

Elasticidad de la oferta de vivienda: evidencia empírica para Bogotá Housing supply elasticity: empirical evidence for Bogotá

Dusan Paredes*

Universidad Católica del Norte
dparedes@ucn.cl

Enrique Gilles**

Universidad EAN, Bogotá
eegilles@universidadean.edu.co

Carlos Páez+

Universidad Católica del Norte
cpaezucn@gmail.com

Antonio Avendaño++

Secretaría Distrital de Planeación, Bogotá
aavendano@sdp.gov.co

* Autor corresponsal.
Profesor Asociado
Universidad Católica del Norte, Antofagasta, CHILE.

**Profesor Titular, Universidad EAN
Bogotá D.C., COLOMBIA.

+ Profesor, Universidad Católica del Norte
Antofagasta, CHILE.

+ + Subsecretario
Secretaría Distrital de Planeación
Bogotá D.C., COLOMBIA.

RESUMEN

Aunque existe evidencia empírica sobre la demanda de vivienda y su dinámica de ajuste, es escasa la evidencia sobre el ajuste vía oferta. En particular, mínima es la evidencia sobre la cuantificación de elasticidad de la curva de oferta, elemento clave para equilibrar los mercados inmobiliarios. Este artículo estima la función de oferta de servicios de vivienda, utilizando una novedosa metodología que recupera la elasticidad a través de una relación teórica entre el valor de la vivienda y el precio de la tierra. Utilizando datos de Bogotá, Colombia, estimamos la elasticidad de la curva de oferta para el año 2008. Nuestros resultados sugieren que el mercado se ajusta vía cantidad en respuesta a los choques de demanda.

ABSTRACT

Despite the literature on urban economics has devoted a lot of attention to analyzing housing demand and its adjustment dynamics across markets, not a similar attention has been given to housing supply. In particular, there is limited knowledge on the way the supply curve would help to understand the urban equilibrium in highly dynamic markets as that of Bogotá in Colombia. This article characterizes housing supply by stating the relationship between the value of housing and the price of urban land. We estimate Bogotá's housing supply curve using information available for 2008. Results suggest that market adjustment after demand shocks occurs through quantities.

INFORMACIÓN ARTÍCULO

Recibido: 28 de Marzo 2018
Aceptado: 24 de Octubre 2018

Palabras Claves:

Elasticidad precio
Bogotá
Curva de oferta
Mercado inmobiliario
Vivienda

ARTICLE INFO

Received: 28 March 2018
Accepted: 24 October 2018

Keywords:

Price elasticity
Bogota
Supply curve
Real estate markets
Housing

INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1990, Bogotá ha experimentado cambios estructurales importantes en materia de desarrollo urbano. Como reflejo de dicho proceso existe la implementación de TransMilenio (Bocarejo, Portilla y Pérez, 2013), un sistema de transporte tipo *Bus Rapid Transit* (BRT) y otros fenómenos que han modernizado el diseño urbano de la ciudad, modernidad que hoy la convierten en una de las ciudades con mayor densidad de población en Latinoamérica (Rodgers, Beall y Kanbur, 2011; ONU-Habitat, 2012). Esta expansión urbana ha estado reforzada por una alta migración interna que ha implicado un aumento de la demanda por suelo urbano y una reducción de la disponibilidad de tierra para nuevos proyectos de viviendas (Ibáñez y Querubín, 2004); al mismo tiempo, plantea interesantes debates para la política urbana, metropolitana y regional (Gilles y Baquero-Ruiz,

2016). Estos factores motivan la preocupación sobre cómo el mercado del suelo se ajusta ante esta presión de la demanda, especialmente si el ajuste será vía precios o vía cantidades.

Como es esperable, la expansión recién comentada tiene consecuencias directas sobre los precios de las viviendas. La Figura 1 presenta la evolución anual del valor de la tierra urbana residencial en la capital de Colombia, representado a través del índice del precio del suelo en Bogotá (IPSB), que mide la evolución reciente de los precios del suelo de Bogotá.¹ Tal como la figura sugiere, la evidencia descriptiva indica, a primera impresión, que el ajuste del mercado de Bogotá ha sido llevado a cabo vía precios. Como se destaca en la figura, el alza sostenida de precios es un hecho estilizado, ampliamente documentado en la literatura y que actualmente caracteriza el mercado inmobiliario de Bogotá (Salazar, Steiner, Becerra y Ramírez, 2015; Jaramillo y Cuervo, 2014; Castaño y Morales, 2015).

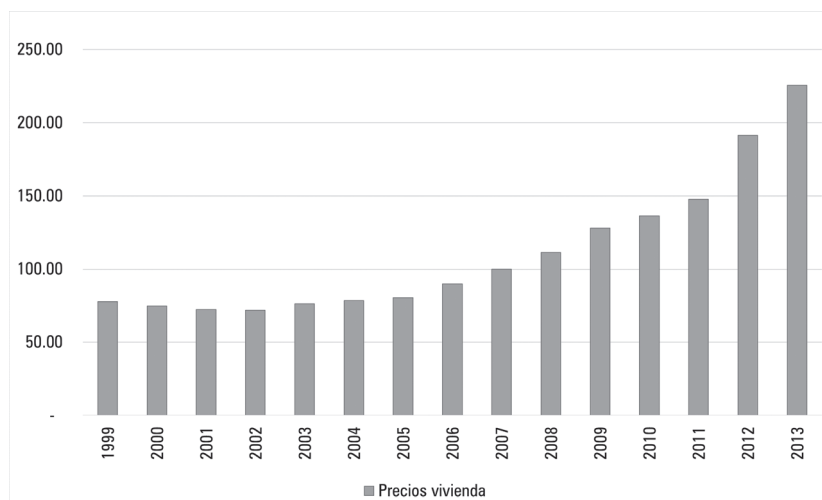


Figura 1. Evolución del precio de la vivienda en Bogotá. Fuente: Banco de la República.

Aunque existen diversos mecanismos causales para explicar este incremento de precios, es indudable que la elasticidad de la oferta es un factor clave para entender este equilibrio de mercado, debido a que su magnitud determinará si los choques de demanda pueden ser absorbidos vía precio o cantidad. En este sentido, Follain (1979) sugiere que, si la oferta es elástica, un choque en la demanda debería tener un efecto en mayores cantidades transadas en el mercado, y no así en los precios. En el mismo sen-

tido, Glaeser y Gyourko (2005) y Glaeser, Gyourko y Saks (2006), argumentan que, si la oferta es inelástica, entonces un aumento en el atractivo de la ciudad generaría mayores precios de vivienda, debido a la atracción de población vía migración interregional. En cambio, si la oferta fuera elástica, se esperaría un efecto menor en los precios y mayor ajuste en el tamaño de las ciudades. Entonces, entender la oferta y producción de viviendas es importante para comprender la dinámica del crecimiento y desarrollo urbano.

1. Este índice se calcula a partir del precio promedio del metro cuadrado de suelo en diferentes zonas residenciales de Bogotá. Los resultados están publicados por la Lonja de Propiedad Raíz de Bogotá, en el documento "Estudios sobre el valor del suelo urbano en Bogotá"

En este sentido Bogotá refuerza este proceso debido a que se caracteriza por una alta escasez de suelo para nuevas construcciones (Camacol, 2010), lo que se suma con un fuerte marco regulatorio que involucra la generación de nuevas viviendas. Ambos elementos implicarían que los incrementos de demanda difícilmente pueden ser cubiertos por incrementos en la oferta. En otras palabras, al ser la curva de oferta inelástica, el ajuste del mercado se realizaría vía precios y no vía cantidades.

A pesar de la simplicidad del cuerpo teórico que sustenta la hipótesis de inelasticidad de la curva de oferta, la literatura no presenta abundante evidencia empírica sobre este fenómeno en general, ni en particular, para el caso de Bogotá. El presente estudio pretende cubrir esta falta de discusión con la estimación empírica de la elasticidad de oferta por unidad de tierra del mercado de vivienda en Bogotá. Para llevar a cabo la estimación antes mencionada, Epple, Gordon y Sieg (2010) proponen un novedoso modelo que genera diversas condiciones de equilibrio, las cuales podrían ser estimadas con información observable y disponible en el caso general de diversos países, como también en el caso de Bogotá. Los autores proponen una relación de equilibrio entre el precio de la tierra y el valor de la vivienda por unidad de tierra. Luego, es posible estimar la elasticidad de la oferta de vivienda, y posteriormente, determinar el peso que la tierra tiene en el valor de la vivienda en la ciudad. Para la aplicación empírica del modelo, utilizamos los datos de catastro de Bogotá para el año 2008. Esta base de datos recoge datos sobre la vivienda y su destino económico, con el fin de establecer el valor catastral de las propiedades.

Los resultados obtenidos caracterizan una oferta de vivienda relativamente elástica, y por lo tanto, sensible a las variaciones de precios. En este sentido, una oferta elástica significa que el mercado en primera instancia se ajusta vía cantidad como respuesta a un choque de demanda. Si bien este resultado no es consistente con la hipótesis inicial, nos entrega importante información sobre las características propias del mercado, y es importante para la evaluación y proposición de la política pública en esta materia. El rechazo de nuestra hipótesis inicial podría estar explicado por al menos dos factores a profundizar por futuras investigaciones. Primero, tal como lo muestra la Figura 1, hacia el año 2008 aún no se verifican

fuertes incrementos de precios, es decir, aún existe un ajuste de mercado vía cantidades, tal como lo indican nuestras estimaciones. Esto implicaría que la ventana de tiempo condiciona nuestras estimaciones y una nueva información podría entregar elementos adicionales de esta problemática. Una segunda explicación consiste en diferenciar entre cantidad de viviendas construidas y área de vivienda licenciada para futura construcción. Teniendo en cuenta que el periodo de ejecución de un proyecto inmobiliario es considerable, entonces quizás el terreno licenciado a futura construcción, es un mejor indicador que la cantidad en sí misma.

El artículo se divide en cinco partes. En primer lugar, se presenta el modelo propuesto por Epple y cols. (2010). A continuación, se realiza una breve descripción de los datos de Bogotá utilizados para el análisis empírico. Le siguen los principales resultados. Por último, se entregan las conclusiones, destacando sus implicaciones para las políticas de desarrollo urbano.

MODELO

Epple y cols. (2010), proponen que la vivienda es un bien homogéneo y perfectamente divisible.² La producción de servicios de vivienda se denota por Q y en ella intervienen dos factores de producción: tierra (L) y un factor (M) que recoge todos los demás factores distintos a tierra que son necesarios para la producción de viviendas. Ambos factores son combinados a través de una función de producción $Q(M,L)$ con las siguientes características:

a) Rendimientos constantes a escala,

$$Q(M,L) = LQ\left(\frac{M}{L}, 1\right)$$

b) Es estrictamente creciente, estrictamente cóncava y dos veces diferenciable.

Es razonable pensar que el precio de M , representado por P_m , sea constante a través de toda la ciudad, independiente de la localización de la vivienda. Sin embargo, el precio de Q , P_l , claramente depende de la localización. Por lo tanto, el precio de los servicios de vivienda P_q , también dependerá de la localización. Se asume que la industria de producción de viviendas es competitiva, ya que la vivienda es producida por

2. Muth (1969) y Olsen (1969) introducen el supuesto de la existencia de un bien no observable, homogéneo y perfectamente divisible llamado "servicios de vivienda".

un gran número de empresas de diferentes tamaños que componen la industria. Por lo tanto, las firmas se comportan como tomadoras de precios (tanto los productores de vivienda como los propietarios de la tierra).

En adelante, utilizamos el marco metodológico propuesto por Epple y cols. (2010) y consideramos una función de producción de servicios de vivienda particular, precisamente la bien conocida función Cobb-Douglas:

$$Q(M, L) = M^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1)$$

Dado que la función de producción de los servicios de vivienda presenta rendimientos constantes a escala, es posible representarla en términos intensivos (i.e. en unidades de tierra):

$$q(m) = m^\alpha \quad (2)$$

Donde q es la cantidad de servicios de vivienda producida por unidad de tierra y m es la cantidad de otros factores distintos de tierra utilizados para la producción de viviendas, también por unidad de tierra.

De acuerdo con lo anterior, es posible obtener la función de beneficios por unidad de tierra de la firma:

$$\frac{\Pi}{L} = \pi = p_q m^\alpha - p_m - p_l \quad (3)$$

Donde p_m es el precio de M y p_l es el precio de L . Luego, dado que p_l es constante e independiente de la localización de la vivienda y que m puede ser medida en unidades arbitrarias, se utiliza la normalización de $p_m=1$, entonces:

$$\pi = p_q m^\alpha - m - p_l \quad (4)$$

La función de beneficios se define como el resultado del siguiente problema:

$$\pi(p_q, p_l): \text{Max } p_q m^\alpha - m - p_l \quad (5)$$

Las condiciones de primer orden con respecto a m implican³:

$$\frac{\partial \pi}{\partial m} = \alpha p_q m^{(\alpha-1)} - 1 = 0 \quad (6)$$

Por lo tanto, la demanda marshalliana de m es:

$$m(p_q) = (\alpha p_q)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (7)$$

Luego, reemplazando esta función de demanda por la función de producción por unidad de tierra (ecuación 2), se obtiene la función de oferta normalizada, es decir, función de oferta por unidad de tierra:

$$s(p_q) = (\alpha p_q)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (8)$$

Para referencia futura, nótese que a partir de esta ecuación es posible definir la elasticidad precio de la oferta de viviendas por unidad de tierra:

$$\xi_{p_q, q} = \frac{\partial s(p_q)}{\partial p_q} \frac{p_q}{s(p_q)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (9)$$

Este indicador muestra el efecto que tiene una variación del precio de la vivienda en la cantidad ofrecida y su cálculo es el objetivo central de este artículo.

Al continuar con el análisis, insertando la ecuación (7) en la ecuación (4), se define la función indirecta de beneficios por unidad de tierra:

$$\pi(p_q, p_l) = p_q (\alpha p_q)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - (\alpha p_q)^{\frac{1}{1-\alpha}} - p_l \quad (10)$$

Con la condición de beneficios nulos –resultado del supuesto de competencia perfecta– se iguala a cero la ecuación (10) y así se obtendría una relación estimable entre el precio del suelo y el precio de la vivienda, lo cual sería el primer paso para un cálculo de elasticidad. Sin embargo, en los mercados de vivienda no es posible observar esta última variable, por lo cual dicho ejercicio econométrico no podría ser realizado. Aquí es donde se incorpora la metodología de Epple y cols. (2010): lo que sí se observa en los mercados de vivienda es su valor, entendido como “precio por cantidad”, de los servicios de vivienda por unidad de tierra, i.e. $v(P_q) = P_q S(P_q)$. Utilizando los resultados de la ecuación (8), este valor está definido como:

$$v(p_q) = p_q (\alpha p_q)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (11)$$

3. Dadas las condiciones impuestas a la función de producción, las condiciones de primer orden son necesarias y suficientes para encontrar un máximo.

Ahora bien, dado que $S(P_q)$ es una función monótona creciente y diferenciable, es posible invertirla y expresarla como:

$$p_q(v) = v^{1-\alpha} \alpha^{-\alpha} \quad (12)$$

Luego, sustituyendo esto en la función de utilidad indirecta, ecuación (10):

$$\pi(v) = (v^{1-\alpha} \alpha^{-\alpha}) \left(\alpha (v^{1-\alpha} \alpha^{-\alpha}) \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \left(\alpha (v^{1-\alpha} \alpha^{-\alpha}) \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} - p_l \quad (13)$$

Por competencia perfecta, estos beneficios son nulos. Incorporando esto y simplificando, la ecuación anterior se transforma en:

$$p_l = (1 - \alpha) v \quad (14)$$

Puede apreciarse que las variables que intervienen en la ecuación (14) son observables, por lo tanto, esta ecuación proporciona una estimación del parámetro α el cual es central para los objetivos del presente artículo (i.e. cálculo de la elasticidad-precio de la oferta), dado lo expuesto por la ecuación (9).

DATOS

Para la estimación de la elasticidad, utilizamos los datos de catastro de Bogotá para el año 2008. Esta base de datos recoge datos sobre la vivienda y su destino económico, con el fin de establecer el valor catastral de las propiedades⁴. El catastro completo comprende 856 045 propiedades e incluye informa-

ción sobre el valor del suelo, valor de la construcción, estrato socioeconómico, uso del suelo, la ubicación, el lote y el área construida, número de pisos y la fecha de registro en el catastro urbano, que puede ser utilizado como un proxy de fecha de fabricación de la vivienda.

Un problema a considerar con relación a los datos, corresponde a que los valores de la vivienda y el precio de la tierra no necesariamente reflejan los precios de mercado. Ambos valores están basados en evaluaciones estimadas a través de métodos de valoración para fines fiscales. Sin embargo, aunque no es posible obtener los precios que permitan capturar las fuerzas del mercado tanto de la vivienda como de la tierra, los valores estimados para fines fiscales permiten capturar las diferencias en los precios del suelo, entre las diferentes zonas de la ciudad. En particular, estas diferencias provienen tanto de la generación de economía de aglomeración, amenidades y accesibilidad, en cuanto el tejido urbano de la ciudad va evolucionando a través del tiempo. Para evitar el efecto distorsionador de los datos atípicos, se eliminó el 2% superior e inferior de la distribución de precios. Esto implica que la muestra final es de 816 044 viviendas para Bogotá, de las cuales 655 390 corresponden a propiedades de carácter residencial, 91 992 clasificadas como propiedades comerciales, 55 746 propiedades públicas y 12 879 a otro tipo de propiedades. Estas últimas no fueron consideradas para las estimaciones debido a que no tenemos certeza respecto a si dichas unidades son transadas en mercados inmobiliarios oficiales.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas

VARIABLES	Código	Media	SD	Min	Max
Valor/unidad de tierra (USD)	v	221.73	127.01	12.74	740.11
Precio de la tierra (USD)	p_l	93.95	52.88	4.59	365.98
Distancia al CBD (km)	Dist_cbd	9.90	3.87	0.024	24.85
Distancia a Av. Chile (km)	dist_avchile	11.12	3.86	0.002	22.13
Distancia a universidad (km)	dist_universidad	1.02	0.75	0.010	6.64
Distancia a parque (km)	dist_park_metr	3.74	2.43	0.007	16.93
Distancia a centro de Salud (km)	dist_salud_metr	2.84	1.74	0.003	10.19
Antigüedad (años)	año_escr	1985	25.07	1885	2009

Valores monetarios convertidos a dólares estadounidenses (USD) utilizando cotización promedio del año 2008 (Banco de la República). El tamaño de la muestra total en Bogotá es de 816 044. En el Anexo A se pueden encontrar estadísticas por propiedad residencial, comercial y público. Fuente: elaboración propia.

4. La clasificación del destino económico distingue entre propiedades de tipo residencial, comercial o público.

ENFOQUE EMPÍRICO Y RESULTADOS

Este artículo propone dos aproximaciones empíricas diferentes para estimar la ecuación (14). El primer modelo estimado es precisamente dicha ecuación, esto es, una regresión entre el precio de la tierra (p_i) y el valor de la vivienda por unidad de tierra v . El segundo modelo incorpora algunos regresores adicionales, relacionados con aspectos de economía urbana, como se describe más adelante. Con el propósito de considerar la heterogeneidad que subyace a los diferentes mercados de vivienda, los modelos son estimados para cuatro diferentes muestras. Una primera estimación se aplica a toda la información disponible para Bogotá, independiente el destino de la propiedad, seguido por estimaciones en propieda-

des residenciales, continuando con las propiedades de carácter comercial y en última instancia las propiedades de carácter público.

Para el caso de toda la muestra, se observa en la Tabla 2 que el valor del coeficiente $1-\alpha$ es positivo y significativo (0.399). Como se menciona anteriormente, este resultado sugiere que 0.399 es el peso de la tierra en la función de producción, y por lo tanto, el peso del resto de los materiales utilizados para la producción de viviendas es de 0.601. Más allá de la recuperación de estos parámetros estructurales, vale la pena destacar el alto ajuste del modelo para cada uno de los modelos. En particular, el ajuste de las regresiones se mueve entre 0.84 y 0.9, un valor considerablemente alto, dada la naturaleza de micro datos con la cual se llevan a cabo las estimaciones.

Tabla 2. Resultados regresión – Modelo 1
(Variable dependiente: precio del suelo)

	Bogotá	Residencial	Comercial	Público
valor por unidad de tierra (v)	0.399*** (2645.78)	0.393*** (2560.96)	0.408*** (866.02)	0.731*** (541.63)
N	816 044	655 390	91 992	55 746
R ²	0.896	0.909	0.891	0.840

Coefficientes beta estandarizados; estadístico t en paréntesis.

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Fuente: elaboración propia.

A partir de los resultados de la Tabla 2, se obtienen los parámetros para recuperar y estimar la elasticidad de la oferta, de acuerdo con la ecuación (9). Es importante considerar que la elasticidad obtenida no dispone de un intervalo de confianza que permita evaluar su significancia y rango de valores posibles, dificultando la inferencia que podemos realizar sobre la base de nuestras estimaciones. Es por ello que construimos el intervalo de confianza utilizando un método de *bootstrapping*, que nos permite obtener la distribución muestral del valor de la elasticidad y observar entonces un intervalo de confianza y su significancia.

Como se muestra en la Tabla 3, procedemos a estimar las elasticidades para la muestra total, así como también para cada una de las submuestras. En el caso de la ciudad completa, Bogotá presenta una elasticidad relativamente alta, con valores que fluctúan entre 1.5019 y 1.5071 al 95% de confianza.

Desagregando la muestra según el destino económico de la propiedad, el cálculo de las elasticidades prácticamente no varía entre las viviendas de carácter residencial y comercial. En el caso de estas dos últimas categorías, comercial y residencial, en conjunto con el total de la ciudad, muestran nuevamente un alto nivel de ajuste, soportando y validando empíricamente los argumentos teóricos que sustentan el modelo de Epple y cols. (2010). En el caso de las propiedades de tipo residencial se obtiene un R^2 equivalente a 0.909, aumentando entonces el ajuste del modelo con relación al caso general de Bogotá ($R^2 = 0.896$). El valor del coeficiente ($1-\alpha$) es de 0.393, correspondiente al peso de la tierra en la función de producción y de 0.617 al peso de los otros materiales. El valor de la elasticidad fluctúa entre 1.5443 y 1.5501, obteniendo, al igual que en el caso general, una elasticidad relativamente alta.

Tabla 3. Resultados elasticidad – Modelo 1

	Coficiente	z	Int. Inferior	Int. Superior
Bogotá	1.5045***	1127.24	1.5019	1.5071
Residencial	1.5472***	1061.90	1.5443	1.5501
Comercial	1.4537***	432.81	1.4471	1.4603
Público	0.3685***	35.45	0.3481	0.3889

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Fuente: elaboración propia.

Si bien se observa similar resultado en las propiedades de tipo comercial, esto no ocurre con las propiedades de carácter público. Con relación a la elasticidad precio de la oferta por unidad de tierra, se obtiene un rango de valores de elasticidad relativamente alto para el caso de viviendas comerciales (entre 1.4471 y 1.4603), a diferencia de las propiedades de orientación pública (0.3481 y 0.3889). Estas últimas presentan una elasticidad de oferta por unidad de tierra inelástica, puesto que se encuentran en un rango menor a uno. En las propiedades comerciales (públicas), el peso de la tierra en la función de producción es de 0.408 (0.731), obteniendo entonces un peso de los otros materiales de 0.592 (0.269). Tanto en el caso de las propiedades de tipo comercial como público, el modelo sigue mostrando un alto nivel de ajuste, 0.891 y 0.840, respectivamente. Esta diferencia significativa entre las viviendas de carácter público y el resto de categorías aporta interesantes elementos de discusión para las implicaciones de política. Por ejemplo, en el caso de existir fricciones en el mercado de vivienda o imperfecciones de información en las transacciones de mercado de las viviendas públicas, se podría explicar la baja elasticidad de oferta. Considerando que el sector público debe realizar inversiones eficientes con los activos inmobiliarios, entonces este resultado podría ser un indicio inicial sobre la necesidad de poner mayor atención en la dinámica de mercado de dichas unidades.

A pesar del alto ajuste y robustez de las previas estimaciones, somos conscientes de que el avalúo de la propiedad no solo captura los servicios de viviendas (número de baños, habitaciones, cocina, metros cuadrados, entre otros), sino también las características de localización y la antigüedad o materialidad. Por ello, se propone un segundo modelo que toma en cuenta variables espaciales, como distancias a di-

ferentes puntos relevantes de la ciudad, la fecha de escritura de la vivienda⁵ y el estrato socioeconómico de la propiedad. Esta última en particular, es una clasificación de los inmuebles de un municipio o distrito, con base en las características de la vivienda y de acuerdo al nivel socioeconómico. Esta clasificación permite focalizar programas sociales, determinar tarifas del impuesto predial unificado de las viviendas y realizar facturación de las empresas de servicios públicos domiciliarios. En la Tabla 4 se muestran los resultados de las estimaciones del modelo 2.

Con relación a las variables de localización, las propiedades que se encuentran más cercanas al Centro (*Central Business District: CBD*), muestran un efecto negativo en el precio de la tierra. Sin embargo, la distancia a la Av. Chile como segundo principal centro urbano de Bogotá muestra el efecto contrario, ya que, a mayor distancia de la propiedad con la Av. Chile, menor es el precio de la tierra. Es posible observar en el Anexo B, que las propiedades cercanas al CBD son de estratos socioeconómicos medio bajo.

La distancia a los parques y los centros de salud, muestran el efecto positivo y significativo esperado en el precio de la tierra para el caso de Bogotá; pero en las propiedades de tipo residencial, la proximidad a los servicios de salud se ve reflejada en un menor precio de la tierra, contrario a lo esperado. Las propiedades de tipo comercial localizadas a mayor cercanía de los parques muestran un efecto contrario al esperado en el precio. Este resultado indica que a medida que las propiedades de tipo comercial se alejan de los parques, aumenta el precio de la tierra. Con respecto al año de construcción de la propiedad, se observa un efecto positivo y significativo para todos los casos estudiados. A nivel de la estratificación socioeconómica, en el caso general de Bogotá, residencial y comercial, se obtienen los resultados esperados.

5. Como variable proxy de la antigüedad de la propiedad.

Tabla 4. Resultados regresión – Modelo 2
(Variable dependiente: precio del suelo)

	Bogotá	Residencial	Comercial	Público
valor de la vivienda (v)	0.2156*** (787.87)	0.1707*** (576.44)	0.2103*** (204.16)	0.5036*** (274.78)
dist_cbd	3114.72*** (139.80)	3897.065*** (184.68)	2941.759*** (30.10)	3291.428*** (47.25)
distavchile	-6985.216*** (-321.60)	-4180.201*** (-195.04)	-11 453.2*** (-141.83)	-6318.012*** (-83.05)
parqmetr	-577.0928*** (-18.68)	-1898.058*** (-66.29)	3499.297*** (23.50)	-15.0332 (-0.16)
saludmetr	-1009.515*** (-24.12)	667.6087*** (17.43)	-9901.327*** (-48.97)	102.6707*** (0.70)
anhoescr	106.1874*** (45.37)	86.4318*** (40.67)	43.4488** (3.13)	183.6828*** (26.47)
estrato				
1	-51 711.24*** (-216.53)	-65 384.62*** (-140.75)	-24 948.12*** (-4.53)	-39 858.33*** (-21.60)
2	-40 832.72*** (-254.47)	-36 080.73*** (-83.75)	-33 613.08*** (-25.74)	-62 507.26*** (-48.82)
3	-8704.633*** (-52.73)	14 850.14*** (34.51)	-27 270.86*** (-18.82)	-65 509.14*** (-19.74)
4	70 155.92*** (218.63)	113 576.6*** (231.78)	67 331.15*** (8.09)	33 153.5*** (2.50)
5	127 182.8*** (243.89)	176 004.3*** (295.41)	137 935.5*** (12.02)	-15 001.42** (-1.18)
6	196 381.4*** (125.18)	249 648.6*** (184.07)	144 336.3* (1.94)	-11 203.1 (-0.94)
const	-49 826.17*** (-10.77)	-41 712.75*** (-9.91)	137 676.8*** (5.00)	-270 282.2 (-19.69)
N	816 044	655 390	91 992	55 746
R ²	0.7758	0.8278	0.5678	0.7437

Coefficientes beta estandarizados; estadístico *t* en paréntesis.

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Fuente: elaboración propia.

Las propiedades que presentan estratos económicos bajos muestran un efecto negativo en el precio de la tierra, a diferencia de los estratos altos, que muestran efectos positivos.

La Tabla 5 evidencia los resultados del método de *bootstrapping* para obtener un intervalo de confianza del valor de la elasticidad. Para Bogotá en particular,

se observa una diferencia significativa en relación al modelo 1. El nuevo resultado indica que, en promedio, ante un aumento del 1% de los precios, la cantidad ofrecida varía en un 3% aproximadamente, mayor al efecto encontrado en el modelo 1 (un aumento del 1% en los precios, genera un 1.5% de variación en la oferta por unidad de tierra).

Tabla 5. Resultados elasticidad – Modelo 2

	Coefficiente	z	Int. Inferior	Int. Superior
Bogotá	3.0475***	426.38	3.0335	3.0615
Residencial	4.4197***	337.82	4.3941	4.4454
Comercial	2.8399***	129.41	2.7969	2.8830
Público	0.6611***	26.00	0.6112	0.7109

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$. Fuente: elaboración propia.

Para las viviendas de tipo comercial y público, los efectos son similares al caso anterior. El primero, frente a un aumento del 1% en el precio, provoca una variación mayor al 4% aproximadamente. En el segundo, aunque el efecto es algo menor a los anteriores, sigue siendo significativo (un 1% de variación en los precios, genera una variación del 2% en la oferta). Estos resultados validan la conclusión anterior respecto a lo elástico del mercado inmobiliario, incluso cuando se incluyen características relevantes de las viviendas, así como también al incluir elementos de localización espacial de ellas.

CONCLUSIÓN

La función de producción de viviendas, y en particular su elasticidad precio, es un tema de discusión que ha tomado mayor interés en el campo académico y planeación de políticas públicas durante los últimos años. El rol en el análisis e implementación de política de la función de producción está orientado al bienestar de las familias, desarrollo urbano, reforma tributaria, acceso a servicios básicos, política habitacional, pobreza, segregación, migración, entre otros. También, la elasticidad de la oferta de vivienda es la clave para entender la dinámica de ajuste del mercado de vivienda y sus consecuencias directas en el bienestar de las familias.

Un caso que requiere atención es el mercado de vivienda en Bogotá. El aumento considerable de sus precios durante los últimos años, implementación de un nuevo sistema de transporte y el aumento de la migración interregional, han generado atención tanto a nivel académico como a nivel de la política pública. En este sentido, este artículo entrega importante información para el análisis de política de desarrollo urbano, en el caso específico de Bogotá.

Los resultados de este artículo muestran que la elasticidad de la oferta de vivienda para el caso de Bogotá,

desagregando la característica de la propiedad (residencial, comercial y público), es relativamente alta (elástica), indicando que el mercado de vivienda se ajusta vía cantidades, descartando la hipótesis inicial de que el ajuste se realiza vía precios. Aunque este resultado no responde positivamente a nuestra hipótesis, las conclusiones siguen siendo interesantes y entregan información importante para el diseño de política.

Como lo señalan Glaeser y Gyourko (2005) y Glaeser y cols. (2006), una elasticidad alta en la oferta para el caso de Bogotá, implica que un shock de demanda provocaría un efecto en mayores cantidades, es decir, en un aumento de la producción de viviendas, generando un mayor ajuste en su distribución urbana y el tamaño de la ciudad. En este sentido, los resultados estarían dando evidencia acerca de eventuales procesos especulativos en torno a la vivienda.

Otra posible explicación de los resultados radica en el periodo considerado: como se explicó en la sección 3, la muestra corresponde al año 2008. Observando nuevamente la Figura 1, en dicho año los precios de la vivienda efectivamente aumentaron, pero la evolución posterior indica que estos aún tenían mucho espacio para crecer (de 2008 a 2012 se constató un incremento adicional de casi 70%). Esto podría ser evidencia que el problema de baja elasticidad de la oferta de vivienda es un fenómeno más reciente, algo que los datos de 2008 aún no logran mostrar. Futuras investigaciones servirían para someter a prueba esta nueva hipótesis.

Los resultados obtenidos no son concluyentes frente al tema, mas pueden significar un primer paso para futuras investigaciones en el área. Los resultados observados pueden ser atribuibles a la escasa disponibilidad de datos, la cual no permite realizar un análisis temporal del comportamiento de la elasticidad y observar su evolución. También, algunos supuestos implícitos en el modelo de Epple y cols. (2010) sobre el comportamiento del mercado (competencia perfecta) y características espaciales en la distribución

de las viviendas, pueden ser ajustados y mejorados en futuras investigaciones.

REFERENCIAS

- Bocarejo, J. P., Portilla, I., y Pérez, M. A. (2013). Impact of Transmilenio on density, land use, and land value in Bogotá. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 78-86.
- Camacol (2010). Escasez de suelo y precios de la vivienda en Colombia. Informe Económico No. 24.
- Castaño, J.F., y Morales, M.A. (2015). Revisión Metodológica de Índices de Precios de la Vivienda. Borradores de Economía No. 895, Banco de la República.
- Epple, D., Gordon, B., y Sieg, H. (2010). A New Approach to Estimating the Production Function for Housing. *The American Economic Review*, 100(3), 905-924.
- Follain, J. R. (1979). The price elasticity of the long-run supply of new housing construction. *Land Economics*, 55(2), 190-199.
- Gilles, E. y Baquero-Ruiz, A.F. (2016). Localización empresarial y globalización: elementos para una gestión moderna del territorio. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 9(18), 174-193.
- Glaeser, E. L. y Gyourko, J. (2005). Urban decline and durable housing. *Journal of political economy*, 113(2), 345-375.
- Glaeser, E. L., y Gyourko, J. (2006). Housing dynamics. National Bureau of Economic Research. Working paper No. 12787.
- Glaeser, E. L., Gyourko, J., y Saks, R. E. (2006). Urban growth and housing supply. *Journal of Economic Geography*, 6(1), 71-89.
- Ibáñez, A.M. y Querubín P. (2004). Acceso a tierras y desplazamiento forzado en Colombia. Documento CEDE 2004-23, 1-114. Universidad de los Andes, Bogotá.
- Jaramillo, S. y Cuervo N. (2014). Precios inmobiliarios de vivienda en Bogotá 1970-2013. Documento CEDE Número 18.
- Muth, R. F. (1969). Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use. Chicago, IL: University Chicago Press. 355 p.
- Olsen, E. O. (1969). A competitive theory of the housing market. *The American Economic Review*, 59(4), 612-622.
- ONU-Habitat (2012). Estado de las Ciudades de América Latina y el Caribe 2012. ISBN 978-92-1-133397-8. Brasil.
- Rodgers, D., Beall, J., y Kanbur, R. (2011). Latin American Urban Development into the Twenty-first Century: Towards a Renewed Perspective on the City. *The European Journal of Development Research*, 23(4), 550-568.
- Salazar, N., Steiner, R., Becerra, A., y Ramírez, J. (2015). Los efectos del precio del suelo sobre el precio de la vivienda para Colombia. *Ensayos sobre Política Económica*, 31(70), 17-66.

ANEXOS

Anexo A: Estadística descriptiva y descripción de variables

Tabla A1. Estadística descriptiva según destino del inmueble

Variable	Propiedades destino Residencial			
	Media	SD	Min	Max
valor por unidad de tierra. v (COP)	224.94	116.37	12.74	739.97
precio de la tierra. P_I (COP)	91.92	49.22	4.62	365.97
dist_cbd (km)	10.02	3.75	0.095	24.85
dist_avchile (km)	11.31	3.69	0.08	22.06
dist_park_metr (km)	3.72	2.39	0.06	16.93
dist_salud_metr (km)	2.87	1.70	0.005	10.12
año_escr (años)	1 984.658	25.49	1885	2009
Variable	Propiedades destino Comercial			
	Media	SD	Min	Max
valor por unidad de tierra. v (USD)	315.59	127.01	13.04	740.10
precio de la tierra. P_I (USD)	135.54	57.42	4.81	365.06
dist_cbd (km)	8.35	4.25	0.02	24.29
dist_avchile (km)	8.74	4.01	0.002	21.95
dist_park_metr (km)	3.20	2.25	0.12	16.43
dist_salud_metr (km)	2.19	1.61	0.01	10.01
año_escr (años)	1989.67	17.76	1900	2007
Variable	Propiedades destino Público			
	Media	SD	Min	Max
valor por unidad de tierra. v (USD)	67.12	65.03	12.74	739.49
precio de la tierra. P_I (USD)	58.53	46.09	4.61	364.18
dist_cbd (km)	11.13	3.93	0.10	24.82
dist_avchile (km)	12.80	4.12	0.04	22.13
dist_park_metr (km)	4.89	2.74	0.007	16.91
dist_salud_metr (km)	3.65	1.99	0.003	10.19
año_escr (años)	1987.6	28.57	1886	2007

Valores monetarios convertidos a dólares estadounidenses (USD) utilizando cotización promedio del año 2008 (Banco de la República). El tamaño de la muestra de propiedades de carácter residencial es de 655 390, comercial 91 992 y público 55 746. Fuente: elaboración propia.

Tabla A2. Descripción de variables explicativas

Variable	Descripción	Signo Esperado
valor por unidad de tierra. v	avalúo de la propiedad año 2008 por metro cuadrado del terreno	+
dist_cbd	distancia al Central Business District	+/-
dist_avchile	distancia a la av. Chile	+ / -
dist_park_metr	distancia al parque más cercano a la propiedad	-
dist_salud_metr	distancia al centro de salud más cercano a la propiedad	-
año_escr	proxym del año de construcción de la vivienda	+
Estrato	estrato socioeconómico en que se ubica la vivienda	+ / -
1	bajo-bajo	-
2	bajo	-
3	medio-bajo	-
4	medio	+/-
5	medio-alto	+
6	alto	+



* imagen a color puede ser solicitada a los autores

Figura B1. Mapa estratificación socioeconómica urbana, Bogotá. Fuente: elaboración propia.