

Impacto de las Políticas Públicas sobre la Evolución del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia (2005-2015): Un Análisis de Intervención*

Impact of public policies on the evolution of new house prices index in Colombia (2005-2015): An intervention analysis

Mayra Alejandra Cárdenas Cancino**; Teresita Sanjuanelo Amaya***;
Héctor Romero**** y Eddy Johanna Fajardo Ortiz*****

Resumen

El actual trabajo tiene como finalidad determinar el impacto de las políticas públicas, (PIPE 1.0 y Viviendas 100% Subsidiadas) sobre la evolución del índice de precios de la vivienda nueva en Colombia para el periodo comprendido entre enero del 2005 y diciembre de 2015, a través de la estimación de modelos de series de tiempo autoregresivo de intervención, este último bajo la metodología de Box y Tiao (1975). Para lograr este objetivo, fue adelantado un estudio de la literatura académica acerca del tema y asimismo un análisis gráfico y descriptivo de los datos. Seguidamente, fue necesario identificar un modelo ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂ para llevar a cabo el análisis de intervención, el cual arrojó que las dos políticas estudiadas impactaron al índice de precios de la vivienda nueva en Colombia. Asimismo, fue posible elaborar un pronóstico para el año 2016 donde además fue posible comparar

* Se agradecen los comentarios de un árbitro anónimo, cuyos comentarios y sugerencias mejoraron de forma significativa el estudio. Cualquier omisión y/o error es responsabilidad exclusiva de los autores.

** Economista, Universidad Industrial de Santander (UIS)

*** Economista, Universidad Industrial de Santander (UIS)

**** Economista, Universidad de los Andes (ULA). Master en Finanzas, Instituto de Estudios Superiores de Administración (IESA). Master en Administración, Instituto de Estudios Superiores de Administración (IESA). Docente interno de la Escuela de Economía, Administración y Negocios. Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: hector.romero@upb.edu.co

***** Licenciada en Matemáticas, Universidad Industrial de Santander (UIS). Magister en Estadística, Universidad de los Andes (ULA). Facultad de Economía, Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: eddy.fajardo@ustabuca.edu.co

Mayra Alejandra Cárdenas Cancino, Teresita Sanjuanelo Amaya, Héctor Romero y Eddy Johanna Fajardo Ortiz,
Telos Vol. 19, No. 2 (2017). 212-236.

con los datos reales hasta Julio del 2016. Como recomendación, se sugiere adelantar el mismo estudio con las políticas de vivienda, pero cuando estas hayan terminado su ciclo, con el fin de medir el impacto final de estas sobre el índice de precios de vivienda nueva en Colombia.

Palabras clave: vivienda, precio, políticas públicas, análisis de intervención.

Recibido: diciembre 2016 **Aceptado:** febrero 2017

Abstract

The present work has the purpose of determining the impact of housing public policies (PIPE 1.0 and Households100% Subsidized) on the evolution of the price index of the new housing in Colombia for the period between January 2005 and December 2015 through estimation of autoregressive time series and an intervention following the Box and Tiao (1975) methodology. To achieve this objective, we conducted a study of the academic literature on the subject and followed a graphic and descriptive analysis of the data. Next, an ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂ model was identified to carry out the intervention analysis, which showed that the two policies studied had an impact on the price index for new housing in Colombia. A forecast for 2016 was performed, which was compared with the actual data until July 2016. As a recommendation, it is suggested to do a similar study with the same housing policies but when they have completed their cycle, in order to measure the final impact of these on the price index of new housing in Colombia.

Keywords: housing, price, public policies, intervention analysis.

Introducción

En los últimos veinticinco años en Colombia, la población en las ciudades ha sufrido incrementos significativos, sobrepasando a la población que habita en la parte rural del país (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014). Esta situación obliga a adoptar medidas, programas e instrumentos que permitan cumplir con las metas de los planes de desarrollos gubernamentales, así como ayudar al aumento del bienestar social de la población. De esta manera, la actividad económica asociada a la construcción de viviendas ha sido un pilar clave en cuanto a los cambios necesarios que ha tenido que hacer el gobierno colombiano para garantizar la generación de empleo y una mejora en la calidad de vida para sus ciudadanos, al ser considerado como el promotor de condiciones de prosperidad económica (Castellanos, 2010).

Debido al grado de significancia que posee la rama de la construcción para la actividad económica, siendo este catalogado como una actividad con características de motor para la economía, es indispensable ahondar en esta área económica que ha venido impulsando la economía colombiana. Por esta razón, el estudio tiene como objetivo principal evaluar la efectividad de las últimas políticas públicas desarrolladas por el gobierno colombiano (PIPE 1.0 y Viviendas 100% Subsidiadas), por medio de un modelo autoregresivo integrado de media móvil con intervención bajo la metodología de Box y Tiao (1975).

Para el desarrollo del objetivo principal, el actual trabajo estará subdividido de la siguiente manera: En la primera parte se presentan los estudios previos que sirven de apoyo para el estudio. En el siguiente apartado, están descritas las diferentes acciones públicas de vivienda implementadas en Colombia para el periodo en estudio. Seguidamente, se expone la fuente de los datos empleada, la cual fue obtenida del Banco de la República de Colombia con una información primaria tomada de la Galería Inmobiliaria. Posteriormente, es realizada una explicación de la metodología Box y Jenkins (1970) y de intervención desarrollada por Box y Tiao (1975).

Posteriormente, es adelantado el estudio analítico-descriptivo de los datos para determinar la influencia de las medidas estudiadas en el comportamiento del índice de precios de la vivienda nueva en Colombia, para esto, en una primera instancia fue necesario comprobar la estacionariedad del conjunto de datos por medio de las pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller, Phillips-Perron y Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS), para de esta manera estimar seis posibles modelos, de los cuales fue seleccionado el modelo ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂, por exhibir el menor valor en el Criterio de Información Akaike (AIC, por sus siglas en inglés) entre los modelos. Seguidamente, el análisis de intervención es adelantado, incluyendo las fechas de aplicación de cada una de las medidas estudiadas al modelo original y de esta manera obtener la influencia de dichas acciones sobre los datos del precio de la vivienda nueva en Colombia, para luego desarrollar la predicción del modelo para el año 2016. Por último, se ofrecen las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Antecedentes

El ramo de la construcción de vivienda ha sido considerado como un indicador clave de la economía, debido a que es bastante sensible a problemas político-económicos por su alto impacto sobre el nivel de la actividad y las tasas de creación de empleo. Debido a esto, distintos autores han abordado el tema de la vivienda. En particular, durante este apartado es posible indagar sobre algunos estudios previos basados en el análisis de intervención de algunos aspectos políticos y económicos sobre el mercado de vivienda.

Mayra Alejandra Cárdenas Cancino, Teresita Sanjuanelo Amaya, Héctor Romero y Eddy Johanna Fajardo Ortiz,
Telos Vol. 19, No. 2 (2017). 212-236.

Por ejemplo, Stevenson y McGarth (2003) estudiaron el mercado de oficinas londinense usando los modelos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), autoregresivo integrado de media móvil (ARIMA), el modelo de Vectores Autorregresivos Bayesianos (VARB) y uno de ecuaciones simultáneas. Los autores usaron el índice “CB Hillier Parker London Office” para el periodo 1977-1996, comparando los modelos obtenidos para su pronóstico a largo plazo, es decir, que realizaron pronósticos para tres años a partir de los modelos planteados. Concluyeron que el modelo VARB proporciona un mejor pronóstico a largo plazo, mientras que con el modelo ARIMA obtuvieron los peores pronósticos; puesto que este no logra captar un gran auge después de 1997. Ellos deducen que la principal razón por la cual falló el modelo ARIMA es que el modelo final es solo un AR (1) sin términos de media móvil (MA).

Por otro lado, Crawford y Fratantoni (2003) realizan un pronóstico del mercado de bienes raíces en EE.UU. para el periodo de 1979:1 a 2001:4, por medio de un modelo ARIMA, GARCH y un régimen de conmutación de modelos univariantes con datos de las transacciones de repetición a nivel estatal de California, Florida, Massachusetts, Ohio y Texas. El estudio concluye que los modelos ARIMA son generalmente más adecuados para realizar pronósticos de predicción y de punto por fuera de la muestra.

En el estudio de Wang y Liu (2006) llevan a cabo un análisis de intervención mediante un modelo ARIMA, con el cual estudiaron los efectos de las políticas de control macroeconómico (política de control de los préstamos a la vivienda, política de regulación de suelos y política de control integral) aplicadas a partir de junio de 2003 en Shanghai y su incidencia sobre el precio de la vivienda en Shanghai, China. Entre los resultados del estudio destaca que las políticas de control macroeconómico han frenado de manera efectiva el rápido aumento de los precios de la vivienda, produciendo una caída mensual del 0,6% a partir de agosto del 2003.

Por otro lado, concluyen que la intervención realizada por la política de control de créditos fue eficaz, del mismo modo, las políticas han incidido negativamente sobre la demanda afectando de manera significativa la tasa de crecimiento de los precios de la vivienda. En resumen, los resultados empíricos revelaron que diferentes políticas de intervención macroeconómica no funcionan de la misma manera, y esto sin duda ayudó a formar una mejor comprensión de la función de retroalimentación del mercado inmobiliario para intervención gubernamental.

Por otra parte, Stevenson y Young (2007) llevaron a cabo un pronóstico para el mercado de vivienda irlandés para el periodo 1978-2003. Los autores enfocan su análisis en esta rama de la actividad económica porque en los años previos a la crisis

el mercado inmobiliario en este país había mostrado un continuo auge. Del mismo modo, comparan tres posibles modelos para determinar cuál es el más apropiado a la hora de pronosticar los precios de la vivienda en Irlanda; un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) usado generalmente para el mercado de vivienda, un modelo de Vectores Autoregresivos Bayesiano (VARB) y un modelo ARIMA. Los resultados encontrados en las predicciones comprueban la superioridad del modelo ARIMA en comparación con los otros dos modelos utilizados. De acuerdo con los autores, esto parece estar relacionado con el comportamiento de los precios en este caso un rápido aumento de los mismos y su dinámica en el mercado de viviendas irlandés.

En el trabajo de Hepsen y Vatansever (2011) llevan a cabo un pronóstico de las tendencias futuras en el mercado de vivienda en Dubai para el año 2011 mediante la metodología de Box y Jenkins (1970), utilizando unos datos mensuales del índice de precios de vivienda residencial. Los autores concluyen que los desarrollos de modelos de pronósticos son útiles a las autoridades económicas y a los inversores inmobiliarios para la creación de estrategias más eficaces del manejo de las propiedades inmobiliarias e inmuebles, revelando la duración y la magnitud de los ciclos permitiendo una mejor comprensión de la evolución de los precios de las viviendas.

Por otro lado, Poon y Garratt (2012) evaluaron las políticas de vivienda del Reino Unido desde el 2000. En este estudio examinaron en qué grado estas políticas contribuyeron a superar el problema de la accesibilidad a la vivienda en ese país. Estos autores identificaron la necesidad de aumentar la oferta de viviendas para lograr satisfacer la demanda tanto en el corto plazo como en el largo plazo. Las políticas de vivienda del Reino Unido desde la década del 2000 estuvieron centradas, en gran medida y como resultado de la creación de nuevas viviendas, en la reforma al sistema de planeación con el fin de contrarrestar los problemas de asequibilidad para los propietarios, políticas basadas en gran medida en incrementar la oferta del sector privado, el cual estuvo fuertemente afectado por la crisis financiera. De esta manera, los autores concluyen que la construcción de nuevas viviendas no implica la solución definitiva para mejorar la asequibilidad, debido a que la mayoría de transacciones son adelantadas en las viviendas ya existentes, es decir, que predomina el mercado secundario.

Del mismo modo, Vishwakarma (2013) desarrolló un estudio, en donde utiliza tres modelos econométricos (ARIMA, ARIMAX y ARIMAX-GARCH) para predecir el índice de bienes raíces en el mercado inmobiliario de Canadá entre abril del 2002 y marzo del 2011, teniendo como motivación de estudio el hecho de que a pesar de las similitudes que tiene este mercado con el estadounidense, el primero no fue fuertemente afectado por la crisis del 2008 como sí ocurrió con el segundo.

Mayra Alejandra Cárdenas Cancino, Teresita Sanjuanelo Amaya, Héctor Romero y Eddy Johanna Fajardo Ortiz,
Telos Vol. 19, No. 2 (2017). 212-236.

Esta investigación tenía como finalidad contribuir a la literatura académica sobre el ámbito inmobiliario en Canadá, añadiendo conocimiento de las propiedades inmobiliarias canadienses y su relación con las variables macroeconómicas. Como conclusión, los autores demuestran que los modelos de la familia ARIMA son adecuados para realizar pronósticos a corto plazo. Por otro lado, el modelo ARIMAX fue el que mejor resultado arrojó al predecir las tendencias y los puntos de inflexión en los pronósticos.

Asimismo, Jadevicius y Huston (2015) ejecutaron un estudio sobre los cambios ocurridos en los precios del mercado inmobiliario en Lituania, durante el periodo comprendido entre enero de 1994 y julio de 2014. Para este estudio emplearon el Índice de Precios de la Vivienda Ober-Haus para el desarrollo de un modelo ARIMA, cuya técnica resulta de gran utilidad debido a que ayuda a fortalecer la previsión del mercado inmobiliario. Los autores estimaron veinte diferentes modelos ARIMA que oscilan entre ARIMA (1,0,0) y ARIMA (4,0,4), obteniendo que el modelo ARIMA (3,0,3) produjo las mejores estimaciones por dentro y fuera de la muestra.

Los autores concluyen que la técnica de los modelos ARIMA juegan un papel útil en la predicción o el análisis de los mercados nacionales de vivienda, y proporcionan información detallada para las partes interesadas y dada la relativa facilidad de especificar y llenar los principales actores del mercado inmobiliario deben incorporarlos para el análisis de los mercados nacionales de vivienda.

Políticas públicas de vivienda en Colombia

Con la Ley de Vivienda emitida por el Congreso de la República de Colombia (2012), el Estado colombiano buscaba atender el déficit habitacional de la población que no tiene posibilidades de acceder a una vivienda digna. En este contexto, adelantaron la política Vivienda de Interés Social (VIS)¹ y Vivienda de Interés Prioritario (VIP)², con la cual daba inicio a la construcción de un millón de viviendas nuevas, mediante una visión integral que contenía medidas que facilitarían el acceso a la vivienda por parte de los hogares colombianos.

Para el logro de esta política, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2016) trazó varias acciones, entre las que destacan la promoción de esquemas de financiación para hogares independientes de bajos ingresos, fomentando el ahorro

¹ Según el Congreso de la República de Colombia (2011) las Viviendas de Interés Social son aquellas cuyo valor máximo es de 135 SMLV.

² Según el Congreso de la República de Colombia (2011), las Viviendas de Interés Prioritario son aquellas cuyo valor máximo es de 70 SMLV.

voluntario para la adquisición de vivienda, otra medida fue la financiación bajo un horizonte de tiempo largo para la adquisición de vivienda por medio de una cobertura a la tasa de interés para créditos hipotecarios y contratos de leasing habitacional.

Plan de Impulso al empleo y la Productividad 1.0

El Plan de Impulso al Empleo y la Productividad 1.0 (PIPE 1.0) es un plan creado en abril del 2013, en el cual el gobierno genera inversión en varios ámbitos transversales como el de vivienda, infraestructura, agricultura, comercio, industria, entre otros. Este plan surge luego que el gobierno reconoce que la economía no estaba comportándose como debía, por ello, emplearon dos tipos de medidas correctivas, las transversales y las específicas. Dentro de las medidas transversales es posible mencionar las medidas cambiarias, tributarias, arancelarias, de competitividad y de anti-contrabando. Las medidas específicas comprenden las de infraestructura, comercio, agricultura y vivienda, siendo este último el de interés para la actual investigación.

Para el caso de la rama de la construcción de viviendas, el gobierno colombiano, por medio del PIPE en el momento de su lanzamiento propuso introducir un subsidio a la tasa de interés para créditos de vivienda en la clase media (aquellas que tienen un costo entre 80 y 200 millones de pesos), pasando del 12.5% al 7% anual; porcentaje que será dividido entre el gobierno y la industria financiera³, lo cual permitirá subsidiar la tasa de interés de 32.000 viviendas de clase media.

Por otro lado, el lanzamiento de la segunda fase de construcción de 100.000 viviendas, las cuales fueron apoyadas con subsidios directos y a la tasa de interés para aquellas personas que ganen hasta dos (2) SMMLV. En total, la inversión alcanza 1,7 billones de pesos, destinados a 86.000 viviendas urbanas y 14.000 viviendas rurales. Las viviendas urbanas que tengan un valor aproximado de 41 millones de pesos, tendrán un subsidio entre 13 y 14.7 millones por beneficiario y un subsidio en tasa de interés de 8 millones aproximadamente, logrando que las cuotas a pagar no excedan el 30% de los ingresos del beneficiario (Castellano, Erazo y Díaz, 2013).

Vivienda 100% subsidiada

En el mes de noviembre de 2013 fue presentado el programa de Vivienda 100% Subsidiada como respuesta del gobierno nacional a la realidad que viven miles de hogares colombianos que están en extrema pobreza y que por esta razón no logran acceder a un crédito de vivienda.

³ El gobierno nacional, subsidiará el 2,50% del valor de la tasa interés.

Mayra Alejandra Cárdenas Cancino, Teresita Sanjuanelo Amaya, Héctor Romero y Eddy Johanna Fajardo Ortiz,
Telos Vol. 19, No. 2 (2017). 212-236.

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2016b) este programa pretendía entregar 100.000 viviendas principalmente a familias desplazadas pertenecientes a la Red Unidos, a los entornos más vulnerables, y a los hogares afectados por desastres naturales o que estén habitando zonas de alto riesgo. Asimismo, buscaba seguir avanzando en el cumplimiento de las metas del gobierno de crear empleo y reducir la pobreza en Colombia.

Base de datos

Los datos empleados para el desarrollo del estudio son el Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia para el periodo 2005:1-2015:12 elaborada por el Banco de la República con información de la Galería Inmobiliaria en el año 2016. El objetivo del Índice de Precios de la Vivienda Nueva (IPVN) es medir la variación porcentual promedio de los precios de venta de la vivienda nueva en proceso de construcción y/o hasta la última unidad vendida.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) siguiendo el cumplimiento de su misión institucional desarrolló en 1996 el Censo de Edificaciones, cuyo fin es proporcionar información trimestral sobre la evolución, la producción y el comportamiento de la actividad edificadora, por medio de variables tales como metros cuadrados iniciados, grados de avance de obras, precio, entre otras. De esta manera, en el año 2000 elaboró el IPVN, el cual en sus inicios era calculado de un índice de precios Paasche, con el propósito de establecer la variación promedio trimestral de los precios de la vivienda en proceso de construcción.

En el año 2006, el DANE actualizó el IPVN, al construir un índice de precios superlativo de Fisher teniendo en cuenta como año base el cuarto trimestre del año y manteniendo como información primaria los microdatos del Censo de Edificaciones (CEED), para construir la evolución histórica del indicador a partir del primer trimestre de 1997, los métodos utilizados para la construcción de los números índice de precios fueron Laspeyres y Paasche, para así calcular el índice ideal de Fisher. Posteriormente, en el año 2009 es suspendida la publicación del IPVN con el objeto de someter el índice a una revisión metodológica, la cual termina a finales del año 2010 dejando como resultado la eliminación de los datos de las viviendas de uso propio en el cálculo del índice dejando solo las viviendas para la venta.

Una de los principales aspectos del IPVN consiste en que a través de la técnica estadística de panel longitudinal que utiliza el CEED, es posible identificar de manera precisa e individual tanto la evolución de las precios de cada una de las viviendas que están en proceso de construcción, así como los cambios de estado y las novedades que pueden ocurrir, facilitando los elementos básicos para la estimación de los índices

individuales y los agregados mejorando técnicamente aquellas situaciones que obedezcan a cambios de calidad o estado de las obras en proceso de construcción.

Otro aspecto de gran relevancia en el índice consiste en que los resultados por estrato socioeconómico son calculados utilizando tres categorías establecidas en el régimen de subsidios por servicios públicos, con el fin de mostrar resultados consolidados de la información por estratos. Las tres categorías fueron establecidas así: bajo (corresponde a los estratos 1, 2 y 3), medio (corresponde al estrato 4) y alto (corresponde a estratos 5 y 6).

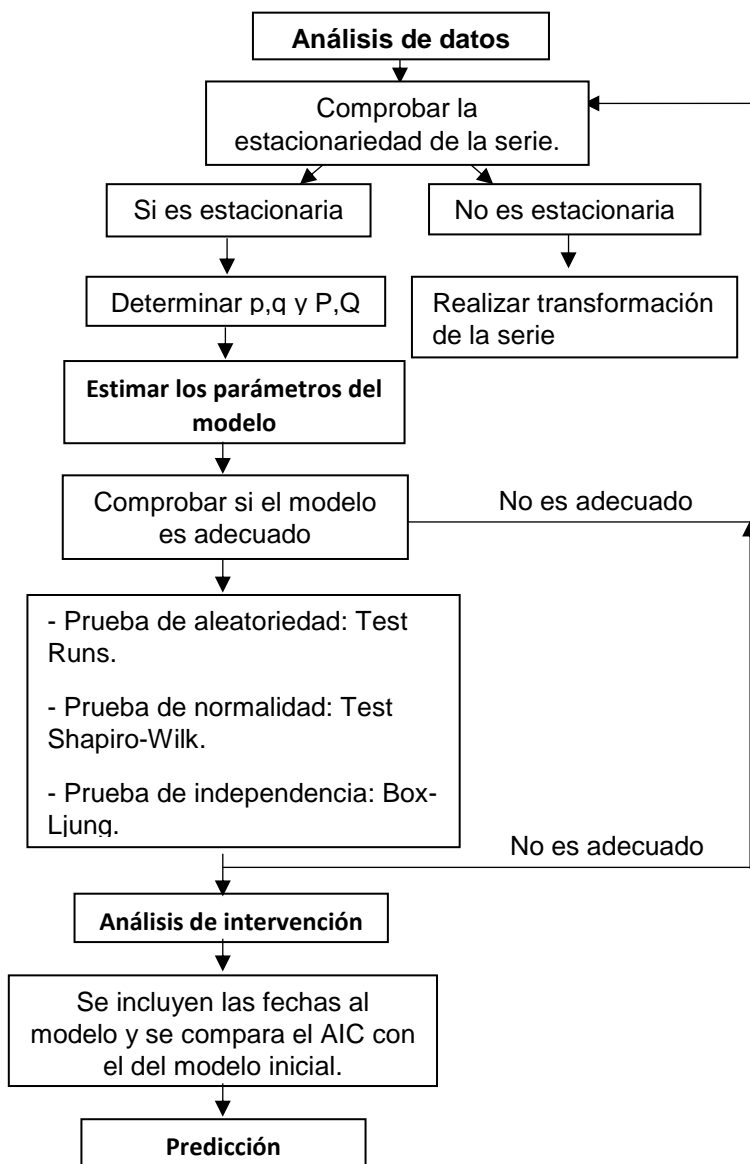
A partir del primer trimestre de 2015, el DANE como parte del plan de mejoramiento de sus investigaciones aumenta la cobertura del IPVN partiendo de la producción que viene ejecutando el CEED en periodos recientes, incluyendo a treinta municipios nuevos, alcanzando resultados para un total de 53 municipios. Además, generó información en ocho nuevas áreas urbanas: Cartagena AU (Cartagena y Turbaco), Manizales AU (Manizales y Villamaría), Popayán AU (Popayán), Neiva AU (Neiva), Villavicencio AU (Villavicencio), Pasto AU (Pasto), Cúcuta AU (Cúcuta, El Zulia, Los Patios, Villa del Rosario) e Ibagué AU (Ibagué). Al mismo tiempo que Cundinamarca comprende los municipios de Cajicá, Chía, Cota, Facatativá, Funza, Fusagasugá, La Calera, Madrid, Mosquera, Sopo, Zipaquirá y Soacha se seguía publicando con Bogotá.

Metodología

El estudio da inicio con un análisis gráfico y descriptivo para realizar posteriormente una intervención de las políticas públicas sobre el índice de precios de la vivienda nueva en Colombia para el período 2005:1-2015:12, por esto en esta sección describe la metodología Box y Jenkins (1970) siendo la más eficiente a la hora de construir modelos de series de tiempo y la técnica de Box y Tiao (1975) la cual fue la elegida para realizar el análisis de intervención.

El método Box y Jenkins (1970) es un proceso iterativo de construcción de modelos para variables, el cual consta de cuatro etapas: identificación, estimación, verificación y predicción del modelo, esta última etapa para el caso actual será reemplazada por el análisis de intervención, que consiste primeramente en determinar el momento exacto en que se adelanta una política o mecanismo que pueda influir de manera exógena sobre el comportamiento de una variable en estudio, para luego proceder a postular una función del tipo propuesto por Box y Tiao (1975), para indagar sobre el efecto de la intervención y por último estimar el modelo completo, es decir, estimar tanto los parámetros que aparezcan en la función de intervención como los que satisfagan los supuestos del modelo completo (ver figura 1).

Figura 1. Esquema para la construcción de un modelo ARIMA con intervención



Fuente: elaboración propia.

En primera instancia, es llevado a cabo un análisis estadístico-descriptivo para comprender el comportamiento del IPVN. Posteriormente, fue adelantada la identificación en donde estudia si la variable es estacionaria o no, para esto es necesario analizar la función de autocorrelación simple (FAC) y parcial (FACP) y adelantan los test de raíz unitaria, Dickey-Fuller, Phillips-Perron y el KPSS. Posteriormente, es adelantada una transformación de potencia y una primera diferencia al IPPVN para de esta manera convertirla en estacionaria y dar paso a la estimación de los posibles modelos.

Es necesario nuevamente analizar los gráficos de la FAC y FACP con la variable ya transformada para establecer los modelos con sus posibles componentes AR y MA. Una vez determinados los valores es preciso calcular el Criterio de Información Akaike (AIC) que proporciona un medio para la selección del modelo, puesto que entre más pequeño es el valor sirve de referencia para saber cuál de los posibles modelos es el más adecuado.

Seguidamente, se aplica la metodología Box y Jenkins (1970) para realizar el diagnóstico del modelo, analizándose los residuos, esperando que estos no tengan tendencia, además de poseer la característica de tener ruido blanco y una distribución normal; este último también es posible comprobarlo gráficamente con el histograma y el *q-q-Plot* e igualmente con el test Shapiro-Wilk que comúnmente es empleado para contrastar la normalidad de un conjunto de datos. Para ello, primero es necesario plantear la hipótesis nula de la muestra como una distribución normal; la hipótesis nula es rechazada si W es menor que el *p-valor*.

Asimismo, es necesario desarrollar el test de Runs que es una prueba estadística que corrobora la hipótesis de aleatoriedad para los residuos, es decir, que los residuos de la variable son mutuamente independientes y el test Box-Ljung para establecer si hay autocorrelación entre los residuos probando la hipótesis nula de que las autocorrelaciones de los valores de los datos son aleatorios e independientes hasta un cierto número de desfases.

Para el ajuste del modelo es utilizado el coeficiente de determinación R^2 probando que el modelo es adecuado siempre y cuando el valor del mismo esté cercano a 1. Para el análisis de intervención, es necesario tener las fechas en donde ocurrió algún hecho determinante o significativo en la variable en estudio porque es en ese instante que se desea medir específicamente la influencia de cada una de las políticas y ver si dicho evento logra explicar el comportamiento del IPVN.

Seguidamente, es estimado nuevamente el modelo incluyendo los coeficientes ya escogidos con las fechas y se revisa el AIC buscando que esté por debajo del obtenido

Mayra Alejandra Cárdenas Cancino, Teresita Sanjuanelo Amaya, Héctor Romero y Eddy Johanna Fajardo Ortiz,
Telos Vol. 19, No. 2 (2017). 212-236.

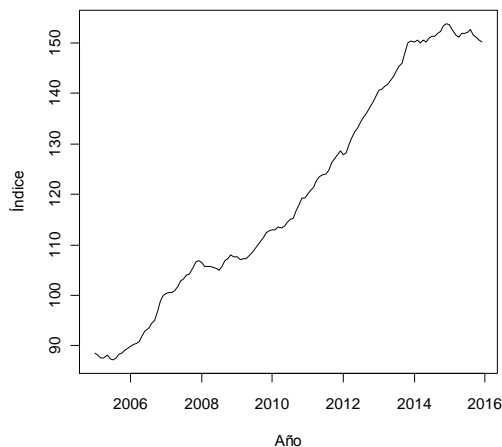
anteriormente para comprobar que las fechas realmente fueron significativas en el modelo, de no ocurrir esto, es necesario desarrollar varios modelos intercalando las fechas hasta obtener un AIC menor al inicial. De igual forma, es necesario reestimar los análisis de los residuos gráficamente y por medio de los test Shapiro-Wilk, Runs y Box-Ljung para verificar la normalidad, aleatoriedad e independencia de los residuos.

Por último, según el modelo propuesto por Box y Tiao (1975) es adelantada una predicción para la variable en estudio para el año 2016 a partir del modelo ARIMA después de realizada la intervención y validar el coeficiente de determinación para comprobar si el pronóstico es acertado.

Análisis de resultados

El análisis e interpretación de la variable en estudio tomada del Banco de la República, es realizando mediante la herramienta del software libre estadístico R.2.2. Primeramente, fue realizado un análisis estadístico-descriptivo de los datos para el periodo en estudio, seguido por un análisis gráfico de la evolución del IPVN en Colombia.

Gráfico 1. Evolución del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia 2005:1-2015:12



Fuente: elaboración propia.

El gráfico 1 muestra el comportamiento del IPVN en Colombia, el cual ha sido ascendente salvo algunos casos puntuales como el periodo comprendido entre el año

2007 y 2012, en donde la variable se caracteriza por una conducta irregular, la cual, de forma parcial, es explicada como efecto de la crisis económica mundial vivida en el año 2008.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia con primeras diferencias

Estadístico	Valor
Mínimo	-1,2000
Máximo	2,0000
Media	0,4695
Mediana	0,5000
Desviación estándar	0,6194
Varianza de la muestra	0,3836
Curtosis	0,0839
Asimetría	-0,7449

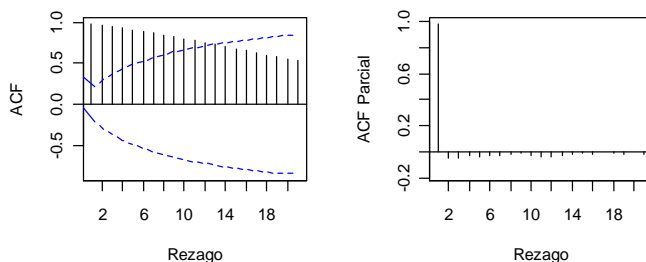
Fuente: elaboración propia.

Es importante estudiar los estadísticos descriptivos con primeras diferencias y así poder analizar las variaciones que ha sufrido la variable durante el periodo estudiado. De esta manera, al revisar el cuadro 1 es posible concluir que en el periodo 2005:1-2015:12, el índice de precios ha tenido una variación hacia la baja de -1,2% y la variación máxima ha sido del 2%, asimismo, la variación promedio que es de 0,4695%.

Identificación

Para aplicar la metodología de Box y Jenkins (1970) y partiendo del hecho de que la variable en estudio debe ser estacionaria, es necesario adelantar las siguientes transformaciones y pruebas para lograr este objetivo.

Gráfico 2. Funciones de autocorrelograma del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia



Fuente: elaboración propia.

Las funciones de autocorrelograma simple y parcial (ver gráfico 2) decrecen lentamente por lo tanto su comportamiento es no estacionario, hecho que es ratificado por medio de tres pruebas de raíz unitaria, Dickey-Fuller, Phillips-Perron y KPSS.

Cuadro 2. Test de raíz unitaria del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia

Test de raíz unitaria	p-valor
Dickey-Fuller	0,8948
Phillips-Perron	0,8400
KPSS*	0,0100

*Nota: Para el caso particular del test KPSS la hipótesis nula es que la variable en cuestión no tiene una raíz unitaria, a diferencia del test Dickey-Fuller y el test Phillips-Perron, en los cuales la hipótesis nula es la existencia de raíz unitaria.

Fuente: elaboración propia.

Primeramente, el test Dickey-Fuller arroja un p-valor de 0,8948 para un nivel de significancia de 0,05, de la misma manera el test Phillips-Perron tiene un p-valor de 0,84 para un nivel de significancia de 0,05 indicando que no se rechaza la hipótesis nula de ambos test y existe raíz unitaria para la variable en estudio; por último, al

realizar el test KPSS, este arroja un p-valor de 0,01 con el mismo nivel de significancia que las anteriores pruebas, confirmando la presencia de raíz unitaria (ver cuadro 2).

Para eliminar la no estacionariedad de la variable, primeramente es desarrollada una transformación de potencia de $3/2$. La variable no sufre cambios drásticos manteniendo así su tendencia después de dicha transformación, esto es comprobado al realizar nuevamente los test de raíz unitaria, en donde Dickey-Fuller y Phillips-Perron arrojan p-valor mayores a 0,05, mientras que el test KPSS un p-valor menor al nivel de significancia, confirmando la presencia de raíz unitaria, es decir, que la variable sigue siendo no estacionaria.

Cuadro 3. Test de raíz unitaria de la variable transformada y con primeras diferencias

Test de raíz unitaria	p-valor
Dickey-Fuller	0,0100
Phillips-Perron	0,0100
KPSS*	0,1200

*Nota: Para el caso particular del test KPSS la hipótesis nula es que la variable no tiene raíz unitaria, a diferencia del test Dickey-Fuller y el test Phillips-Perron, en los cuales la hipótesis nula es la existencia de raíz unitaria.

Fuente: elaboración propia.

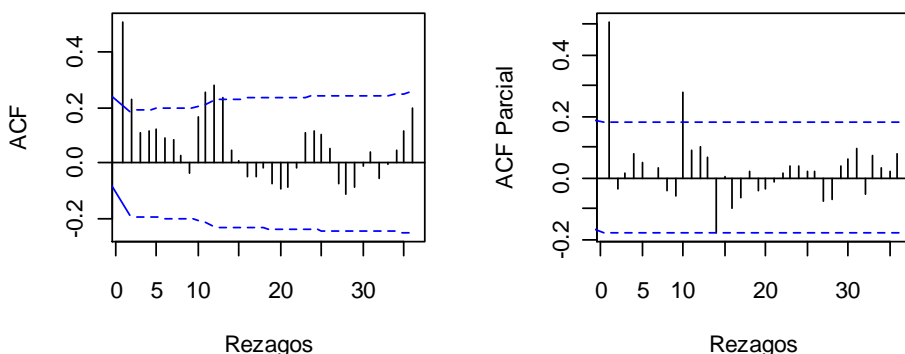
Seguido a la transformación de potencia se aplicó primera diferencia al Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia. Después de aplicar primera diferencia la variable pierde su tendencia, es decir, que ahora es estacionaria, para comprobarlo nuevamente fue necesario realizar los tres test de raíz unitaria, obteniendo en todas las pruebas la estacionariedad de la variable (ver cuadro 3).

Estimación del modelo

Una vez aplicada la primera diferencia a la parte regular del modelo, es menester estudiar las funciones de autocorrelación simple y parcial (ver gráfico 3). Se infiere

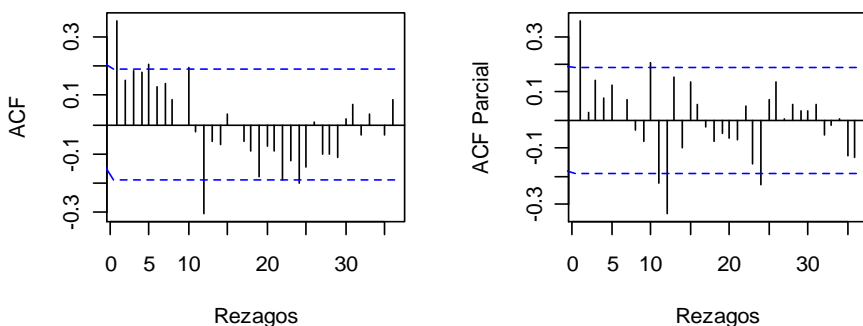
que en la parte parcial existe un componente de media móvil (MA por sus siglas en inglés) con posibles valores (0 y 1) debido a que solo un rezago está por fuera de los límites de confianza, asimismo, al revisar el autocorrelograma simple es posible deducir que el componente autoregresivo (AR por sus siglas en inglés) tiene como posibles valores (0, 1 y 2). De esta manera los posibles modelos son: ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,1), ARIMA (0,1,2) y ARIMA (1,1,0).

Gráfico 3. Funciones de autocorrelación de la variable transformada con primera diferencia en la parte regular



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 4. Funciones de autocorrelación de la variable transformada con primera diferencia en la parte estacional



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, al aplicar la primera diferencia en la parte estacional (ver gráfico 4), en cuanto al componente AR, los posibles valores son: 0,1 y 2. Al analizar el autocorrelograma simple, el componente MA poseen los valores: 0,1 y 2. De esta manera para la parte estacional los posibles modelos son: ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0) y ARIMA (2,1,0). A partir de lo anterior, se establecen y analizan seis modelos, de los cuales tres resultan significativos ya que el valor absoluto del cociente entre los parámetros y la desviación estándar del error es mayor a dos, tanto en el componente AR como en el componente MA de la parte regular y estacional.

Cuadro 4. Criterio de información de Akaike de los modelos ARIMA (p,d,q)(P,D,Q)_E

MODELOS ARIMA (P,D,Q)(P,D,Q)_E	AIC
ARIMA(1,1,1)(0,1,1) ₁₂	761,1200
ARIMA(1,1,0)(1,1,0) ₁₂	789,6800
ARIMA(0,1,2)(2,1,0) ₁₂	773,6400

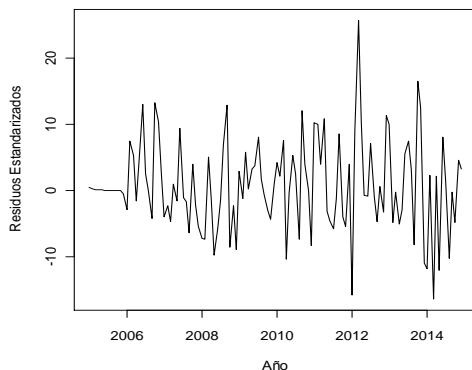
Fuente: elaboración propia.

Al analizar los tres posibles modelos ARIMA (p,d,q) (P,D,Q)_E, el mejor modelo es el ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂ debido a que este es el que posee un menor AIC. A partir de lo anterior, es necesario realizar la siguiente etapa de la metodología Box y Jenkins (1970) el diagnóstico del modelo (ver cuadro 4).

Diagnóstico del modelo ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂

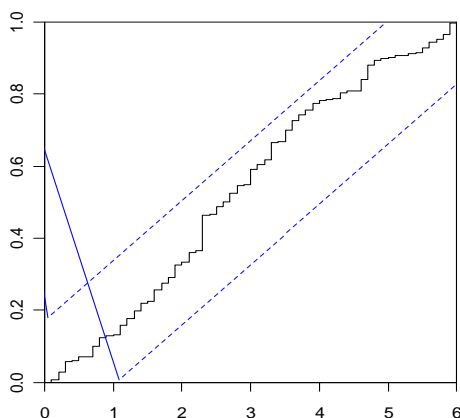
En el gráfico 5, es posible observar que la varianza del modelo ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂ es constante, asimismo, en el gráfico no existe un patrón de crecimiento o decrecimiento, es decir, que la variable no posee tendencia.

Gráfico 5. Residuos del modelo



Fuente: elaboración propia.

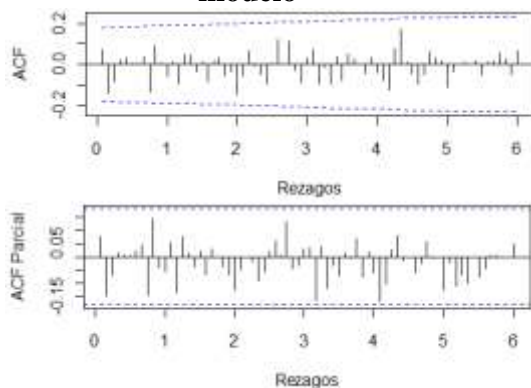
Gráfico 6. Correlograma acumulado del modelo



Fuente: elaboración propia.

De igual manera, el correlograma acumulado (ver gráfico 6) afirma que los residuos del modelo son ruido blanco, es decir, que no hay información relevante por parte de los residuos y por tanto estos no aportan nada a la comprensión de la variable; es comprobado con las funciones de autocorrelograma de los residuos, en donde todas las espigas se encuentran dentro de los límites de confianza, por lo tanto, confirma que los residuos son ruido blanco.

Gráfico 7. Funciones de autocorrelación de los residuos del modelo



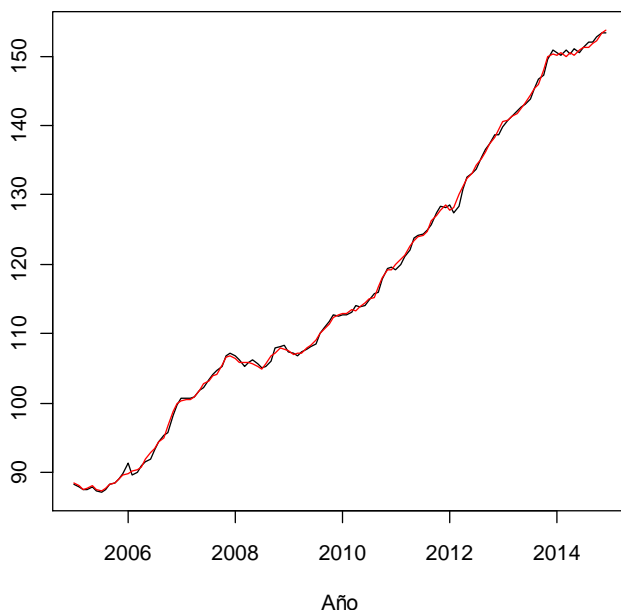
Fuente: elaboración propia.

Para comprobar que existe aleatoriedad entre los residuos del modelo fue necesario aplicar el test de Runs, el cual arrojó un p-valor de 0,2713, siendo este mayor a 0,05 lo que permite inferir que los residuos del modelo son aleatorios. De igual manera, al revisar el gráfico 7, es evidente que los residuos son independientes. Por último, al desarrollar el test Box-Ljung, para identificar si existe autocorrelación entre los residuos del modelo, es posible afirmar que existe independencia entre los residuos, debido a que el p-valor que arrojó es igual a 0,5589 y por tanto es mayor a 0,05, por lo que se acepta la hipótesis nula del test.

Diagnóstico del modelo ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂

Al analizar el coeficiente de determinación $R^2=0,9995$ es posible inferir que el modelo ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂ es un modelo adecuado, gracias a que dicho coeficiente está muy cercano al valor 1, asimismo, el ajuste del modelo, la línea color rojo, es adecuado en relación a los datos reales (la línea de color negro), por lo tanto, el modelo explica el comportamiento del IPVN.

Gráfico 8. Ajuste del modelo desarrollado



Fuente: Elaboración propia.

Análisis de intervención

El modelo de intervención fue desarrollado por Box y Tiao (1975), este modelo permite determinar el efecto de ciertas intervenciones conocidas sobre el comportamiento de una variable económica, social o ambiental. En este caso particular, se pretende determinar el efecto de dos políticas públicas sobre el Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia; PIPE 1.0 (Abril 2013) y Viviendas 100% Subsidiadas (Noviembre 2013). Para desarrollar el análisis de intervención es necesario comparar el modelo inicial ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂ con el mismo modelo pero incluyendo las fechas de estudio.

Cuadro 5. Modelo con las fechas del análisis de intervención

SERIE: Y		
ARIMA(1,1,1)(0,1,1)₁₂		
COEFICIENTES		s.e
AR1	0,9649	0,0599
MA1	-0,6717	0,1150
SMA1	0,9999	0,1384
ABRIL 2013	0,0069	0,2944
NOVIEMBRE 2013	0,5552	0,2941

| AIC=195,8 | | |

Fuente: elaboración propia.

El cuadro 5 presenta los resultados del modelo con las fechas de estudio para el análisis de intervención y la fecha adicional arrojada por el programa R.2.2. Al comparar el AIC del modelo inicial con el modelo del análisis de intervención, es posible concluir que las dos políticas han tenido un efecto sobre el IPVN en Colombia, ya que el modelo con las fechas de estudio arrojó un AIC menor que el modelo inicial.

Asimismo, al analizar el cuadro 6, es posible observar de qué manera es afectado el IPVN en Colombia por cada una de las políticas analizadas. Con el Programa políticas restantes, PIPE 1.0 y Viviendas 100% Subsidiadas cuyas fechas de ejecución fueron abril de 2013 con un aumento de 0,0069 en el nivel de la variable y noviembre del 2013 con un aumento de 0,5552 en el nivel medio de los datos respectivamente.

Cuadro 6. Intervenciones del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia

Política	Fecha	Impacto	Variación
PIPE 1.0	Abril 2013	Aumentó	0,0069
Viviendas 100% Subsidiadas	Noviembre 2013	Aumentó	0,5552

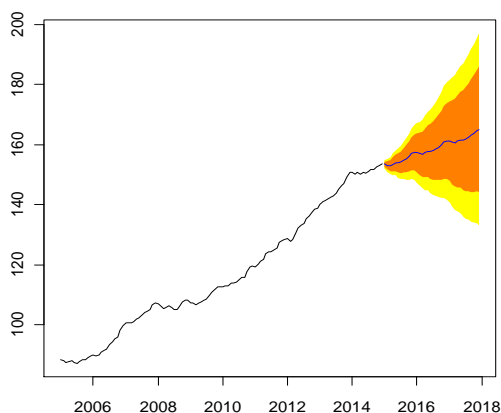
Fuente: elaboración propia.

Generalmente, las políticas de vivienda buscan incentivar la adquisición de vivienda para la población de escasos recursos buscando aumentar el bienestar social y el crecimiento del país, para lograrlo, una de las principales opciones es disminuir las tasas de interés, en este caso lo consiguen mediante subsidios, generando un aumento en la demanda, pero también en los precios que logra que el objetivo pueda cumplirse y haya más cobertura, que en este caso puede estar reflejado con las medidas asociadas al PIPE 1.0 en abril del 2013 y en el programa de Viviendas 100% Subsidiadas en noviembre del mismo año, fechas en las cuales hubo un aumento del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia.

Pronóstico del Índice del Precio de la Vivienda Nueva en Colombia

Por último, el modelo propuesto por Box y Tiao (1975) plantea realizar una predicción de la variable en estudio, para el caso particular del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia fue adelantado un pronóstico por mes para el año 2016 con el modelo ARIMA después de realizar la intervención. En el gráfico 9 es posible observar los valores de la predicción.

Gráfico 9. Pronóstico del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia



Fuente: elaboración propia.

El gráfico muestra el IPVN en Colombia para el periodo 2005:1 al 2016:7 y los valores de la predicción mes a mes para el año 2016, de esta manera, fue posible comparar los datos reales con los arrojados por el pronóstico, de esta manera el IPVN para el periodo de 2016:1 hasta 2016:12. Los resultados arrojan que dichos valores tienen un ajuste hacia el límite inferior del pronóstico.

Conclusiones y recomendaciones

La vivienda ha jugado un papel trascendental en la economía colombiana en años recientes, siendo una de las ramas importantes y que además está ligado a otros ámbitos igual de importantes como el sistema financiero. Además, es afectado por distintos agentes externos e internos, es por eso que este estudio tuvo como objetivo determinar el impacto de las políticas públicas sobre el Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia para el periodo 2005:1-2015:12, a través de la estimación de un modelo ARIMA con intervención.

El análisis de los datos, efectuado por medio de un modelo Box y Jenkins (1970) con intervención propuesto por Box y Tiao (1975) arrojó un ARIMA (1,1,1) (0,1,1)₁₂, dado que su AIC resultó menor que el de los otros modelos. Al realizar el análisis de intervención, fue preciso tomar en cuenta dos políticas destinadas al ramo de la construcción de vivienda, PIPE 1.0 (Abril 2013) y programa Viviendas 100% subsidiadas (Noviembre 2013). Luego, al desarrollar el respectivo análisis se obtuvo

Mayra Alejandra Cárdenas Cancino, Teresita Sanjuanelo Amaya, Héctor Romero y Eddy Johanna Fajardo Ortiz,
Telos Vol. 19, No. 2 (2017). 212-236.

que las dos sucesos tuvieron impacto sobre el Índice de Precios de la Vivienda Nueva, ya que el AIC=195,8 fue menor que el AIC=761,12 del modelo inicial. No obstante, las variaciones presentadas sobre el comportamiento de la variable en estudio no implican cambios drásticos en relación al comportamiento original.

En cuanto a la predicción del modelo, el pronóstico para el año 2016 fue comparado con los datos existentes en las bases de datos del Banco de la República, además tuvo un coeficiente de determinación $R^2=0,9999$, lo que quiere decir que teóricamente el pronóstico es acertado con la realidad, aunque para este caso los valores reales están cerca de los obtenidos en el límite inferior del pronóstico. A manera de recomendación, se sugiere realizar el mismo estudio o similar con las mismas políticas de vivienda, pero cuando estas hayan terminado su ciclo, con el fin de medir el impacto final de estas sobre el Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia para el periodo 2005:1 – 2015:12.

Referencias bibliográficas

- Box, George. y Jenkins, Gwilym. (1970). **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. Holden-Day. Estados Unidos.
- Box, George. y Tiao, George. (1975). Intervention analysis with applications to economic and environmental problems. **Journal of the American Statistical Association**. Volumen 70, número 349, (Pp. 70-79).
- Castellanos, Daniel. Erazo, María. y Díaz, Carlos. (2013). El Plan de Impulso a la Productividad y el Empleo, PIPE. **Semana Económica**. Colombia.
- Castellanos, Dina. (2010). **Determinantes del precio de las viviendas: Un análisis econométrico para Colombia**. Tesis de Pregrado. Escuela de Economía. Universidad Industrial de Santander. Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (2011). Ley del Plan de Desarrollo Nacional número 1450. Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley de Vivienda número 1537. Colombia.
- Crawford, Gordon. y Fratantoni, Michael. (2003). Assessing the Forecasting Performance of Regime Switching, ARIMA and GARCH Models of House Prices. **Real Estate Economics**. Volumen 31, número 2, (Pp. 223-244).

Impacto de las Políticas Públicas sobre la Evolución del Índice de Precios de la Vivienda Nueva en Colombia (2005-2015): Un Análisis de Intervención.

- Hepsen, Ali. y Vatansver, Metin. (2011). Forecasting future trends in Dubai housing market by using Box-Jenkins autoregressive integrated moving average. **International Journal of Housing Markets and Analysis**. Volumen 4, número3, (Pp. 210-223).
- Jadevicius, Arvidas. y Hustin, Simon. (2015). ARIMA modelling of Lithuanian house price index. **International Journal of Housing Markets and Analysis**. Volumen 8, número 1, (Pp. 135-147).
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2014). **Colombia: Cien años de políticas habitacionales**. Colombia.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2016). Política VIS y VIP. Extraído de <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip/pol%C3%ADtica-vis-y-vip> Consulta: 09/02/2016.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2016b). Programa de Viviendas 100% Subsidiadas. Extraído de <http://www.minvivienda.gov.co/viviendas-100-por-ciento-subsidiadas/abc> Consulta: 09/02/2016.
- Poon, Joanna. y Garratt, Dean. (2012). Evaluating UK housing policies to tackle housing affordability. **International Journal of Housing Markets and Analysis**. Volumen 5, número 3, (Pp. 253-271).
- Stevenson, Simon. y McGarth, Oliver. (2003). A comparison of alternative rental forecasting models: empirical tests on the London office market. **Journal of Property Research**. Volumen 20, número 3, (Pp. 235-260).
- Stevenson, Simon. y Young, James. (2007). Forecasting Housing Supply: Empirical Evidence from the Irish Market. **European Journal of Housing Policy**. Volumen 7, número 1, (Pp. 1-17).
- Vishwakarma, Vijay. (2013). Forecasting real estate business: empirical evidence from the Canadian market. **Global Journal of Business Research**. Volumen 7, número 3, (Pp. 1-14).
- Wang, Song. y Liu, Hong. (2006). **An intervention analysis of the effects of macro-control policies on housing prices: The Shanghai case**. The CRIOCM 2006 International Symposium on “Advancement of Construction Management and Real Estate”. Construction Management Dept. Tsinghua University. China.