



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Análisis de los posibles determinantes del índice de cartera improductiva de la Vivienda Mayor a VIS en Colombia para el período 2013-2017.**

**Edwin Armando Luis Torres**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá, Colombia

2018



**Análisis de los posibles determinantes del índice de cartera improductiva de la Vivienda Mayor a VIS en Colombia para el período 2013-2017.**

Edwin Armando Luis Torres

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Magister en Contabilidad y Finanzas**

Director:

Oscar Andrés Espinosa Acuña, M.Sc., *Citizen Data Scientist*.

Codirector:

Héctor William Cárdenas Mahecha, M.Sc.

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Maestría en Contabilidad y Finanzas – Profundización Finanzas

Bogotá – Colombia

2018



*A mi madre y mi hermano que siempre han sido  
mi apoyo y mi fuerza.*

*“La preocupación por el hombre y su destino  
siempre debe ser el interés primordial de todo  
esfuerzo técnico. Nunca olvides esto entre tus  
diagramas y ecuaciones”*

*Albert Einstein*



## **Agradecimientos**

Quiero dar un agradecimiento especial al profesor Oscar Andrés Espinosa, por su colaboración y exigencia en el desarrollo de este trabajo y por su dedicación en el proceso de estructuración del mismo, pues sus valiosas explicaciones y consejos fueron de gran utilidad para dar vida y culminar este trabajo.

A la Universidad Nacional de Colombia, por todas las oportunidades que me ha dado, pues me acogió desde que era un adolescente y transformó mi vida, y a través de sus aulas me ofreció conocimiento, sabiduría y aportó los valores que han hecho de mí una gran persona y una gran profesional, me enorgullece ser egresado de tan importante institución que prácticamente es mi segundo hogar.

A los profesores Héctor William Cárdenas y Raúl Andrés Ávila, por sus valiosos comentarios y recomendaciones acerca de este trabajo.

A las personas que con su amistad y consejo me han motivado a continuar con el aprendizaje.

A Cindy, Dante, Molly y Lucas por ofrecerme su cariño y llenar de alegría cada una de las etapas de mi vida, y en particular en lo que tomó pensar y elaborar este trabajo.

Finalmente, al lector, quien se toma el tiempo de leer esta investigación.





## **Resumen**

Este estudio presenta los resultados de una investigación acerca de los posibles determinantes macroeconómicos en la morosidad de la cartera de vivienda mayor a VIS en Colombia, para el periodo comprendido entre 2013 y 2017. Aplicando la metodología estadística de vectores autorregresivos (VAR) -utilizada comúnmente en este tipo de análisis-, se infiere que variables como el desempleo, la inflación, el indicador de seguimiento de la economía, los precios de la vivienda nueva y la tasa de interés de intervención de la Banca Central, son relevantes al momento de predecir y analizar evolución temporal de la calidad de la cartera de vivienda mayor a VIS.

**Palabras Clave:** crédito hipotecario, modelo VAR, calidad de cartera, riesgo de crédito.

**Clasificación JEL:** C32, C51, E20, G21.

## **Abstract**

This study presents the results of a research about the possible macroeconomics determinants in the delinquency of the mortgage loan portfolio greater than social interest housing in Colombia, for the period between 2013 and 2017. Applying the statistical methodology of vector autoregression (VAR) - most commonly used in this kind of analysis - it can be inferred that variables as unemployed rate, inflation, the economy tracking indicator, new house prices and Central Bank intervention interest rate, are relevant at the moment of making a prediction and analysis about the temporal evolution of the mortgage loan portfolio quality greater than social interest housing.

**Keywords:** mortgage loan, VAR model, non-performing loans, credit risk.

**Classification JEL:** C32, C51, E20, G21.

## Contenido

1. Introducción.....	13
2. Revisión de literatura.....	16
2.1 Estrategia de búsqueda.....	16
2.2 Análisis de textos identificados y seleccionados.....	18
3. Contexto del problema.....	25
4. Datos y estacionariedad.....	29
4.1 Revisión de estacionariedad.....	35
5. Metodología estadística.....	36
6. Estimación del modelo.....	40
7. Resultados del modelo.....	42
7.1 Análisis impulso-respuesta.....	43
7.2 Análisis causalidad en sentido de Granger.....	47
7.3 Análisis descomposición de varianza.....	48
8. Conclusiones.....	51
9. Recomendaciones y señales de alerta.....	53
Anexo: Resultados del análisis de descomposición de varianza para el modelo VAR(2) estimado.....	55
Bibliografía.....	56



## 1. Introducción

Las entidades financieras siempre estarán expuestas a diferentes tipos de riesgo, entre los que se puede mencionar el riesgo operacional, de mercado, de liquidez, legal, reputacional, y especialmente el de crédito<sup>1</sup>, que es quizás el principal riesgo al que se pueden enfrentar las entidades financieras que tienen como negocio central la captación y colocación de recursos monetarios.

Luego de las lecciones dejadas por la crisis financiera internacional de 2008, donde se hicieron evidentes grandes fallos de regulación y control de la expansión crediticia -haciendo evidente la fragilidad que puede presentar la economía y el sistema financiero ante situaciones adversas-, han tomado especial importancia los análisis sobre riesgo de crédito, a partir de los determinantes de la morosidad de la cartera mediante los índices<sup>2</sup> de calidad, vistos como termómetro del comportamiento y evolución de este tipo de riesgo en los portafolios crediticios.

Siguiendo a Kroszner (2012), la cartera en mora está estrechamente relacionada con el surgimiento de crisis financieras, razón por la que es necesario conocer el comportamiento de los determinantes y el impacto que pueden llegar a tener en un portafolio crediticio a través de la morosidad. De esta manera, se lograría obtener conocimiento valioso anticipadamente,

---

<sup>1</sup> El riesgo de crédito, de acuerdo con la definición que ofrece la Circular Básica Contable y Financiera 100 de 1995 de la Superintendencia Financiera de Colombia -SFC-, se considera como la posibilidad de que una entidad incurra en pérdidas y se disminuya el valor de sus activos, como consecuencia de que un deudor o contraparte incumpla sus obligaciones.

<sup>2</sup> Los índices más utilizados de acuerdo con la literatura del riesgo de crédito y la gestión que realizan las entidades financieras, son los índices de cartera vencida y cartera improductiva.

que permitiría minimizar, prevenir y/o generar alertas sobre los efectos desfavorables que pueden llegar a derivarse de la evolución negativa de la cartera improductiva<sup>3</sup>.

Posterior a la crisis de 2008, surgieron una serie de recomendaciones en el Comité de Basilea que se agruparon dentro de lo que se conoce como Basilea III; este conjunto de directrices se formularon en el año 2010, y su aplicación fue puesta en consideración de los diferentes países y del sector financiero a nivel mundial, con el fin de fortalecer la gestión del riesgo. Dichas recomendaciones tienen como finalidad, contribuir a mitigar el efecto que tienen las entidades financieras en el desarrollo de las crisis, debido a la estrecha relación que mantienen con el sector real debido a su labor de intermediación crediticia (Díaz, 2009).

En la literatura internacional sobre riesgo de crédito y análisis de morosidad, existen muchos estudios que se han enfocado en analizar la dinámica de la morosidad de la cartera total, de consumo y comercial, no obstante, las investigaciones que analizan el comportamiento de la cartera hipotecaria son escasos, a pesar de que ésta ha jugado un papel preponderante en el surgimiento de algunas crisis financieras.

La economía colombiana experimentó dos crisis financieras<sup>4</sup> sistémicas a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, que tuvieron en común condiciones macroeconómicas que favorecieron la expansión de la cartera del sistema financiero y el surgimiento de burbujas en los precios de los activos. En ambos momentos, existieron varias situaciones en común, como lo fueron el aumento de los precios de los activos y el crecimiento excesivo del crédito (Reinhart y Reinhart, 2009).

---

<sup>3</sup> De acuerdo con la Circular Básica Contable y Financiera 100 de 1995 de la SFC, en su Capítulo II, se entiende por cartera improductiva para la modalidad hipotecaria, aquella cartera cuya mora es mayor o igual a 180 días.

<sup>4</sup> La primera fue la crisis de los años 80 que estuvo relacionada con la caída de los precios del café, y la segunda fue a finales de los 90, que tuvo como actor principal, la banca nacional (Junguito, 2017).

A su vez, la crisis financiera internacional de 2008 también permitió identificar como detonantes, comportamientos similares a los anteriormente descritos, en donde las falencias en términos de regulación y políticas de crédito laxas, permitieron una acelerada expansión del crédito hipotecario. Al respecto, Vives (2010, p. 4) escribe lo siguiente,

Toda una cadena de incentivos alineado incorrectamente lleva a la catástrofe. Las agencias públicas en Estados Unidos impulsan las hipotecas *subprime* para que se concedan a familias con pocas posibilidades de devolver el préstamo; agencias de calificación más favorables a los productos más arriesgados, y la compensación cortoplacista de los gestores financieros induce a la toma de riesgos excesivos.

Aunque en Colombia no se ha desatado una crisis de tal estilo, si resulta ser de vital importancia el analizar y conocer las posibles interrelaciones entre diferentes variables de interés de la política macroeconómica colombiana y la calidad de la cartera hipotecaria del país, conociendo *ex-ante* la gran influencia que tiene como canal de transmisión el sector vivienda. Dado este contexto, el principal objetivo de este trabajo, consiste en identificar desde un enfoque financiero-cuantitativo, el comportamiento y las posibles interrelaciones entre el índice de cartera improductiva del portafolio de vivienda mayor a vivienda de interés social (VIS) y variables macroeconómicas-financieras -relevantes para Colombia-, a fin de establecer señales de alerta para este tipo de cartera.

Este portafolio está constituido por las viviendas o inmuebles denominados de alto costo; en términos monetarios el grupo de vivienda mayor a VIS representa alrededor del 70% de los desembolsos hipotecarios, y en comparación con la vivienda de interés social (VIS), este segmento no cuenta con un amplio conjunto de políticas que busquen subsidiar su adquisición a través del otorgamiento de auxilios monetarios y cobertura de tasa. Adicionalmente, aquel tipo de vivienda no contempla intervenciones que garanticen precios no-incrementables de

manera libre (Hernández y Piraquive, 2014), por lo que hacen de este, un portafolio altamente expuesto al riesgo de crédito. De allí, la importancia de analizarlo en este documento.

Este documento se encuentra conformado por nueve secciones, siendo la primera de ellas esta introducción. En el segundo y tercer aparte se presenta la revisión de literatura y el contexto de la problemática abordada. Seguido de ello, en la cuarta, quinta y sexta sección se presentan los datos, la metodología estadística y la estimación del modelo, respectivamente. En el séptimo y octavo aparte, se exponen los resultados del modelo y las conclusiones, terminando finalmente con una novena sección, donde se dan algunas recomendaciones y señales de alerta.

## **2. Revisión de literatura**

### **2.1 Estrategia de búsqueda**

A través del Sistema Nacional de Bibliotecas (Sinab) de la Universidad Nacional de Colombia, se consultaron los repositorios multidisciplinares Econlit, Jstor, Science Direct, Scopus, Scielo y Econpapers. Una vez definidas las bases de datos, se construyó la estrategia de búsqueda: análisis y selección de los términos esenciales y más significativos; búsqueda de sinónimos y equivalentes en el idioma inglés para cada término; establecimiento de las relaciones entre términos usando los operadores booleanos y de truncamiento que admitieran los motores de búsqueda. Así, se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Que el artículo estudiará a profundidad el riesgo crediticio hipotecario y sus posibles impactos macroeconómicos.



- Que el estudio se realizará bajo un enfoque de economía y/o finanzas (preferiblemente con aplicaciones desde un enfoque cuantitativo).
- Que el análisis no fuera exclusivamente historicista.

No se consideró necesario realizar filtros relacionados con fecha de publicación, idioma o calidad de las fuentes de información utilizadas. Trabajos que no cumplieran los criterios anteriores fueron excluidos. Los protocolos de búsqueda se relacionan en el Cuadro 1.

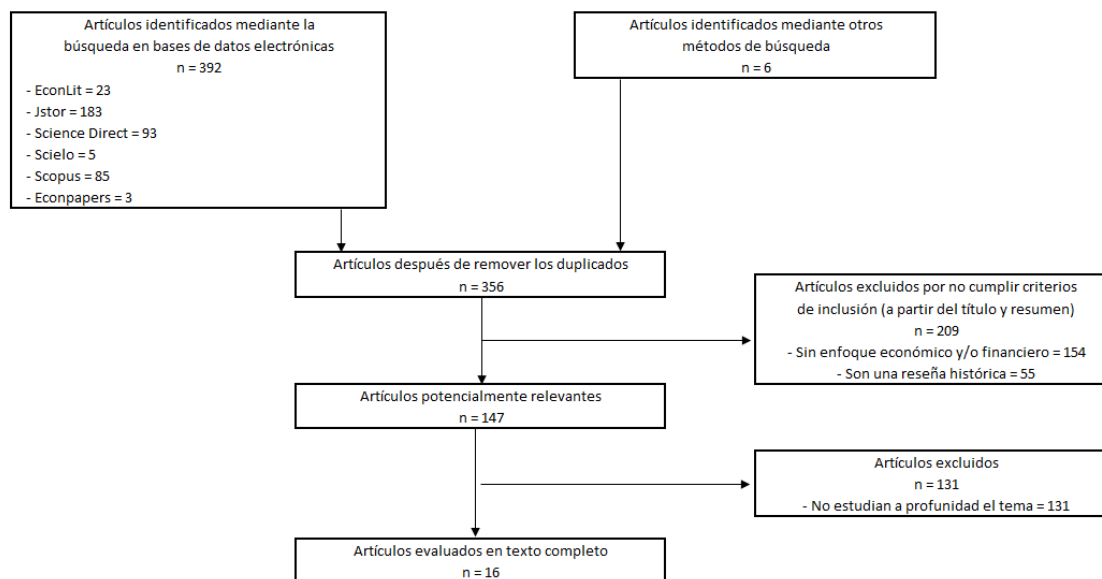
**Cuadro 1.** Protocolo de la revisión de la literatura.

<b>Tipo de búsqueda</b>	Novo
<b>Bases de datos</b>	EconLit, Jstor, Science Direct, Scielo, Scopus, Econpapers
<b>Fecha de búsqueda</b>	05/03/2018 al 05/06/2018
<b>Rango de fecha de búsqueda</b>	N/A
<b>Restricciones de lenguaje</b>	N/A
<b>Otros límites</b>	N/A
<b>Estrategia de búsqueda (resultados)</b>	Diferentes combinaciones entre “ <i>mortgage loan</i> ”, “ <i>economic impact</i> ”, “ <i>credit risk</i> ”, “ <i>default</i> ”.
<b>Referencias identificadas</b>	392
<b>Referencias sin duplicados</b>	356

**Fuente:** elaboración propia.

En total, las búsquedas arrojaron 392 artículos, de los cuales se encontraron 36 duplicados, por lo que solo se revisaron el título y resumen de 356 textos. De estos se excluyeron 209 artículos ya que no cumplían con los criterios predefinidos. Adicionalmente, se identificaron 6 artículos que podían aportar al estudio mediante otro tipo de búsqueda (repositorios institucionales de las Universidades del Valle, de Antioquia y EAFIT, y Google Scholar). De 147 artículos potencialmente relevantes, se incluyeron para la lectura en texto completo 16 artículos, los cuáles se incluyeron en el análisis que sigue (ver Figura 1).

**Figura 1.** Diagrama de flujo de la búsqueda, tamización y selección de artículos.



**Fuente:** elaboración propia.

## 2.2 Análisis de textos identificados y seleccionados

El estudio de morosidad y el comportamiento de los indicadores que permiten analizar y monitorear este fenómeno, ha despertado el interés de muchos autores, particularmente luego de las lecciones dejadas por las crisis financieras a nivel mundial. Por ello, los investigadores han prestado especial atención al portafolio hipotecario, con el objetivo de analizar su comportamiento y establecer cuáles podrían ser sus posibles determinantes macroeconómicos o microeconómicos que permitan analizar su comportamiento, a fin de brindar alternativas y estrategias para su gestión, que permitan evitar que su deterioro incida negativamente sobre las condiciones económicas en un periodo de tiempo determinado.

Ejemplo de esto, es el estudio de Baena et al. (2015), en el cual analizan el impacto de variables macroeconómicas como la inflación, la tasa de intervención del Banco de la República, el producto interno bruto (PIB), el desempleo y la dinámica del mercado

hipotecario, sobre el índice de cartera vencida hipotecaria en Colombia. Haciendo uso de los modelos ARCH, para el periodo muestral 2006 -2014, llegan a la conclusión de que un deterioro en las condiciones macroeconómicas y en el índice de precios de la vivienda nueva, tiene un impacto negativo sobre el comportamiento del índice de cartera vencida hipotecaria.

Dentro de esta misma línea de análisis, se encuentra el trabajo de Carranza y Estrada (2007), quienes estudian el comportamiento de los incumplimientos de los créditos hipotecarios en Colombia utilizando una muestra de 15000 hipotecas entre 1997 y 2004, calculando la probabilidad de incumplimiento de estos créditos y realizando ejercicios de simulación para su análisis. Se concluye que las variaciones en los ingresos familiares o de los individuos no es un determinante en el incumplimiento de las hipotecas, encontrando que este, si se ve impulsado por el comportamiento de los precios de la vivienda y el aumento en el tamaño de los saldos de las hipotecas.

También para Colombia, el trabajo de Giraldo (2010) analiza, la relación causal entre la cartera de las entidades financieras y la cartera vencida del sistema financiero. El autor a partir de la estimación de vectores autorregresivos con datos de 1995 a 2009, concluye que existe evidencia de causalidad bidireccional (en sentido de Granger) entre el crecimiento de la cartera y su calidad futura, así como una significativa sensibilidad de la cartera vencida ante choques que afecten la cartera total del sistema. Encontrado esto, el trabajo sugiere mayor diligencia en la aplicación de herramientas que permitan reconocer alertas tempranas para la calidad de la cartera, con el fin de realizar monitoreo a las entidades financieras.

El último análisis nacional encontrado fue el Rueda y Vásquez (2008), quienes buscan determinar la relación de largo plazo y los efectos, de las tasas de interés, los precios de la vivienda nueva y la tasa de desempleo sobre los índices de mora para las carteras de consumo,

comercial e hipotecaria en Colombia. Para realizar su estudio, estiman un modelo de vectores de corrección de error, para el intervalo temporal 1997-2007. Como resultado, obtienen que la cartera hipotecaria, tiene una mayor sensibilidad ante situaciones adversas macroeconómicas, lo que genera en el agregado una disminución de la rentabilidad percibida por las instituciones financieras.

A nivel internacional, continuando con esta línea de investigación referente al análisis de la morosidad relacionada con el desempeño macroeconómico, se encuentra el trabajo de Marcucci & Quagliariello (2008), en el cual, a través del uso de un modelo de vectores autorregresivos (VAR), se analiza la relación del ciclo económico sobre las tasas de incumplimiento en Italia, para el periodo 1990-2004. Los autores demuestran que las tasas de incumplimiento siguen un patrón cíclico, por lo que la morosidad disminuye cuando las condiciones macroeconómicas son favorables y aumenta en los momentos de recesión.

Aplicando la misma metodología estadística, Barajas et al. (2008) analizan el comportamiento de algunos indicadores de los bancos en Chile ante choques macroeconómicos para el periodo 1989-2006, mediante la estimación de funciones de impulso-respuesta. Se concluye la existencia de un comportamiento contra cíclico del índice de préstamos no productivos de consumo, indicando que el desempeño macroeconómico incide significativamente en el comportamiento de la morosidad de la cartera de consumo.

Correa et al. (2011), para el caso de Brasil, utilizan un modelo VAR para analizar la relación del ciclo económico y el incumplimiento crediticio en el periodo 2003-2008. A través de esto, determinan que la tasa de desempleo tiene un efecto negativo sobre la morosidad y muestran evidencia que relaciona de forma significativa el incumplimiento crediticio con el ciclo económico.

Por su parte, el estudio de Díaz (2009) tiene como objetivo identificar las variables macroeconómicas que influyen en el comportamiento de la morosidad del sistema financiero boliviano, por lo que estima sistemas de datos panel, con el propósito de construir un modelo de riesgo de crédito para el periodo 2001 - 2008. Del análisis realizado, concluye que la morosidad tiene un comportamiento contra-cíclico, razón por la cual el crecimiento económico y las variables macro son importantes para realizar el análisis de la morosidad, determinando que, en escenarios de estabilidad económica, se generan condiciones que aseguran bajos niveles de morosidad.

En la misma línea de investigación, el trabajo de Vera y Costa (2007) analizan el impacto de los componentes sistémicos de algunos agregados macroeconómicos sobre el comportamiento de la morosidad de la cartera en Venezuela. A través de la aplicación de un modelo autorregresivo de rezagos distribuidos, para el periodo 1992 - 2004, los autores demuestran la importancia de los agregados en la estimación y en la predicción de la calidad de la cartera de los bancos en Venezuela, con el propósito de facilitar la constitución de provisiones, facilitando la gestión de las entidades bancarias y de los reguladores.

Por la misma línea de interés, se encuentra el artículo de Aguilar, Camargo y Saravia (2004), que tiene por objetivo el identificar que variables afectan el nivel de morosidad del sistema bancario de Perú, evaluando el impacto de variables macroeconómicas y de gestión de cada entidad financiera. Para ello, estiman un modelo dinámico de datos panel para el periodo 1993 -2003. Este documento llega a dos conclusiones, la primera, demuestra que la morosidad de la cartera de este país latinoamericano está determinada por factores macroeconómicos (el PIB, la devaluación y la tasa activa en moneda extranjera) y

microeconómicos (las políticas de crédito de las entidades bancarias); y la segunda, establece que la relación de la calidad de la cartera y el ciclo económico es negativa.

En el caso de Ecuador, Martínez (2018) realiza un análisis del comportamiento de la cartera comercial para el sector bancario, utilizando para su análisis la metodología de vectores autorregresivos (VAR), así como un modelo autorregresivo de medias móviles (ARIMA) para el periodo 2007 – 2015. Al utilizar variables macroeconómicas e incorporar las provisiones y el riesgo país para evaluar su incidencia en el comportamiento de la morosidad, concluye que, ante cambios adversos de las condiciones macroeconómicas, la cartera presenta deterioro, afectando la rentabilidad de las instituciones financieras.

Siguiendo en el ámbito internacional, Liao y Chang (2010) realizan un análisis que tiene por objetivo identificar los determinantes económicos del impago (*default*) en los Estados Unidos y su impacto sobre el comportamiento de este. Para realizar su estudio se apoyan en un modelo de factor dinámico de no arbitraje, agrupando las variables utilizadas en tres grupos de factores: la actividad de la economía real, la inflación y el mercado de la vivienda. De su análisis, concluyen la importancia de cuantificar la relación entre los factores económicos, el riesgo de impago, la actividad de la economía real, la inflación y el mercado de la vivienda, a fin de prever crisis crediticias.

De otro lado, el estudio de Hoggarth et al. (2005) se propone realizar pruebas de stress macroeconómico al sistema bancario del Reino Unido, utilizando como metodología de análisis un modelo VAR para el periodo 1988-2004. Estos autores concluyen que existe una relación negativa entre el índice de mora y el producto económico, y que variables como la inflación y la tasa de interés afectan negativamente la evolución del indicador de mora;

evidenciando así, que condiciones macroeconómicas adversas, impactan el ingreso de los individuos con implicaciones sobre el comportamiento de la calidad de la cartera hipotecaria.

Otra investigación relevante, es la realizada por Alves (2004), quien analiza el nivel de riesgo medido a través del incumplimiento esperado para el sector bancario en la Unión Europea, observando la sensibilidad del incumplimiento en función de algunas de las condiciones macroeconómicas más importantes. Al construir un sistema VAR cointegrado, para el periodo de 1992-2004, se llega a la conclusión de que las variables relacionadas con las tasas de interés pueden afectar en gran medida los niveles de riesgo -los cuales experimentan una alta volatilidad-.

Continuando con estudios que analizan la morosidad, Wong et al. (2005) realiza un análisis riguroso para los portafolios de crédito en Hong Kong de los bancos minoristas, a través del uso de pruebas de estrés utilizando la metodología de regresión múltiple, para el periodo 1994-2006. Esto, con el fin de analizar las tasas de incumplimiento de préstamos en general y las exposiciones en créditos hipotecarios. El estudio concluye que las tasas de impago y en particular la hipotecaria está determinada por el PIB, las tasas de interés y el precio de los inmuebles; y que condiciones adversas sobre estas variables macro, impactan negativamente el comportamiento de las tasas de incumplimiento.

Asimismo, con el propósito tener un panorama más amplio para analizar la morosidad en el sector hipotecario, se examinaron documentos que abordaron la dinámica propia de este sector en el caso colombiano.

Desde este enfoque se encuentra el estudio realizado por Salazar et al. (2013), en el cual se analiza la dinámica del sector vivienda, a través del estudio del comportamiento de los

precios de la vivienda en el país. Los autores estiman modelos VAR para el periodo 1988 - 2011 y un modelo estructural de oferta y demanda de vivienda para el periodo 1997 - 2010. El estudio concluye que el precio de la vivienda es elevado, y se explica por sus determinantes fundamentales; sin embargo, al no incorporar el comportamiento del precio del suelo, los precios de la vivienda estarían por encima de las predicciones a partir de sus fundamentales.

Para finalizar, se cuenta con el trabajo de Hernández y Piraquive (2014), quienes a través de un análisis espectral para el periodo 1994 - 2013, evalúan la relación de la serie de precios de la vivienda con otras variables como la cartera hipotecaria, la tasa de interés y el PIB, estudiando como éstas explican la varianza de los precios de la vivienda y buscando identificar síntomas de burbuja hipotecaria. El artículo determina que existe evidencia para hablar de un posible síntoma de burbuja para el sector de viviendas de alto costo, pero a su vez, este comportamiento podría ser explicado por la dinámica propia de la economía.

Terminadas las referencias a los artículos identificados y seleccionados en esta revisión de literatura, se obtiene información importante sobre cómo abordar la problemática de interés para esta investigación. Se ve utilidad en la aplicación de un modelo de series de tiempo multivariadas, como la mejor aproximación del caso -lo que valida la elección de un proceso estocástico de vectores autorregresivos-, y se logra razonar rigurosamente sobre que variables a nivel macro se deberían incluir en tal análisis. Antes de iniciar con la explicación del abordaje metodológico, en la siguiente sección se presenta una contextualización del problema, mostrando el estado del país en este tópico para el periodo analizado.



### 3. Contexto del problema

A diciembre de 2017 el portafolio de vivienda mayor a VIS<sup>5</sup> representaba el 73.8% del total de desembolsos hipotecarios realizados por las entidades financieras colombianas; se espera que esta participación continúe aumentando, dadas las políticas estatales que buscan incentivar la demanda por este tipo de vivienda, con programas como el de subsidio a la tasa de interés Mi Casa Ya – No VIS<sup>6</sup>.

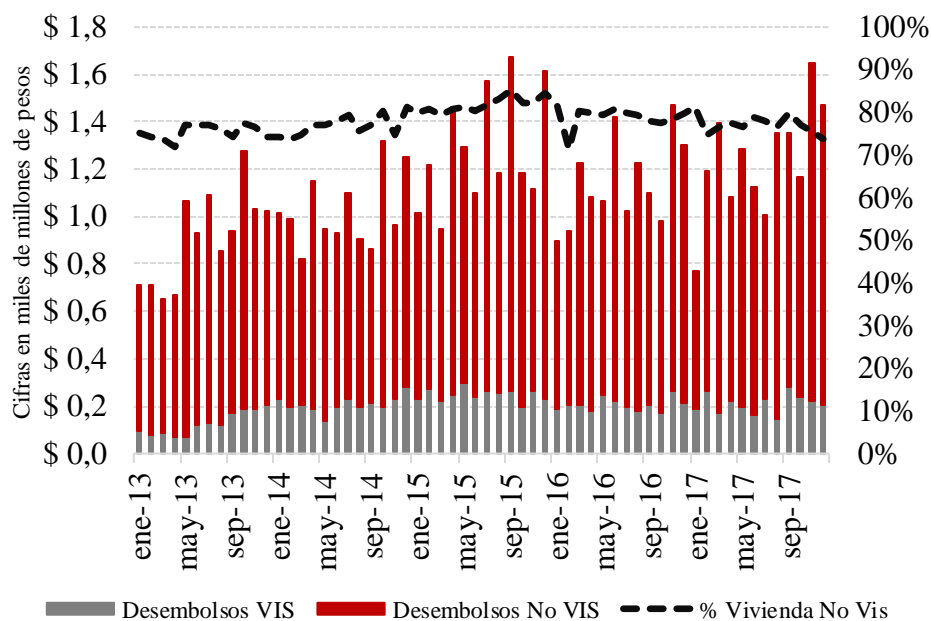
Esta situación, ha generado una evidente expansión de los desembolsos hipotecarios como se aprecia en la Figura 2, fenómeno que ante posibles cambios -desfavorables- en el ciclo económico podrían proceder en el incremento de las tasas de cartera improductiva, que ya durante el periodo de análisis han venido presentando un comportamiento alcista como se muestra en la Figura 3.

---

<sup>5</sup> La vivienda mayor a VIS, a diferencia de la vivienda VIS, no cuenta con un gran nivel de cobertura en tasa de interés a través del Fondo de Reserva para la Estabilización de la Cartera Hipotecaria (FRECH) y no hace parte de los programas de fomento a la vivienda impulsados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, como lo son el programa de ahorro social y el programa de viviendas 100% subsidiadas, que obliga a los tomadores del crédito a mantener un comportamiento de pago de su obligación responsable a fin de mantener la cobertura. Adicionalmente, dado que su valor es superior a los 135 SMMLV, las personas que optan por este tipo de vivienda no son sujetas de subsidios importantes por parte de las Cajas de Compensación Familiar, pues es un tipo de cliente con ingresos superiores, que puede asumir con su ingreso una mayor deuda.

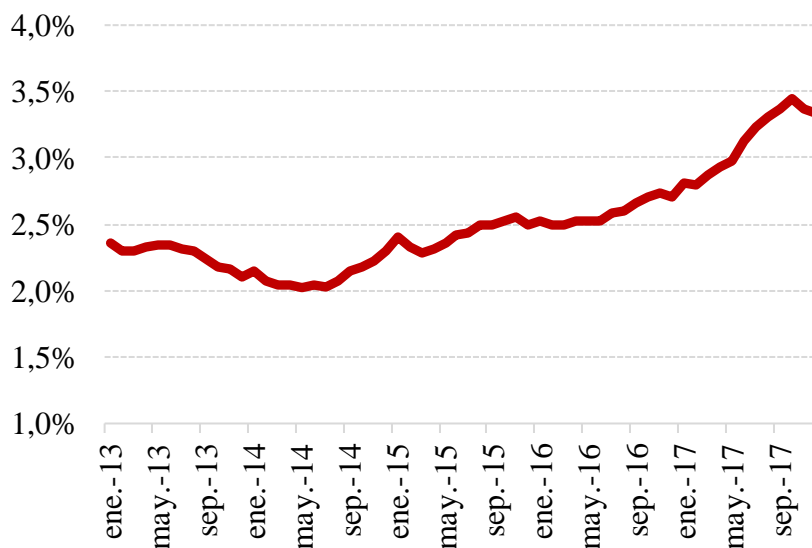
<sup>6</sup> Reglamentado a través del decreto 1142 de 2017, el cual ajustó el esquema del FRECH No VIS, ampliando la vigencia del programa hasta 2019 e incrementando la cobertura hasta 435 SMMLV, con el propósito de estimular la respectiva demanda.

**Figura 2.** Participación de la vivienda mayor a VIS en el total de desembolsos hipotecarios. Enero 2013 a diciembre 2017. (Periodo base 100 = diciembre de 2010).



**Fuente:** elaboración propia con base en datos de la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC).

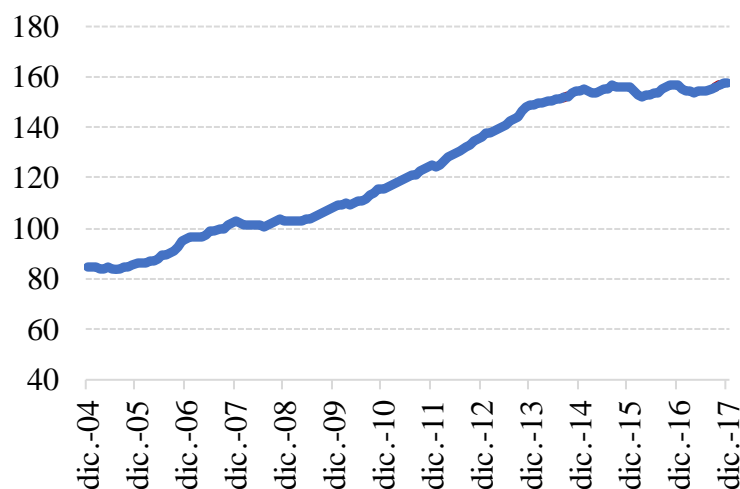
**Figura 3.** Indicador de cartera improductiva vivienda mayor a VIS. Enero 2013 a diciembre 2017.



**Fuente:** elaboración propia con base en datos de la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC).

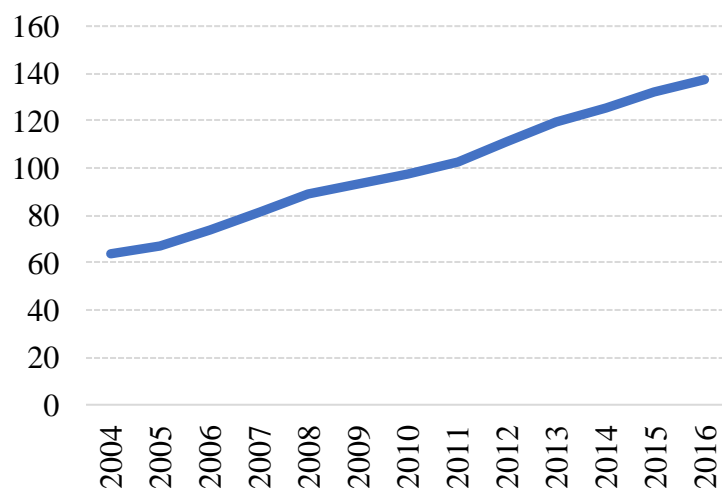
A las situaciones anteriormente expuestas, y de acuerdo con los elementos en común que estuvieron presentes en las crisis, es importante también referenciar el comportamiento de los precios de la vivienda que vienen mostrando un comportamiento de leve alza como se muestra en las Figuras 4 y 5.

**Figura 4.** Índice de precios de la vivienda nueva (IPVN). Diciembre 2004 a diciembre 2017. (Periodo base 100 = diciembre de 2010).



**Fuente:** elaboración propia con base en datos del Banco de la República.

**Figura 5.** Índice de precios de la vivienda usada – mayor a VIS. Diciembre de 2004 a diciembre 2016. (Periodo base 100 = diciembre de 2010).



**Fuente:** elaboración Propia con base en datos del Banco de la República.

Aun siendo cautelosos, este crecimiento en el precio de la vivienda podría llegar a ser una fuente de riesgo, que podría conducir al sector inmobiliario a asumir comportamientos especulativos. En referencia a lo anterior, Salazar (2007, p. 22) afirma:

Las alzas de precios del activo atraen a nuevos inversionistas, y a medida que estos llegan al mercado se fortalece la demanda y el activo, o tipos de activos se valorizan aún más. Si se generaliza la expectativa de que invertir en cierto activo es un buen negocio, esa esperanza será durante algún tiempo una profecía que se cumple a sí misma, a pesar de que los precios lleguen a niveles que no corresponden con su valor real o valor presente de los ingresos futuros que puede generar.

La importancia de analizar este portafolio radica, en que posiblemente es el que presenta las mayores vulnerabilidades<sup>7</sup> por sus características comerciales, ya que por los altos montos en el valor de estos inmuebles (cuyo valor es superior a 135 SMMLV), y de acuerdo con la Ley de Vivienda 546 de 1999, los individuos que toman este tipo de crédito hipotecario podrían tomarlo en plazos que pueden ir hasta 20 años, con financiaciones de hasta el 70%.

Al ser inmuebles de valores generalmente altos, las entidades financieras prestan el mayor porcentaje del valor del inmueble, quedando significativamente expuestas ante la probabilidad de incumplimiento, razón por la cual es necesario establecer señales de alerta sobre su deterioro, con el propósito de evitar situaciones adversas que puedan llegar a derivar en acontecimientos que afecten la estabilidad macroeconómica del país.

---

<sup>7</sup> De acuerdo con Hernández y Piraquive (2014), existe evidencia de un posible periodo de burbuja de precios en las viviendas de alto costo (mayor a VIS), situación que no es similar para los casos de las viviendas VIS.

#### 4. Datos y estacionariedad

De acuerdo con la revisión de literatura realizada (Marcucci y Quagliarello, 2008; Barajas et al., 2008; Correa et al., 2011; Mileris, 2012; Baena et al., 2015; entre otros), se hace evidente que el uso de variables macroeconómicas en los análisis de morosidad resulta útil, adecuado y necesario, en cuanto permiten explicar el futuro comportamiento de la tasa de morosidad. Al respecto, Pilinkus (2010) confirma que las investigaciones en las cuales se ha buscado determinar el comportamiento de una cartera crediticia, han demostrado que no sólo variables como el PIB son útiles para el análisis, sino que la inflación, tasas de interés e índices de actividad económica, también resultan siendo muy relevantes.

Por ello mismo, para la realización de este trabajo, se utiliza como proxy del PIB, el indicador de seguimiento a la economía de Colombia (ISE)<sup>8</sup>, con el fin de realizar una aproximación a la tendencia y evolución de la actividad económica del país, y como sus posibles fluctuaciones, pueden llegar a afectar el comportamiento del valor de las garantías que hacen parte de los créditos hipotecarios.

Otra variable a considerar, es el índice de términos de intercambio, elaborado por el Banco de la República de Colombia, que está definido como el cociente entre el índice de precios de las exportaciones y el índice de precios de las importaciones de Colombia, reflejando la capacidad de compra que tienen los productos domésticos vendidos en el extranjero. Es utilizado comúnmente en la literatura académica, pues aporta información relevante, para analizar los efectos de los choques externos, sobre la economía y el bienestar de un país.

---

<sup>8</sup> El ISE, calculado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), es un índice sintético cuyo fin es proporcionar una medida de la evolución de la actividad real de la economía colombiana en el corto plazo, el cual se ajusta a la metodología utilizada en las cuentas nacionales trimestrales.

También se tiene en cuenta la tasa de intervención del Banco de la República, fundamentándose en el trabajo de Vergara (2013), en donde se demuestra que para el caso colombiano las tasas de interés de mercado tienen una alta correlación con la tasa de intervención. Otra razón de su inclusión, hace referencia a que esta tasa de interés afecta el comportamiento de los créditos, pues contribuye a la determinación de las cuotas y determina el comportamiento del mercado, en cuanto influye indirectamente la oferta y la demanda de crédito.

La tasa de desempleo es otra variable considerada en el análisis, dada su posible relación con el comportamiento de pago de los individuos, siendo un posible detonante de la morosidad, en cuanto puede afectar el poder adquisitivo de los prestatarios. De igual manera, se tiene en cuenta la inflación -calculada desde el índice de precios al consumidor-, debido a su posible impacto directo sobre la capacidad adquisitiva de los individuos, lo que puede impactar su comportamiento de pago (comprendiéndose como una proxy de inflación vista desde la demanda).

Como variables relacionadas con la dinámica del crédito hipotecario y con el sector hipotecario, se incluyen los desembolsos de créditos hipotecarios del sistema financiero, los cuales han venido registrando un comportamiento alcista que daría pistas del desarrollo del sector; además, se incluye el índice de precios de la vivienda nueva (IPVN), lo que permite captar la evolución de los precios de venta hipotecarios, entendiéndose como una proxy de inflación vista desde la oferta (Salazar et al., 2013; Hernández y Piraquive, 2014)<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> La variación en los precios de la vivienda es importante en cuanto afecta la relación entre el saldo y el valor de la garantía, generando un desincentivo al prestatario para poder cumplir con sus obligaciones crediticias.

Para analizar la morosidad del portafolio de vivienda mayor a VIS, se incluye su índice de cartera improductiva, construido a partir de la información de la SFC, como la razón entre la cartera en mora mayor o igual a 180 días y el saldo total por esta modalidad de cartera. Tal indicador es de vital importancia dentro de los monitoreos realizados por las entidades financieras en su gestión del riesgo de crédito, pues es un termómetro del comportamiento del portafolio y su default, asociándose a su vez, con los gastos en los que deben incurrir las organizaciones vía provisiones de cartera.

El periodo muestral a analizar, de frecuencia mensual, contempla desde enero de 2013 hasta diciembre de 2017<sup>10</sup>, para un total de 60 meses. Se toman como fuentes de información los datos publicados por el Banco de la República (BanRep)<sup>11</sup>, la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC)<sup>12</sup> y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)<sup>13</sup>. En el Cuadro 2, se exponen las principales estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas y en la Figura 6 se muestran sus diferentes representaciones gráficas.

**Cuadro 2.** Estadísticas descriptivas de las variables en periodicidad mensual, 2013-2017.

Variables	Estadísticas				
	Media	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Índice CI	2,51%	2,43%	0,38%	2,02%	3,45%
Colocación Vivienda*	\$ 1.165	\$ 1.100	\$ 257	\$ 702	\$ 1.869
IPVN	151,78	153,87	5,42	137,58	157,63
Desempleo	9,26%	8,98%	1,05%	7,27%	12,07%
Tasa de Intervención	5,04%	4,50%	1,52%	3,25%	7,75%
Inflación	4,39%	4,22%	1,49%	2,66%	7,07%

<sup>10</sup> Las variables colocación vivienda, IPVN e ISE, se encuentran expresadas en base diciembre 2010.

<sup>11</sup> <http://www.banrep.gov.co/es/-estadisticas>

<sup>12</sup> <https://www.superfinanciera.gov.co/inicio/informes-y-cifras-60764>

<sup>13</sup> <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema>

Indicador Seguimiento Economía	83,23	83,39	5,34	72,94	96,08
T. Intercambio	111,19	99,87	25,32	70,29	157,38

\*Cifras en miles de millones.

**Fuente:** elaboración propia.

Con relación al comportamiento de las variables, el índice de cartera improductiva ha evidenciado un comportamiento de leve alza. En enero de 2013 se ubicaba en 2,4%, experimentando un crecimiento de 99 puntos básicos (pb) para diciembre de 2017, cuando se estableció en 3,3%, lo que se tradujo en un monto aproximado de \$1,1 billones de pesos de cartera improductiva.

De igual modo, la colocación de vivienda muestra una tendencia de leve alza, con un crecimiento del 47% en relación con diciembre de 2013. Es de esperar que este crecimiento continúe siendo tendencia producto de las políticas de cobertura de tasa impulsadas por el gobierno nacional. Otra variable que muestra un crecimiento importante es el índice de precios de la vivienda nueva (IPVN), pues el crecimiento a 2017 ha sido del 13% en relación con el periodo inicial de análisis, evidenciando una tendencia de leve alza que ha sido la constante durante los últimos años.

La tasa de desempleo muestra un comportamiento estacional, con su punto más alto en los meses de enero, para luego gradualmente irse reduciendo a lo largo del año. El desempleo en enero de 2013 se ubicaba alrededor del 12%, cifra muy similar a la registrada en enero de 2017, no obstante, para este último año se obtuvo una tasa promedio de un solo dígito (cercana al 9%).

El índice de precios al consumidor (IPC) y la tasa de intervención, presentan una tendencia de leve alza durante el periodo 2013-2017. Es de resaltar, que el IPC muestra un



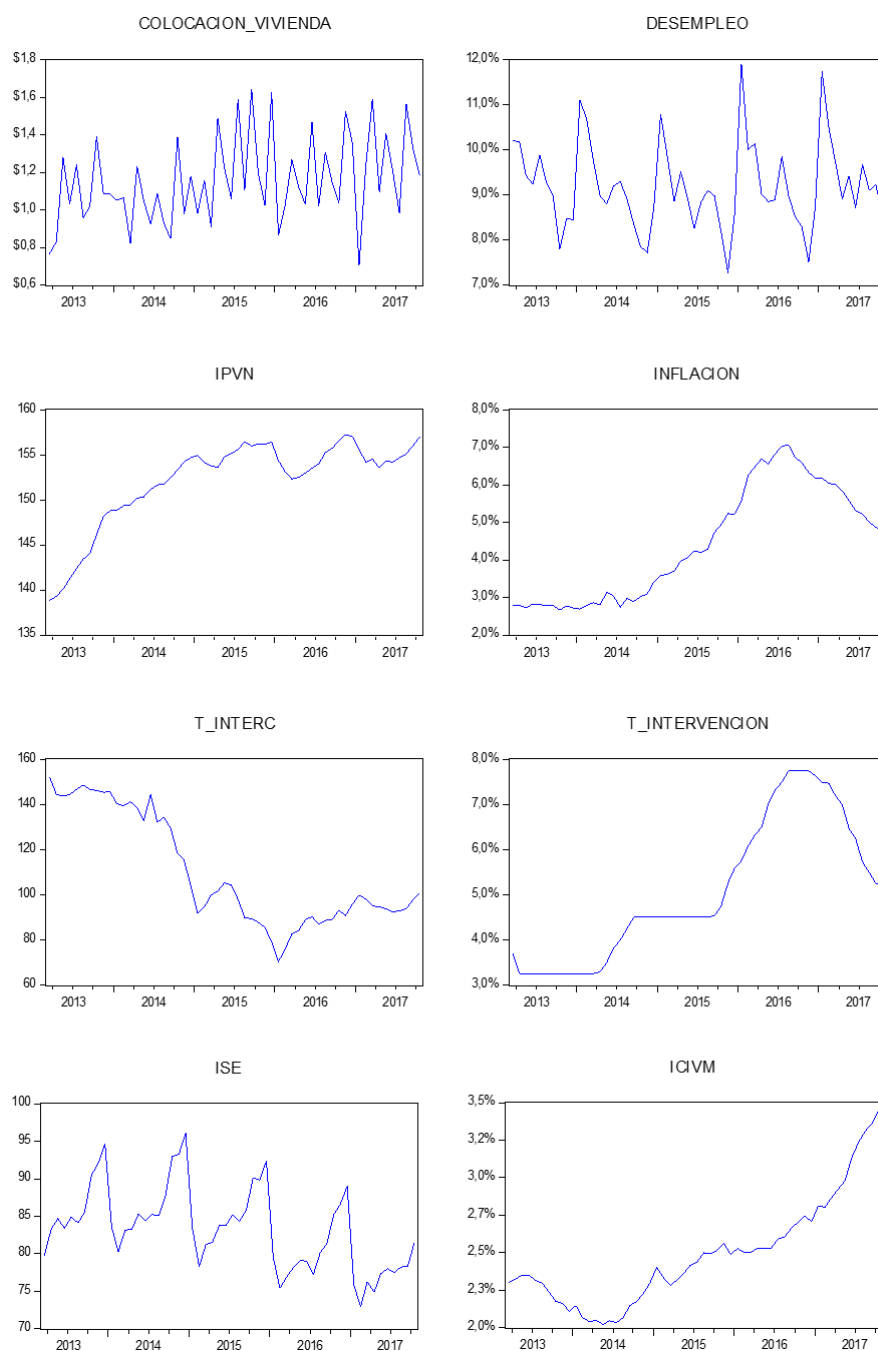
comportamiento de crecimiento acelerado hasta julio de 2016 y luego comienza a decrecer, debido principalmente a la inflación de alimentos que se empieza a registrar, impulsada por condiciones climáticas desfavorables entre las que se pueden mencionar el fenómeno del niño.

Esta situación también explica el comportamiento de la tasa de intervención, que muestra un comportamiento similar al del IPC, pues el Banco de la República se vio obligado a realizar ajustes en dicha tasa, afectando la cantidad de dinero que circulaba en la economía, con el propósito de hacer frente a la inflación.

Por su parte, el ISE muestra un comportamiento estacional y levemente decreciente, con picos que coinciden con los cierres de año, lo que puede estar explicado por el comportamiento estacional del consumo de los hogares, que se ve incrementado sobre el final del periodo anual, debido al mayor gasto en la época de diciembre. Este indicador, a pesar de mostrar una tendencia decreciente, presenta un crecimiento del 8% a cierre de 2017 en relación con el año 2013.

Por último, el índice de términos de intercambio muestra inicialmente un comportamiento decreciente desde enero de 2014, tendencia que se extiende hasta enero de 2016, y que se explica por la fuerte caída en los precios internacionales del petróleo. Luego, en 2017, se muestra un cambio en su evolución, con un crecimiento del 32.5% a cierre de año, en relación con enero de 2016, comportamiento que es impulsado principalmente por un buen comportamiento en el precio de las materias primas en los mercados bursátiles internacionales.

**Figura 6.** Gráficos de las variables utilizadas en la modelación, periodo 2013-2017.



\* Las variables colocación vivienda, IPVN e ISE se encuentran en periodo base 100 = diciembre de 2010.

**Fuente:** elaboración propia.

#### 4.1 Revisión de estacionariedad

Con el propósito de lograr una adecuada estimación del modelo VAR, para las diferentes variables de interés<sup>14</sup> se realizan las pruebas de estacionariedad Dickey- Fuller (DF), Phillips-Perron (PP) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Para las dos primeras, la hipótesis nula es la existencia de raíz unitaria, mientras que para la tercera es la no existencia de raíz unitaria.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de la aplicación de estas pruebas, donde se evidencia que para los casos DF y PP, a un nivel de significancia del 5%, las diferencias del logaritmo natural de las variables, rechazan la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria. De igual manera, los resultados de la prueba KPSS, permiten establecer que a un nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis nula, indicando que no hay presencia de raíz unitaria, por lo que las variables son estacionarias, con un orden de integración igual a  $i(1)$ <sup>15</sup>.

**Cuadro 3.** Pruebas de raíz unitaria DF, PP y KPSS<sup>16</sup>.

Variables	p - valor						Orden Integración
	Dickey - Fuller		Phillips - Perron		KPSS		
	Niveles	Diferencia	Niveles	Diferencia	Niveles	Diferencia	
<i>ln(Índice CI)</i>	0,99	0,00	0,98	0,00	0,79	0,47	<i>i(1)</i>
<i>ln(Colocación Vivienda)</i>	0,91	0,00	0,69	0,00	0,79	0,06	<i>i(1)</i>
<i>ln(IPVN)</i>	0,97	0,00	0,99	0,00	0,72	0,41	<i>i(1)</i>
<i>ln(Desempleo)</i>	0,78	0,00	0,23	0,00	0,20	0,32	<i>i(1)</i>
<i>ln(Tasa de Intervención)</i>	0,52	0,00	0,61	0,00	0,73	0,20	<i>i(1)</i>
<i>ln(Inflación)</i>	0,83	0,00	0,78	0,00	0,78	0,24	<i>i(1)</i>
<i>ln(Índice Seg. Economía)</i>	0,73	0,00	0,79	0,00	0,43	0,17	<i>i(1)</i>

<sup>14</sup> Con el propósito de estabilizar la varianza, se decide aplicar el logaritmo neperiano a todas las variables de análisis. Su diferencia, se puede considerar como una aproximación a las tasas de crecimiento de las variables en niveles,  $\ln(x_t) - \ln(x_{t-1}) = (x_t - x_{t-1})/x_{t-1}$ . Con estas transformaciones se desarrollará posteriormente el modelo VAR.

<sup>15</sup> Esto hace referencia a que deben ser diferenciadas una vez para lograr la estacionariedad deseada.

<sup>16</sup> Las pruebas se aplicaron a las series incorporando el intercepto.

---

<i>ln(Términos Intercambio)</i>	0,21	0,00	0,25	0,00	0,73	0,28	i(1)
---------------------------------	------	------	------	------	------	------	------

---

**Fuente:** elaboración propia.

De esta manera, se utilizarán todas las variables estacionarias para la modelación del sistema de vectores autorregresivos, el cual se presenta rigurosamente en el siguiente capítulo.

## 5. Metodología estadística

Con el propósito de realizar un análisis interrelacionado entre las variables de estudio, buscando identificar su incidencia en el comportamiento del índice de cartera improductiva de la vivienda mayor a VIS para el periodo 2013 - 2017, se hace uso de la metodología cuantitativa de series de tiempo multivariadas denominada vectores autorregresivos (VAR)<sup>17</sup>.

Esta aproximación, planteada inicialmente por Sims (1980), Premio Nobel de Economía en el año 2011, permite caracterizar las interacciones simultáneas entre un grupo de variables.

La elección de este enfoque se fundamenta en la capacidad que tiene de calcular las relaciones económicas, sin imponer ningún tipo de condicionamiento teórico previo (Lütkepohl, 2005).

Adicionalmente, esta aproximación multivariada permite construir ciertos escenarios a partir de las funciones de impulso-respuesta y la descomposición de varianza del error de pronóstico, que no están disponibles en otros tipos de acercamientos econométricos tradicionales.

---

<sup>17</sup> Aquellos modelos asumen como implícito el criterio de que, si existe simultaneidad entre las variables, estas se deben tratar de manera similar, sin que exista una diferenciación *a priori* entre variables endógenas y exógenas.

Formalmente, un modelo VAR( $p$ ) con variables exógenas, tiene la siguiente estructura<sup>18</sup> (ecuación (1)):

$$Y_t = u + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + B_1 X_{t-1} + B_2 X_{t-2} + \dots + B_q X_{t-q} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

donde  $Y_t$  es un vector de observaciones de  $k$  variables en el tiempo  $t$ , con  $t = 1, 2, \dots, k$ ;  $u$  es un vector de constantes de dimensión  $k \times 1$ ;  $A$  hace referencia a los parámetros que acompañan los rezagos de la propia variable y de las demás variables;  $B$  son los coeficientes que acompañan a las variables exógenas que solo dependen de sus rezagos y  $\varepsilon_t$  son las innovaciones (Quillis, 2004; Espinosa & Vaca, 2014).

Una vez se caracteriza la ecuación (1), a partir de esta, la ecuación para cada variable se podría expresar como aparece en (2):

$$\begin{aligned} Y_{i,t} = & u_i + A_{i,1}^1 Y_{1,t-1} + \dots + A_{i,k}^1 Y_{k,t-1} + A_{i,1}^2 Y_{1,t-2} + \dots + A_{i,k}^2 Y_{k,t-2} + \dots \\ & + A_{i,1}^p Y_{1,t-p} + \dots + A_{i,k}^p Y_{k,t-p} + B_{i,1}^1 X_{1,t-1} + B_{i,2}^2 X_{2,t-2} \dots \\ & + B_{i,p}^p X_{k,t-p} + \varepsilon_{it}, \end{aligned} \quad (2)$$

donde  $A_{i,j}^z$  denota para la  $i$ -ésima ecuación el parámetro que hace referencia a la  $j$ -ésima variable del rezago  $z$ .

Una vez estimado un modelo VAR, es posible realizar análisis de impulso-respuesta, los cuales permiten caracterizar la reacción de las variables explicadas en el sistema ante cambios en las innovaciones; y se generan a través de la ecuación (3), donde  $\omega_k$  es conocido como el multiplicador del impacto<sup>19</sup>:

<sup>18</sup> Se sigue la notación de Espinosa y Vaca (2014).

<sup>19</sup> Los coeficientes  $\omega_k$  son utilizados para generar efectos de impacto de  $e_t$  sobre cada una de las variables.

$$y_{it} = a + \sum_{k=1}^{\infty} \omega_k \varepsilon_{t-k}, \quad (3)$$

queriendo decir con ello que, un cambio en una variable en el periodo  $t$  afectará directamente su propia dinámica y se transmitirá al resto de variables a través de la estructura representada desde el proceso estocástico VAR.

Sin embargo, de acuerdo con Sims (1980), este método plantea una limitación dado que los resultados de las funciones de impulso-respuesta serán distintos dependiendo del orden en el cual se introduzcan las variables en el modelo. Para solventar tal problema, en este trabajo se decide hacer uso de las funciones de impulso-respuesta generalizadas desarrolladas por Pesaran y Shin (1998), donde los choques se asumen ortogonales, de tal manera que no son sensibles al ordenamiento de las variables en el modelo VAR.

Por otra parte, a partir de este tipo de sistemas se puede estimar la causalidad en sentido de Granger, entendiéndose no como una causalidad en sentido estricto, sino como la virtud de que al incluir información de la variable  $x$  en el modelo que predice  $y$ , se mejora el pronóstico de esta última (ecuación (4)). Formalmente, significa que, si la variable  $x$  no causa a la variable  $y$ , es porque:

$$E(Y_t | Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}; X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p}) = E(Y_t | Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}). \quad (4)$$

El otro componente importante que hace parte de los análisis que permite realizar un modelo VAR, es la denominada descomposición de varianza, definida como el porcentaje de participación que tienen las variables en la varianza del error de pronóstico de una variable  $n$  pasos adelante.

Dicho lo anterior, las variables incluidas en el proceso VAR a estimar en este estudio, fueron elegidas de acuerdo con una rigurosa revisión de literatura y por su importancia como fundamentales para analizar la evolución del ICIVM, por lo que se tiene que:

$$Y_t = [ICIVM, Colocación vivienda, IPVN, Desempleo, Tasa de Intervención, Inflación, ISE]$$

$$X_t = \{Términos de Intercambio\}$$

$u = \{\text{Vector de constante del modelo}\}$ , y  $\varepsilon_t = \{\text{Innovaciones del sistema}\}$ , con:

$$E(\varepsilon_{jt}) = 0, \quad E(\varepsilon_{jt}\varepsilon_{jt-1}) = 0,$$

$$E(\varepsilon_{jt}|\varepsilon_{j't}) = 0, \quad \text{con } j \wedge j' = 1, \dots, 10$$

$$\varepsilon_{jt} \sim N(0, \delta_j^2) \wedge \text{Var}(\varepsilon_{jt}) = \Sigma_t.$$

Para realizar este ejercicio, se tomaron como referencia las especificaciones propuestas por Marcucci & Quagliariello (2008), Vera y Costa (2007), Gómez et al. (2012) y Martínez (2018), que a pesar de no trabajar con cartera hipotecaria, si realizan un análisis similar de la calidad de cartera de otras modalidades de crédito, utilizando determinantes macroeconómicos para analizar el comportamiento de la morosidad a través de una estimación de sistemas multivariados de series de tiempo.

Por ende, el modelo VAR se estima con las variables endógenas: índice de cartera improductiva de la vivienda mayor a VIS (ICIVM), inflación (INFLACION), tasa de intervención (T\_INTERVENCION), el índice de precios de la vivienda nueva (IPVN), la tasa de desempleo (DESEMPLEO), la colocación total de vivienda

(COLOCACION\_VIVIENDA) y el indicador de seguimiento a la economía (ISE); y como variable exógena: el índice de términos de intercambio (T\_INTERC)<sup>20</sup>.

## 6. Estimación del modelo

Una vez caracterizada la metodología con la cual se trabajará y al conocer que las variables a incorporar en el modelo son estacionarias, se procede a la estimación del modelo de vectores autorregresivos. Como primera medida, para establecer los rezagos óptimos del proceso estocástico, se utilizaron los criterios de información de Hanna Quinn (HQ), el predictor final de error (FPE) y la prueba de razón de verosimilitud (LR).

Todas las pruebas (HQ, FPE, LR) sugieren que el número de rezagos óptimos<sup>21</sup> a utilizar es igual a 2. Así, de acuerdo con este resultado,  $p = 2$  (ver Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Estimación rezagos óptimos.

<b>Rezago(s)</b>	<b>LR</b>	<b>FPE</b>	<b>HQ</b>
1	173,34	3,67E-21	-26,31
<b>2</b>	<b>101,11*</b>	<b>1,75E-21*</b>	<b>-26,46*</b>
3	43,96	3,44E-21	-25,37
4	49,46	4,83E-21	-24,92
5	48,63	5,41E-21	-25,27

**Fuente:** elaboración propia.

Al estimar el proceso VAR, se realizó la validación de su estabilidad, a través de las raíces características del polinomio AR (ver Figura 7). Esta se tiene, gracias a que se está trabajando

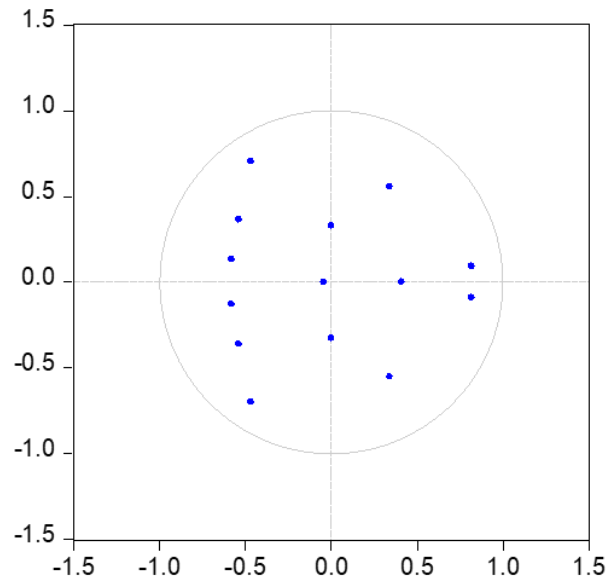
<sup>20</sup> Ello, dado que se considera a Colombia como una pequeña economía abierta, tomadora de precios internacionales.

<sup>21</sup> Dada la cantidad de coeficientes a estimar, este tipo de modelación se expone a la sobre-parametrización cuando las muestras cuentan con pocos datos, por lo que generalmente se prefieren estimar modelos con  $p$  pequeños.



un modelo donde todas sus series son estacionarias, garantizando con ello, que los resultados de la estimación de las funciones impulso-respuesta tengan validez.

**Figura 7.** Condición de estabilidad para el modelo VAR (2) estimado.



**Fuente:** elaboración propia.

Ahora, se procede a realizar las validaciones correspondientes sobre las innovaciones del modelo ( $\varepsilon_{it}$ ), con el fin de establecer si estas se distribuyen normal y no presentan correlación serial. Con el fin de revisar tales supuestos, se aplicó la prueba de Breusch-Godfrey que tiene por hipótesis nula la no correlación serial, la cual no se rechaza a un nivel de significancia del 5%. De igual manera, al aplicar la prueba de normalidad de Jarque-Bera, que tiene por hipótesis nula que las innovaciones se distribuyen gaussianamente, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, a un nivel de significancia del 5% (ver Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Resultados de la aplicación de los Test Breusch-Godfrey y Jarque-Bera, para las innovaciones -residuales- del modelo VAR (2) estimado.

<b>Test Correlación Serial (Residuos)</b>		
Rezag.	Estad.	Prob.
1	50,46	0,415
2	51,06	0,392
3	47,18	0,547

<b>Test Normalidad (Residuos)</b>		
Component	Estad.	Prob.
Joint	20,79	0,107

**Fuente:** elaboración propia.

Una vez establecidos los rezagos óptimos y realizadas las pruebas de validación de estabilidad y cumplimiento de supuestos sobre las innovaciones del modelo, se procede a realizar los análisis de las funciones impulso-respuesta, las causalidades en sentido de Granger y la descomposición de la varianza. Esto, con el objetivo de observar las posibles interrelaciones que puedan existir entre el índice de cartera improductiva del portafolio de vivienda mayor a VIS y las variables macroeconómicas incluidas, a fin de establecer señales de alerta sobre este tipo de cartera.

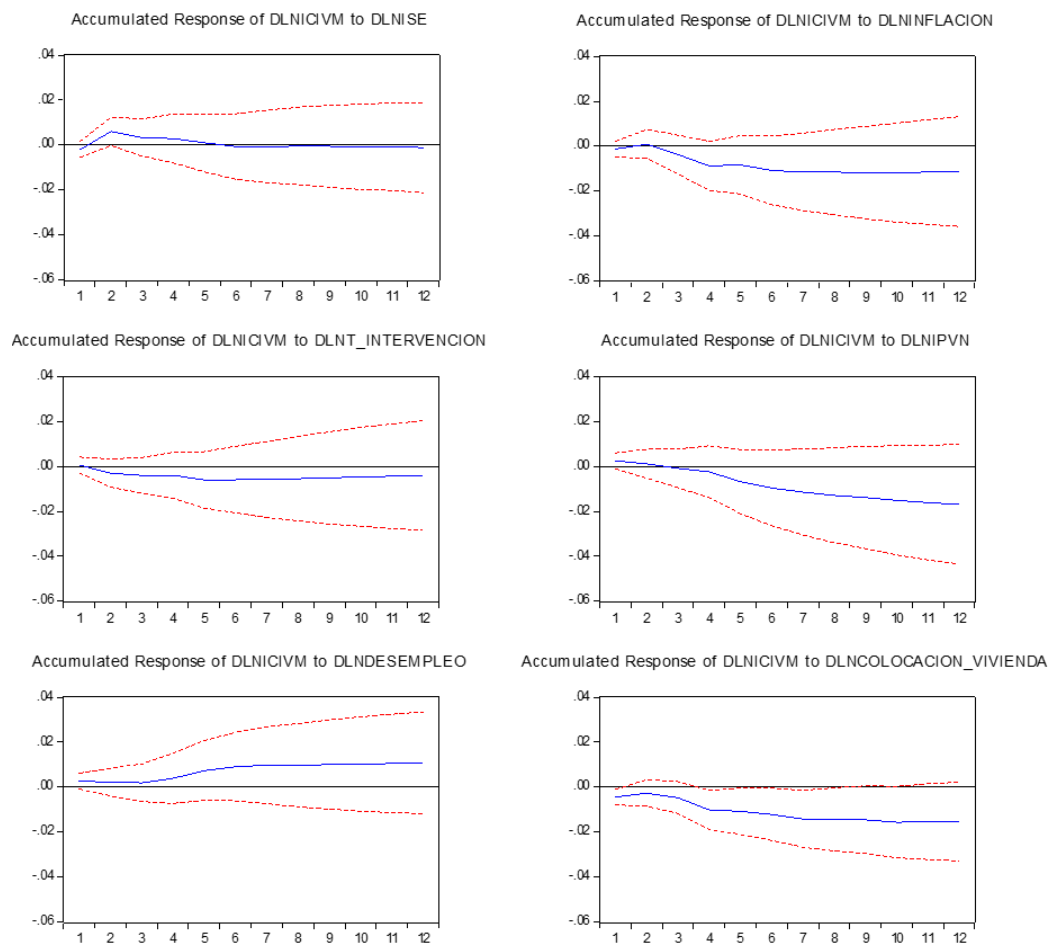
## 7. Resultados del modelo

A continuación, se abordan los tres componentes que hacen parte de las herramientas de análisis que son factibles a través del uso de la metodología de modelo VAR. Y de acuerdo con las respuestas obtenidas, se realiza un análisis de coherencia del sector.

## 7.1 Análisis impulso-respuesta

Para la estimación de funciones de impulso-respuesta se utiliza la metodología propuesta por Pesaran y Shin (1998), que a diferencia de la descomposición de Cholesky, no implica un ordenamiento *ex-ante* de las variables. En la Figura 8 se muestran las respuestas del índice de cartera improductiva de la vivienda mayor a VIS (ICIVM), frente a los choques generados por las demás variables -de una desviación estándar-. Se considera como periodo de respuesta 12 meses, para cada uno de los choques; asimismo, las líneas punteadas representan las bandas de confianza al 95%.

**Figura 8.** Respuesta acumulada del ICIVM frente a choques de una desviación estándar de las demás variables.



**Fuente:** elaboración propia.

Se puede observar que ante choques de una desviación estándar del ISE al ICIVM, este último reacciona con un pronunciado deterioro durante los 2 primeros periodos, este comportamiento comienza a decrecer hasta el periodo 4; de ahí en adelante, el índice se estabiliza y el choque tiende a cero. Este resultado podría ser contra-intuitivo para lo evidenciado durante los dos primeros periodos, pues se esperaría que un comportamiento favorable de la actividad económica impacte positivamente a los individuos, mejorando su capacidad de pago, sin embargo, concuerda con los resultados obtenidos por Marcucci y Quagliariello (2008) y Barajas et al. (2008), y se podría explicar por la incidencia que pueden tener las colocaciones de periodos anteriores sobre el comportamiento del ICIVM.

El comportamiento del ICIVM, ante un choque de la inflación, resulta en un pronunciado mejoramiento del índice que va del periodo 2 al periodo 5, y luego muestra decrecimiento menos acelerado durante el resto de los periodos de análisis. En este punto, la literatura afirma que el impago puede ser afectado por la inflación tanto negativa como positivamente, pues una alta inflación podría disminuir el valor real de los préstamos, lo que contribuiría a mejorar la capacidad de pago de los individuos.

Lo anterior es comentado en los trabajos de Makri y Papadatos (2014) y Liao y Chang (2010), donde se evidencia que los factores inflacionarios afectan positivamente el impago. Ahora, analizando esta situación desde la perspectiva de las entidades financieras, el efecto positivo de la inflación se sustenta en el hecho de que estas instituciones ajustan las tasas de interés variables para mantener sus ingresos, producto de los intereses (Nkusu, 2011).

Por otra parte, el análisis de impulso-respuesta permite evidenciar que el ICIVM reacciona positivamente, ante choques de una desviación estándar de las variables tasa de intervención

e IPVN. El comportamiento referente al choque de la primera variable contempla su explicación, en que un aumento en la tasa de interés, siguiendo a Vergara (2013), tiene un efecto importante sobre la actividad económica en cuanto puede afectar el costo del crédito y la dinámica económica (aceleración o desaceleración).

En el corto plazo se puede limitar el acceso al crédito de perfiles de riesgo más altos, y en otros escenarios se puede generar mayor demanda de créditos contribuyendo a disminuir el ICIVM a través de nuevas colocaciones. Es importante tener en cuenta que al incrementarse el costo del crédito y la posibilidad de que se presenten condiciones macroeconómicas adversas, la probabilidad de que se tengan aumentos en la morosidad es mayor, lo que podría afectar la calidad de la cartera y presionar al alza el comportamiento del indicador.

El índice de precios de vivienda nueva es otra variable de consideración en cuanto su efecto puede ser en dos vías, en primer lugar, al presentarse un decremento de los precios, se presenta un incremento en la relación de *Loan To Value* (LTV), pues la relación entre el saldo de la deuda y el valor de la garantía se afecta negativamente desestimulando al deudor a cumplir con sus obligaciones, lo que podría derivar en un deterioro del ICIVM de acuerdo a lo referenciado por Baena et al. (2015), Amaya (2005) y Amaya y Martínez (2005).

Sin embargo, un aumento en los precios de la vivienda afecta positivamente la relación entre el saldo de la deuda y el valor de la garantía, generando un estímulo para el deudor, pues al cumplir con su obligación ganará la valorización, incentivándolo a mantener un comportamiento positivo en sus hábitos de pago.

El incremento en el IPVN, si bien se podría llegar a asociar con la posibilidad de incrementar el impago, no muestra ese efecto para Colombia en el periodo analizado. Se aprecia que el

impacto acumulado del IPVN sobre el indicador parece no mostrar el comportamiento esperado, impulsando un decrecimiento de este. No obstante, este resultado puede ser explicado por el deterioro acumulado que pueden tener las colocaciones de periodos anteriores que no necesariamente reaccionan a cambios en los precios. Adicionalmente y de acuerdo con Salazar et al. (2013), a pesar de evidenciar un crecimiento en los precios de la vivienda, recogido a través del IPVN, este comportamiento no necesariamente es anómalo, o producto de procesos especulativos en el mercado hipotecario, y puede ser explicado por la dinámica propia de los determinantes fundamentales del precio de la vivienda. Si bien el IPVN parece no afectar negativamente al indicador, se considera importante a mediano plazo realizar nuevos análisis para determinar su impacto, pues a medida que crecen los precios, el tamaño y volumen de la colocación también aumenta y los nuevos desembolsos contribuyen a disminuir la pendiente del ICIVM<sup>22</sup>, siendo probable que el deterioro no se haga evidente en el corto plazo.

Como se puede observar en la Figura 8, ante choques de la tasa de desempleo, el ICIVM muestra un evidente deterioro, situación que es coherente con la teoría económica, en cuanto el desempleo afecta directamente los ingresos de los hogares y por ende afecta su capacidad de pago. Más específicamente, se observa que un choque de la tasa de desempleo deriva en un comportamiento de leve alza en el ICIVM, que comienza desde el periodo 3 y se prolonga durante los siguientes meses, aunque a partir del periodo 7, parece estabilizarse. Este resultado es coherente con lo obtenido por las investigaciones de Marcucci y Quagliariello (2008), Rueda y Vásquez (2008) y Correa et al. (2011).

---

<sup>22</sup> Las nuevas colocaciones contribuyen a incrementar el saldo de la cartera. Teniendo en cuenta que el ICIVM se obtiene de la razón entre cartera en mora y el saldo, las colocaciones pueden contribuir a que el resultado sea menor y no refleje el deterioro real que tiene el portafolio.

Por último, se analiza el comportamiento de un choque de la colocación de vivienda, sobre el ICIVM. Se hace evidente que, este último reacciona positivamente, pues se aprecia un decrecimiento que implica la disminución de su nivel de deterioro. Dicho comportamiento es coherente y esperado, dado que esto favorece el incremento del saldo total por tal modalidad de crédito, que computa el cálculo del ICIVM en el denominador, contribuyendo a disminuir su nivel. Sin embargo, esta situación representa un reto para las instituciones financieras, pues las nuevas colocaciones, podrían estar contribuyendo a ocultar el deterioro de colocaciones antiguas, encubriendo el comportamiento real y la magnitud verdadera del deterioro del portafolio medido a través del ICIVM.

## **7.2 Análisis de causalidad en sentido de Granger**

Al realizar el análisis de causalidad en sentido de Granger para el modelo VAR (2) estimado (ver Cuadro 6), se evidencia que a un nivel de significancia del 5%, el indicador de cartera improductiva de la vivienda mayor a VIS (ICIVM), es causado -unidireccionalmente- por el ISE, el IPVN y el desempleo, entendiéndose por ello, que estas tres últimas variables contienen información relevante para predecir el comportamiento del ICIVM.

Se considera relevante tener en cuenta tales relaciones de causalidad, debido a que los comportamientos de estas variables pueden derivar en situaciones de riesgo, producto de la evolución de la actividad económica, las expectativas de inversión y el comportamiento de la demanda, junto a la capacidad de pago y la generación de ingresos.

Además, su evolución contemporánea, puede influir en la generación indirecta de consecuencias económicas favorables o desfavorables (Salazar, 2007), en función de la existencia o no de políticas de otorgamiento adecuadas, que respondan al incremento en la

demanda de créditos de vivienda mayor a VIS, incentivados por las políticas estatales mencionadas en la sección 3 del presente documento.

**Cuadro 6.** Test de causalidad en el sentido de Granger.

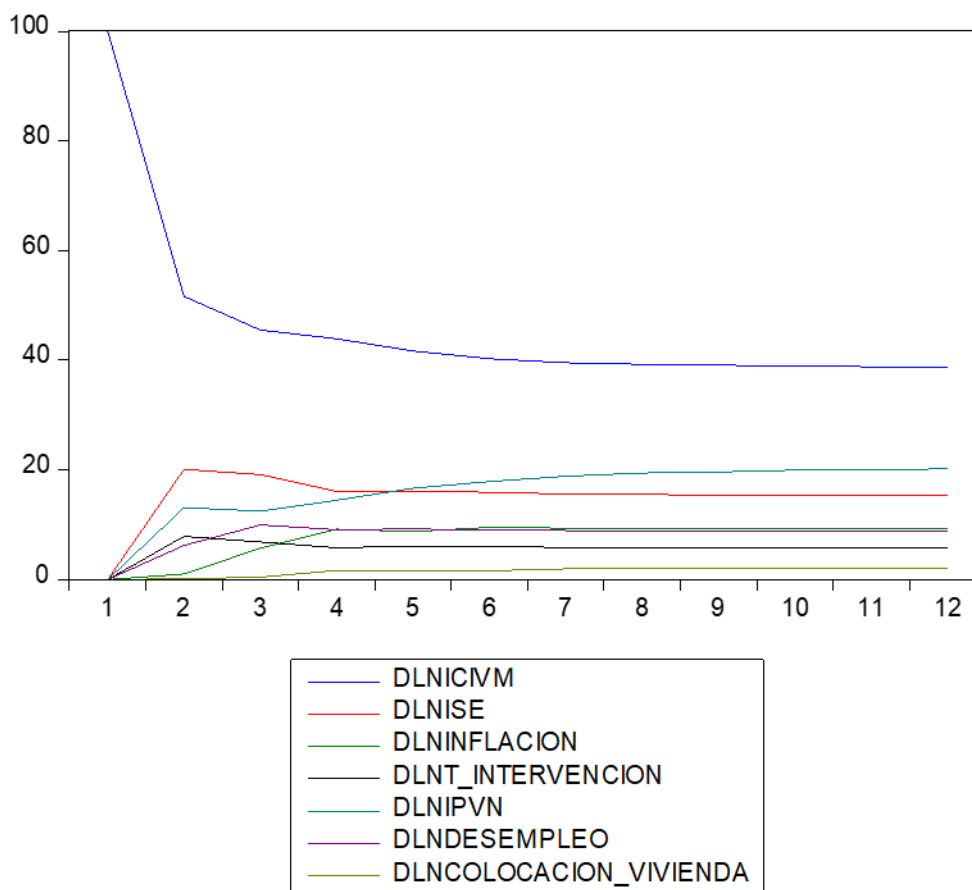
Variable dependiente: $dln(ICIVM)$	
Variables	<i>p</i> -valor
$dln(ISE)$	0,00
$dln(Inflación)$	0,21
$dln(T.Intervención)$	0,52
$dln(IPVN)$	0,00
$dln(Desempleo)$	0,00
$dln(Colocación Vivienda)$	0,16

**Fuente:** elaboración propia.

### 7.3 Análisis de descomposición de la varianza

En la Figura 9 se muestra la descomposición de varianza del índice de cartera improductiva de la vivienda mayor a VIS. Allí, es posible observar la importancia que tiene la incorporación de variables macroeconómicas en la explicación de la variabilidad del comportamiento del ICIVM. En el Cuadro 7 del Anexo se presenta el detalle de la tabla de descomposición de varianza para el ICIVM en un periodo de 12 meses.



**Figura 9.** Descomposición de varianza del ICIVM.

**Fuente:** elaboración propia.

A partir del cuarto mes, la inflación comienza a explicar el 15% de la varianza del ICIVM, mientras que en los primeros tres meses el ISE explica alrededor del 19% de esa varianza; sin embargo, a medida que avanza el tiempo su porcentaje va disminuyendo hasta ubicarse en un 15% para el final del análisis. Para el mes 12, se tiene que la inflación y el desempleo explican, cada uno, alrededor del 9% de la variabilidad del ICIVM; el ISE el 15% y el IPVN el 20%, siendo la variable de mayor peso (diferente al mismo índice) al cabo de un año.

De esta manera, se demuestra que a medida que avanza el horizonte temporal, el ICIVM es explicado en menor proporción por sí mismo, y en mayor medida por las demás variables, quienes acaban por determinar aproximadamente el 60% de su variabilidad, definiendo el

IPVN, la inflación y la tasa de intervención, como tópicos para tener en cuenta a la hora de determinar y explicar los cambios futuros que pueda presentar el ICIVM.

## 8. Conclusiones

Las investigaciones que estudian el comportamiento de la morosidad, generalmente centran su atención en analizar los determinantes de la cartera de consumo o de la cartera comercial, y no prestan cuidado especial a la cartera hipotecaria, cuando la evidencia empírica ha mostrado que esta ha jugado un papel importante como detonante de crisis financieras (Amaya y Martínez, 2005). No obstante, la literatura que analiza el comportamiento de la morosidad en los portafolios crediticios brinda un importante contenido, que permite ver, la importancia que tiene el entorno macroeconómico en la determinación de la evolución de la morosidad, contribuyendo así, a fortalecer la gestión del riesgo de crédito.

En el caso de Colombia, analizar el comportamiento del portafolio de vivienda mayor a VIS, constituye un valioso aporte para la gestión del riesgo, más cuando la demanda por este tipo de créditos muestra comportamientos con tendencia creciente y las políticas estatales buscan incentivar la demanda de esta modalidad, a través de programas de subsidios a la tasa de interés como “Mi Casa Ya – No VIS”.

Al utilizar una metodología econométrica ampliamente aceptada para estos tipos de enfoques, como lo es un proceso estocástico de vectores autorregresivos (VAR), se muestra que variables como el índice de precios de vivienda nueva, la inflación, la tasa de intervención, el desempleo y la actividad macroeconómica, son factores importantes -con cierto poder explicativo- al considerar el comportamiento del índice de cartera improductiva de la vivienda mayor a VIS.

El análisis realizado, pone en manifiesto una posible evidencia de sensibilidad de dicho indicador ante choques del desempleo, que generan un impacto negativo en la evolución de

aquella medida. De igual forma, se demuestra la capacidad de explicación de la actividad económica del país (ISE) y del índice de precios de la vivienda nueva (IPVN) en la variabilidad del índice de cartera improductiva de la vivienda mayor a VIS (vía la varianza del error de pronóstico). Variables como la inflación y la tasa de intervención, a pesar de no evidenciar un impacto intuitivo sobre el ICIVM -en el análisis de impulso-respuesta-, también aportan información importante en la explicación de la varianza del indicador.

Con el fin de realizar una adecuada gestión del riesgo de crédito de un portafolio de vivienda mayor a VIS, es necesario entonces incorporar el análisis de las variables anteriormente mencionadas, pues se convierten en una herramienta que permite comprender la evolución del índice de cartera improductiva y contribuyen a establecer medidas que permitan realizar una adecuada gestión del riesgo.

Las crisis de la última década del siglo XX y de la primera década del siglo XXI, dejaron claro que el entorno macroeconómico juega un papel muy importante en la estabilidad financiera y en la calidad de la cartera, y estudios como los mencionados en la revisión sistémica realizada en esta investigación, lo corroboran. Por tal razón, es importante que trabajos posteriores profundicen en la construcción de test de stress a diferentes variables de nivel macro y permitan simular un comportamiento similar a los que caracterizaron las crisis ya ocurridas tiempo atrás.

Finalmente, como investigaciones futuras a realizar -en el marco coyuntural del sector vivienda-, se exhorta a evaluar el impacto de programas estatales enfocados a impulsar la dinámica del sector, no sólo en lo que respecta a la vivienda mayor a VIS, sino analizando también el segmento de viviendas de interés social VIS. Se deberá incorporar en dichos estudios, la incidencia que pueden llegar a tener políticas públicas como por ejemplo el

*Programa Semillero de Propietarios*, recientemente promulgado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, que busca formalizar el arrendamiento de vivienda y construir un historial crediticio para que más de un millón de colombianos puedan poseer casa propia.

## **9. Recomendaciones y señales de alerta**

Del análisis realizado y los resultados obtenidos, se sugiere el monitoreo en situaciones en las cuales las condiciones macroeconómicas del país muestren indicios de un incremento sostenido de los precios, superando la meta de inflación del Banco de la República; así como cuando se evidencie un incremento significativo de la tasa de desempleo, que podría afectar la capacidad de pago de los agentes económicos.

De acuerdo con lo analizado por Hernández y Piraquive (2014), es importante monitorear el comportamiento y evolución de los precios de la vivienda, a través del IPVN, pues habría evidencia para hablar de una posible burbuja en este segmento, particularmente, cuando cambios en los precios vengán acompañados de un aumento en la pendiente del ICIVM. Esto, podría potencialmente evitar escenarios como los descritos por Amaya (2005), Amaya y Martínez (2005) y Baena et al. (2015), en los que cambios en los precios de tales activos, pueden generar desincentivos a los deudores, afectando su comportamiento de pago.

Por último, de acuerdo con los hallazgos e interrelaciones encontradas en la presente investigación, se recomienda no relajar las políticas de otorgamiento de crédito de vivienda mayor a VIS ante cambios positivos del ciclo económico, dado que ya se ha demostrado en la literatura que cuando la actividad crediticia tiene comportamientos pro-cíclicos (Saurina y

Salas, 2002; Marcucci y Quagliariello, 2008; Louzis et al. 2012), y se propenden escenarios de relajación de políticas de otorgamiento, se puede llevar a que el acceso al crédito se expanda a deudores de menor calidad, aumentando la probabilidad futura de un deterioro en la calidad de la cartera -en periodos de recesión-, contribuyendo a incrementar el riesgo de crédito, y afectando su calidad.

**Anexo: Resultados del análisis de descomposición de varianza para el modelo VAR (2) estimado.**

**Cuadro 7.** Resultados del análisis de descomposición de varianza.

Periodo	<i>dln</i> ( <i>ICIVM</i> )	<i>dln</i> ( <i>ISE</i> )	<i>dln</i> ( <i>Inflación</i> )	<i>dln</i> ( <i>T. Interv.</i> )	<i>dln</i> ( <i>IPVN</i> )	<i>dln</i> ( <i>Desemp.</i> )	<i>dln</i> ( <i>Col.Vivi.</i> )
1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	51,6	20,0	1,0	7,8	13,1	6,1	0,1
3	45,5	19,1	5,6	6,8	12,4	9,9	0,3
4	43,9	16,0	9,1	5,7	14,4	9,0	1,6
5	41,6	16,0	8,7	6,1	16,6	9,2	1,5
6	40,2	15,8	9,4	5,9	17,8	8,9	1,5
7	39,5	15,5	9,3	5,8	18,8	8,9	1,9
8	39,2	15,4	9,2	5,8	19,4	8,8	1,9
9	39,1	15,4	9,2	5,8	19,6	8,8	1,9
10	38,8	15,3	9,2	5,8	19,9	8,7	2,0
11	38,7	15,2	9,2	5,8	20,0	8,7	2,0
12	38,7	15,2	9,1	5,8	20,1	8,7	2,0

**Fuente:** elaboración propia.

## Bibliografía

- Alves, I. (2004). Sectoral fragility: factors and dynamics. En: Bank for International Settlements. *Investigating the relationship between the financial and real economy*. pp 450-80.
- Aguilar, G., Camargo, G., & Saravia, R. (2004). *Análisis de la morosidad en el sistema bancario peruano*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Amaya, C. (2005). Evaluación del riesgo de crédito en el sistema financiero colombiano. Reporte de Estabilidad Financiera, Banco de la República, pp. 66-78.
- Amaya, C., & Martínez, J. (2005). Tenencia, distribución y valor de las viviendas colombianas a 2003. Reporte de Estabilidad Financiera, Banco de la República, pp. 93-106.
- Baena, J., Jiménez, M., Velásquez, H., & Hurtado, Á. (2015). *Determinantes del índice cartera vencida hipotecaria en Colombia 2006-2014*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Barajas, A., Luna, L., & Restrepo, J. E. (2008). Macroeconomic fluctuations and bank behavior in Chile. *Revista de análisis económico*, 23(2), 21-56.
- Carranza, J., & Estrada, D. (2007). An empirical characterization of mortgage default in Colombia between 1997 and 2004. *Borradores de Economía*, N° 450, Banco de la República.
- Correa, A., Marins, J., Eiras das Neves, M., & Magalhaes da Silva, A. (2011). Credit default and business cycles: an empirical investigation of Brazilian retail loans. *Working Papers Series*, N° 260, Banco Central do Brasil.
- Díaz, O., & Gonzáles, J. (2017). Determinantes exógenos de la morosidad de las carteras de consumo y comercial en entidades financieras en Colombia. *Tesis de Maestría, Colegio de Estudios Superiores en Administración*.
- Díaz, O. (2009). Determinantes del ratio de morosidad en el sistema financiero boliviano. *Documento de trabajo 01/2009, Banco Central de Bolivia*.
- Espinosa, O., & Vaca, P. (2015). Incidencias de los sectores financiero, fiscal y externos en la actividad económica colombiana: una aproximación VAR Bayesiana. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 75, 11-49.
- Giraldo, W. (2010). Determinantes de la morosidad de la cartera en el sistema Financiero Colombiano. *Tesis de Maestría, Universidad ICESI*.



- Gómez, J., Silva, L., Restrepo, S., & Salazar, M. (2012). flujos de capital, fragilidad financiera y desarrollo financiero en Colombia. *Borradores de Economía*, N° 706, Banco de la Republica.
- Hernández, G., & Piraquive, G. (2014). Evolución de los precios de la vivienda en Colombia. *Archivos de Economía* N° 011208, Departamento Nacional de Planeación.
- Hoggarth, G., Sorensen, S., & Zicchino L. (2005). Stress tes of UK banks using VAR approach. *Working Paper N° 282*, Bank of England.
- Junguito, R. (2017). *Historia económica de Colombia en el siglo XX*. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.
- Kroszner, P. (2002). *Non-performing loans, monetary policy and deflation: the industrial country experience*. Tokyo: Economic and Social Research Institute.
- Liao, S., & Chang, J. (2010). Economic determinants of default risks and their impacts on credit derivative pricing. *The Journal of Future Market*, 30(11), 1058-1081.
- Louzis, D., Vouldis, A., & Metaxas, V. (2012). Macroeconomic and bank-specific determinants of non-performing loans in Greece: a comparative study of mortgage, business and consumer loan portfolios. *Journal of Banking & Finance*, 36(4), 1012 – 1027.
- Lütkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Berlin: Springer.
- Makri, V., & Papadatos, K. (2014). How accounting information and macroeconomic environment determine credit risk? Evidence from Greece. *International Journal of Economic Sciences and Applied Research*, 7(1), 129 -143.
- Marcucci, J., & Quagliariello, M. (2008). Is bank portfolio riskiness procyclical?: evidence from Italy using a vector autoregression. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 18(1), 46-63.
- Martínez, A. (2018). Modelos econométricos para determinar el comportamiento de la cartera comercial de los bancos privados grandes ecuatorianos en el periodo 2007-2015. *Tesis de Maestría*, Universidad Andina Simón Bolívar.
- Mileris, R. (2012). Macroeconomic determinants of loan portfolio credit risk in banks. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 23(5), 496-504.
- Nkusu, M. (2011). Nonperforming loans and macrofinancial vulnerabilities in advanced economies, *Working Paper 11/161*, International Monetary Fund.
- Pesaran, M., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics Letters*, 58(1), 17-29.

- Pilinkus, D. (2010). Macroeconomic indicators and their impact on stock market performance in the short and long run: the case of the Baltic states. *Technological and Economic Development of Economys*, 16(2), 291-304.
- Quilis, E. (2004). *BayVAR. Una librería Matlab para el análisis VAR Bayesiano*. Madrid: Instituto Nacional de Estadística.
- Reinhart, C., & Reinhart, V. (2009). Bonanzas de flujos de capital: una mirada que abarca el pasado y el presente. *Ensayos sobre Política Económica*, 59, 188-250.
- Rueda, J., & Vásquez, D. (2008). Un análisis de cointegración para el riesgo de crédito. *Reporte de Estabilidad Financiera, Banco de la República*, pp. 1-18.
- Salazar, M. (2007). El origen del pánico de 2008: la crisis del mercado de crédito hipotecario en Estados Unidos. *Revista de Economía Institucional*, 9(19), 19-54.
- Salazar, N., Steiner, R., Becerra, A., & Ramírez, J. (2013). Los efectos del precio del suelo sobre el precio de la vivienda para Colombia. *Revista Ensayos Sobre Política Económica*, 70, 17-66.
- Saurina, J., & Salas, V. (2002). Credit risk in two institutional regimes: Spanish commercial and savings banks. *Journal of Financial Services Research*, 22(3), 203-224.
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), 1-48.
- Vera, L. & Costa, I. (2007). Estimación y proyección de la calidad de la cartera de crédito utilizando variables macroeconómicas: un estudio para Venezuela. *Revista de Economía y Estadística*, 45(2), 29-52.
- Vergara, A. (2013). Efecto de la tasa de interés de intervención del Banco de la República sobre la actividad económica. *Tesis de Maestría, Universidad EAFIT*.
- Vives, X. (2010). La crisis financiera y la regulación. *Occasional Paper Business School, Op-179, Universidad de Navarra*.
- Wong J., Choi, K., & Fong, T. (2008). A framework for macro stress testing the credit risk of banks in Hong Kong. *The Journal of Risk Model Validation*, 2, 3-23.