

Monitoreo del riesgo de burbujas en los precios de la vivienda en Colombia*

Fecha de recepción: 15 de abril de 2017 | Fecha de aprobación: 29 de noviembre de 2019 | Fecha de publicación: 30 de julio de 2019

Juan Fernando Rendón-García

Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

ORCID: 0000-0002-5173-7980

juanrendon@itm.edu.co

Alfredo Trespalcios-Carrasquilla

Universidad EAFIT, Colombia

ORCID: 0000-0002-7823-8743

Jonathan Cano-Bedoya

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

ORCID: 0000-0002-4617-2460

Resumen Este trabajo propone una metodología práctica para el monitoreo de burbujas en tiempo real de los precios de la vivienda en Colombia que pueda ser utilizada como sistema de alerta temprana. Esta propuesta está basada en modelos econométricos de series de tiempo, en los cuales se supone que una serie de tiempo con burbujas presenta patrones de desbalance sostenido entre su velocidad y aceleración. El estudio se aborda a partir de metodologías no utilizadas antes sobre el mercado de la vivienda en Colombia y sin la inclusión de variables exógenas a los índices de precios de vivienda. Los resultados obtenidos muestran que los índices de precios de la vivienda usada en Colombia (IPVU) han sido estables, ya que no se detecta la presencia de patrones de burbuja; sin embargo, para el último periodo analizado (2013), los precios de la vivienda en Bogotá presentan un desbalance significativo entre su velocidad y aceleración.

Palabras clave burbuja inmobiliaria, modelos ARIMA, residuales recursivos

* Artículo de investigación

Nombre de la investigación: Monitoreo del Riesgo de Burbujas en los Precios de la Vivienda En Colombia. Entidad que lo patrocina: Instituto Tecnológico Metropolitano. Institución adscrita al Municipio de Medellín. Calle 54 A #30-01, Medellín, Antioquia. 4600727. El artículo de investigación se desarrolló con un docente de tiempo completo Juan Fernando Rendón magister en finanzas, el docente de cátedra Jonathan Cano Bedoya con formación en finanzas y estadística y el docente Alfredo Trespalcios magister en finanzas y especialista en mercados eléctricos de la Universidad EAFIT. La investigación fue patrocinada por el Instituto Tecnológico Metropolitano. El artículo se centra en la propuesta de una metodología para evaluar el monitoreo de las burbujas de los precios en tiempo real para la vivienda en Colombia. Los precios de los bienes son muy heterogéneos y por ende se plantea la metodología haciendo uso de modelos econométricos de series temporales, esto con la finalidad de prevenir crecimientos y cambios no explicados en los precios, de igual manera para evitar crisis inmobiliarias, el estudio se plantea para el caso colombiano.

Cómo citar este artículo: Rendón-García, J. F., Trespalcios-Carrasquilla, A., y Cano-Bedoya, J. (2019). Monitoreo del riesgo de burbujas en los precios de la vivienda en Colombia. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12(24). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu12-24.mrbp>



Monitoring the Risk of Bubbles

in the Housing Prices in Colombia

Abstract This work proposes a practical methodology for monitoring in real time the potential bubbles regarding the housing prices in Colombia. It is intended as an early warning system. The proposal is based on econometric models of time series under the assumption that a time series with bubbles shows sustained imbalance patterns concerning the speed and acceleration. The study is conducted with some methodologies not used before to deal with the housing market in Colombia and without including variables exogenous to the housing price indexes. The results indicate that the price indexes for used housing (PVU, Spanish acronym) in Colombia have been steady. No bubble pattern has been detected. However, in the last term under analysis (2013), the housing prices in Bogotá show a significant imbalance between the speed and acceleration.

Keywords real estate bubble, ARIMA models, recursive residues

Monitoramento do risco de bolhas

nos preços da habitação na Colômbia

Resumo Este trabalho propõe uma metodologia prática para o monitoramento de bolhas em tempo real dos preços da habitação na Colômbia que pode ser usada como sistema de alerta antecipada. Tal proposta é baseada em modelos econométricos de séries temporais, em que se assume que uma série temporal com bolhas apresenta padrões de desbalanço sustentado entre velocidade e aceleração. O estudo é abordado a partir de metodologias não usadas anteriormente no mercado imobiliário na Colômbia e sem a inclusão de variáveis exógenas aos índices de preços da habitação. Os resultados obtidos mostram que os índices de preços da moradia usada na Colômbia (IPVU) tem-se mantido estáveis, uma vez que presença de padrões de bolha não é detectada; no entanto, para o último período analisado (2013), os preços da moradia em Bogotá apresentam desbalanço significativo entre sua velocidade e aceleração.

Palavras chave bolha imobiliária, modelos ARIMA, residuais recursivos

Introducción

El origen de las recientes crisis financieras a nivel mundial se les ha atribuido a grandes caídas en los mercados inmobiliarios. La reciente crisis subprime, que tuvo origen en Estados Unidos y que luego se propagó en otros mercados, es un ejemplo de este fenómeno. Esto ha demostrado que la falta de monitoreo sobre los auges en el mercado inmobiliario puede tener resultados desastrosos (Christopher, Dell’Ariccia, Igan y Paul, 2013). Jarrow, Kchia y Protter (2011) citan la entrevista que realizó Planet Money a William Dudley, presidente de la reserva federal de Nueva York, quien propone el desarrollo de mecanismos de monitoreo que permitan la identificación de burbujas en tiempo real.

Como muchos otros activos, los precios de la vivienda son bastante volátiles. Recientemente, en Colombia ha surgido una gran preocupación por el auge sostenido que presentan los precios del mercado inmobiliario en sus principales ciudades. En el 2014, por ejemplo, diferentes medios de comunicación de Colombia, como Dinero, Portafolio, El espectador, El tiempo, entre otros, han publicado artículos referentes a dicha preocupación. En 2017, el Espectador concluye que los precios crecieron un 5,21%. Clavijo, Cuéllar y Beltrán (2017), en los resultados del reporte de la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF), indican que los precios de la vivienda usada han estado por encima del promedio histórico real y que han venido creciendo a un ritmo acelerado.

Caicedo, Morales y Pérez (2010) realizan un análisis de sobrevaloración de la vivienda en Colombia

para el periodo 2008-2009, en el cual proponen un modelo SVAR para analizar si el comportamiento del precio real de la vivienda diverge de la tendencia de sus fundamentales. Encuentran que, en el largo plazo, los principales determinantes del precio de la vivienda son los choques de demanda, los costos de construcción asociados con los choques de oferta, y el crecimiento económico.

Salazar, Steiner, Becerra y Ramírez (2012) también utilizan el modelo SVAR para analizar los precios de la vivienda en Colombia durante el periodo 1988-2011, y su relación con sus fundamentales. Encuentran que la respuesta de los precios de la vivienda ante choques sobre la tasa de interés y sobre los costos de construcción no son significativos, mientras que los choques sobre los desembolsos de crédito, el PIB, los costos del suelo, y sobre los propios precios de la vivienda, son significativos; siendo los choques sobre el costo del suelo los de mayor impacto, seguido por los choques sobre los precios de la vivienda. Los autores encuentran que los precios de la vivienda están por encima del precio medio pronosticado por sus fundamentales y en el límite superior de un intervalo de predicción aceptable. Posteriormente, realizan el mismo ejercicio, pero excluyendo el precio del suelo del modelo y encuentran que, si no se tiene en cuenta dicha variable, el precio de la vivienda se sale significativamente de un intervalo de predicción. Dados estos resultados, concluyen que lo que está desalineado y creciendo de manera insostenible es el precio del suelo, y que este afecta los precios de la vivienda.

La vivienda es un bien altamente heterogéneo e ilíquido, lo cual genera dificultades para la construcción de índices de precios inmobiliarios que puedan representar su comportamiento real. Esta misma dificultad se extiende para los precios del suelo, que son determinantes en los niveles de precios inmobiliarios. Por ejemplo, en Colombia no existe un índice de precios del suelo nacional (Salazar et al., 2012), se debe utilizar el Índice del Precio del Suelo en Bogotá (IPSB) como aproximación a los precios del suelo en las zonas urbanas del país, argumentando que Bogotá concentra el 44% de las viviendas a nivel nacional.

Frente a la duda de cómo abordar una burbuja para el tema en cuestión, Johansen, Ledoit y Sornette (2000) proponen el modelo Johansen-Ledoit-Sornette (JLS), el cual supone que antes de explotar una burbuja la función de la media de un índice de precio de acciones de series de tiempo se caracteriza por una ley de potencia y oscilaciones log-periódicas, lo que lleva a un punto crítico que describe el comienzo de la caída de la bolsa. Sornette (2003) desarrolla el modelo Ley de Potencias Log Periódicas, LPPL por sus siglas en inglés, que parte del modelo básico JLS. Este modelo ha sido utilizado ampliamente para predecir burbujas en diferentes mercados financieros. Jiang et al. (2009) utilizan este principio para detectar burbujas en el mercado de acciones de China en el periodo 2008 – 2009, Jacobsson (2009) aplica el modelo LPPL a el S&p500 y DJIA; y Johansen y Sornette (2008) utilizan el modelo para identificar burbujas en los mercados de acciones de Argentina, Brasil, Chile, México, Perú, Venezuela, Hong-Kong, Indonesia, Corea, Malasia, Filipinas y Thai.

El modelo LPPL ha provisto buenos resultados para la estimación de los parámetros del modelo, pero requiere de algoritmos de optimización complejos. Filimonov y Sornette (2011) proponen un esquema de optimización robusta del modelo LPPL.

Glaeser y Nathanson (2017) proponen un modelo en el cual se hace una aproximación del precio de la vivienda a partir de la dinámica de los compradores. El modelo muestra tres características presentes en los datos, que usualmente son tenidos en cuenta en modelos racionales, tales como el impulso en un horizonte de un año, reversión a la media en un horizonte de cinco años y exceso de volatilidad de largo plazo, causada por las expectativas del aumento de los precios de las viviendas usadas que los mismos compradores generan, y los cuales no prevén caídas en los precios después de los auges económicos. Esta aproximación a partir de la dinámica de compradores asume que los precios históricos reflejan la demanda actual. Los compradores esperan aumentos en el valor de mercado de sus hogares después de los recientes aumentos en el precio de la vivienda.

Abildgren, Hansen y Kuchler (2018) analizan otras variables, como el exceso de optimismo sobre los precios de la vivienda en Dinamarca, utilizando los datos agregados de la Encuesta de Expectativas del Consumidor danés y los microdatos subyacentes a nivel del hogar. Los autores encuentran que la evolución de los precios de la vivienda está explicada, en parte, a sentimientos disociados de los fundamentos económicos subyacentes; además, los hogares excesivamente optimistas son más propensos a comprar bienes inmuebles.

Frances (2014) emplea métodos basados en series de tiempo para detectar burbujas, parte del supuesto de que una serie de tiempo con burbujas muestra patrones de desbalance entre la velocidad de crecimiento y la aceleración; y cuando el crecimiento en la fase de expansión es “muy rápido”, entonces pronto habrá un colapso de la serie cuando estalle la burbuja. La velocidad de crecimiento en el tiempo y la aceleración son estimadas por medio de la primera y segunda diferencia de la serie de precios en cuestión.

El objetivo de esta investigación es proporcionar una metodología simple para monitorear burbujas inmobiliarias en tiempo real. En este sentido, la propuesta de Frances (2014) es aplicada por la simplicidad de su desarrollo y la libertad que implica no requerir variables exógenas, sobre las que existen amplias dificultades para conseguir o estructurar en el tiempo de monitoreo deseado. Este modelo se basa en la estructura temporal de la serie de precios para la identificación de burbujas y no requiere el uso de los determinantes de los precios de la vivienda, como el modelo propuesto por Shiller y Case (2004), o los propuestos para Colombia por Caicedo et al. (2010) y Salazar et al. (2012), ni estimaciones de parámetros complejos, como los requeridos en los modelos LPPL, lo que brinda a este modelo ventajas en términos de requerimientos de información y simplicidad del modelo.

En la sección 2 se describen los principales índices de precios de la vivienda en Colombia, en la sección 3 se exponen los principios de la metodología propuesta para la detección de burbujas en los precios, en la sección 4 se presentan los resultados del análisis realizado sobre los índices de precios de la vivienda usada en Colombia, y en la sección 5 se exponen las conclusiones.

Medidas de apreciación de la vivienda en Colombia

En Colombia existen índices de precios, tanto para vivienda usada, como para vivienda nueva. El Banco de la República emite el Índice de Precios de la Vivienda Usada (IPVU), el cual mide la evolución de los precios de la vivienda usada con frecuencia anual y trimestral, basado en la metodología de ventas repetidas ponderadas (WRS por su sigla en inglés) de Case y Shiller (1987).

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) publica el Índice de Precios

de la Vivienda Nueva (IPVN), calculado a partir del enfoque de índice ideal de Fisher, que define la media geométrica de los números índice de Laspeyeres y de Paasche. El índice de Laspeyeres estima cuánto aumenta o disminuye el valor de venta o de compra de una canasta de bienes entre dos periodos de tiempo, manteniendo las cantidades del primer periodo fijas, mientras que el de Paasche hace la estimación manteniendo las cantidades del segundo periodo fijas.

Los índices basados en medidas de tendencia central, como la media o la mediana de los precios, pueden presentar problemas para medir los cambios sistemáticos en los precios de la vivienda, ya que no se diferencia entre la apreciación sistemática y la apreciación idiosincrática propia de cada transacción.

Otra metodología para medir los cambios en los precios de la vivienda es la metodología de índice de precios hedónicos, que filtra estadísticamente el efecto de las características propias de cada vivienda, lo cual requiere de una gran cantidad de datos de ventas individuales, incluidas características de cada inmueble y de cada negociación. Se estima un modelo lineal en el cual la variable dependiente es el precio de negociación de cada unidad inmobiliaria, y las variables explicativas son relativas a la calidad del inmueble. Los parámetros encontrados pueden interpretarse como el precio implícito del atributo (Case y Shiller, 1987). Una desventaja que presenta este enfoque es que los parámetros no son dinámicos, por lo tanto, el precio implícito de los atributos permanece constante en el tiempo.

El método WRS no requiere de una medida de calidad del inmueble, este modelo asume que el logaritmo del precio de la vivienda i , en el tiempo t , ubicada en cierta localidad está dado por:

$$P_{it} = f_t + W_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Donde \ln es el logaritmo del nivel de precios general de la localidad en el tiempo t , ϵ_t es una caminata aleatoria propia de la vivienda en el momento t , la cual representa el drift a través del tiempo del valor de cada vivienda (características propias de la vivienda), y η_t es un ruido blanco asociado a las condiciones de compra-venta de la vivienda i en el periodo t . Se supone que ϵ_t y η_t son incorrelacionados. Para la construcción del índice de precios de una determinada localidad se utiliza el logaritmo del nivel de precios general de la localidad P_t .

La figura 1 corresponde al IPVU total nacional ajustado por inflación. Allí se observa que, desde el 2003, el IPVU agregado para Colombia ha crecido sostenidamente sin correcciones, pasando de un nivel de 65,89 en el 2003 a un nivel de 128,65 en el 2013, lo cual implica que ha tenido un crecimiento de más del 95% en 10 años (6,92% efectivo anual).

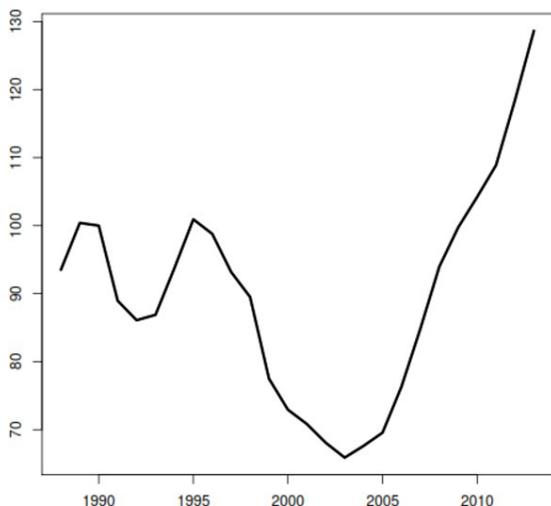


Figura 1. IPVU real anual para Colombia

Fuente: elaboración propia

En la figura 2 se observa el comportamiento del IPVU ajustado por inflación, clasificado por Vivienda de Interés Social (VIS) y no VIS. En el periodo analizado se observa que hasta el 2004 los niveles del índice VIS se mantienen siempre por encima del no VIS.

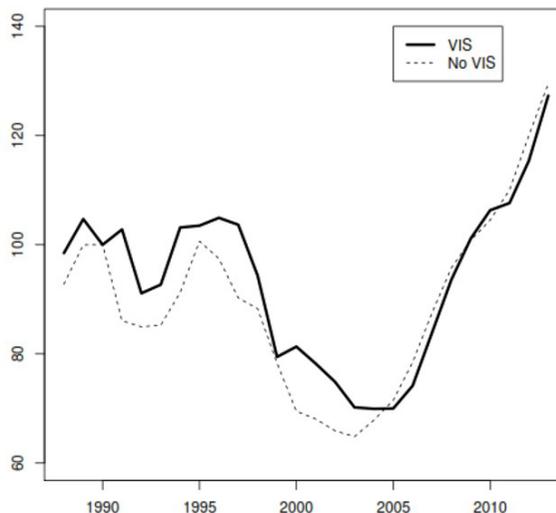


Figura 2. IPVU clasificado por vivienda de interés social

Fuente: elaboración propia

La figura 3 presenta el IPVU ajustado por inflación discriminado por ciudades. Se observa que el índice de precios tiene niveles más bajos para la ciudad de Cali, excepto en 1992, cuando el IPVU de Medellín estuvo por debajo. En el periodo comprendido entre 1993 y 2002, Medellín tuvo los índices de precios más altos, y presentó un pico máximo histórico en 1995, el cual está ligeramente por debajo del último precio observado en el 2013. En el 2012 y 2013, Bogotá es la ciudad que presenta los índices de precios de vivienda más altos, que superan los de otras ciudades, para 2013, en un 7,5%, a Medellín en más del 13% y a Cali en más del 46%.

La tabla 1 presenta las correlaciones entre los diferentes índices IPVU. En general, todos los índices presentan correlaciones altas positivas. Las correlaciones más bajas las presenta el índice de la ciudad de Cali, y la más baja es la correlación de los índices de Medellín y Cali.

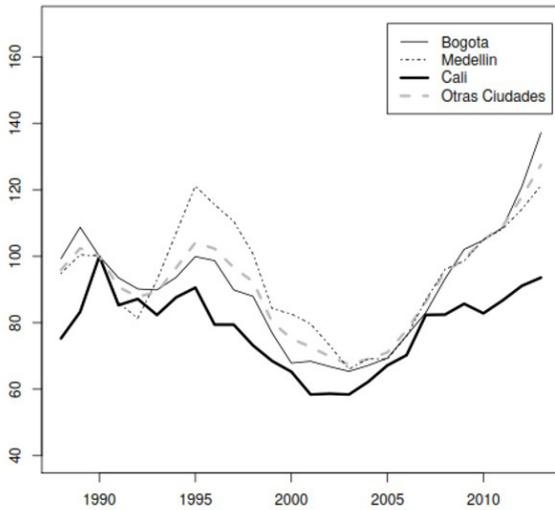


Figura 3. IPVU ajustado por inflación y desagregado por ciudades
Fuente: elaboración propia

Tabla 1. Correlaciones de índices IPVU

	Total	Bogotá	Medellín	Cali	Otras ciudades
Total	1,00	0,99	0,90	0,85	1,00
Bogotá	0,99	1,00	0,85	0,84	0,98
Medellín	0,90	0,85	1,00	0,76	0,92
Cali	0,85	0,84	0,76	1,00	0,85
Otras ciudades	1,00	0,98	0,92	0,85	1

Fuente: elaboración propia

Metodología para detectar burbujas

En la búsqueda de un sistema que advierta oportunamente la presencia de burbujas en los precios de la vivienda en Colombia, se propone la implementación del enfoque propuesto por Frances (2014).

Se parte de una serie de precios observada corregida por inflación. Se supone que sigue un proceso estocástico no estacionario, lo cual implica que sigue una caminata aleatoria. La serie es por lo menos integrada de orden 1.

El precio P_t puede ser representado por el siguiente modelo Auto Regresivo de orden 1,

$$P_t = \phi_1 P_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

donde ε_t es un ruido blanco gaussiano y ϕ_1 es un parámetro constante que relaciona P_t con P_{t-1} . Para que la serie sea estacionaria, se debe cumplir que $|\phi_1| < 1$.

Usando el operador de rezagos L , la velocidad de crecimiento del precio está representada por la primera diferencia de P_t , mientras que la aceleración esta representada por la segunda diferencia. En términos del operador de rezagos L , la velocidad se puede representar por $(1-L)P_t$ y la aceleración por $(1-L)^2 P_t$. La formación de una burbuja en una serie de tiempo se evidencia cuando en algún periodo los valores de la velocidad y la aceleración de P_t son simultáneamente positivos. Luego de cierto intervalo de tiempo, se produce el colapso de P_t . La relación entre la velocidad y la aceleración de una serie explosiva puede ser representada mediante la simulación de un modelo AR(1) con parámetro $|\theta_1| < 1$, y representado en un gráfico de dispersión, como en la figura 4.

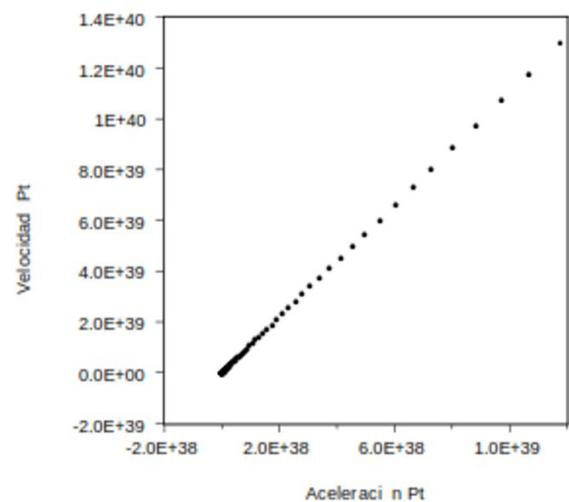


Figura 4. Velocidad vs. Aceleración de Pt

Fuente: elaboración propia

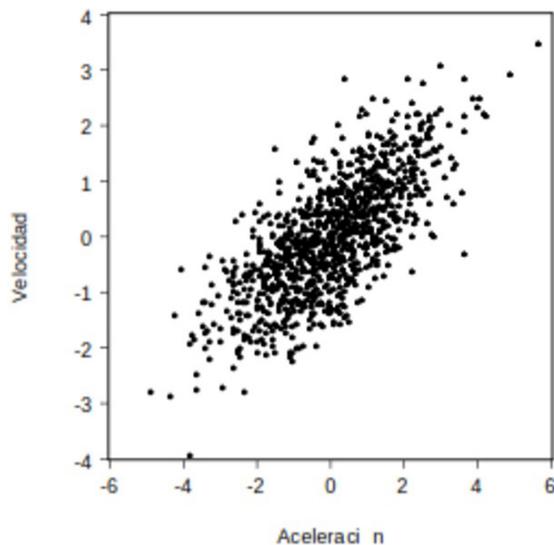


Figura 5. Velocidad vs. Aceleración con modelo AR(1)
Fuente: elaboración propia

La figura 4 muestra que para un AR(1) explosivo, la dispersión es menor al inicio y aumenta conforme transcurre el tiempo. La figura 5 representa la dispersión de la velocidad contra la aceleración de un proceso AR(1) estacionario ($|\theta_1| < 1$). En este caso, no se observa el desbalance en el gráfico de dispersión que se aprecia en el modelo explosivo. Esto indica que una serie de tiempo estacionaria no presenta desbalances entre la velocidad y la aceleración. Un proceso AR(1) estacionario es equivalente a un proceso estocástico de reversión a la media. Por lo tanto, una serie de precios que no presente reversión a la media, no tiene una relación estable entre su velocidad y su aceleración. Sea

$$(1 - L)P_t = \beta(1 - L)^2 P_t + a_t \quad (3)$$

un modelo de regresión lineal entre la velocidad y la aceleración de P_t , donde a_t es una variable ruido blanco gaussiano y β es el parámetro que mide la relación entre la velocidad y la aceleración de P_t .

El valor esperado de la velocidad $(1-L) P_t$ condicionado a la aceleración $(1-L)^2 P_t$ está dado por

$$E[(1 - L)P_t] = \beta(1 - L)^2 P_t \quad (4)$$

Suponiendo que P_t sigue un proceso AR(1) estacionario como el de la ecuación 2, este puede ser expresado en términos de un modelo de medias móviles de orden infinito, como en la ecuación 5.

$$P_t = \sum_{j=0}^{\infty} \phi_1^j \varepsilon_{t-j} \quad |\phi_1| < 1 \quad (5)$$

De esta forma, la ecuación 4 puede ser escrita como

$$E\left[(1 - L) \sum_{j=0}^{\infty} \phi_1^j L^j \varepsilon_{t-j}\right] = \beta(1 - L)^2 \sum_{j=0}^{\infty} \phi_1^j L^j \varepsilon_t$$

Cancelando los términos semejantes del polinomio de rezagos

$$E[(1 - L)\varepsilon_t] = \beta(1 - L)^2 \varepsilon_t$$

El estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) de β es

$$\beta = \frac{E[(1 - L)\varepsilon_t(1 - L)^2 \varepsilon_t]}{E[(1 - L)^2 \varepsilon_t^2]} \quad (6)$$

Si P_t es estacionario, $\beta = 0,5$ y $a_t = 0,5(1 - L^2)P_t$.

Luego, si la serie es una serie de tiempo estacionaria, entonces la velocidad y la aceleración están balanceadas. La figura 6 presenta la serie $(1 - L^2)P_t$ para un proceso AR(1) con parámetro $\theta_1 \geq 1$ (no estacionario), mientras que la figura 7 presenta la serie $(1 - L^2)P_t$ para un proceso AR(1) estacionario. La variable $(1 - L^2)P_t$ generada por un proceso AR(1) estacionario es estacionaria.

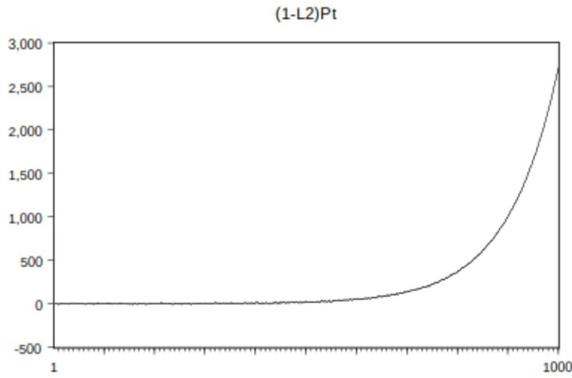


Figura 6. Serie rezagada para un AR(1) con burbujas.
Fuente: elaboración propia

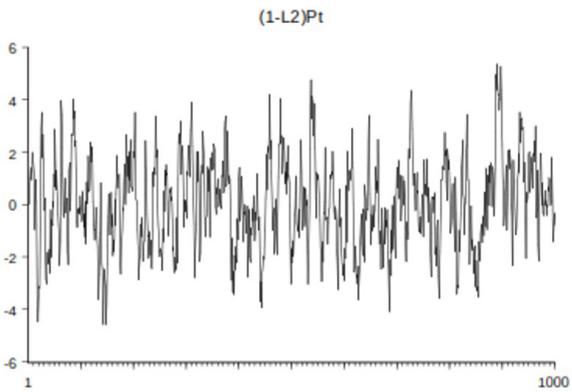


Figura 7. Serie rezagada para un AR(1) con ruido.
Fuente: elaboración propia

Como $(1-L^2)P_t$ es estacionaria cuando P_t no presenta burbujas, se puede aplicar una prueba para detectar la presencia de burbujas en P_t basada en la estimación de los residuos recursivos pronosticados un paso adelante, que se obtienen de la regresión de $(1-L^2)P_t$ sobre un intercepto α .

Los α_{t-1} residuos recursivos se obtienen a partir de una estimación recursiva de los parámetros de regresión. Este tipo de prueba es utilizada para medir la estabilidad de los parámetros de una regresión lineal clásica basada en MCO (Heij, de Boer, Frances, Kloek y Dijk, 2004). Para este caso, $E_{t-1}[(1-L^2)P_t] = \alpha_{t-1}$, donde E_{t-1} es el operador esperanza en el periodo t-1 y el intercepto estimado con información hasta t-1.

$$(1 - L^2)P_t - \alpha_{t-1} = f_t \quad (7)$$

La ecuación 7 corresponde a la estimación del error pronosticado para t.

Los residuos recursivos R_t se estiman dividiendo f_t entre la raíz de la varianza pronosticada v_t , (ver Heij et al., 2004).

$$R_t = \frac{f_t}{\sqrt{v_t}} \sim N(0, \sigma^2) iid \quad (8)$$

La expresión 8 se utiliza para estimar la probabilidad de ocurrencia de . Si los parámetros de la regresión están variando, esto se refleja en una serie relativamente larga y autocorrelacionada de residuales recursivos.

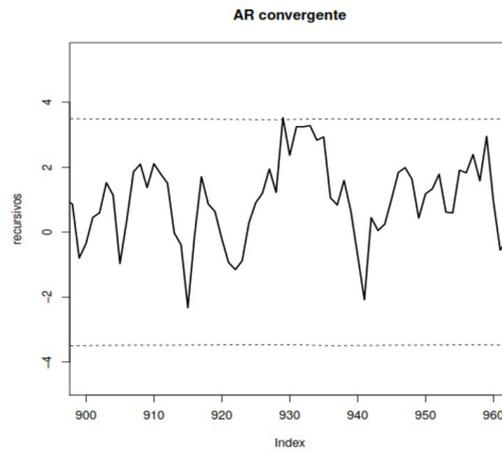


Figura 8. Proceso AR(1) simulado estacionario.
Fuente: elaboración propia

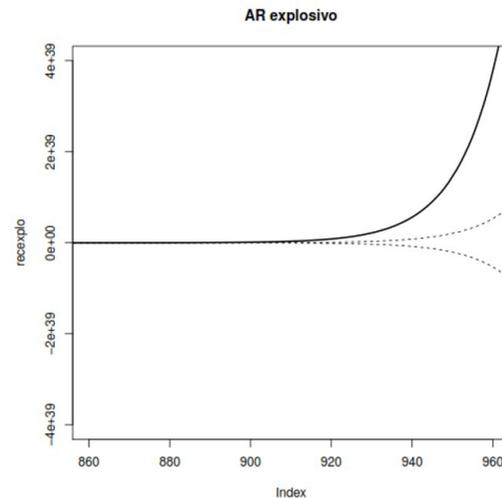


Figura 9. Proceso AR(1) simulado no estacionario.
Fuente: elaboración propia

En las figuras 8 y 9 se presenta la gráfica de residuos recursivos con un intervalo de confianza de ± 2 desviaciones estándar v_r y la probabilidad de cada R_r bajo el supuesto de la expresión 8. La figura 8 se deriva de un proceso simulado AR(1) estacionario con parámetro $|\theta_1| < 1$, mientras que 9 se deriva de un proceso simulado AR(1) no estacionario con parámetro $|\theta_1| > 1$. Se observa que los residuos recursivos generados por el proceso AR(1) estacionario son estables dentro del intervalo de confianza, mientras que los residuos recursivos del proceso no estacionario explotan fuera del intervalo de confianza, lo que indica el desbalance existente entre la velocidad y la aceleración de la serie.

Resultados

Se aplica la metodología propuesta por Frances (2014) a los índices de precios de la vivienda usada IPVU reales, publicados por el Banco de la República, que utiliza la metodología WRS para su cálculo, ya que la metodología utilizada por el DANE para calcular el IPVN pueden presentar dificultades para medir la apreciación sistemática de la vivienda (Case y Shiller, 1987). La figura 10 muestra la prueba de residuos recursivos para IPVU nacional agregado medido en frecuencia trimestral.

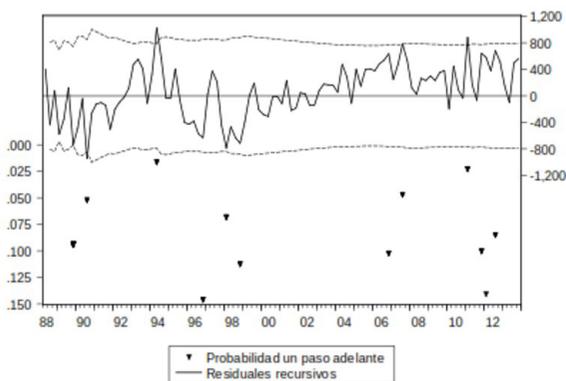


Figura 10. Prueba de residuos recursivos para IPVU agregado nacional

Fuente: elaboración propia

En general, los residuos recursivos de la figura 10 han estado estables dentro del intervalo de confianza. Solo tres residuos tienen una probabilidad menor del 5% de un total de 104. Además, el desbalance no persiste.

En la figura 11 se presenta el IPVU agregado nacional con frecuencia anual. En este caso, la serie se encuentra dentro de las bandas de confianza para todo el periodo analizado.

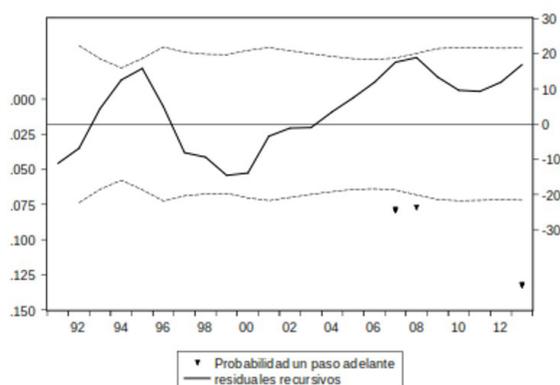


Figura 11. IPVU agregado nacional con frecuencia anual

Fuente: elaboración propia

Para el análisis desagregado por ciudades y por VIS y no VIS del IPVU, se utilizan las series anuales, ya que esta es la frecuencia con que se publican.

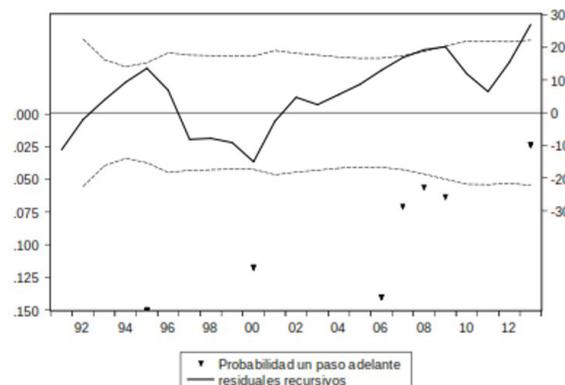


Figura 12. Bogotá

Fuente: elaboración propia

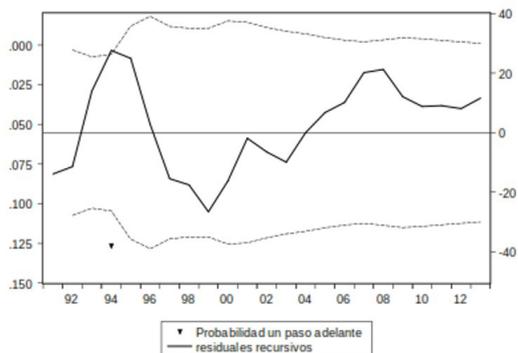


Figura 13. Medellín
Fuente: elaboración propia

Las figuras 12 a la 15 presentan la prueba de residuos recursivos por ciudades. En general, los precios de la vivienda han estado estables y no hay evidencia de presencia de burbujas. La figura 9, correspondiente al IPVU de Bogotá, presenta un residual recursivo por fuera del intervalo de confianza para el 2013, con una probabilidad del 2,35%.

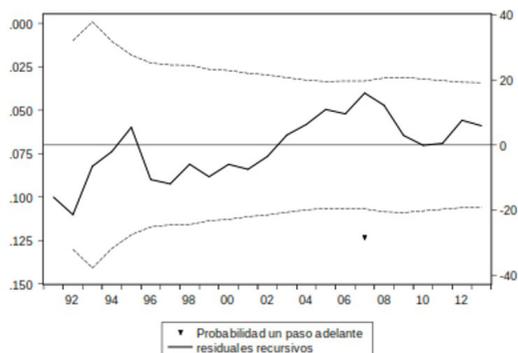


Figura 14. Cali
Fuente: elaboración propia

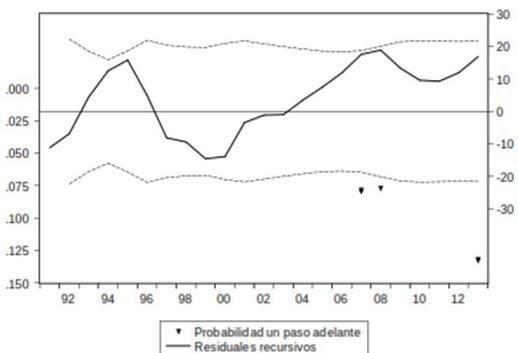


Figura 15. Otras ciudades
Fuente: elaboración propia

Las figuras 16 y 17 presentan la gráfica de residuos recursivos del IPVU clasificado por VIS y no VIS. El IPVU VIS presenta tres residuales recursivos por fuera del intervalo de confianza

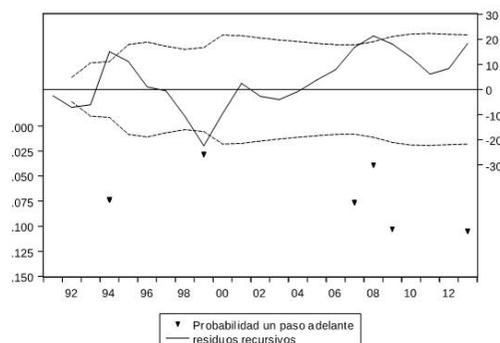


Figura 16. VIS
Fuente: elaboración propia

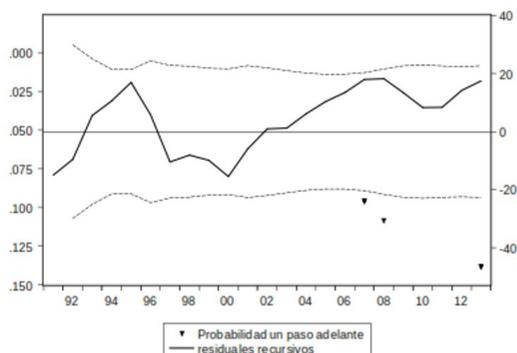


Figura 17. No VIS
Fuente: elaboración propia

Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo explora diferentes metodologías que pretenden detectar la presencia de burbujas en el mercado de vivienda colombiano. Se encuentra que las aplicaciones de metodologías basadas en los fundamentales de los precios de la vivienda en Colombia se dificultan, debido a la limitación para acceder a la información correspondiente a todo el territorio nacional, como el caso del precio del suelo. Se conoce que la información de precios y costos se encuentra en manos de empresas privadas, lo cual es una limitante para poner

en control la evolución de los precios de la vivienda en el territorio nacional. Otras metodologías, como el modelo JLS y LPPL, requieren de algoritmos complejos de estimación.

El método propuesto por Frances (2014) no requiere de los fundamentales de los precios ni de métodos de estimación complejos, ya que está basado en pruebas econométricas sobre series de tiempo que pueden ser implementadas fácilmente en diferentes programas computacionales estadísticos.

En general, Cali es la ciudad con los niveles más bajos en el Índice de Precios de Vivienda Usada (IPVU), mientras que Medellín ha sido la ciudad con los niveles más altos; aunque para el 2013, los niveles de precio están ligeramente por encima de su máximo histórico en 1995. Para el 2012 y 2013, Bogotá es la ciudad que presenta los índices de precios de vivienda más altos, y supera a los de otras ciudades en el 2013.

El IPVU para la Vivienda de Interés Social (VIS) estuvo sistemáticamente por encima de la vivienda no destinada a interés social; pero desde el 2011, el IPVU no VIS supera sistemáticamente al IPVU VIS.

Las pruebas para detectar burbujas en los índices IPVU muestran que los precios de la vivienda en Colombia han sido estables, con excepción de algunos periodos atípicos no persistentes. Cali es la ciudad con IPVU más estable y, en general, el IPVU no VIS es más estable que el IPVU VIS. Para el último periodo observado del IPVU anual (año 2013) de Bogotá, se observa que el residual recursivo está por fuera del intervalo de confianza, que en el caso de persistir para el 2014, podría indicar la formación de una burbuja en dicho índice.

En cuanto a trabajos futuros, se plantea la necesidad de incluir variables determinantes de los

precios de la vivienda para continuar evaluando y monitoreando la formación de burbujas, y de hacer pronósticos de los precios de manera regular, con el fin de tener referentes de los precios que deberían ofertarse y demandarse en el mercado de bienes inmuebles. El enfoque de regresión con variables exógenas y series de tiempo continúa siendo una metodología aplicable debido a la naturaleza de la serie de precios, y, de igual manera, se recomienda el uso técnicas analíticas (Goodfellow, Bengio y Courville, 2016), como *Deep Learning* y aprendizaje estadístico.

La metodología utilizada para la detección de burbujas en mercados de vivienda puede ser utilizada para otros tipos de mercados

Referencias

Abildgren, K., Hansen, N. L., y Kuchler, A. (2018). Overoptimism and house price bubbles. *Journal of Macroeconomics*, 56, 1-14.

Caicedo, S., Morales, M., y Pérez, D. (2010). *Reporte de estabilidad Financiera 51. Un análisis de sobrevaloración en el mercado de la vivienda en Colombia*. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/Tema4_sept.pdf

Case, K., y Shiller, R. (1987). Prices of single family homes since 1970: New indexes for four cities. *New England Economic Review*, Sep, 1-51.

Christopher, C., Dell'Ariccia, G., Igan, D., y Paul, R. (2013). How to deal with real estate booms: Lessons from country experiences. *Journal of Financial Stability*, (9), 300-319.

Clavijo, S., Cuéllar, E., y Beltrán, D. (2017). Los precios de la vivienda en Colombia (2005-2017). *RASEC reporte sector construcción N.º 191*. Recuperado de <http://anif.co/sites/default/files/publicaciones/private/restricted/2017/12/rasec191.pdf>

- Filimonov, V., y Sornette, D. (2011). *A stable and robust calibration scheme of the log-periodic power law model*. Zürich: ETH Risk Center.
- Frances, P. H. (2014). A simple test for a bubble based on growth and acceleration. *Computational Statistics & Data Analysis*, 100, 160-169.
- Glaeser, E. L., y Nathanson, C. G. (2017). An extrapolative model of house price dynamics. *Journal of Financial Economics*, 126(1), 147-170.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., y Courville, A. (2016). *Deep learning, volume 1*. Cambridge: MIT press.
- Heij, C., de Boer, P., Frances, P., Kloek, T., y Dijk, H. (2004). *Econometric Methods with Applications in Business and Economics*. Nueva York: Oxford University Press.
- Jacobsson, E. (2009). *How to predict crashes in financial markets with the Log-Periodic Power Law*. Recuperado de <https://www2.math.su.se/mats-tat/reports/serieb/2009/rep7/report.pdf>
- Jarrow, R., Kchia, Y., y Protter, P. (2011). How to detect an asset bubble. *SIAM Journal on Financial Mathematics*, 2(1), 839-865.
- Johansen, A., Ledoit, O., y Sornette, D. (2000). Crashes as Critical Points. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 3(1) 219-255.
- Jiang, Z. Q., Zhou, W. X., Sornette, D., Woodward, R., Bastiensen, K., y Cauwels, P. (2009). Bubble Diagnosis and Prediction of the 2005-2007 and 2008-2009. Chinese stock market bubbles. *Journal of Economic Behaviour & Organization*, 74(3), 149-162.
- Johansen, A., y Sornette, D. (2008). *Log-periodic power law bubbles in Latin-American and Asian markets and correlated anti-bubbles in Western stock markets: An empirical study*. Los Angeles: Universidad de California.
- Salazar, N., Steiner, R., Becerra, A., y Ramírez, J. (2012). *¿Qué tan desalineados están los precios de la vivienda en Colombia?* Bogotá: Fedesarrollo.
- Shiller, R., y Case, K. (2004). Is There a Bubble in the Housing Market? *Brookings Papers on Economic Activity*, 2003(2), 299-342.
- Sornette, D. (2003). *Why Stock Markets Crash*. Nueva Jersey: Princeton University Press.