

## Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le de crédito al documento y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

**BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA**  
UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
Chía - Cundinamarca

## **Prueba de estrés macro para el sistema bancario colombiano.**

José Daniel Ramírez Montaña

Universidad de la Sabana

joseramo@unisabana.edu.co

### **Resumen.**

Después de la crisis financiera internacional, cuyo origen fue en EE.UU, se generó incertidumbre en el sector financiero. En las economías emergentes como la de Colombia, es importante analizar el impacto que tienen los distintos choques macroeconómicos para la medición de sus riesgos financieros, logrando proyectar seguridad bancaria. Hoy en día encontramos varias medidas de prevención de riesgos para evitar una nueva caída. En este documento se simularan escenarios de choques macroeconómicos, mediante una prueba de estrés, usando metodologías estadísticas de Vectores Autorregresivos, funciones impulso respuesta y Mínimos Cuadrados Ordinarios; concluyendo que el riesgo de crédito del sistema financiero colombiano es sólido para enfrentar posibles cambios en la economía.

### **Abstract.**

After the international financial crisis, whose origin was in the U.S., it created uncertainty in the financial sector. In emerging economies like Colombia, it is important to analyze the impact of several macroeconomic shocks to measure their financial risks, making bank security project. Today we find a number of risk prevention measures to prevent another fall. This document simulate scenarios of macroeconomic shocks through a stress test, using statistical methodologies of vector autoregressive, impulse response functions and OLS,

concluding that the credit risk of the Colombian financial system is robust to deal with possible changes in the economy.

**Palabras clave:** Riesgo de crédito, NPL, IMACO.

**Key Words:**

Clasificación JEL: E27, F47, G21, G32

## **Introducción.**

La crisis financiera internacional del 2008, originada en Estados Unidos, ha prendido las alarmas a la mayoría de los países en la medición de sus riesgos y así evitar situaciones de inestabilidad macroeconómica. La crisis se originó por la cesación de pagos en algunos créditos hipotecarios, que produjeron un incremento en el nivel de morosidad. Luego problemas de liquidez y solvencia de varios bancos estadounidenses se agudizaron con la quiebra de uno de los más grandes bancos de inversión, Lehman Brothers. La crisis se extendió a la mayoría de los países y hoy en día vemos, como Europa y Estados Unidos, hacen rigurosos esfuerzos para tener un crecimiento económico sostenible; que hasta el momento no ha sido posible.

La crisis económica internacional de 2008 afectó a todos los países a nivel mundial a través de diversos canales de transmisión: i) reales (comercio, confianza, términos de intercambio, etc.) o ii) financieros (primas de riesgo, restricciones de liquidez, etc.). La economía colombiana no fue ajena a esta situación y se vio afectada en algunos de ellos, pero afortunadamente no vio deteriorado su sistema financiero gracias a la solidez y buenos manejos que se habían hecho en la última década; en parte como respuesta a las fragilidades que se observaron en los noventa. Sin embargo, aunque en algunas economías emergentes, incluyendo la colombiana, la banca no estuvo fuertemente impactada, no basta con tener buenos indicadores económicos para asegurar que el sistema financiero es estable.

Es por esto, que se han creado pruebas de estrés para evaluar los diferentes riesgos financieros (como el riesgo de crédito, riesgo de liquidez, riesgo de tasa de cambio, etc.) de los diferentes bancos y entidades que componen el sistema, ante perturbaciones macroeconómicas nacionales e internacionales.

El objetivo de este documento es realizar una prueba de estrés macro, mediante el uso de la modelación de Vectores autorregresivos, funciones impulso respuesta y regresiones lineales. Con ello se busca cuantificar el impacto que generan las variaciones macroeconómicas en el riesgo de crédito del sistema financiero colombiano, y así tratar de evaluar la capacidad del mismo para soportar posibles cambios en la economía.

El presente trabajo se divide en 4 partes: En la primera, se hará una revisión bibliográfica de los trabajos realizados para la medición de riesgo de crédito, y su relación con la estabilidad macroeconómica, comentando las diferentes metodologías usadas y las conclusiones que se han obtenido. La segunda, comprende la metodología del trabajo escrito: Un modelo macroeconómico para reflejar la respuesta del crecimiento económico ante cambios macroeconómicos; también un modelo microeconómico para evidenciar la relación entre el índice de riesgo de crédito y el indicador mensual de actividad económica. En la tercera, se muestran los resultados empíricos, donde se utilizan los resultados obtenidos para el análisis de escenarios. Por último se presentan las conclusiones obtenidas y algunas sugerencias.

### **Revisión de literatura.**

Las pruebas de estrés son una herramienta previsoras que los organismos reguladores de los sistemas financieros utilizan para determinar los efectos de escenarios negativos desfavorables en los resultados de las empresas. “El término de test de estrés describe un rango de técnicas usadas para medir la vulnerabilidad de un portafolio en el caso de cambios adversos en los escenarios macroeconómicos o en el caso de excepcionales pero plausibles eventos o choques”. (Vazquez, Tabak y Souto 2010).

Según Čihák (2007), las pruebas de estrés se utilizan para determinar la estabilidad de un sistema dado o entidad. “El objetivo de una prueba de estrés

es hacer que el riesgo sea más transparente para estimar el potencial de pérdidas de un portafolio en mercados no normales” (Blaschke, y otros 2001). En la literatura financiera, las pruebas de estrés se han referido de manera tradicional únicamente a los activos o carteras de una entidad, pero más recientemente se han aplicado también al conjunto del sistema financiero, es decir a la banca como un grupo o agente económico que interactúa con otros sectores.

El comité de Basilea efectuado en el 2010, establece varios requisitos cualitativos para las pruebas de estrés que deben realizar los bancos para su modelación interna, entre los que se destacan que para todas las contrapartes, los bancos deberán realizar, al menos una vez al mes, este tipo de evaluaciones con el fin de medir la exposición a los principales factores de riesgo de mercado (por ejemplo, tasas de interés, tipos de cambio, acciones, diferenciales de crédito y precios de materias primas). Con ello, se podrían identificar proactivamente (y, en caso necesario, reducir) las concentraciones excesivas a determinadas sensibilidades direccionales. (Comité de Supervisión de Basilea 2010)

Para el desarrollo de esta técnica se han escogido diferentes tipos de estimaciones para analizar los riesgos que se pueden presentar. El más común entre todos es el método de escenarios; es así, como en el comité de Basilea (2010) se ponen los objetivos de estos escenarios para que los bancos evalúen sus riesgos no direccionales (como la exposición a la curva de rendimientos, riesgos de base, etc.) con periodicidad al menos trimestral. Entre los objetivos que plantea Basilea se encuentran afrontar escenarios en los que a) se han producido eventos económicos o de mercado graves; b) la liquidez del mercado ha disminuido considerablemente; y c) el mercado se altera por la liquidación de posiciones de un intermediario financiero relevante. Estas pruebas de tensión pueden ser parte integral de las pruebas del banco en su conjunto.

Estudios como el de Vázquez, Tabak y Souto (2010), mencionan escoger escenarios que son costosos y raros, y ponerlos a un modelo de valoración. El objetivo de estas pruebas es hacer más transparentes los riesgos calculando el potencial de pérdidas de un portafolio en mercados anormales, para que sea posible evaluar la robustez de los bancos. “Escenarios hipotéticos tienen la ventaja que ellos pueden permitir una mayor flexibilidad en la formulación de eventos potenciales, así como potenciar a los gestores de riesgo a hacer más hacia el futuro” (Blaschke, y otros 2001).

A pesar de haber varios escritos acerca del tema, no existe una guía exacta de cómo realizar las pruebas de estrés dado los diferentes riesgos que existen. Una aproximación cercana es el estudio realizado por Čihák (2010), en la que se describe este proceso basado en los siguientes pasos:

1. Identificación de vulnerabilidades específicas o áreas de concernencia.
2. Construcción de escenarios.
3. Asignación de las salidas de los escenarios en una forma que sea útil para el análisis de balances y estados de resultados de las instituciones financieras.
4. Realización de datos numéricos.
5. Tener en cuenta posibles efectos de segunda ronda.
6. Resumir e interpretar los resultados.

Algunos bancos centrales, como el de Colombia, ha realizado la pruebas de estrés para medir 5 diferentes riesgo que enfrenta el sistema financiero. Uribe, Morales y Piñeros (2008), en su trabajo pretenden cuantificar de manera conjunta las repercusiones que tendrían los riesgos de crédito, de tasa de interés, tasa de cambio, de liquidez y de contagio interbancario en la solidez del sistema financiero; construyendo diferentes escenarios e introduciendo en el modelo choques macroeconómicos exógenos.

Sin embargo, en los últimos años y dada la crisis financiera del 2008, en la que uno de los principales bancos de Estados Unidos entro en cesación de pagos y quiebra, se han realizado diferentes estudios para analizar el riesgo de crédito de las entidades bancarias. Esto definido como “el riesgo que una contraparte fallaría en sus obligaciones contractuales. Esto refiere al riesgo de que el flujo de efectivo de un activo no puede ser pagado en su totalidad, según los acuerdos contractuales” (Blaschke, y otros 2001).

Según Čihák (2010), existen tres grupos básicos de enfoques para modelar el riesgo de crédito como parte de pruebas de estrés. Primero, hay enfoques mecánicos (típicamente usado si hay insuficientes datos o si los choques son diferentes de los últimos). Segundo, hay enfoques basados en datos de rendimiento de crédito (probabilidades de default, perdidas en caso de impago, prestamos en mora y provisiones) y regresiones (ecuaciones singulares, estructurales, y vectores autorregresivos). Tercero, hay enfoques basados en datos corporativos del sector (influencia o cobertura de intereses) y, posiblemente, en los datos del sector del hogar (aunque estos datos son mucho más difíciles de obtener que los datos del sector empresarial).

Por lo general, se efectúan regresiones en las cuales se miden como afectan choques macroeconómicos al riesgo de crédito de las entidades. En términos generales, existen dos principales técnicas para analizar los choques macroeconómicos y escenarios en variables del sector financiero: El primero de ellos es el enfoque “bottom-up”, donde el impacto es estimado usando datos de portafolios individuales, y el enfoque “top-down”, donde el impacto es estimado usando datos agregados. La desventaja del enfoque “top-down” es que aplicar pruebas solamente a datos agregados podría pasar por alto la concentración del nivel de exposición de las instituciones financieras y la cantidad de vínculos entre las instituciones. El enfoque “bottom-up” debería ser capaz de capturar la concentración de riesgo y contagio, y generar datos más precisos, pero este puede ser obstaculizado por datos insuficientes y por cálculos complejos.

En el escrito de Vázquez, Tabak y Souto (2010), se desarrolla un modelo dividido en tres partes. Primero, aplica econometría a las series de tiempo para estimar la relación entre las variables macroeconómicas seleccionadas y usa estos resultados para simular escenarios a dos años. Segundo, usa modelos de panel data para estimar la sensibilidad de Non Performing Loans (medida de frecuencia de fallo (Blaschke, y otros 2001)) y el crecimiento del PIB, para simular la evolución de la calidad del crédito para bancos individuales bajo escenarios adversos. Por último, predice el NPL como variable proxy de la probabilidad de incumplimiento (PD) y combinar la información con datos en la exposición y concentración de los portafolios de créditos bancarios y estimar las pérdidas de crédito. El test de estrés sugerido por ellos muestra que el sistema bancario brasileiro está bien preparado para absorber las pérdidas de crédito asociadas a posibles adversidades macroeconómicas mostradas en los escenarios propuestos.

La agencia Roland Berger Strategy Consultants España (2012), realizaron un análisis de estrés para el banco Mediolanum de España, en el cual instauraron dos escenarios: Un escenario base y otro adverso. En ambos se predicen las variables macro: PIB real, deflactor del PIB, PIB nominal, IPC, tasa de desempleo, tipo de cambio (al cierre del periodo), índice de bolsa de Madrid, tasa de crecimiento de crédito de hogares y empresas, Euribor a 3 meses y 12 meses, interés de bono español a 10 años, precio de vivienda y suelo. En el escenario base incluía proyecciones macroeconómicas para las variables específicas que reflejan una “evolución económica esperada” en los próximos tres años. El escenario adverso presuponía una visión pesimista de la evolución de España”

Hoggarth, Logan y Zicchino (2002), Construyeron escenarios macroeconómicos específicos derivados utilizando una extensión del Banco del modelo macroeconómico a mediano plazo entonces vigente de Inglaterra (MTMM). Los resultados de estos escenarios se suministraron a 10 grandes bancos del Reino Unido como insumos para sus propias evaluaciones (el

enfoque "bottom-up"). Sin embargo, los resultados no en todos los casos, capturan el impacto en todas sus operaciones no bancarias y extranjeros. Para medir este impacto, utilizan el enfoque top-down.

Ellos utilizan un modelo VAR en las cuales analizan choques de variables como tasa de interés nominal, tasa de cambio e inflación anual para mirar el impacto que tiene sobre la tasa de amortización de los bancos (que es la que mide el riesgo de crédito de los bancos). Con una muestra desde 1993, el modelo no presento cambios significativos antes los choques en las variables macro; pero tomando datos desde 1988, se obtuvo que el choque en output tiene un efecto negativo significativo en la tasa de amortización. Este test de estrés no tuvo gran impacto en los bancos porque se encuentra solido el sistema de créditos, las estimaciones por bottom-up se hicieron de manera horizontal cuando este método requiere una gran cantidad de años.

Hoggartg, Sorensen y Zicchino (2005) usan también la metodología de VAR para analizar mediante funciones de impulso respuesta el impacto en el riesgo de crédito ante choques macroeconómicos. Una ventaja del test de estrés propuesta en el documento es la habilidad de analizar el incremento de la fragilidad bancaria siguiendo un choque en una variable macroeconómica, permitiendo el impacto potencial en otra variable y mirando cómo puede afectar la fragilidad bancaria. Igualmente con los modelos VAR, el autor estima como los cambios en amortizaciones en los trimestres siguientes adversos al ciclo económico, implican que el test de estrés es condicional con la correlación histórica entre variables en el modelo multivariable.

Los respectivos análisis de crédito con respectos a variaciones de los indicadores macroeconómicos son una de las formas que propone la literatura para el desarrollo de las pruebas de estrés. Para Virolainen (2004), una prueba de estrés agregada y macroeconomica son una llave importante de esos instrumentos cuantitativos. Una prueba de estrés agregada puede ser definida como la exposición de riesgo de un grupo de instituciones financieras en una

prueba de escenario específica. El principal objetivo de una prueba de estrés agregada es ayudar a las autoridades públicas a identificar vulnerabilidades estructurales y riesgo global de las exposiciones en un sistema financiero que puede conducir a problemas sistémicos. Por otro lado, las pruebas de estrés macro refieren a métodos que analizan el impacto de condiciones adversas en el desarrollo macroeconómico en los riesgos de cada una de las instituciones financieras o en un grupo de instituciones financieras.

### **Metodología.**

Basados en la metodología utilizada por (Vazquez, Tabak y Souto 2010), este escrito se divide en dos partes:

- Un modelo macroeconómico el cual evidencia la relación de variables macroeconómicas previamente seleccionadas con ayuda del análisis de series de tiempo. El objetivo del modelo macro es desarrollar escenarios proyectados a 12 meses.
- Un modelo microeconómico que evidencia la sensibilidad de la calidad de los préstamos ante variaciones macroeconómicas mediante el uso de mínimos cuadrados ordinarios.

### **Modelo Macroeconómico.**

Como ya se había mencionado, se usa un modelo de series de tiempo para mostrar la relación entre variables macroeconómicas, y construir escenarios mediante proyecciones a 12 meses. El modelo VAR determina endógenamente todas las variables que conforman el sistema, por lo que permite calcular las previsiones futuras de cada variable.

Las series de tiempo se obtuvieron mensualmente del Banco de la Republica, desde enero de 1993 hasta junio de 2013; fueron seleccionadas para replicar algunos ejercicios macroeconómicos como los de Bagliano y Favero (1997), y Tsangarides (2010). Las variables endógenas del modelo son: Índice IMACO<sup>1</sup>, crecimiento anual del IPC, variación anual de la tasa representativa del mercado TRM, variación anual del agregado monetario M3 y la tasa de interés a 90 días DTF efectiva anual. Para modelar la crisis económica de finales de siglo en Colombia, se utilizó una variable dicótoma con uno para los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre de 1999 y cero para los demás. Esta variable es tratada como variable exógena en el modelo.

Usando el test de cointegración de Johansen (Tabla 1), hay evidencia de que existen dos relaciones de cointegración en el modelo lineal con tendencia e intercepto. Este resultado nos sugiere que podemos hacer la estimación del modelo en niveles a través de VAR o a través de VEC. Este último enfoque requiere la identificación e imposición de restricciones, y es el más adecuado para el análisis del modelo a largo plazo. Sin embargo, dado que el objetivo de realizar esta estimación es a 12 meses (lo cual no se considera largo plazo), usamos el primer enfoque de VAR.

Por consiguiente, el modelo a estimar es el siguiente<sup>2</sup>:

$$y_t = \sum_{s=1}^p A_s y_{t-s} + \beta x_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

---

<sup>1</sup> El IMACO anticipa los movimientos del PIB con cinco meses de adelanto y una correlación del 93%, predice todos los puntos de quiebre del ciclo económico colombiano sin giros inexistentes, minimiza los errores de pronóstico sobre el crecimiento del PIB utilizado como referencia y exhibe una calidad predictiva superior a la de otros indicadores y a la de distintos modelos alternativos. (Kamil, Pulido y Torres 2010)

<sup>2</sup> La estimación del modelo VAR se realizó en el paquete estadístico EViews.

Donde

$$y_t = \begin{bmatrix} IMACO_t \\ IPC_t \\ M3_t \\ TRM_t \\ DTF_t \end{bmatrix}$$

Y los  $x_t$  son las variables exógenas del modelo. El número de rezagos son dos, dado los criterios de Schwarz y Hannan-Quinn presentados en la Tabla 2.

Los coeficientes de la estimación se reflejan en la Tabla 3. Al realizar los choques mediante impulso respuesta (Ver Figura 1) se observa que los choques de la TRM, DTF Y M3 concuerdan con la teoría económica. Si aumenta la TRM, se estimulan las exportaciones, por lo tanto la demanda agregada y el PIB. Del mismo modo, si hay una mayor oferta monetaria, ese estímulo a la economía se refleja en un choque positivo en el PIB. Por otro lado, un aumento de las tasas de interés (se tomó la DTF) desestimula el consumo y las inversiones, por consiguiente cae el PIB.

Sin embargo, el choque del IPC no concuerda con lo esperado. Al aumentar los precios en la economía, las personas dejan de consumir y disminuiría el PIB; lo cual no se refleja en el modelo. Este comportamiento suele ocurrir en economías abiertas cuando los precios de los bienes no se ajustan con los choques monetarios; a esto se le conoce como “precio puzzle” (Kim y Roubini 2000).

### **Modelo Microeconómico.**

El riesgo de crédito se define como la posibilidad de incurrir en pérdidas debido a que una de las partes de una operación incumpla o aumente la probabilidad de incumplir sus obligaciones, antes de que se liquide la

operación. Este impacto se verá reflejado en la cuenta de resultados o estado patrimonial de las entidades. Las entidades bancarias son las más expuestas a este tipo de riesgo; por tal motivo, estas entidades calculan las pérdidas esperadas de créditos de acuerdo a una probabilidad de incumplimiento (PD), exposición en el momento de pago (EAD) y pérdida por el incumplimiento (LGD), para poder tener un capital económico que soporte dichas pérdidas. Sin embargo, existen pérdidas inesperadas que afectan la solvencia de los bancos y en algunos casos las podrían llevar a la quiebra.

Las pérdidas inesperadas se dan por alguna dispersión en la probabilidad de incumplimiento, por lo que es difícil soportarla. Según Blaschke, Jones, Majnoni y Martínez (2001), la sensibilidad de la pérdida inesperada de créditos a los choques externos puede ser deducida de una estimación empírica de los determinantes de las frecuencias de fallo recogidas por la relación de morosidad (NPL<sup>3</sup>). Esta medida puede ser interpretada como la medida de frecuencia de fallo.

Para la realización del análisis de riesgo de crédito, se toma el indicador NPL como referencia para su medición, el cual se obtuvo para los bancos nacionales, mensualmente desde el año 2006 de la página de la Superintendencia Financiera de Colombia<sup>4</sup>. El enfoque a utilizar es Top Down, el cual, como se había mencionado anteriormente, se usa para la medición del riesgo de crédito con datos agrupados.

---

<sup>3</sup> NPL. La variable Non-performing loans se define como la razón entre los préstamos en mora y el total de la cartera de préstamos.

<sup>4</sup> El indicador NPL se registra en la Superintendencia Financiera como Indicador de Calidad Tradicional (Cartera vencida/Cartera Bruta).

El modelo discutido en esta sección analiza la sensibilidad del NPL ante cambios macroeconómicos mediante un proceso estocástico<sup>5</sup> o proceso de series temporales. Cuando se recogen datos de series temporales, se refleja un posible resultado del proceso estocástico; con esto se puede obtener una única realización, de igual forma que en el análisis de corte transversal (Wooldridge 2007). La estimación corresponde a la siguiente ecuación<sup>6</sup>:

$$NPL_t = \beta_0 + \beta_1 IMACO_t + u_t \quad (2)$$

Los coeficientes de la regresión son presentados en la tabla 4, donde se observa que el IMACO explica un 43,65% del NPL. El resultado es consistente con lo esperado, por lo que se predecía que la relación entre el NPL y el IMACO era negativa. El coeficiente de la variable IMACO correspondiente a  $-0.1994$  (significante al 5% de confianza), representa una disminución del NPL en 0.1994 unidades si aumenta el indicador de actividad económica en una unidad.

### **Resultados empíricos.**

En esta sección se presentan los resultados de la prueba de estrés basado en análisis de escenarios. Este describe el criterio usado en la construcción de los escenarios y ofrece una comparación fácil de su evolución.

La construcción de los escenarios se podría realizar de varias formas: 1. Mediante el uso de datos históricos, con el cual se podría tener en cuenta las diferentes reacciones que se tuvieron en épocas de crisis o auges. 2. Modelos

---

<sup>5</sup> Un proceso estocástico es una sucesión de variables aleatorias que evolucionan en función de otra variable.

<sup>6</sup> La estimación del MCO se realizó en STATA versión 11.

econométricos o estimaciones expertas que predicen el comportamiento de la actividad económica ante estos choques. 3. Arbitrariamente, teniendo en cuenta la coyuntura económica actual. En este trabajo, los escenarios se construyeron arbitrariamente, teniendo en cuenta el comportamiento que ha tenido la economía y las reacciones en los mercados internacionales.

*Escenario 1:* Aumento de la tasa de referencia por parte del Banco de la República al 3.5%; lo cual se debería a una recuperación en la economía.

*Escenario 2:* Devaluación en la moneda en 2.5% (lo cual se aproximaría al denominado “Dólar Cárdenas”, dada una recuperación en la economía de Estados Unidos, lo que provoca una salida de capitales.

*Escenario 3:* Aumento de la oferta monetaria en 5%, para incentivar el crecimiento de la economía.

Se emplea las funciones impulso respuesta, previamente analizadas en el modelo macroeconómico, para cuantificar el impacto porcentual que tiene el IMACO ante los choques en las variables macroeconómicas. De esta forma, se logra realizar una comparación del índice de actividad económica bajo los 3 escenarios propuestos (ver figura 2).

Con base en lo anterior, y usando los resultados de la estimación de MCO para la modelación del NPL del sistema bancario, se obtiene indirectamente el impacto de los escenarios propuestos en el nivel de riesgo de crédito. Cabe mencionar que este procedimiento se realiza tomando como supuesto que los coeficientes del modelo microeconómico se mantienen en el tiempo, es decir no varían en el transcurso de los 12 meses siguientes.

En la figura 3 se observa el impacto del NPL bajo los tres escenarios. Se observa que el escenario 1 es el de mayor impacto en el nivel de riesgo de crédito de los bancos, debido a que los préstamos realizados por las entidades a través de sus diferentes medios (como las tarjetas de crédito, créditos hipotecarios, etc.), se vuelven más costosos para las personas, y por ende aumenta la probabilidad de impago por parte de estas. Sin embargo, el NPL no supera el 3.5%, lo cual demuestra que los bancos nacionales están bien preparados para soportar la cartera vencida que se consideraría a partir cambios macroeconómicos.

### **Conclusiones.**

Las estimaciones econométricas presentadas en este trabajo evidencian en primera instancia como se relacionan las variables macroeconómicas con un indicador de crecimiento del PIB como lo es el IMACO. Este indicador reacciona de acuerdo a la teoría económica ante choques en la tasa de cambio, tasa de interés y agregado monetario; sin embargo, no reacciona adecuadamente ante cambios en los precios debido a la presencia de “precios puzzle” en la economía, el cual por cuestiones de simplicidad no fue modelado.

Por otra parte, se refleja la relación inversa que existe entre el nivel de riesgo de crédito de los bancos nacionales y el indicador IMACO. Los coeficientes de la regresión por mínimos cuadrados ordinarios indican la consistencia con lo que se tenía esperado.

Dado esto y la construcción de escenarios, los cuales se plantearon de acuerdo a la coyuntura actual en la economía, se demuestra que el sistema bancario colombiano esta fortalecido ante posibles cambios macroeconómicos para soportar las pérdidas por créditos vencidos.

Por último, se recomienda para próximas pruebas de estrés del sistema bancario colombiano, realizar un análisis más profundo tomando en cuenta procedimientos para cada banco. Esto conllevaría a cambiar el método de estimación (posiblemente modelos dinámicos de panel), así se observaría los bancos que se encuentran más preparados para cambios macroeconómicos, y también los bancos a los que las autoridades económicas deberían vigilar más por cuenta de sus mayores vulnerabilidades dentro del sistema financiero colombiano.

## Bibliografía

- Bagliano, Fabio C, y Carlo A Favero. «Measuring monetary policy with VAR models: an evaluation.» *European Economic Review* 42 (1997): 1069-1112.
- Blaschke, Winfrid, Matthew Jones, Giovanni Majnoni, y Soledad Martinez Peria. «Stress testing of financial systems: An overview of issues, methodologies, and FSAP experiences.» Monetary and exchange affairs department, IMF Working paper, 2001.
- Čihák, Martin. «Introduction to applied stress testing.» Monetary and Capital Markets Department, IMF Working Paper, 2007.
- Comité de Supervisión de Basilea. «Basilea III: Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios.» Banco de pagos internacionales, 2010.
- Hoggarth, Glenn, Andrew Logan, y Lea Zicchino. «Macro stress tests of UK banks.» Bank of England, 2005.
- Hoggarth, Glenn, Steffen Sorensen, y Lea Zicchino. *Stress tests of UK banks using a VAR approach*. International Finance Division, Bank of England, London: Working Paper no. 282, 2005.
- Kamil, Herman, José David Pulido, y José Luis Torres. *El "IMACO": Un índice mensual líder de la actividad económica en Colombia*. Banco de la República, Borradores de Economía, 2010.
- Kim, Soyoung, y Nouriel Roubini. «Exchange rate anomalies in the industrial countries: A solution with a structural VAR approach.» *Journal of Monetary Economics* 45 (2000): 561-586.
- Llorent Jurado, J, M C Melgar Hiraldo, y J A Ordaz Sanz. *Una aproximación a las técnicas cuantitativas en las pruebas de estrés a la banca*. Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia

Económica, Universidad Pablo de Olavide, Anales de ASEPUMA nº 19: 0107, s.f.

Molinié, Manuel Luy . «Pruebas de estrés de riesgo de crédito. Enfoque teórico.» *Taller Regional sobre STRESS TESTING CAPTAC-DR*. Mayo de 2011.

Molinié, Manuel Luy. «Pruebas de estrés de riesgo de crédito. Enfoque práctico de la SBS.» *Taller Regional sobre STRESS TESTING CAPTAC-DR*. Mayo de 2011.

Roland Berger Strategy Consultants España. *Test de estrés de la cartera crediticia en España*. Banco Mediolanum, Madrid: Paseo de la Castellana, 140 - 3ª, 2012.

Tracey, Marlon. *A VAR analysis of the effects of macroeconomic shocks on banking sector loan quality in Jamaica*. Borrador, Financial Stability Department, Bank of Jamaica, Research and Economic Programming Division, 2005.

Tsangarides, Charalambos. *Monetary policy transmission in mauritius using a VAR models*. Research departament, IMF Working Paper, 2010.

Uribe Gil , Jorge Mario, Miguel Ángel Morales Mosquera, y José Hernán Piñeros Gordo. «Análisis de estrés sobre el sistema bancario colombiano: Un escenario conjunto de riesgos.» Departamento de Estabilidad Financiera, Banco de la República, 2008.

Vazquez, Francisco, Benjamin Tabak, y Marcos Souto. *A macro stress test model of credit risk for the brazilian banking sector*. Banco central do Brazil, Working paper series, 2010.

Virolainen, Kimmo . *Macro stress testing with a macroeconomic credit risk model for Finland*. Research Department, Bank of Finland, Suomen Pankki, 2004.

Wooldridge, Jeffrey M. *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno.*  
Thomson , 2007.

**Tabla 1. Test de Cointegración de Johansen.**

Sample: 1993M01 2013M06  
 Included observations: 243  
 Series: IMACO IPC M3 TRM DTF  
 Exogenous series: CRISIS  
 Warning: Rank Test critical values derived assuming no exogenous series  
 Lags interval: 1 to 2

Selected (0.05 level\*) Number of Cointegrating Relations by Model

Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
Test Type	No Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept Trend	Intercept Trend
Trace	2	3	3	2	3
Max-Eig	1	2	2	2	2

**Tabla 2. Criterio de selección de rezagos**

VAR Lag Order Selection Criteria  
 Endogenous variables: IMACO IPC M3 TRM DTF  
 Exogenous variables: CRISIS  
 Date: 08/08/13 Time: 19:22  
 Sample: 1993M01 2013M06  
 Included observations: 232

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	1691.848	NA	3.33e-13	-14.54180	-14.46751	-14.51184
1	3599.720	3717.060	2.97e-20	-30.77345	-30.32775	-30.59370
2	3680.151	153.2345	1.84e-20	-31.25130	-30.43418*	-30.92176*
3	3714.980	64.85581	1.69e-20	-31.33604	-30.14751	-30.85672
4	3741.613	48.44376	1.67e-20	-31.35011	-29.79017	-30.72100
5	3770.322	50.98281	1.62e-20	-31.38208	-29.45072	-30.60319
6	3789.051	32.45344	1.72e-20	-31.32803	-29.02525	-30.39934
7	3826.299	62.93589	1.55e-20	-31.43361	-28.75942	-30.35514
8	3853.969	45.55953	1.53e-20	-31.45663	-28.41102	-30.22836
9	3866.619	20.28380	1.71e-20	-31.35016	-27.93314	-29.97211
10	3888.297	33.82503	1.78e-20	-31.32152	-27.53308	-29.79368
11	3914.220	39.33185	1.79e-20	-31.32948	-27.16963	-29.65186
12	3940.634	38.93835	1.79e-20	-31.34167	-26.81040	-29.51426
13	4029.385	127.0054*	1.05e-20*	-31.89125*	-26.98856	-29.91405
14	4054.384	34.69690	1.08e-20	-31.89124	-26.61714	-29.76425

\* indicates lag order selected by the criterion  
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

**Tabla 3. Estimaciones VAR.**

<b>Vector Autoregression Estimates</b> <b>Sample (adjusted): 1993M03 2013M06</b> <b>Included observations: 244 after adjustments</b> <b>t-statistics in [ ]</b>					
	<b>IMACO</b>	<b>IPC</b>	<b>M3</b>	<b>TRM</b>	<b>DTF</b>
<b>IMACO(-1)</b>	0.924222	0.084335	-0.210553	-0.929557	0.20461
	[ 14.2183]	[ 1.56215]	[-0.88772]	[-1.72425]	[ 1.69181]
<b>IMACO(-2)</b>	0.059426	-0.086456	0.362567	0.779535	-0.16327
	[ 0.90694]	[-1.58870]	[ 1.51649]	[ 1.43448]	[-1.33927]
<b>IPC(-1)</b>	0.143274	1.4273	0.516991	-0.494344	0.152637
	[ 1.95669]	[ 23.4699]	[ 1.93500]	[-0.81402]	[ 1.12039]
<b>IPC(-2)</b>	-0.105405	-0.447513	-0.229907	0.63366	-0.033829
	[-1.42724]	[-7.29600]	[-0.85317]	[ 1.03454]	[-0.24620]
<b>M3(-1)</b>	0.01338	0.006262	0.761216	0.208628	-0.088677
	[ 0.74543]	[ 0.42006]	[ 11.6227]	[ 1.40146]	[-2.65534]
<b>M3(-2)</b>	-0.01121	0.001902	0.180794	-0.251952	0.090305
	[-0.63138]	[ 0.12899]	[ 2.79064]	[-1.71098]	[ 2.73363]
<b>TRM(-1)</b>	-0.000508	0.009585	-0.011585	1.222615	0.019597
	[-0.06880]	[ 1.56199]	[-0.42972]	[ 19.9526]	[ 1.42561]
<b>TRM(-2)</b>	0.004165	-0.00837	0.011007	-0.33911	-0.015445
	[ 0.56684]	[-1.37152]	[ 0.41051]	[-5.56437]	[-1.12971]
<b>DTF(-1)</b>	0.046261	0.04141	-0.173662	0.018542	1.217298
	[ 1.33662]	[ 1.44059]	[-1.37513]	[ 0.06459]	[ 18.9037]
<b>DTF(-2)</b>	-0.076226	-0.040436	0.00067	0.006563	-0.31456
	[-2.27651]	[-1.45407]	[ 0.00549]	[ 0.02363]	[-5.04926]
<b>CRISIS</b>	-0.001686	0.002697	0.018907	-0.004386	0.009757
	[-0.62369]	[ 1.20098]	[ 1.91631]	[-0.19558]	[ 1.93947]

**Tabla 4. Estimación MCO.**

Source	SS	df	MS			
Model	.00121831	1	.00121831	Number of obs =	89	
Residual	.00157301	87	.000018081	F( 1, 87) =	67.38	
Total	.002791321	88	.00003172	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.4365	
				Adj R-squared =	0.4300	
				Root MSE =	.00425	

np1	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
imaco	-.1994539	.024298	-8.21	0.000	-.2477487	-.1511591
_cons	.0406464	.001098	37.02	0.000	.038464	.0428288

**Tabla 5. Prueba de normalidad.**

variable	Skewness/Kurtosis tests for Normality				
	obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
residual	89	0.9064	0.0000	33.03	0.0000

**Tabla 6. Prueba de heterocedasticidad.**

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 variables: imaco

chi2(1) = 0.37  
 Prob > chi2 = 0.5434

**Figura 1. Impulso respuesta**

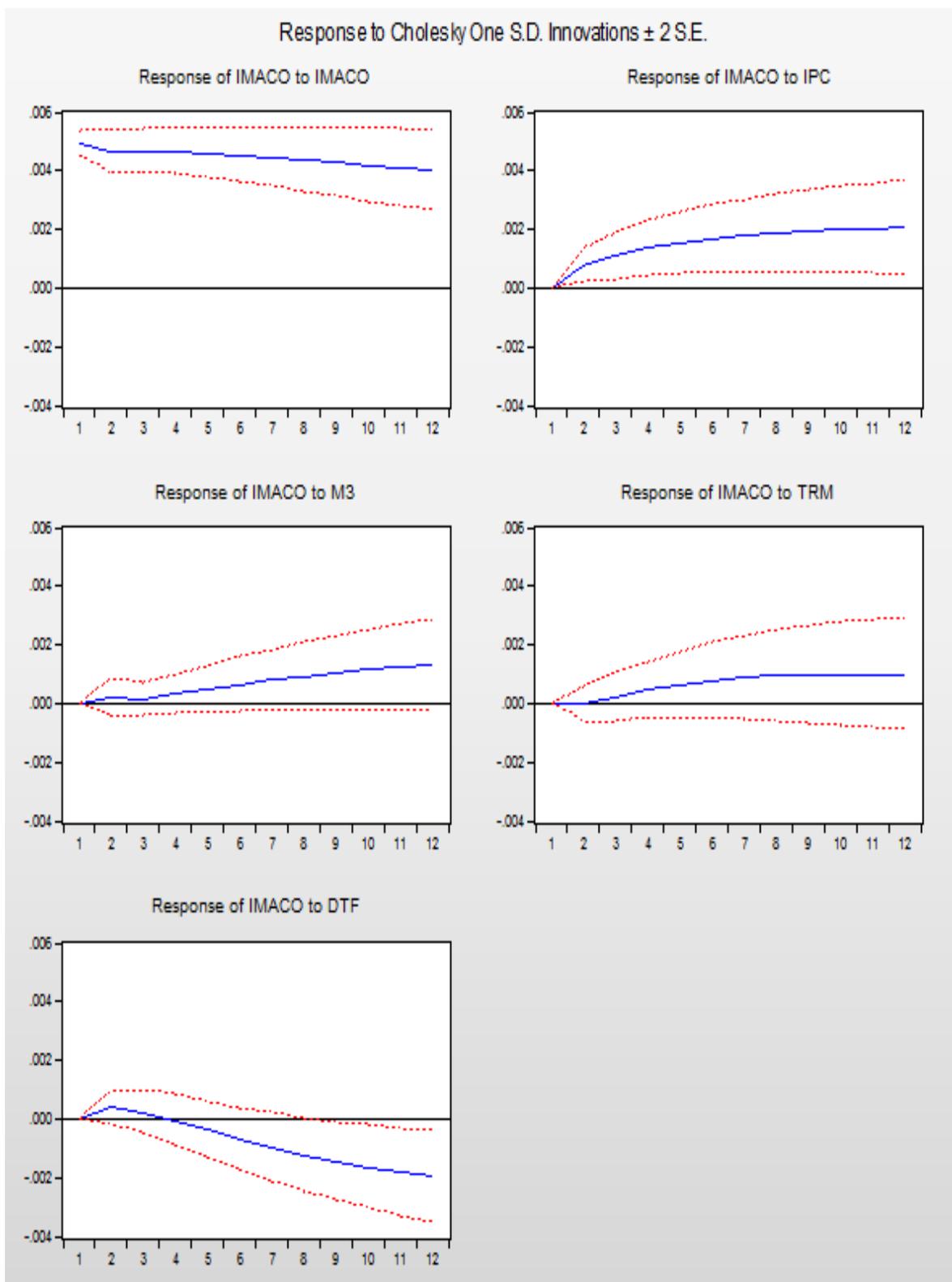


Figura 2. Evolución del IMACO bajo escenarios.

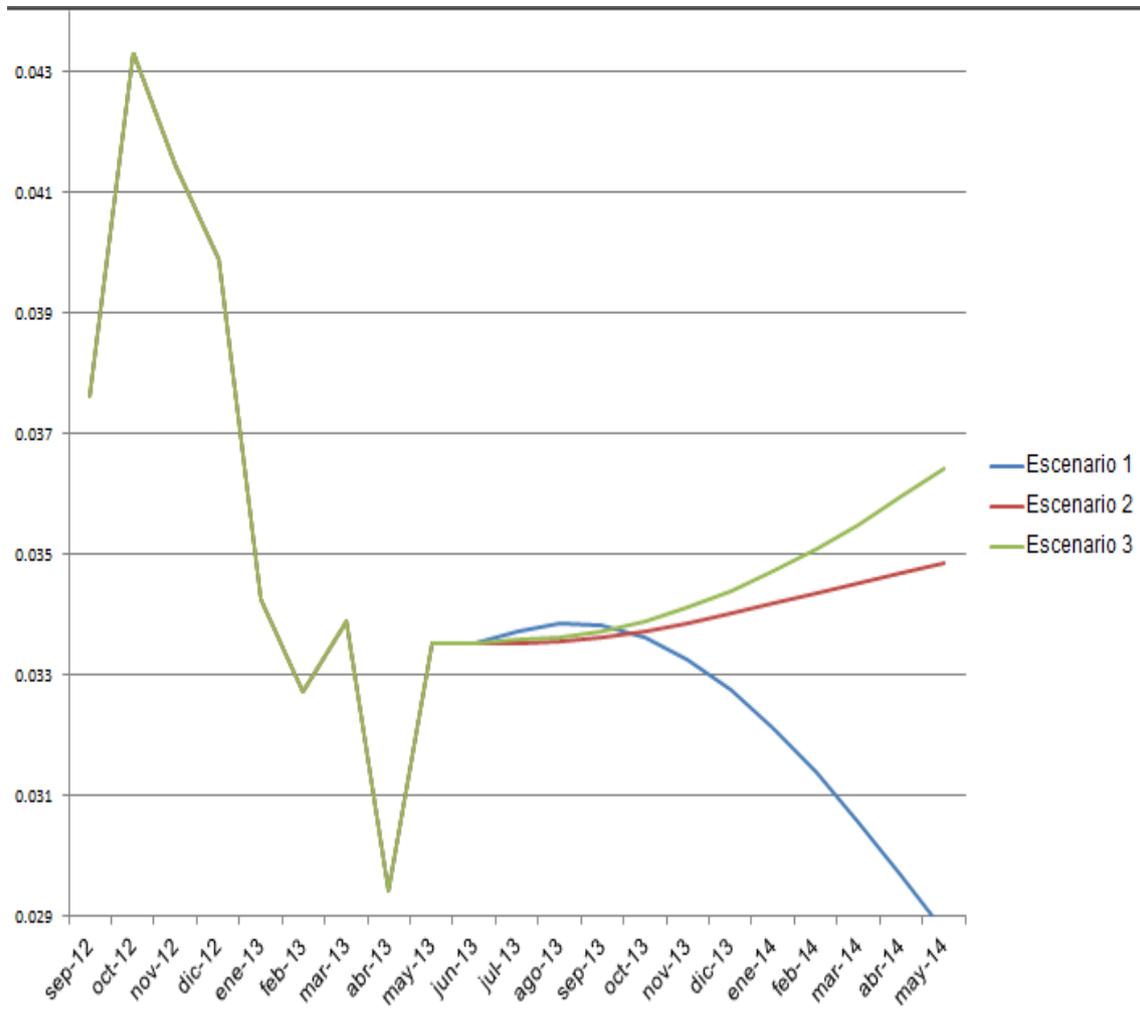


Figura 3. Evolución del NPL bajo escenarios.

