los índices de Moran para el análisis univariado (precio m²) se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Valores de I de Moran univariado (precio m2)

MB medio-alto y CONTROL medio-alto	MB medio y MB medio-bajo	CONTROL medio	CONTROL medio-bajo
0.5236	0.1417	0.4105	0.0127

Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar una autocorrelación espacial elevada en las zonas de Metrobús y Control correspondientes a la categoría medio-alto y en la zona de control medio. Así mismo, se

observa una autocorrelación espacial baja en las zonas de Metrobús medio y medio-bajo, así como la ausencia de autocorrelación espacial en la zona de control medio-bajo.

Los resultados de los índices de Moran para el análisis bivariado (distancia a MB/precio m²) se muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Valores de I de Moran bivariado (distancia a MB/precio m²)

MB medio-alto y CONTROL medio-alto	MB medio y MB medio-bajo	CONTROL medio	CONTROL medio-bajo
- 0.2264	- 0.0313	- 0.2202	-0.3967

Fuente: elaboración propia.

La relación espacial entre las dos variables es significativa salvo en el caso de la zona de Metrobús medio y medio-bajo. Valores bajos globales de autocorrelación espacial no implican que no haya asociaciones espaciales entre variables a nivel local.

La formulación de LISA, como caso específico de I de Moran, se expresa como:

$$I_i = (y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})$$

En el que I_i es el indicador local, y_i es el valor de la variable en el punto i , \bar{y} es la media de la variable, w_{ij} es la matriz de pesos geográficos e y_j es el valor de la variable en el vecino j .

Las AGEBs con valores de asociación espacial local definidas en el punto 7.3 tienen una significancia estadística superior al 95%.

8.3 Resultados del análisis exploratorio de indicadores locales de asociación espacial (LISA)

La introducción del espacio como eje fundamental en el análisis geoestadístico, junto con el desarrollo de aplicaciones estadísticas dentro de los sistemas de información geográfica, permite identificar el comportamiento espacial de una o más variables mediante la relación de bases de datos con cartografía digital. Entre las técnicas aplicadas para identificar agrupaciones espaciales de entidades que poseen valores de un atributo con magnitud similar, (la correlación existente entre las entidades a partir de una variable analizada¹⁵) se encuentra el LISA univariado. Por su parte, el LISA bivariado identifica agrupaciones

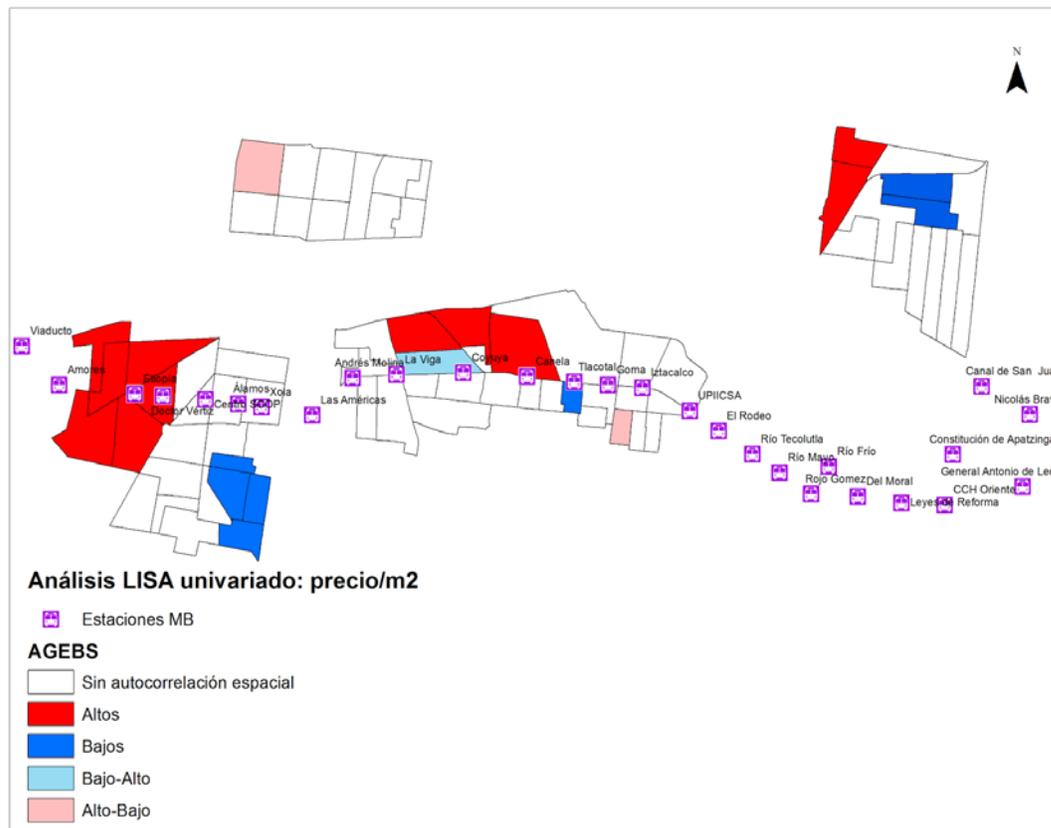
¹⁵ De acuerdo con la primera ley geográfica de Tobler que señala que todo está relacionado con todo lo demás, pero los fenómenos más cercanos entre sí, están más relacionadas que los fenómenos distantes.

espaciales de entidades que poseen valores de dos atributos con magnitudes similares, por lo que analiza la correlación de dos variables entre las entidades geográficas estudiadas.

En el Mapa 1 el resultado del LISA univariado muestra la autocorrelación entre las AGEBS, utilizando como variable el precio por metro cuadrado¹⁶. Los clústeres en rojo corresponden a la agrupación de entidades con valores altos en el precio por metro cuadrado, en este caso las AGEBS cerca de las estaciones Amores, Etiopía, Doctor Vértiz, Coyuya y Canela. Las AGEBS en color azul son agrupaciones de entidades que contienen valores bajos de la variable, por lo general que se encuentran a distancias mayores a los 500 metros de una estación de Metrobús, excepto para el caso de Tlacotal, debido quizás a las condiciones particulares de la entidad.

Cabe aclarar que aun cuando se aprecia una asociación entre los valores altos en el precio por metro cuadrado de las vivienda y la cercanía a una estación de Metrobús, la validación estadística de esta relación requiere que se incorpore la distancia al Metrobús como variable de análisis mediante una LISA bivariada.

Figura 4. LISA univariado (precio m2)

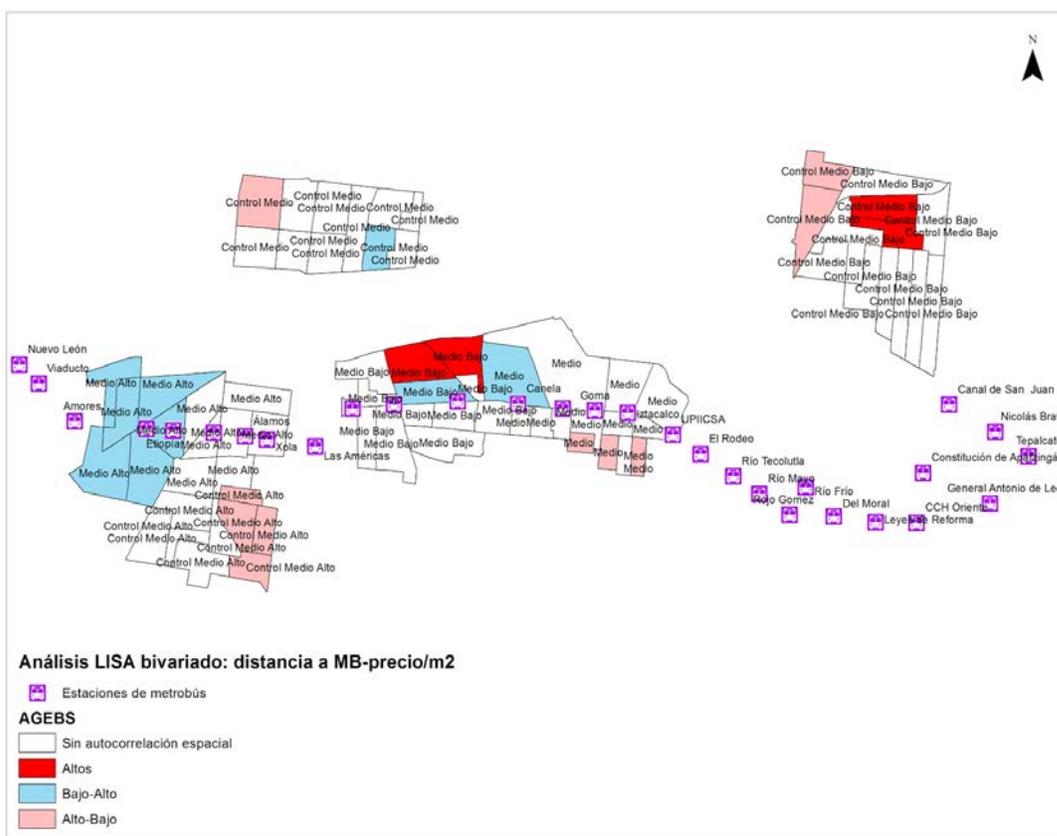


¹⁶ Se utiliza como variable de análisis el precio por metro cuadrado con la intención de disminuir la desviación en el precio entre los valores de cada entidad.

Fuente: elaboración propia con base en datos de Softec.

En el Mapa 2 se observa la autocorrelación de las AGEBS, utilizando como variables el precio por metro cuadrado de la vivienda y la distancia a la estación del Metrobús más cercana. Los clusters en rojo son aquellos que se localizan a distancias largas (mayores a los 300 metros, respecto a una estación del Metrobús), y al mismo tiempo cuentan con valores altos en el precio por metro cuadrado. Los clusters en azul claro agrupan AGEBS que se encuentran a distancias cortas (menores a los 300 metros respecto al Metrobús), y agrupan altos precios por metro cuadrado. Por otro lado, los clusters rosas son aquellos donde las viviendas se encuentran a distancias mayores a 300 metros respecto al Metrobús y cuentan con valores bajos en los precios por metro cuadrado.

Figura 5. LISA bivariado (distancia a MB y precio m2)



Fuente: elaboración propia con base en datos de Softec.

En conclusión, los resultados de este análisis exploratorio aportan indicios sobre la existencia de una relación inversa entre la distancia al Metrobús y el precio por metro cuadrado, es decir a mayor distancia de la vivienda respecto a la estación más cercana, el precio por metro cuadrado es menor y viceversa. Sin embargo, para conocer el efecto que tiene la implementación de la Línea 2 del Metrobús sobre el comportamiento en el precio

de la vivienda, se propone elaborar un análisis más robusto que permita controlar diferentes variables, esto es, a través de un modelo econométrico.

8.4 Formulación general del modelo de precios hedónicos

La expresión general del modelo de precios hedónicos se define como:

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_{viv}x_{viv} + \alpha_{vec}x_{vec} + \alpha_{acc}x_{acc} + \varepsilon_i$$

Siendo y_i el precio de la vivienda i ; x_{viv} es un vector de las características físicas de la vivienda i ; x_{vec} es un vector de las características del vecindario de la vivienda i ; x_{acc} es un vector de las características de accesibilidad de la vivienda i ; α_{viv} son los coeficientes de las características de vivienda; α_{vec} son los coeficientes de las características del vecindario en el que se ubica la vivienda; α_{acc} son los coeficientes de las características de la accesibilidad de la vivienda, α_0 es una constante de la función, y ε_i es el error de predicción de la función, es decir, la diferencia entre el valor predicho por la función y el valor observado real.

8.5 Detalle de estadísticos descriptivos

Cuadro 14. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015

Variable	Zona de Metrobús						Zona de control					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	401	\$2,090,391.0	\$1,918,288.0	\$957,718.9	\$548,170.0	\$5,900,000.0	284	\$1,522,199.0	\$1,270,398.0	\$ 843,809.2	\$482,009.3	\$4,900,000.0
Precio m2	401	\$ 23,823.8	\$ 22,689.1	\$ 6,263.6	\$ 9,849.5	\$ 58,242.4	284	\$ 20,504.2	\$ 19,862.4	\$ 6,236.4	\$ 10,419.5	\$ 40,714.3
Características												
Área (m2)	401	86.6	82.0	31.4	42.0	318.0	284	71.4	64.0	27.2	42.0	280.0
Terraza (m2)*	401	0.8	0.0	4.5	0.0	70.0	284	0.2	0.0	1.9	0.0	21.0
Recámaras	401	2.2	2.0	0.5	1.0	4.0	284	2.1	2.0	0.4	1.0	3.0
Baños	401	1.8	2.0	0.6	1.0	4.5	284	1.5	1.0	0.5	1.0	3.5
Cajones estacionamiento	401	1.3	1.0	0.6	0.0	3.0	284	1.0	1.0	0.6	0.0	4.0
Área verde (dicotómica)	401	0.1296758	0	0.3363661	0	1	284	0.165493	0	0.3722809	0	1
Roof garden (dicotómica)	401	0.3341646	0	0.4722868	0	1	284	0.3415493	0	0.4750664	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	401	349.0	337.0	162.7	35.2	977.3	284	336.2	256.2	243.1	9.2	1125.8
Distancia a centros educativos	401	301.5	281.5	152.5	23.3	712.0	284	183.1	168.2	103.5	13.4	510.4
Distancia a centros de salud	401	868.8	855.9	435.7	40.5	1694.1	284	416.3	369.2	232.2	51.7	1192.4
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	401	0.6	1.0	0.5	0.0	1.0	284	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Distancia a MB (euclidiana)	401	415.9	414.2	217.1	45.6	983.3	284	1602.5	1581.2	596.1	474.1	2875.5
Distancia a Metro	401	568.5	558.9	243.3	62.9	1,539.9	284	655.2	608.6	324.6	102.2	2,176.6

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Cuadros 15 y 16. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, Zona de Metrobús, total y estratos medio-bajo y medio

Variable	Periodo 2004 - 2008. TOTAL						Periodo 2009 - 2015. TOTAL					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	129	\$1,786,663.0	\$1,667,310.0	\$802,826.0	\$548,170.0	\$5,339,318.0	272	\$2,234,438.0	\$2,050,951.0	\$992,306.5	\$684,053.9	\$5,900,000.0
Precio m2	129	\$20,110.3	\$19,994.6	\$3,009.9	\$9,849.5	\$28,017.1	272	\$25,585.0	\$24,613.9	\$6,629.6	\$10,916.4	\$58,242.4
Características												
Área (m2)	129	87.5	83.0	36.3	43.0	318.0	272	86.2	82.0	28.8	42.0	200.0
Terraza (m2)*	129	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	272	1.1	0.0	5.4	0.0	70.0
Recámaras	129	2.3	2.0	0.5	1.0	3.0	272	2.2	2.0	0.5	1.0	4.0
Baños	129	1.8	2.0	0.6	1.0	3.5	272	1.9	2.0	0.6	1.0	4.5
Cajones estacionamiento	129	1.2	1.0	0.6	0.0	3.0	272	1.4	1.0	0.6	0.0	3.0
Área verde (dicotómica)	129	0.0232558	0	0.1513025	0	1	272	0.1801471	0	0.3850183	0	1
Roof garden (dicotómica)	129	0.1550388	0	0.3633527	0	1	272	0.4191176	0	0.4943242	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	129	331.9	334.9	155.8	35.2	725.4	272	357.1	337.0	165.6	51.8	977.3
Distancia a centros educativos	129	318.7	304.6	153.0	35.2	712.0	272	293.4	272.1	151.9	23.3	712.0
Distancia a centros de salud	129	907.6	923.1	469.2	40.5	1689.9	272	850.4	841.7	418.5	120.6	1694.1
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	129	0.6	1.0	0.5	0.0	1.0	272	0.7	1.0	0.5	0.0	1.0
Distancia a MB (euclidiana)	129	440.8	451.6	213.2	45.6	949.6	272	404.1	404.2	218.3	55.0	983.3
Distancia a Metro	129	515.0	519.4	212.1	93.0	1,175.8	272	593.9	584.3	253.2	62.9	1,539.9

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Variable	Periodo 2004 - 2008. MEDIO Y MEDIO BAJO						Periodo 2009 - 2015. MEDIO Y MEDIO BAJO					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	3	\$673,061.3	\$621,401.2	\$98,919.8	\$610,666.8	\$787,115.8	35	\$1,119,728.0	\$1,123,523.0	\$258,849.4	\$684,053.9	\$1,590,300.0
Precio m2	3	\$11,798.7	\$12,428.0	\$1,723.0	\$9,849.5	\$13,118.6	35	\$19,841.3	\$18,571.4	\$4,111.1	\$13,412.8	\$30,522.7
Características												
Área (m2)	3	57.3	60.0	6.4	50.0	62.0	35	56.5	53.0	7.4	44.0	72.0
Terraza (m2)*	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35	1.3	0.0	4.5	0.0	18.0
Recámaras	3	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	35	2.0	2.0	0.2	1.0	3.0
Baños	3	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	35	1.2	1.0	0.4	1.0	2.0
Cajones estacionamiento	3	0.7	1.0	0.6	0.0	1.0	35	0.9	1.0	0.4	0.0	2.0
Área verde (dicotómica)	3	0	0	0	0	0	35	0.2857143	0	0.4583492	0	1
Roof garden (dicotómica)	3	0	0	0	0	0	35	0.4	0	0.4970501	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	3	301.8	350.7	140.8	143.1	411.7	35	414.8	352.2	250.7	96.9	977.3
Distancia a centros educativos	3	192.4	151.0	81.6	139.9	286.4	35	200.7	180.2	90.8	33.2	383.5
Distancia a centros de salud	3	529.1	608.7	353.0	143.1	835.6	35	578.0	600.2	269.7	120.6	1015.7
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	3	0.7	1.0	0.6	0.0	1.0	35	0.6	1.0	0.5	0.0	1.0
Distancia a MB (euclidiana)	3	527.2	481.0	87.9	472.0	628.6	35	408.1	472.0	173.4	78.7	689.1
Distancia a Metro	3	748.7	775.4	441.1	294.8	1,175.8	35	669.5	567.8	399.4	62.9	1,539.9

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Cuadro 17. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, Zona de Metrobús, estrato medio alto.

Variable	Periodo 2004 - 2008. MEDIO ALTO						Periodo 2009 - 2015. MEDIO ALTO					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	126	\$1,813,177.0	\$1,690,659.0	\$793,328.8	\$548,170.0	\$5,339,318.0	237	\$2,399,058.0	\$2,215,169.0	\$ 953,706.3	\$712,689.2	\$5,900,000.0
Precio m2	126	\$ 20,308.2	\$ 20,204.8	\$ 2,744.4	\$ 12,748.1	\$ 28,017.1	237	\$ 26,433.2	\$ 25,145.6	\$ 6,513.1	\$ 10,916.4	\$ 58,242.4
Características												
Área (m2)	126	88.2	85.0	36.4	43.0	318.0	237	90.6	87.0	28.2	42.0	200.0
Terraza (m2)*	126	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	237	1.1	0.0	5.6	0.0	70.0
Recámaras	126	2.3	2.0	0.5	1.0	3.0	237	2.2	2.0	0.5	1.0	4.0
Baños	126	1.8	2.0	0.6	1.0	3.5	237	2.0	2.0	0.5	1.0	4.5
Cajones estacionamiento	126	1.2	1.0	0.6	0.0	3.0	237	1.4	1.0	0.6	0.0	3.0
Área verde (dicotómica)	126	0.0238095	0	0.1530639	0	1	237	0.164557	0	0.3715649	0	1
Roof garden (dicotómica)	126	0.1587302	0	0.3668831	0	1	237	0.4219409	0	0.4949144	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	126	332.6	332.9	156.6	35.2	725.4	237	348.6	337.0	147.8	51.8	725.4
Distancia a centros educativos	126	321.7	309.6	153.2	35.2	712.0	237	307.1	289.7	154.4	23.3	712.0
Distancia a centros de salud	126	916.6	935.8	468.9	40.5	1689.9	237	890.6	884.8	421.9	127.5	1694.1
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	126	0.6	1.0	0.5	0.0	1.0	237	0.7	1.0	0.5	0.0	1.0
Distancia a MB (euclidiana)	126	438.7	443.4	215.1	45.6	949.6	237	403.6	392.4	224.5	55.0	983.3
Distancia a Metro	126	509.4	517.5	204.0	93.0	990.9	237	582.8	584.8	222.9	128.1	987.6

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Cuadro 18. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, Zona de Control, total.

Variable	Periodo 2004 - 2008. TOTAL						Periodo 2009 - 2015. TOTAL					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	72	\$1,246,353.0	\$1,062,839.0	\$696,260.7	\$482,009.3	\$4,519,325.0	212	\$1,615,883.0	\$1,450,000.0	\$ 870,096.8	\$521,096.0	\$4,900,000.0
Precio m2	72	\$ 16,860.5	\$ 16,943.3	\$ 3,718.8	\$ 10,711.3	\$ 24,816.9	212	\$ 21,741.7	\$ 21,604.0	\$ 6,437.5	\$ 10,419.5	\$ 40,714.3
Características												
Área (m2)	72	72.3	64.8	33.4	45.0	280.0	212	71.0	64.0	24.8	42.0	161.0
Terraza (m2)*	72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	212	0.3	0.0	2.2	0.0	21.0
Recámaras	72	2.2	2.0	0.5	1.0	3.0	212	2.1	2.0	0.4	1.0	3.0
Baños	72	1.4	1.0	0.5	1.0	3.5	212	1.5	1.5	0.5	1.0	3.0
Cajones estacionamiento	72	0.9	1.0	0.6	0.0	3.0	212	1.0	1.0	0.6	0.0	4.0
Área verde (dicotómica)	72	0.0416667	0	0.2012286	0	1	212	0.2075472	0	0.4065105	0	1
Roof garden (dicotómica)	72	0.1111111	0	0.3164751	0	1	212	0.4198113	0	0.494696	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	72	366.2	260.9	277.1	9.2	1125.8	212	326.1	253.9	230.2	22.8	1071.0
Distancia a centros educativos	72	174.4	146.0	104.6	30.4	510.4	212	186.1	177.5	103.3	13.4	480.3
Distancia a centros de salud	72	438.7	424.5	239.3	85.7	1192.3	212	408.7	364.8	229.8	51.7	1192.4
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	212	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Distancia a MB (euclidiana)	72	1623.9	1650.0	549.0	731.6	2875.5	212	1595.2	1556.5	612.4	474.1	2875.5
Distancia a Metro	72	615.2	510.3	330.3	102.2	1,735.2	212	668.8	617.6	322.3	131.0	2,176.6

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Cuadros 19 y 20. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, Zona de Control, estratos medio-bajo, medio y medio alto.

Variable	Periodo 2004 - 2008. MEDIO Y MEDIO BAJO						Periodo 2009 - 2015. MEDIO Y MEDIO BAJO					
	Obs.	Media	Mediana	Dev. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Dev. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	27	\$ 802,234.0	\$ 762,095.8	\$196,242.6	\$482,009.3	\$1,164,069.0	89	\$ 902,077.5	\$ 827,623.0	\$ 250,898.7	\$521,096.0	\$1,700,000.0
Precio m2	27	\$ 13,193.0	\$ 12,401.0	\$ 2,073.8	\$ 10,711.3	\$ 17,360.6	89	\$ 16,572.0	\$ 15,625.0	\$ 3,649.1	\$ 10,419.5	\$ 26,518.2
Características												
Área (m2)	27	61.0	60.0	12.9	45.0	98.0	89	54.4	53.0	8.5	42.0	92.0
Terraza (m2)*	27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	89	0.2	0.0	2.0	0.0	18.5
Recámaras	27	2.0	2.0	0.4	1.0	3.0	89	2.0	2.0	0.3	1.0	3.0
Baños	27	1.3	1.0	0.4	1.0	2.0	89	1.1	1.0	0.3	1.0	2.0
Cajones estacionamiento	27	0.6	1.0	0.5	0.0	1.0	89	0.7	1.0	0.6	0.0	4.0
Área verde (dicotómica)	27	0.0740741	0	0.2668803	0	1	89	0.3146067	0	0.46699	0	1
Roof garden (dicotómica)	27	0.0740741	0	0.2668803	0	1	89	0.4831461	0	0.5025471	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	27	654.3	623.9	242.8	141.2	1125.8	89	509.6	506.0	243.1	134.1	1071.0
Distancia a centros educativos	27	222.2	198.6	135.0	30.4	510.4	89	233.5	225.0	115.5	37.9	480.3
Distancia a centros de salud	27	447.2	428.0	263.8	85.7	1192.3	89	456.9	419.9	277.6	61.4	1192.4
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Distancia a MB (euclidiana)	27	2088.7	2115.3	521.0	948.2	2875.5	89	2129.2	2158.9	508.9	474.1	2875.5
Distancia a Metro	27	668.4	474.5	453.4	102.2	1,735.2	89	750.0	642.6	419.2	131.0	2,176.6

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Variable	Periodo 2004 - 2008. MEDIO ALTO						Periodo 2009 - 2015. MEDIO ALTO					
	Obs.	Media	Mediana	Dev. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Dev. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	45	\$1,512,824.0	\$1,218,848.0	\$752,226.7	\$797,338.2	\$4,519,325.0	123	\$2,132,377.0	\$1,950,000.0	\$ 789,493.0	\$800,000.0	\$4,900,000.0
Precio m2	45	\$ 19,061.0	\$ 19,040.4	\$ 2,562.8	\$ 14,950.1	\$ 24,816.9	123	\$ 25,482.4	\$ 24,817.4	\$ 5,335.1	\$ 14,976.5	\$ 40,714.3
Características												
Área (m2)	45	79.2	67.0	39.7	45.0	280.0	123	83.1	75.0	25.8	46.0	161.0
Terraza (m2)*	45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123	0.4	0.0	2.3	0.0	21.0
Recámaras	45	2.2	2.0	0.5	1.0	3.0	123	2.2	2.0	0.5	1.0	3.0
Baños	45	1.5	1.5	0.6	1.0	3.5	123	1.8	2.0	0.5	1.0	3.0
Cajones estacionamiento	45	1.1	1.0	0.7	0.0	3.0	123	1.3	1.0	0.5	0.0	2.0
Área verde (dicotómica)	45	0.0222222	0	0.1490712	0	1	123	0.1300813	0	0.3377687	0	1
Roof garden (dicotómica)	45	0.1333333	0	0.3437758	0	1	123	0.3739837	0	0.4858384	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	45	193.3	176.3	86.8	9.2	393.9	123	193.3	191.9	81.6	22.8	392.4
Distancia a centros educativos	45	145.7	134.9	67.9	35.2	312.5	123	151.8	147.9	77.5	13.4	335.8
Distancia a centros de salud	45	433.6	421.0	226.2	89.6	951.7	123	373.8	351.3	181.2	51.7	891.5
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Distancia a MB (euclidiana)	45	1345.1	1341.2	337.4	731.6	1864.5	123	1208.7	1116.7	321.2	669.0	1798.2
Distancia a Metro	45	583.3	602.6	227.7	234.2	997.9	123	610.1	605.4	211.2	149.2	960.0

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Cuadros 21 y 22. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, total y estrato medio bajo.

Variable	Periodo 2004 - 2008. TOTAL						Periodo 2009 - 2015. TOTAL					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	201	\$1,593,119.0	\$1,386,611.0	\$807,493.4	\$482,009.3	\$5,339,318.0	484	\$1,963,501.0	\$1,815,731.0	\$988,727.4	\$521,096.0	\$5,900,000.0
Precio m2	201	\$18,946.2	\$19,058.5	\$3,626.0	\$9,849.5	\$28,017.1	484	\$23,901.6	\$23,441.9	\$6,812.3	\$10,419.5	\$58,242.4
Características												
Área (m2)	201	82.0	72.0	35.9	43.0	318.0	484	79.6	72.0	28.1	42.0	200.0
Terraza (m2)*	201	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	484	0.8	0.0	4.3	0.0	70.0
Recámaras	201	2.2	2.0	0.5	1.0	3.0	484	2.2	2.0	0.5	1.0	4.0
Baños	201	1.7	2.0	0.6	1.0	3.5	484	1.7	2.0	0.6	1.0	4.5
Cajones estacionamiento	201	1.1	1.0	0.6	0.0	3.0	484	1.2	1.0	0.6	0.0	4.0
Área verde (dicotómica)	201	0.0298507	0	0.1706003	0	1	484	0.1921488	0	0.394397	0	1
Roof garden (dicotómica)	201	0.1393035	0	0.3471275	0	1	484	0.4194215	0	0.493975	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	201	344.1	312.5	207.5	9.2	1125.8	484	343.5	292.4	196.9	22.8	1071.0
Distancia a centros educativos	201	267.0	235.9	153.8	30.4	712.0	484	246.4	224.1	143.0	13.4	712.0
Distancia a centros de salud	201	739.6	687.8	460.4	40.5	1689.9	484	656.9	554.8	411.7	51.7	1694.1
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	201	0.4	0.0	0.5	0.0	1.0	484	0.4	0.0	0.5	0.0	1.0
Distancia a MB (euclidiana)	201	864.6	592.9	677.9	45.6	2875.5	484	925.8	693.4	735.2	55.0	2875.5
Distancia a Metro	201	550.9	515.5	264.3	93.0	1,735.2	484	626.7	604.0	287.6	62.9	2,176.6

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Variable	Periodo 2004 - 2008. MEDIO BAJO						Periodo 2009 - 2015. MEDIO BAJO					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	9	\$812,575.7	\$762,095.8	\$206,685.4	\$610,666.8	\$1,139,887.0	60	\$926,293.2	\$860,904.7	\$256,807.9	\$521,096.0	\$1,590,300.0
Precio m2	9	\$12,366.1	\$11,804.0	\$1,838.6	\$9,849.5	\$15,383.3	60	\$16,710.2	\$15,702.1	\$3,827.4	\$11,357.8	\$30,522.7
Características												
Área (m2)	9	66.1	62.0	15.8	50.0	98.0	60	55.3	54.5	7.9	43.0	75.0
Terraza (m2)*	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60	0.2	0.0	1.3	0.0	10.0
Recámaras	9	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	60	2.0	2.0	0.2	1.0	3.0
Baños	9	1.3	1.0	0.4	1.0	2.0	60	1.2	1.0	0.4	1.0	2.0
Cajones estacionamiento	9	0.9	1.0	0.3	0.0	1.0	60	0.9	1.0	0.4	0.0	2.0
Área verde (dicotómica)	9	0.11111111	0	0.33333333	0	1	60	0.35	0	0.4809947	0	1
Roof garden (dicotómica)	9	0	0	0	0	0	60	0.48333333	0	0.5039393	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	9	478.3	490.3	238.4	141.2	841.2	60	390.7	386.3	201.7	96.9	977.3
Distancia a centros educativos	9	223.2	235.5	82.8	56.5	347.0	60	221.7	215.1	110.3	33.2	480.3
Distancia a centros de salud	9	719.6	762.6	284.3	143.1	1192.3	60	610.2	582.9	277.5	120.6	1192.4
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	9	0.1	0.0	0.3	0.0	1.0	60	0.2	0.0	0.4	0.0	1.0
Distancia a MB (euclidiana)	9	1370.4	1019.4	760.4	472.0	2875.5	60	1611.3	1765.1	905.7	156.6	2875.5
Distancia a Metro	9	1,171.6	1,175.8	474.9	294.8	1,735.2	60	837.5	724.3	488.1	62.9	2,176.6

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Cuadros 23 y 24. Precios, características de la vivienda, del vecindario y accesibilidad a Metro y Metrobús 2004-2015, estratos medio y medio alto.

Variable	Periodo 2004 - 2008. MEDIO						Periodo 2009 - 2015. MEDIO					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	21	\$ 779,348.6	\$ 758,698.8	\$189,368.1	\$482,009.3	\$1,164,069.0	64	\$ 998,402.6	\$ 917,131.7	\$ 280,465.7	\$539,000.0	\$1,700,000.0
Precio m2	21	\$ 13,348.1	\$ 12,814.4	\$ 2,120.0	\$ 10,711.3	\$ 17,360.6	64	\$ 18,230.4	\$ 17,899.1	\$ 4,138.6	\$ 10,419.5	\$ 26,730.8
Características												
Área (m2)	21	58.3	59.0	10.1	45.0	80.0	64	54.7	52.5	8.7	42.0	92.0
Terraza (m2)*	21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64	0.9	0.0	3.9	0.0	18.5
Recámaras	21	2.0	2.0	0.4	1.0	3.0	64	2.0	2.0	0.3	1.0	3.0
Baños	21	1.2	1.0	0.4	1.0	2.0	64	1.1	1.0	0.3	1.0	2.0
Cajones estacionamiento	21	0.5	1.0	0.5	0.0	1.0	64	0.7	1.0	0.6	0.0	4.0
Área verde (dicotómica)	21	0.047619	0	0.2182179	0	1	64	0.265625	0	0.4451569	0	1
Roof garden (dicotómica)	21	0.0952381	0	0.3007926	0	1	64	0.4375	0	0.5	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	21	679.4	632.9	244.8	207.6	1125.8	64	569.2	544.7	257.5	168.1	1071.0
Distancia a centros educativos	21	217.6	163.9	147.5	30.4	510.4	64	226.6	224.7	110.0	39.0	443.5
Distancia a centros de salud	21	342.2	300.9	163.3	85.7	608.7	64	379.4	316.9	233.4	61.4	995.3
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	21	0.0	0.0	0.2	0.0	1.0	64	0.2	0.0	0.4	0.0	1.0
Distancia a MB (euclidiana)	21	2173.5	2209.2	498.3	481.0	2834.7	64	1673.6	2024.4	888.2	78.7	2868.5
Distancia a Metro	21	464.2	470.9	199.3	102.2	794.0	64	623.9	560.6	297.7	148.6	1,539.9

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

Variable	Periodo 2004 - 2008. MEDIO ALTO						Periodo 2009 - 2015. MEDIO ALTO					
	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Precios												
Precio total	171	\$1,734,137.0	\$1,566,200.0	\$791,720.9	\$548,170.0	\$5,339,318.0	360	\$2,307,942.0	\$2,113,983.0	\$ 908,726.7	\$712,689.2	\$5,900,000.0
Precio m2	171	\$ 19,980.0	\$ 19,797.9	\$ 2,746.2	\$ 12,748.1	\$ 28,017.1	360	\$ 26,108.3	\$ 25,004.1	\$ 6,145.2	\$ 10,916.4	\$ 58,242.4
Características												
Área (m2)	171	85.8	75.0	37.4	43.0	318.0	360	88.0	83.5	27.6	42.0	200.0
Terraza (m2)*	171	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	360	0.8	0.0	4.7	0.0	70.0
Recámaras	171	2.3	2.0	0.5	1.0	3.0	360	2.2	2.0	0.5	1.0	4.0
Baños	171	1.7	2.0	0.6	1.0	3.5	360	1.9	2.0	0.5	1.0	4.5
Cajones estacionamiento	171	1.2	1.0	0.6	0.0	3.0	360	1.4	1.0	0.6	0.0	3.0
Área verde (dicotómica)	171	0.0233918	0	0.1515883	0	1	360	0.1527778	0	0.3602739	0	1
Roof garden (dicotómica)	171	0.1520468	0	0.3601208	0	1	360	0.4055556	0	0.4916826	0	1
Vecindario												
Distancia a áreas verdes	171	295.9	287.1	154.1	9.2	725.4	360	295.5	272.6	148.6	22.8	725.4
Distancia a centros educativos	171	275.4	240.2	156.5	35.2	712.0	360	254.0	224.1	152.1	13.4	712.0
Distancia a centros de salud	171	789.5	792.1	469.5	40.5	1689.9	360	714.0	610.6	434.1	51.7	1694.1
Accesibilidad												
Distancia a MB <500m (dicotómica)	171	0.4	0.0	0.5	0.0	1.0	360	0.4	0.0	0.5	0.0	1.0
Distancia a MB (euclidiana)	171	677.2	552.0	473.0	45.6	1864.5	360	678.7	569.0	463.1	55.0	1798.2
Distancia a Metro	171	528.8	521.4	212.4	93.0	997.9	360	592.1	594.7	219.0	128.1	987.6

*Estadísticos obtenidos únicamente para el caso de las viviendas con terraza.

Fuente: elaboración propia con base en Softec.

8.6 Cuadros de resultados de los modelos de precios hedónicos

Resultados de los modelos de precios hedónicos con errores estándar calculados de forma robusta para controlar la heterocedasticidad, utilizando un factor de expansión de frecuencia del 60% del número total de viviendas registradas en el inmuebles¹⁷.

La forma funcional del modelo, de acuerdo a la literatura revisada, se ajustó a tres formas posibles: lineal, cuadrática y cúbica, en función de la asociación entre distancia a las estaciones de Metrobús y precio de la vivienda. El mejor ajuste del modelo, en función de los resultados de la R² ajustada, correspondió al modelo cuadrático.

¹⁷ El porcentaje de viviendas correspondiente al factor de expansión fue proporcionado por Softec.

Cuadro 25. Análisis 1. Distancia al Metrobús menor a 500mts.

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
	Modelo general 2004-2008	Submodelo 2004-2008 nivel medio bajo y medio	Submodelo 2004-2008 nivel medioalto	Modelo general 2009- 20015	Submodelo 2009-2015 nivel medio bajo y medio	Submodelo 2009-2015 nivel medioalto
Variable independiente	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015
Distancia al MB < 500mts. (dummy)	0.1391102 -0.0113531 ***	0.0881023 0.0119895 ***	0.0635098 0.0108093 ***	0.1212893 0.0068722 ***	0.1095165 0.0086201 ***	0.0054006 0.0113805
Distancia a Áreas verdes	-0.0003591 0.0000198 ***	0.0004293 0.0000175 ***	0.000086 0.0000443 *	-0.00000714 0.0000129	0.0001942 0.0000135 ***	0.0002597 0.0000301 ***
Distancia a Escuela	-0.0001015 0.0000315 ***	-0.0002893 0.0000559 ***	-0.0001705 0.0000311 ***	-0.0000265 0.0000207	-0.0000816 0.0000369 **	0.0002141 0.0000272 ***
Distancia a Equip. Salud	0.0000288 0.0000108 ***	-0.0001401 0.0000115 ***	-0.0000776 0.0000122 ***	-0.0000689 0.0000102 ***	-0.000239 0.0000109 ***	-0.0001033 0.0000141 ***
Distancia a Metro	0.0001592 0.000044 ***	0.0003349 0.0000583 ***	0.0001504 0.0000643 **	0.0001939 0.0000204 ***	0.0001195 0.0000228 ***	-0.0002217 0.0001028 **
Distancia_2 a Metro	-0.00000155 3.16E-08 ***	-7.51E-08 2.77E-08 ***	8.35E-09 0.000000054	-0.00000154 0.00000001 ***	-9.12E-08 1.04E-08 ***	0.00000266 8.33E-08 ***
Área vivienda	0.0110669 0.0007223 ***	0.0061953 0.0004886 ***	0.0092378 0.000772 ***	0.0115033 0.0002619 ***	0.0142721 0.0006113 ***	0.0087639 0.0002255 ***
Baños	0.1557189 0.0132195 ***	0.0843405 0.0103074 ***	0.1767377 0.0136703 ***	0.2214798 0.0069748 ***	0.1162418 0.0103513 ***	0.1970173 0.0088419 ***
Cajon de estacionamiento	0.0728876 0.0104956 ***	0.0745579 0.0105697 ***	0.0613083 0.0115096 ***	0.1515704 0.0056166 ***	0.1957976 0.0083289 ***	0.0779627 0.0069126 ***
Área verde (dummy)	-0.0353397 0.0087062 ***	-0.067962 0.0026968 ***	-0.0082622 0.032754	0.0981454 0.0049772 ***	0.1505827 0.0055452 ***	0.0696336 0.0076716 ***
Roof garden (dummy)	0.1022544 0.0082934 ***	0.1894354 0.00864 ***	0.12377 0.0112825 ***	0.0751639 0.004994 ***	0.092543 0.0056845 ***	0.0739406 0.0071267 ***
Constante	12.94048 0.0437139 ***	12.6927 0.0543102	13.05846 0.045692 ***	12.69785 0.160434 ***	12.55065 0.0376101 ***	13.14937 0.0343042 ***
Obs	4376	1875	2501	9567	5746	4496
Prueba F	1487.18	3042.3	890.67	2454.9	1384.48	904.02
Prob>F	0	0	0	0	0	0
R2	0.8142	0.8932	0.8636	0.7787	0.654	0.6655

Notas: Errores estándar robustos

Significancia de coeficientes *** al 1%, ** al 5% y * 10%

Fuente: elaboración propia

Cuadro 26. Análisis 2. Distancia euclidiana al Metrobús.

	Modelo 7	Modelo 8	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12	Modelo 13	Modelo 15	Modelo 16
	Modelo general MB/CONTROL 2004-2008	Submodelo MB 2004-2008	Submodelo CONTROL 2004-2008	Modelo general MB/CONTROL 2009-2015	Submodelo MB 2009-2015	Submodelo CONTROL 2009-2015	Modelo general MB 2004-2015	Submodelo MB 2009-2015 nivel medio y medibajo	Submodelo MB 2009-2015 nivel medio alto
Variable independiente	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015	ln_p_2015
Distancia a MB	-0.0000266 0.0000179	-0.0005794 0.0000917 ***	0.0002973 0.0000522 ***	0.000167 0.000012 ***	0.0002135 0.0000796 ***	0.0003419 0.0000181 ***	-0.0002511 0.000055 ***	-0.0006833 0.0001384 ***	0.0003433 0.000978 ***
Distancia_2 a MB	-4.69E-08 5.26E-09 ***	0.000000557 0.000000111 ***	-1.31E-07 0.000000014 ***	-0.000000106 4.03E-09 ***	-0.000000125 8.14E-08	-0.000000149 5.31E-09 ***	0.000000303 0.000000059 ***	0.00000112 0.000000194 ***	-0.000000301 9.59E-08 **
Distancia a Áreas verdes	-0.0001676 0.0000158 ***	-0.0001343 0.0000687 **	-0.0002354 0.000015 ***	-0.0000527 0.0000103 ***	0.0000894 0.000025 ***	-0.0000655 0.0000123 ***	0.0000211 0.0000233	0.0001666 0.0000427 ***	0.000252 0.0000369 ***
Distancia a Equip. Salud	-0.0000699 0.0000111 ***	-0.0000272 0.0000207	-0.0001515 0.0000146 ***	-0.0001207 0.0000093 ***	-0.00000838 0.0000144	-0.0002938 0.00000991 ***	-0.0000452 0.00000928 ***	-0.0000273 0.0000381	-0.0001383 0.0000179 ***
Distancia a Escuela	-0.0000862 0.0000266 ***	-0.0000946 0.0000333 ***	-0.0000115 0.0000553	0.0003103 0.0000208 ***	0.0002873 0.0000295 ***	-0.0000954 0.0000331 ***	0.0001477 0.0000234 ***	-387 0.0001214 **	0.0001236 0.0000267 ***
Distancia a Metro	-0.00000876 0.0000122	0.0000226 0.00003	0.0000161 0.0000129	-0.0001723 0.00000603 ***	0.0000147 0.0000149	-0.0001795 0.00000717 ***	0.0000574 0.0000134	-0.0000215 0.0000306	0.0001925 0.0000245 ***
Área vivienda	0.009561 0.0006441 ***	0.0095007 0.0010322 ***	0.0089424 0.0008602 ***	0.0104474 0.0002252 ***	0.0098729 0.0002881 ***	0.0094316 0.0003608 ***	0.0099024 0.0003822 ***	0.0085555 0.0016348 ***	0.0086308 0.0002609 ***
Baños	0.1803568 0.011365 ***	0.2098907 0.0173318 ***	0.1777525 0.0144844 ***	0.17977727 0.0060723 ***	0.2153678 0.0096021 ***	0.2029998 0.008529 ***	0.2230407 0.0083559 ***	0.2703581 0.0195784 ***	0.1314368 0.0110741 ***
Cajon de estacionamiento	0.0435601 0.0088224 ***	0.0942229 0.0173219 ***	0.0229067 0.0118805 **	0.134864 0.0048593 ***	0.0937871 0.0095244 ***	0.1710641 0.006596 ***	0.089869 0.008945 ***	-0.026612 0.0262187	0.0919636 0.0090463 ***
Caseta de Vigilancia (dummy)	0.0429342 0.0059692 ***	0.0073819 0.0103333	0.0702373 0.0076307 ***	0.1274142 0.0065856 ***	0.0432846 0.015853 ***	0.1415712 0.006979 ***	0.0653145 0.0083007 ***	0.313127 0.0452379 ***	0.0506904 0.0134665 ***
Área verde (dummy)	-0.0918846 0.010183 ***	0.0946538 0.0297131 ***	-0.1342956 0.0105689 ***	0.1118356 0.0044742 ***	0.0042527 0.0075346	0.1786931 0.0054263 ***	0.0235753 0.0074187	0.0266055 0.0122259 **	0.0280924 0.0098724 ***
Roof garden (dummy)	0.1107249 0.0068556 ***	0.1373004 0.0154876 ***	0.0714533 0.0124617 ***	0.0540407 0.0047478	0.0579813 0.0092736 ***	0.0135035 0.0052705 ***	0.1002034 0.0072733 ***	0.0618597 0.0156962 ***	0.0149798 0.0095221
Constante	13.1872 0.0068556 ***	13.16319 0.0154876 ***	13.02093 0.0124617 ***	12.94819 0.0170082 ***	12.84 0.0346406 ***	12.93656 0.0220351 ***	12.92235 0.0306646 ***	12.85604 0.0774906 ***	13.1383 0.0441229 ***
Obs	4376	1538	2838	9567	3017	6550	4555	846	2171
Prueba F	1778.85	601.63	.	4115	694.94	3317.26	1001.26	270.63	408.15
Prob>F	0	0	.	0	0	0	0	0	0
R2	0.8578	0.837	0.8465	0.8231	0.7736	0.8141	0.7936	0.7022	0.7283

Notas: Errores estándar robustos

Significancia de coeficientes *** al 1%, ** al 5% y * 10%

Fuente: elaboración propia

8.7 Gráficas del análisis de variación de precios para la vivienda tipo

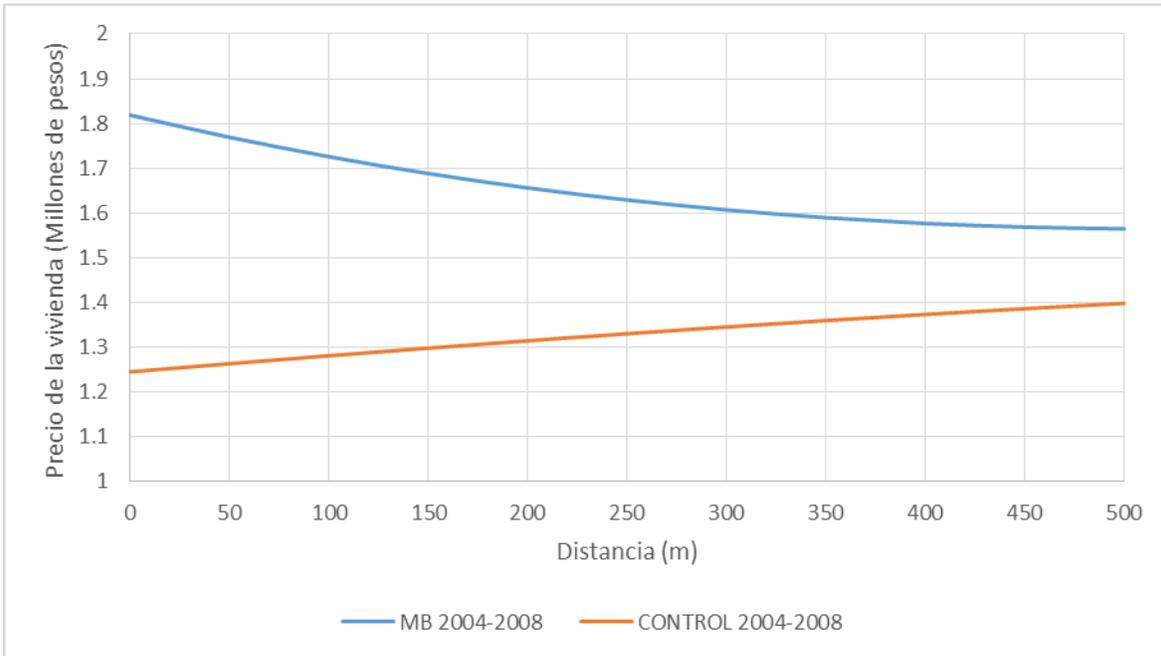
Las Gráficas 3 y 4 corresponden a la comparación de los períodos 2004-2008 y 2009-2015 entre la zona de Metrobús y la zona de control. Las características de la vivienda utilizada corresponden al promedio de las características de la vivienda de la zona de Metrobús definida en el apartado 9.5 del Apéndice estadístico.

Las Gráficas 5 y 6 utilizan los valores promedio de las características de la vivienda de la zona de Metrobús específicas de cada periodo temporal considerado y grupo socioeconómico de pertenencia.

De esta forma, en la Gráfica 5 para el período 2004-2008 se consideró una vivienda con superficie de 87.5 m², 2 baños, 1 cajón de estacionamiento, sin caseta de vigilancia, sin roof garden ni áreas verdes interiores en el condominio, y con una distancia fija a la estación de metro más cercana de 515 metros, distancia fija a áreas verdes de 331.9 metros, distancia a escuelas de 318.7 metros, y distancia a centros de salud de 907.6 metros. En el período 2009-2015 las características fueron: superficie de 86.2 m², 2 baños, 1 cajón de estacionamiento, sin caseta de vigilancia, sin roof garden ni áreas verdes interiores, distancia fija al metro de 593.97 m, distancia a áreas verdes de 357.1 m, distancia a centros de salud de 850.4 m, y distancia a escuelas de 293.4 metros.

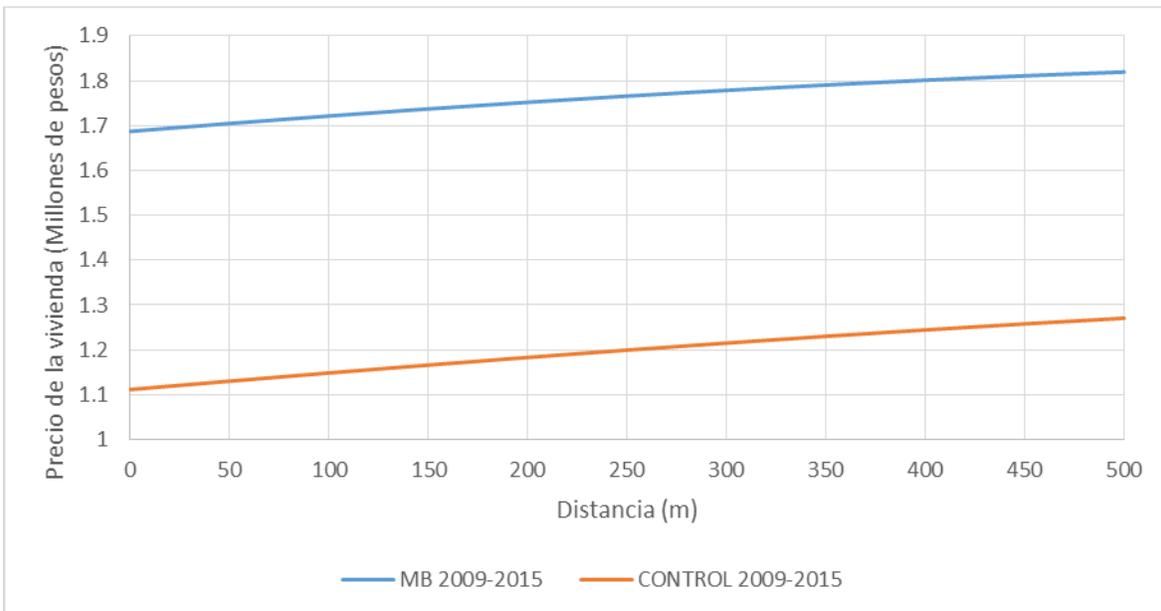
En la Gráfica 6 para el período 2009-2015 para el nivel medio y medio bajo se consideró una vivienda con superficie de 56.5 m², 1 baño, 1 cajón de estacionamiento, sin caseta de vigilancia, sin roof garden ni áreas verdes interiores en el condominio, y con una distancia fija a la estación de metro más cercana de 669.5 metros, distancia fija a áreas verdes de 414.8 metros, distancia a centros de salud de 578.0 metros, y distancia a escuelas de 200.7 metros. Para el nivel medio alto las características fueron: superficie de 90.6 m², 2 baños, 1 cajón de estacionamiento, con caseta de vigilancia, sin roof garden ni áreas verdes interiores, distancia fija al metro de 582.8 m, distancia a áreas verdes de 348.6 m, distancia a centros de salud de 890.6 m, y distancia a escuelas de 307.1 metros.

Gráfica 4. Variación en el precio de la vivienda en el periodo 2004-2008 entre la zona de Metrobús y la zona de control. Tipología promedio MB.



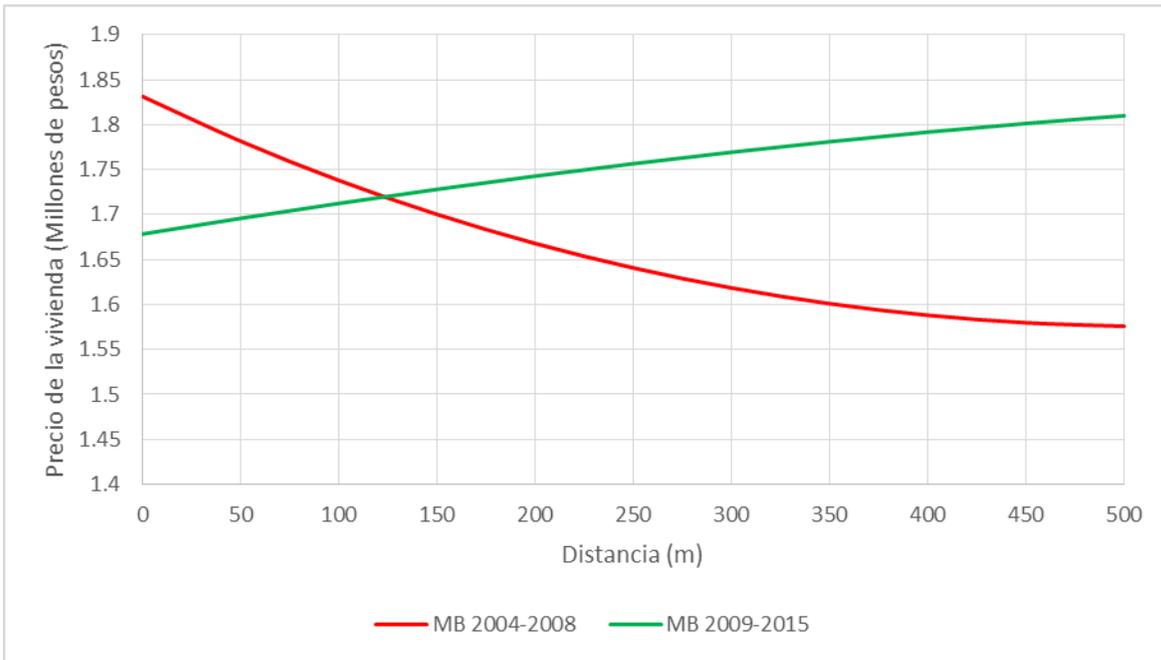
Fuente: elaboración propia.

Gráfica 5. Variación en el precio de la vivienda en el periodo 2009-2015 entre la zona de Metrobús y la zona de control. Tipología promedio MB.



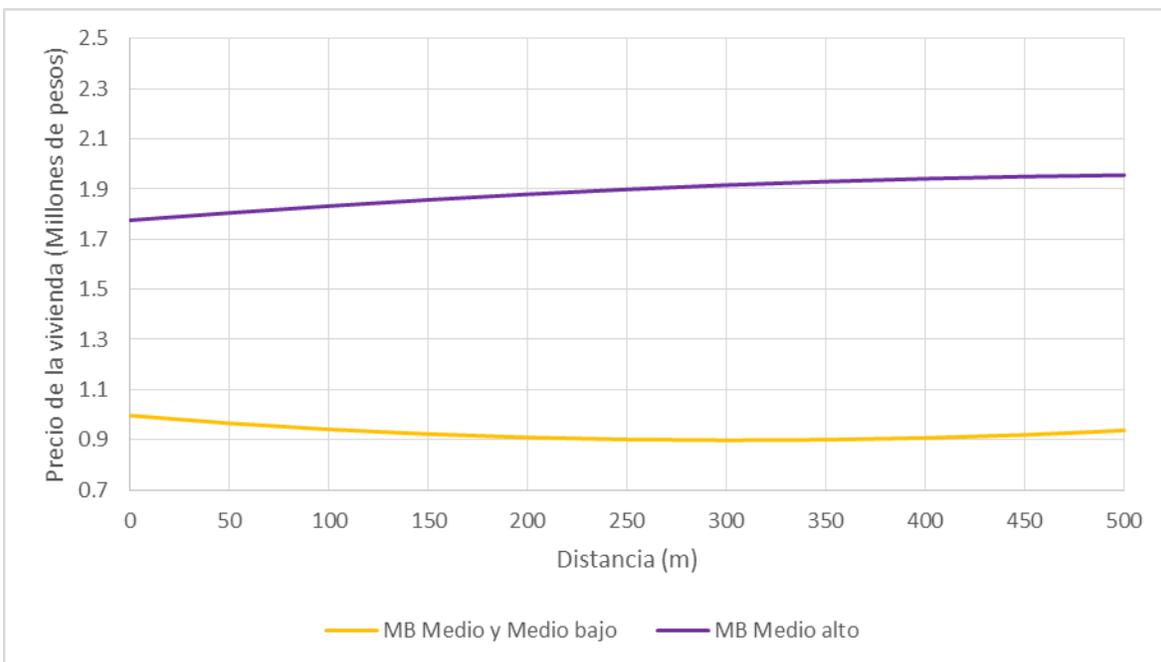
Fuente: elaboración propia.

Gráfica 6. Variación en el precio de la vivienda en la zona de Metrobús. Período 2004-2008 y período 2009-2015. Tipologías promedio específicas del segmento temporal.



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 7. Variación en el precio de la vivienda en la zona de Metrobús, período 2009-2015. Tipologías promedio específicas del segmento temporal. Grupo medio y medio-bajo contra medio-alto.



Fuente: elaboración propia.

8.8 Resultados de pruebas Chow

El test Chow es un test econométrico que se utiliza para identificar si la estructura de relaciones entre variables de dos submuestras permanece constante. Para ello se comparan los submodelos con la estructura de relaciones entre variables del modelo general. Su formulación corresponde a la siguiente formulación:

$$F_{(k, n_1+n_2-2k)} = \frac{(e'e - (e'_1e_1 + e'_2e_2))/k}{(e'_1e_1 + e'_2e_2)/(n_1 + n_2 - 2k)}$$

Siendo $e'e$ la suma cuadrática global de los residuales del modelo general, e'_1e_1 la suma cuadrática global de los residuales del submodelo correspondiente a la muestra 1, y e'_2e_2 la suma cuadrática global de los residuales del submodelo correspondiente a la muestra 2. Los resultados de las pruebas se resumen en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Valores principales de las pruebas Chow

Pruebas Chow - Variable distancia buffer < 500 m							
Submodelos comparados	Modelo general	SSRgen	SSRa	SSRb	α	Fc	Ft
2 y 3	1	122.07	6.38	47.30	0.01	462.12	2.20
5 y 6	4	453.04	180.56	0.00	0.01	1200.10	2.20

Pruebas Chow - Variable distancia euclidiana							
Submodelos comparados	Modelo general	SSRgen	SSRa	SSRb	α	Fc	Ft
8 y 9	7	93.42	47.84	37.12	0.01	33.31	2.14
11 y 12	10	362.12	112.79	194.00	0.01	132.36	2.14
8 y 11	13	174.43	47.84	112.79	0.01	29.93	2.14
14 y 15	11	112.79	11.84	75.61	0.01	66.67	2.14

Fuente: elaboración propia.