

Modelo Macro para Pruebas de Tensión de Riesgo de Crédito de Consumo en el Sistema Financiero Ecuatoriano

Adriana Uquillas Andrade; Carlos Luis González Vallejo

Facultad de Ciencias, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

adriana.uquillas@epn.edu.ec / carlos.gonzalez@scienceapps.business

Resumen

Se propone un modelo para pruebas de tensión de riesgo crediticio de consumo que distingue entre estabilidad financiera y macroeconómica. Según el modelo de función de transferencia estimado para el período 2006 - 2016 y 22 bancos privados ecuatorianos, el índice de morosidad muestra una sólida relación positiva con la caída permanente del precio del petróleo. La morosidad se agrava a medida que el volumen de crédito concedido crece más rápidamente que la actividad económica. Factores específicos como la liquidez y el margen de intermediación se relacionan negativamente con las tasas de morosidad futuras, lo cual pone de relieve la importancia de la calidad de administración en las instituciones financieras. Aunque puede resultar intuitivo que indicadores del bienestar económico del país o de las entidades financieras afecten a la morosidad, la evidencia para el caso latinoamericano, y en particular para Ecuador, es escasa. Mediante una metodología robusta, este trabajo corrobora y cuantifica el impacto de cada factor en la morosidad, constituyéndose en un aporte a la literatura sobre el tema. Además, las características del modelo permiten que el mismo se constituya como una herramienta prospectiva de monitoreo, útil en gestión y control de riesgo crediticio y no solamente con fines regulatorios.

Palabras clave: pruebas de tensión, inestabilidad financiera, crisis bancaria, series temporales ARIMAX, función de transferencia, riesgo crediticio.

Abstract

A model for credit stress testing that distinguishes between financial and macroeconomic stability is proposed. According to the transfer function model for the period 2006 and 2016, and data from 22 Ecuadorian private banks, the delinquency rate shows a solid relationship with the permanent fall in oil prices. Late payment is exacerbated as the volume of credit granted grows faster than overall economic activity. Specific

factors such as liquidity and interest spread are negatively related to future delinquency rates, which highlights the importance of quality management in financial institutions. Although it may be intuitive that indicators of a country's economic well-being or related to its financial institutions have an impact on delinquency, the evidence for the Latin American case, and in particular for Ecuador, is scarce. Through a robust methodology, this work corroborates and quantifies the impact of each factor on delinquency, constituting a contribution to the literature on the subject. In addition, the model's characteristics enable its use as a prospective monitoring tool, not only for regulatory purposes, but useful in the management and control of credit risk as well.

Keywords: stress testing, financial instability, banking crisis, ARIMAX time series, transfer function, credit risk.

Clasificador JEL: G28, G21. C50, C22, E37

1 Introducción

El seguimiento y evaluación de las entidades financieras se ha convertido en un requisito fundamental para asegurar la estabilidad de un sistema financiero. Para esto, un método en particular es relacionar de forma cuantitativa el entorno macroeconómico con el riesgo de crédito, lo que nos permite realizar estimaciones del mismo en función de las variables macroeconómicas. En este sentido, es importante disponer de modelos que puedan explicar las causas del riesgo de crédito a un nivel sistémico.

Por su parte, el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea en su artículo “Convergencia internacional de medidas y normas de capital”, en la tercera sección “Segundo Pilar - El proceso del examen supervisor”, establece que “El proceso de examen supervisor establecido en este Marco no tiene por objetivo únicamente garantizar que los bancos posean el capital necesario para cubrir los riesgos de sus actividades, sino que también insta a los bancos a que desarrollen y utilicen mejores técnicas de gestión de riesgos en el seguimiento y control de los mismos.” (Basilea, 2006). La importancia del examen supervisor es que no solamente se centra en el volumen de capital que posee una entidad, sino que debe considerarse el fortalecimiento de la gestión de riesgos, refuerzo del nivel de provisiones y reservas, así como los controles internos.

Adicionalmente, las pruebas de tensión son de gran ayuda para la gestión interna de las entidades financieras y para el agente supervisor del sistema financiero. Estas pruebas alertan a los supervisores sobre escenarios adversos imprevistos causados por distintos factores y además, complementan a otras técnicas y medidas empleadas en la gestión de riesgos, siendo

en particular importantes para: evaluar el riesgo de forma prospectiva, mejorar la planificación de capital y liquidez y fijar la tolerancia al riesgo a las entidades financieras o al sistema financiero. Asimismo, estas son sumamente importantes en los periodos de bonanza económica, cuando la lejanía de la coyuntura negativa puede llevar a relajarse y subestimar el riesgo. (Basilea, 2009)

En la actualidad la Superintendencia de Bancos del Ecuador (en lo sucesivo “SBE”) realiza pruebas de tensión sobre la solvencia y liquidez del sistema financiero. Utiliza información de los balances financieros del sistema de bancos privados, estas pruebas se enfocan sobre el primer pilar de Basilea (requerimiento mínimo de capital). Este trabajo propone el uso de informaciones macroeconómicas además del uso de variables financieras con el objetivo de incorporar tanto factores relacionados a la administración bancaria como también a la situación económica del país. Por otro lado, Basilea II promueve que las instituciones financieras posean sus propios modelos para medición de riesgo. En ese sentido, la metodología propuesta en este artículo contribuye a la modelización de pruebas de tensión dentro del sector bancario ecuatoriano.

El sistema financiero ecuatoriano se encuentra compuesto por: instituciones financieras privadas (bancos, cooperativas, sociedades financieras, mutualistas); instituciones financieras públicas; instituciones de servicios financieros. Estas entidades se encuentran bajo el control de la SBE, constituyéndose los bancos privados en el mayor y más importante participante del mercado con más del 90 % de las operaciones del total del sistema. En la actualidad el sistema de bancos privados está formado por veinte y dos entidades.

En cuanto a la administración de riesgo, es fundamental que las instituciones financieras establezcan esquemas eficientes y efectivos de gestión y control de los riesgos a los que se encuentran expuestas. En este sentido, es primordial identificar, medir, controlar y monitorear estos riesgos, con el fin de definir el perfil de riesgo y la exposición que los participantes están dispuestos a asumir para garantizar el cuidado de los fondos propios y de terceros que se encuentran bajo su control y administración.

Con relación al monitoreo de riesgo de crédito, en general las Instituciones Financieras realizan (cuando lo hacen) un monitoreo retrospectivo, es decir, solamente acompañan el desempeño histórico de los indicadores de riesgo. Este trabajo vá más allá del uso del modelo propuesto para cumplir con los requisitos establecidos por los órganos reguladores, pues busca proveer una herramienta prospectiva de evaluación, gestión y control de riesgo crediticio pues, la metodología proporciona la posibilidad de medir la magnitud de impacto (positivo o negativo) de cada factor macroeconómico y/o financiero en el desempeño del índice de morosidad. Es decir, la herramienta provee la posibilidad de manejar las variables de control para producir, hasta cierto punto, el nivel deseado de la variable objetivo, en

este caso la morosidad de crédito de consumo. El manejo de las variables de control está vinculado con el planteamiento y ejecución de políticas de gestión de crédito que produzcan en segunda instancia nuevos resultados en las variables de control y estas por su vez impacten el desempeño del índice de morosidad. Es así que, el uso de esta herramienta tiene implicaciones no solo a nivel de política crediticia dentro de cada institución financiera sino también en política pública y económica e inclusive de política monetaria y fiscal. Esta es una de las principales contribuciones de este artículo.

Este trabajo se centra en la cartera de crédito de consumo. De acuerdo a la Codificación de Regulaciones del Banco Central del Ecuador, define el crédito de consumo como: “créditos otorgados a personas naturales asalariadas y/o rentistas, que tengan por destino la adquisición de bienes de consumo o pago de servicios, que generalmente se amortizan en función de un sistema de cuotas periódicas y cuya fuente de pago es el ingreso neto mensual promedio del deudor, entendiéndose por éste el promedio de los ingresos brutos mensuales del núcleo familiar menos los gastos familiares estimados mensuales” (Banco Central del Ecuador, 2012). Además, se incluye en este segmento las operaciones con tarjeta de crédito. La tasa activa efectiva máxima para este segmento es de 17,3% vigente desde noviembre de 2015 hasta la actualidad.

Estudios previos acerca de los determinantes de la morosidad del sistema bancario en América Latina y Ecuador aún son incipientes; por lo tanto, aunque puede resultar intuitivo que indicadores del bienestar económico general del país o de las entidades financieras afecten a la morosidad, este trabajo corrobora y cuantifica cada una de las diferentes vías por las cuales el riesgo puede ser propagado. Este artículo propone un modelo parsimonioso, robusto y que incorpora solamente efectos directos, pero que es lo suficientemente flexible como para incorporar efectos “feedback” (de retroalimentación) adicionales cuando sea necesario. Además, separa los efectos relacionados con estabilidad financiera y macroeconómica y hace precisa la noción e importancia de la calidad de administración en las instituciones financieras al incorporar el efecto de la margen líquida de intermediación en el modelo.

El resto del artículo está estructurado de la siguiente manera: La sección 2 presenta una revisión de literatura. La sección 3 describe la metodología y datos disponibles. La sección 4 presenta los resultados empíricos. Finalmente, la sección 5 concluye el trabajo.

2 Revisión de literatura

Un indicador del riesgo de crédito es el índice de morosidad, es decir, el porcentaje de la cartera improductiva frente al total de la cartera de la entidad. Identificar los factores de riesgo que influyen en el índice de morosidad de los créditos otorgados por las instituciones

financieras es de gran importancia, pues de este modo la entidad reguladora e inclusive el gobierno, mediante políticas económicas podrían implementar políticas que permitan mantener o mejorar la calidad de las diferentes carteras de crédito.

Como se mencionó anteriormente, estudios previos acerca de macro modelos para pruebas de tensión de riesgo de crédito en América Latina y Ecuador están en su fase elemental. Uno de estos estudios (Arias, 2015) establece que la vulnerabilidad del sistema bancario ecuatoriano en el 2015 con respecto al año anterior tuvo una evolución positiva pasando de 41,82 % a 44,55 %. El índice de vulnerabilidad financiera es un instrumento que pretende medir con anticipación eventuales situaciones de riesgo y vulnerabilidades del sistema financiero, en este caso existe menor vulnerabilidad del sistema bancario cuando el indicador se incrementa. El comportamiento positivo de este indicador estuvo influenciado por el crecimiento de los índices de profundización financiera, apalancamiento, intermediación financiera y solvencia. Sin embargo, existieron factores que afectaron negativamente a la vulnerabilidad del sistema como: morosidad y liquidez. Para este estudio se utilizó la metodología de análisis de componentes principales (ACP).

Por su parte, Saurina (1998) aplica el método generalizado de momentos para analizar los determinantes de la morosidad de las cajas de ahorros españolas y destaca las variables agregadas anteriores a más del endeudamiento de las familias y empresas. Dentro de las variables micro resalta el margen de intermediación financiera, crecimiento de crédito, ineficiencia y porcentaje de créditos sin garantías.

A su vez, Aguilar *et al.* (2004) estudian el sistema bancario peruano usando datos con frecuencia trimestral y metodología de datos de panel, donde establece que los determinantes macroeconómicos son: tasa de crecimiento del PIB con un rezago, colocaciones sobre PIB y el tipo de cambio real; y los factores microeconómicos son: tasa de crecimiento de las colocaciones con dos rezagos, spread real, colocaciones sobre activo total.

Giraldo (2010) realiza un estudio similar para Colombia aplicando vectores autorregresivos (VAR), incluye variables dummy para identificar la fusión de las entidades bancarias y como variables explicativas macroeconómicas el índice de producción manufacturera, la demanda nacional de energía y la tasa de interés real.

Para el caso uruguayo, Vallcorba y Delgado (2007) utilizan un modelo autorregresivo con retardos distribuidos (ADL por sus siglas en inglés) y determinan que los factores macro que afectan a la morosidad son: variación real interanual del PIB y la variación interanual en dólares del índice medio de salarios.

En el caso de Latinoamérica, uno de los países que más ha avanzado en términos de

regulación y control de riesgo es Brasil. Vazquez *et al.* (2012), proponen un macro modelo de pruebas de tensión para riesgo de crédito del sistema bancario brasilero basado en el análisis de escenarios. Los resultados corroboran la presencia de un comportamiento pro cíclico de la calidad del crédito y muestran una sólida relación negativa entre los préstamos morosos y el crecimiento del PIB, con una respuesta de mediano plazo. Los modelos también indican variaciones sustanciales en el comportamiento cíclico de préstamos morosos a través de tipos de crédito.

En otras regiones, y aunque la bibliografía no es basta, existen varios enfoques con relación al tratamiento de modelos de riesgo crediticio para análisis de escenarios macroeconómicos y pruebas de tensión. Skoglund y Chen (2005) demuestran cómo diferentes modelos de riesgo de crédito pueden ser implementados eficientemente para el análisis de escenarios y la ejecución de pruebas de tensión con ejemplos concretos de aplicación. Los ejemplos incluyen modelos multi factores derivados del enfoque estructural de Merton, modelos dinámicos de matriz de transición que dependen de factores económicos y se estiman tradicionalmente en cohortes de préstamos.

Goetz (2004) vincula la banca con los precios de los activos en un modelo macroeconómico monetario. La principal innovación es considerar cómo la caída de los precios de los activos afecta al sistema bancario a través de un amplio margen de morosidad del prestatario. Se encuentra que el efecto de la caída de los precios de los activos es indirecto, no lineal e implica retroalimentación del sistema bancario en forma de contracción del crédito. Siguiendo esta misma tendencia se encuentran los trabajos de Bellotti y Crook (2007), Basurto y Padilla (2006) y Malik y Thomas (2009), en el primero se analiza el crédito hipotecario y se concluye que incrementos en la tasa de interés, desempleo y valor de la vivienda producen incrementos en el riesgo de mora, mientras que incrementos en salarios, producción industrial y el índice FTSE (Financial Times Stock Exchange) provocan condiciones para exista disminución de riesgo de mora. En el segundo trabajo, los autores incorporan el efecto de choques macroeconómicos en el riesgo de crédito a través de estimadores robustos cuando se tiene series temporales cortas. Finalmente, en el tercer artículo, los autores muestran que la intensidad de mora de los consumidores está significativamente influenciada por factores macro que no son más que indicadores de la salud económica de un país.

Modelos más complejos, donde se analiza el riesgo del sistema considerando la posibilidad de transmisión de riesgos son presentados en los artículos de Kida (2008) y Willem (2008). Mizuho Kida incorpora dos tipos de retroalimentación: uno entre el crédito y la tasa de interés y otro entre el sistema financiero y la economía real. Jan Willen van den End considera dos rondas de retroalimentación al incorporar en el modelo las reacciones heterogéneas entre bancos y los efectos idiosincráticos de la reputación de cada banco. Los resultados muestran la importancia de la incorporación de estos mecanismos de transmisión de riesgo pues estos

modelos usualmente proyectan pérdidas mayores que los modelos que incorporan solamente efectos directos.

En resumen, la literatura sobre determinantes de la morosidad ha utilizado un grupo amplio de variables para recoger el impacto de las restricciones de liquidez, del nivel de endeudamiento (generalmente medido sobre el PIB) y del ciclo económico. Se ha dicho que hay al menos dos dimensiones principales que nos ayudan a entender el índice de morosidad: la situación macroeconómica y la dimensión microeconómica. Todos coinciden que existe una relación negativa entre morosidad y crecimiento económico/gestión de resultados de las instituciones financieras.

3 Marco teórico y metodología

Una característica obvia de los datos de series temporales que los distingue de los datos transversales es el ordenamiento temporal, lo que introduce naturalmente al entendimiento de la correlación temporal existente entre los valores pasados de la serie y su valor actual, haciéndose necesaria una evaluación cuidadosa de la estructura de los retardos de la serie en estudio. Box y Jenkins (1973) propusieron una metodología rigurosa para la identificación, estimación y diagnóstico de modelos univariados para datos de series de tiempo. En estos modelos, el comportamiento de una variable se explica utilizando sólo su propio pasado. Modelos más complejos son los modelos dinámicos con variables explicativas, conocidos como modelos de funciones de transferencia o modelos ARIMAX. Los autores harán uso de estos modelos para realizar las pruebas de tensión en la cartera de crédito de consumo del Sistema Financiero Ecuatoriano, utilizando para ello variables macroeconómicas y microeconómicas.

ARIMAX es el acrónimo de “autoregressive integrated moving-average with exogenous variables”. Esto es una extensión de un modelo ARIMA que incorpora variables exógenas las cuales agregan valor explicativo al modelo. Es conveniente especificar un modelo de función de transferencia cuando se cree que, una representación adecuada de la estructura estocástica del término de error resultante de la relación entre las variables explicativas y la variable dependiente precisa de una modelización ARIMA, pues no estaría suficientemente recogida por los sencillos esquemas de autocorrelación utilizados en un modelo de regresión lineal general. Es decir, al trabajar con este tipo de modelos es posible controlar explícitamente muchos otros factores que simultáneamente afectan a la variable dependiente, que en este caso es la morosidad del crédito de consumo. Se espera inferir la causalidad en casos donde un análisis univariado sería engañoso. Para esto, se debe reconocer que algunas series contienen una tendencia temporal, ignorar este hecho puede llevar a concluir falsamente que los cambios en una variable son realmente causados por cambios en otra variable. De esta manera, la metodología propone trabajar con series estacionarias.

De manera general, se considera el proceso estocástico con k variables independientes $\{(X_{t1}, X_{t2}, \dots, X_{tk}, Y_{t1}) : t = 1, \dots, n\}$ siguiendo el modelo lineal:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \dots + \beta_k X_{tk} + N_t \quad (1)$$

Donde $\{N_t : t = 1, 2, \dots, n\}$ es la secuencia de perturbaciones estocásticas, que puede interpretarse como una medida de nuestra ignorancia de los fenómenos modelados y n es el número de períodos de tiempo observados.

Las suposiciones del modelo son: 1) En la muestra (y por lo tanto en el proceso de la serie temporal subyacente), ninguna variable independiente es constante y tampoco es una combinación lineal perfecta de las otras. 2) Para cada t , el valor esperado del error N_t , dadas las variables explicativas para todos los periodos de tiempo, es cero. Es decir, las variables explicativas son contemporáneamente exógenas. 3) Condicionado a X , la varianza de N_t es la misma para todo t (Homoscedasticidad). En presencia de heteroscedasticidad es posible trabajar con el modelo de Heteroscedasticidad Condicional Autoregresiva (ARCH). 4) Condicionado a X , los errores en dos períodos de tiempo diferentes no están correlacionados. La prueba estadística de correlación serial es utilizada en este caso para detectar la falta de especificación dinámica. Los modelos más populares son los Modelos Autoregresivos. 5) Los errores N_t son independientes de X y son independientes e idénticamente distribuidos. 6) El proceso estocástico es estacionario y débilmente dependiente.

3.1 Modelo ARIMAX - función de transferencia

Para la descripción de esta sección se utilizan los trabajos de Novales (1993), Pankratz (1991) y Andrews *et al.* (2013)

La representación del modelo de función de transferencia puede ser escrita como:

$$Y_t = C + v(B)X_t + N_t \quad (2)$$

Donde:

- Y_t es la serie de salida (variable dependiente);
- C es un término constante;
- X_t es la serie de entrada (variable independiente); y
- N_t es la perturbación estocástica del modelo que admitirá una representación univariante:

$$N_t = \frac{\theta(B)\Theta(B)}{\phi(B)\Phi(B)}u_t \quad (3)$$

Donde las mayúsculas hacen referencia a la naturaleza estacional de los polinomios respectivos y u_t es un ruido blanco gaussiano.

$v(B)X_t$ describe la función de transferencia (o función de respuesta al impulso), la cual permite que X inflencie en Y a través de un retardo distribuido. Los coeficientes v_j correspondientes al polinomio $v(B)$ se denominan pesos de respuesta de impulso, estos pueden ser positivos o negativos. Cuanto mayor sea el valor absoluto de cualquier peso v_j , mayor es la respuesta de Y_t a un cambio de X_t .

La serie de salida Y_t puede no reaccionar inmediatamente a un cambio de la serie de entrada X_t , así algunos pesos iniciales pueden ser cero, a estos se los llama tiempo muerto y se los denota por b . Por ejemplo, si $v_0 = v_1 = v_2 = 0$ y $v_3 \neq 0$, entonces $b = 3$.

La función de transferencia $v(B)X_t$ tiene un número infinito de coeficientes, pero puede ser escrita como un polinomio racional distribuido de retardos de orden finito:

$$v(B)X_t = \frac{\omega_h(B)B^b}{\delta_r(B)}X_t \tag{4}$$

Donde:

- $\omega_h(B) = \omega_0B^0 + \dots + \omega_hB^h$;
- $\delta_r(B) = 1 - \delta_1B^1 - \dots - \delta_rB^r$; y
- B^b incorpora el tiempo muerto.

Para identificar un modelo de función de transferencia se obtiene valores aproximados de los coeficientes de la función de respuesta al impulso $v(B)X_t$, de modo que puedan utilizarse los órdenes r y h de los de los polinomios $\delta_r(B)$ y $\omega_h(B)$ respectivamente, así como el tiempo muerto b .

Si las variables que se pretende relacionar no son estacionarias, sus funciones de correlación cruzada, autocorrelación y autocorrelación parcial, no decaerán rápidamente hacia cero. Por tanto, es necesario transformar mediante diferencias para lograr estacionariedad.

La estimación de los parámetros del modelo, bajo el supuesto de normalidad, se lo realiza minimizando la suma de cuadrados residual, de manera iterativa, mediante el algoritmo de Gauss-Newton.

El modelo de función de transferencia para M entradas se puede escribir de la siguiente manera:

$$Y_t = C + \sum_{i=1}^M \frac{v_i(B)B^{b_i}}{\delta_i(B)} X_{ti} + N_t \quad (5)$$

3.2 Correlación y análisis de causalidad

En esta sección se presenta una visión general de las herramientas para el estudio de correlación y análisis causal entre las variables exploratorias y la variable dependiente. El objetivo es verificar si las informaciones microeconómicas y macroeconómicas tienen alguna relación causal y directa con la cartera de crédito de consumo. Estadísticamente, para comprobar la correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, la prueba aplicada en la correlación de Pearson asume la hipótesis nula de ausencia de correlación al 95 % de confianza. Además, se adoptó el método de causalidad de Granger para identificar cualquier correlación espuria y basar el análisis de causalidad.

Para los sistemas temporales, Granger define la causalidad en términos de previsibilidad, es decir: Considerando un universo de información de datos (que incluye X e Y), la variable X causa la variable Y , si el presente de Y puede predecirse más eficientemente incorporando como predictores al valor actual de X y/o sus rezagos que al no incluir esta información. Sin embargo, a pesar de que el análisis de regresión tiene que ver con la dependencia de una variable respecto de otras variables, esto no implica causalidad necesariamente. El estudio de la relación de causalidad entre las variables es uno de los principales problemas de la investigación empírica y la misma debe provenir de estadísticas externas y de teoría, no puede establecerse únicamente por la presencia de una relación estadística, por más fuerte y sugerente que esta sea. En el presente artículo, los autores toman como referencia las herramientas estadísticas descritas en esta sección, además de tomar como referencia la prueba de Granger, que devuelve información causal predictiva, toman como base experiencias anteriores sobre el fenómeno analizado y la teoría económica para permitirse proponer ciertas relaciones de causalidad, que más tarde son confirmadas por los datos disponibles.

3.3 Prueba de causalidad de Granger

Para Novales (1993), la relación causal desde las variables explicativas a la variable dependiente, es una característica de un modelo econométrico, puesto que la teoría económica aporta suficientes elementos como para sugerir que las variables explicativas influyen sobre la variable dependiente.

Según Gujarati y Porter (2010), la prueba de causalidad implica la estimación de dos

regresiones:

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{t-i} + u_{1t} \tag{6}$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_i X_{t-i} + u_{2t} \tag{7}$$

donde X_t y Y_t son dos variables estacionarias con $t = 1, \dots, T$ y las perturbaciones u_{1t} y u_{2t} no están correlacionadas, es decir, $corr(u_{1t}, u_{2t}) = 0$. Además, las variables X y Y deben ser estacionarias, la dirección de la causalidad depende de manera crítica del número de retardos incluidos en la regresión y los valores estimados de los coeficientes en esta prueba no son importantes. Solamente interesa contrarrestar la hipótesis nula donde se asume la ausencia de la causalidad en el sentido de Granger al 95 % de confianza.

3.4 Fuente de datos y variables

De acuerdo con el Banco Central del Ecuador, en nuestro país se constata seis ciclos de crecimiento completos desde 1993 hasta 2016 con una duración promedio de cuarenta y siete meses. El último ciclo económico (abril 2010 - abril 2016), sin embargo, tuvo una duración de setenta y tres meses. Para el presente estudio se tomaron en consideración la parte final del ciclo cuatro, y los ciclos cinco y seis.

La información considerada para la construcción del modelo consiste en datos de series de tiempo con frecuencia mensual desde enero 2006 hasta marzo 2017. Estos datos han sido tomados de las entidades de regulación como: Banco Central del Ecuador (BCE), Superintendencia de Bancos del Ecuador (SBE) e Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Se considera como variable dependiente al índice de morosidad del crédito de consumo otorgado por los bancos privados del Ecuador. La SBE según la nota técnica número 5, calcula este índice como sigue:

$$Morosidad = \frac{Cartera\ improductiva\ de\ consumo}{Cartera\ bruta\ de\ consumo} \tag{8}$$

Donde, la cartera improductiva se refiere a préstamos que no generan renta financiera a la institución, están compuestos por la cartera vencida y la cartera que no devenga intereses e ingresos y la cartera bruta es el total de la cartera de crédito (consumo) de una institución financiera, sin deducir la provisión para créditos incobrables.

Fue en 2009 cuando el Ecuador atravesó un período de crecimiento desacelerado que alcanzó el valle en marzo de 2010. En el 2014 en cambio, la decisión de la OPEP de no reducir la producción de petróleo produjo que el precio del mismo disminuya vertiginosamente y

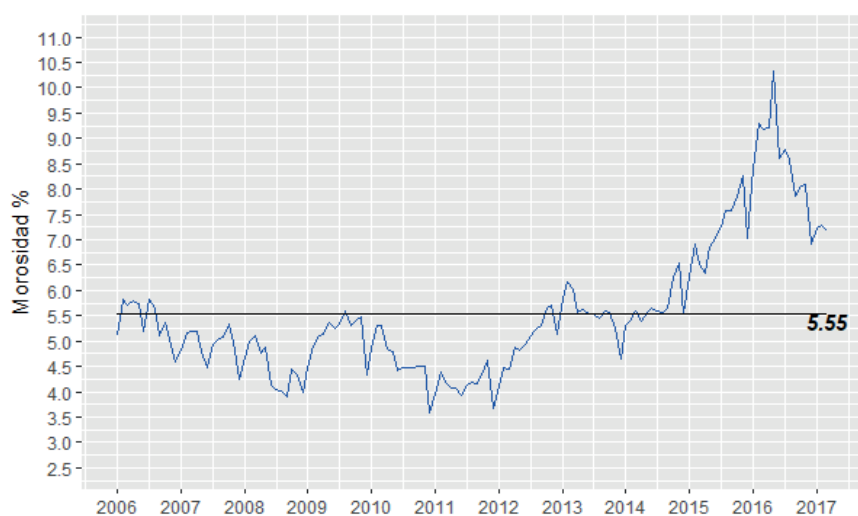


Figura 1: Índice de Morosidad del crédito de consumo del sistema de bancos privados, periodo enero 2006 - marzo 2017.

esto representó un impacto significativo en la economía ecuatoriana. Como se puede ver en la Figura 1, a partir del año 2014 se tiene un comportamiento creciente importante de la tasa de morosidad sobre el promedio (5,57 %), llegando, en mayo 2016, a un índice de morosidad de 10,34 %, el mismo que se considera como un máximo en el periodo de estudio. Esto puede ser causado por el comienzo de la fase de desaceleración sobre tendencia del sexto ciclo económico que empieza a la mitad del año 2014.

Teniendo en cuenta la información disponible en las bases de datos, se incluyen en la especificación del modelo variables explicativas que se apoyan en investigaciones anteriores. Específicamente, para explicar el comportamiento de la variable dependiente se consideran diez (10) factores macroeconómicos, los cuales son indicadores del bienestar económico general del país y del estándar de vida. Estos son: volumen de crédito sobre índice de actividad económica coyuntural (IDEAC), crecimiento mensual del precio de crudo, crecimiento mensual de las exportaciones no petroleras, crecimiento mensual de las exportaciones industrializadas no petroleras, crecimiento mensual de las importaciones de bienes de consumo y de capital, tasa de inflación mensual, índice de confianza al consumidor (ICC), tasa de desempleo, restricción al consumo, participación del crédito de consumo (porcentaje de los créditos de consumo con respecto al total de la cartera crediticia). Además, se considera una variable binaria que recoge la caída permanente del precio de petróleo; cinco (5) factores microeconómicos, los cuales describen el comportamiento de las instituciones financieras y su interacción con los mercados (consumidores, inversionistas, trabajadores), se incluyen indicadores de Capital, Calidad de Activos, Manejo o Gestión, Resultados y Liquidez. Estos son: rentabilidad del patrimonio, índice de liquidez, crecimiento mensual del volumen

de crédito de consumo, porcentaje del crédito de consumo frente al total de la cartera de crédito, margen de intermediación financiera.

Otros factores macroeconómicos importantes tales como: nivel de desempleo o empleo, producto interno bruto (PIB), nivel de ingresos, no fueron incorporados al análisis debido a diferencias frecuenciales de presentación de los datos.

4 Resultados y discusión

Para el modelamiento se utilizan los datos desde enero 2006 hasta septiembre 2015, para la validación del modelo se utiliza seis observaciones posteriores a los datos de modelamiento. Las proyecciones se extienden hasta marzo 2017.

4.1 Algoritmo ARIMAX

La construcción de un modelo ARIMAX, básicamente consiste de dos fases: construir un modelo de regresión lineal estadísticamente sólido donde los errores de la regresión lineal son modelados con términos autoregresivos (AR) y medias móviles (MA) para así eliminar cualquier correlación serial estadísticamente significativa.

De manera general, los pasos a seguir son los siguientes:

Primero.- Se realiza la prueba de Dickey-Fuller Aumentada para detectar la presencia de raíces unitarias en las series originales. Luego de la prueba se procede a realizar una diferencia no estacional para las siguientes variables: Morosidad, volumen de crédito sobre IDEAC, índice de confianza al consumidor (ICC), desempleo, restricción del consumo, rentabilidad sobre el patrimonio (ROE), índice de liquidez, margen de intermediación financiera y dos diferencias no estacionales a la variable participación de consumo. El resto de variables son estacionarias.

Segundo.- Se realiza la prueba de causalidad de Granger incorporando hasta seis retardos y se tiene como resultado que efectos unidireccionales, donde las variables independientes causan la morosidad del sistema crediticio, son encontrados en los siguientes indicadores: inflación, precio del petróleo, restricción, participación del consumo y el índice de liquidez.

Según Vallcorba y Delgado (2007), todavía no existe a nivel teórico un modelo general que permita precisar los determinantes de la morosidad bancaria en una economía dolarizada. Por lo tanto, apoyándose en investigaciones empíricas anteriores se incorporan los siguientes indicadores al análisis: volumen de crédito sobre IDEAC pues, este mide el tamaño relativo del crédito de consumo del sistema financiero con respecto a la economía coyuntural. ICC, el mismo que describe el nivel de optimismo que tienen los hogares respecto de sus percepciones

actuales y futuras en relación al consumo, a la situación económica del hogar y al escenario económico del país. ROE, un indicador de la rentabilidad del patrimonio, a mayores valores de este ratio mejores condiciones de la empresa. Margen de intermediación financiera, indicador de eficiencia administrativa, este indicador describe la fracción de cada dólar de ventas que resultó en lucro. Por lo tanto, cuanto mayor el margen más disponibilidad tiene la empresa para pasar por períodos difíciles y todavía obtener lucro.

Por otro lado, con relación a los efectos bi direccionales, se obtiene que las variables relacionadas a exportaciones e importaciones y el crecimiento del volumen del crédito de consumo presentan una causalidad bi-direccional a la manera de Granger con la variable dependiente morosidad.

Sobre la variable volumen de crédito se conoce que un boom de crédito es un antecesor de crisis financieras pues, en algunos casos, esta expansión crediticia puede ir acompañada de una reducción de los estándares mínimos exigidos. En otros casos, el banco se ve afectado en forma más intensa por problemas de selección adversa, dado que el aumento del crédito suele darse sobre la base de nuevos clientes, respecto a los que los problemas de información son más agudos. Por lo tanto, cabría esperar que ambas variables, volumen y morosidad, presenten una relación positiva, con un cierto desfase (Vallcorba y Delgado, 2007). Al mismo tiempo, el volumen de crédito puede ser impactado negativamente cuando los bancos tratan de disminuir los activos con alta ponderación de riesgo en sus carteras. Altos requerimientos de capital afectan los préstamos en varios sectores de la economía con cortes en los volúmenes de préstamos a los sectores de alto riesgo, entre ellos el sector de consumo. Además, a medida que los bancos acumulan reservas de capital de acuerdo con los requerimientos regulatorios y reducen los activos ponderados de alto riesgo, verán una disminución de su costo de capital debido a un mejor riesgo de cartera. Esto mejoraría los márgenes de crédito a largo plazo ya que el crecimiento de los préstamos normalmente se recupera gracias a una economía mejorada.

Las exportaciones netas se refieren al valor de las exportaciones totales de un país menos el valor de sus importaciones totales. Se utiliza para calcular los gastos agregados de un país (o el PIB), en una economía abierta. Las exportaciones netas positivas contribuyen al crecimiento económico pues, más exportaciones significan más producción de fábricas e instalaciones industriales, así como un mayor número de personas empleadas para mantener estas fábricas funcionando. Además, los ingresos de exportación también representan una entrada de fondos al país, lo que estimula el gasto de los consumidores y contribuye al crecimiento económico. Entonces estos índices, así como el IDEAC y el ICC son factores que explican la morosidad haciendo mención al bienestar económico general del país. Por otro lado, el crédito desempeña un papel particularmente importante para los exportadores e importadores pues, los mismos se basan en el crédito para financiar su capital de trabajo,

además se considera que las transacciones transfronterizas son más riesgosas y por lo tanto las garantías proporcionadas por los bancos y otros intermediarios financieros desempeñan un papel importante para asegurar tanto la entrega de bienes comprados al importador como el pago al exportador.

De esta manera, un deterioro de la capacidad o la voluntad de los bancos para proporcionar financiamiento tendrá un impacto negativo sobre las empresas exportadoras e importadoras. Siendo así, el efecto donde la tasa de mora explica exportación/importación es un efecto indirecto explicado a través de la variable volumen de crédito.

Debido a la escasez de literatura académica y práctica de este tipo de modelo a nivel Latinoamericano y en especial del Ecuador, resulta conveniente dar un primer paso a través de un modelo parsimonioso que incorpore solamente efectos directos, pero que es lo suficientemente flexible como para incorporar efectos de retroalimentación adicionales cuando sea necesario. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, sería interesante, por ejemplo, incorporar una segunda ecuación donde se incorpore el efecto “feedback” entre volumen de crédito y tasa de morosidad. Kida (2008) y Willem (2008) muestran la importancia de la incorporación de rondas de retroalimentación de riesgo al señalar que estos modelos usualmente proyectan pérdidas mayores que los modelos que incorporan solamente efectos directos. Por lo tanto, este tema representa una oportunidad de avances en investigación teórica y empírica para el modelo propuesto.

Tercero.- Se procede a realizar un análisis de correlación con las variables independientes. Ninguna variable presenta una correlación mayor a 0,7 ni menor a $-0,7$.

Cuarto.- Se realiza una regresión lineal múltiple con series de tiempo y se incluyen 2, 4 y 6 retardos para cada variable. Además, se incluye la variable binaria crisis que toma el valor de 1 si presenta una caída permanente en el precio del petróleo, 0 caso contrario. Al aplicar el algoritmo “stepwise” se obtiene un primer modelo. Para evaluar la multicolinealidad del modelo, se calcula los valores propios de la matriz de correlación lineal y de este modo se obtiene el índice de condición (IC).

$$IC = \sqrt{\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}} = 2,04 \quad (9)$$

Valores menores a 10 implican que no hay presencia de multicolinealidad. Para el análisis de residuos se realiza una representación gráfica de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial para verificar si los residuos se comportan como un ruido blanco, es decir, si los residuos son no correlacionados, centrados y gaussianos.

Quinto.- Si los residuos no se comportan como ruido blanco, se agregan términos autorregresivos (AR) y/o términos media móvil (MA), identificando y estimando (mínimos cua-

drados ordinarios) un nuevo modelo con la metodología de Box y Jenkins.

Luego de realizar las pruebas estadísticas concernientes a los parámetros y a la hipótesis de ruido blanco se obtiene el modelo presentado en la Tabla 1. En la Tabla 2, se encuentran los estadísticos de calidad y predicción del modelo.

Tabla 1: Modelo

Variable	Coefficiente	Significancia
Caída Permanente del precio del petróleo	0.108	3.00E-04
d(Ln(volumen de crédito consumo)/IDEAC)	10.92	3.11E-02
d(ICC)	-0.022	5.56E-02
d(Restricción)	-0.065	3.30E-03
d(Liquidez)	-0.34	1.29E-02
d(Liquidez)(-4)	-0.042	3.00E-03
d(Margen Intermediación)	-0.108	7.00E-04
AR(12)	0.719	0.00
MA(11)	-0.604	0.00
MA(1)	-0.338	0.00

Para el modelo propuesto se observa que todas las variables incluyendo los términos autorregresivos y media móvil son estadísticamente significativos al 95 % de confianza.

Los residuos estimados del modelo se comportan como ruido blanco, pues se encuentran dentro de la banda de confiabilidad (vea Figura 2).

Tabla 2: Estadísticos de calidad y predicción del modelo

R2-ajustada	0,716
S.E regresión	0,206
Log.Max. Ver.	21,12
AIC	-0,222
BIC	0,038
HQ	-0,117
MAPE	8,37 %

4.2 Interpretación del modelo

Una caída permanente del precio del petróleo (variable crisis) incrementa la variación de morosidad en 0,108 puntos porcentuales, manteniendo el resto de factores constante.

Si el volumen de crédito de consumo con respecto a la actividad económica coyuntural aumenta en 1,00 %, el incremento de la tasa de morosidad aumenta en 0,11 puntos porcentuales. En otras palabras, si aumenta más el volumen de crédito que el crecimiento económico, entonces se incrementa la mora.

Como esperado, el incremento de la confianza al consumidor ayuda a disminuir el incremento de la morosidad del sistema de bancos privados.

El incremento de la variable restricción tiene un efecto negativo y significativo en el incremento de la morosidad, es decir, que cada vez que los ingresos familiares mensuales no superan el costo de la canasta básica familiar (restricción en el consumo), el incremento de la morosidad disminuye en promedio $-0,065$ puntos porcentuales fijando el resto de variables constantes.

En cuanto a los factores microeconómicos, el incremento del índice de liquidez conjuntamente con el incremento del índice de liquidez, rezagado cuatro periodos, tienen un impacto negativo y significativo promedio de $-0,340$ y $-0,420$ respectivamente en el incremento de la morosidad, manteniendo el resto de variables constantes.

El incremento del margen de intermediación tiene un impacto negativo de $-0,108$ en el incremento de la morosidad, manteniendo el resto de variables constantes. Cuanto mayor el margen más disponibilidad tiene la empresa para pasar por períodos difíciles y todavía obtener lucro. La mejoría de los márgenes de crédito proveniente de una buena administración y gestión tendrá como resultado una disminución del costo de capital debido a un mejor riesgo de cartera.

Finalmente, se ha estimado que el incremento de la morosidad rezagado doce periodos (un año atrás), contribuye a explicar el incremento del índice de morosidad, esto se debe a los créditos de consumo otorgados un año atrás. El impacto promedio es de 0,719, manteniendo las demás variables constantes.

4.3 Validación

En la Figura 3 es posible observar dos tipos de pronósticos, los pronósticos estáticos y los pronósticos dinámicos. Los pronósticos estáticos se calculan con los valores de la serie origi-

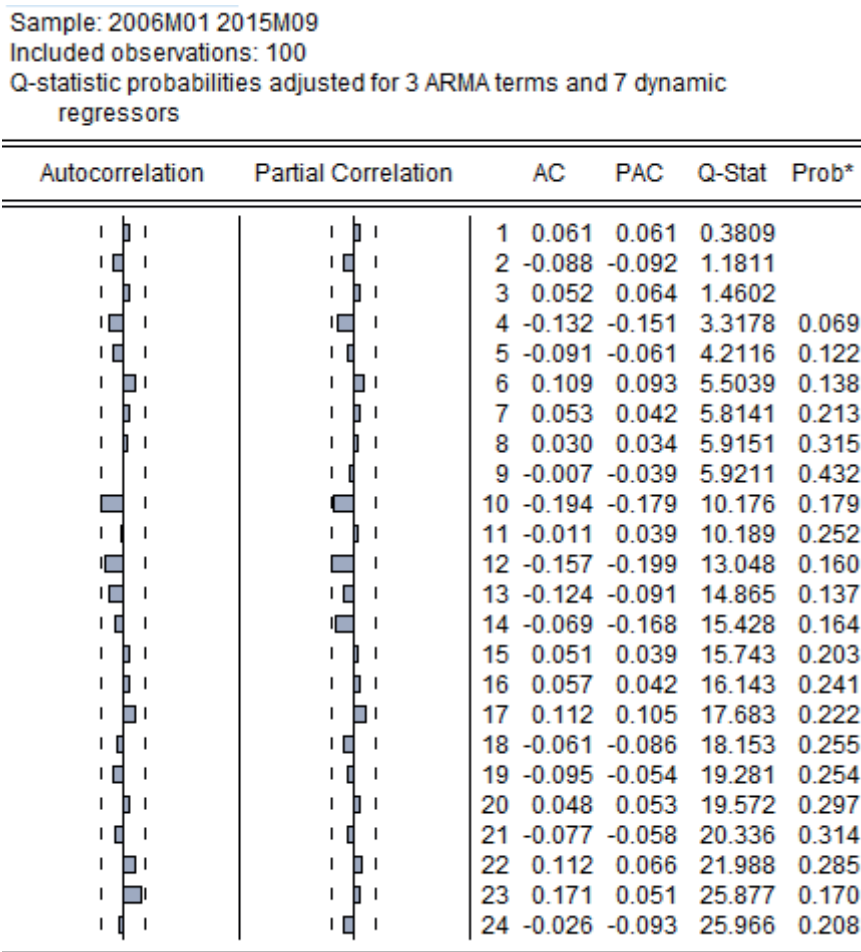


Figura 2: FAC y FACP residuales estimadas del modelo.

nal, mientras que los pronósticos dinámicos a partir del segundo periodo se utiliza el valor estimado y no el valor real del periodo precedente (para el primer periodo ambas predicciones coinciden).

Para validar el modelo propuesto, se utilizan los datos observados desde octubre 2015 hasta marzo 2016 y luego se extienden los pronósticos hasta marzo 2017. En la Figura 4 se muestran los valores predichos, observados y los intervalos de confianza correspondientes (nivel de confianza 95 %) para el periodo de validación, confirmándose que el modelo realiza buenas predicciones a corto plazo.

Por tanto, el modelo propuesto mediante la metodología ARIMAX pronostica adecuadamente el índice de morosidad del crédito de consumo para el sistema de bancos privados

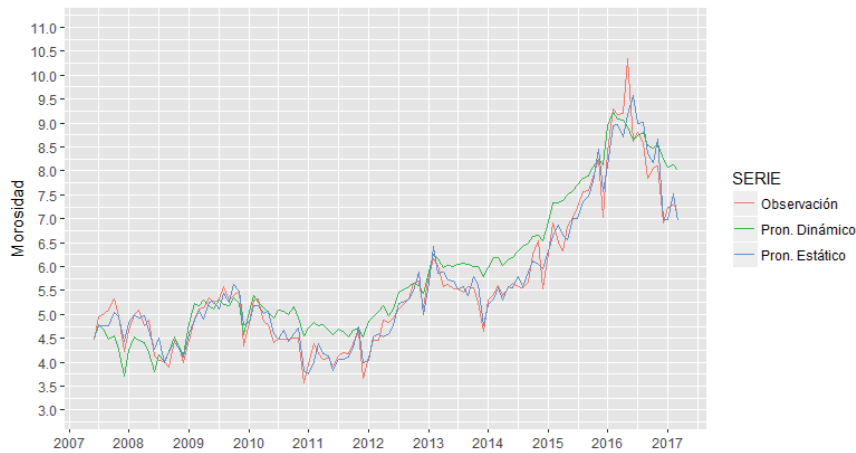


Figura 3: Comparación de predicciones del modelo con valores reales, periodo junio 2007 - marzo 2017.

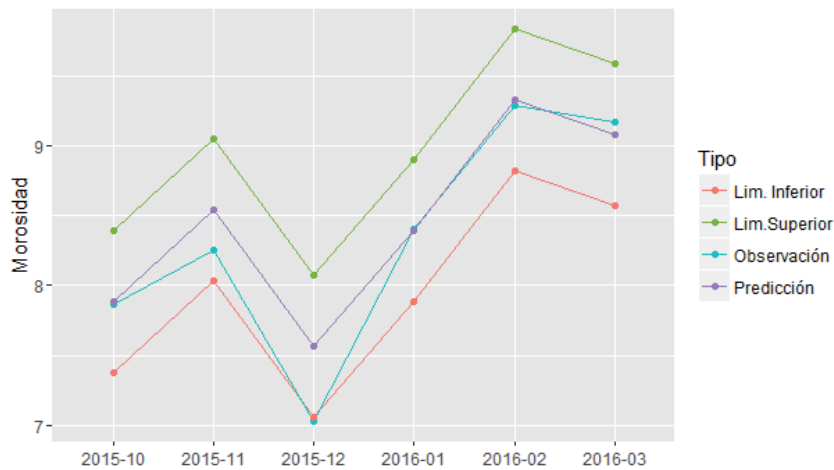


Figura 4: Comparación de predicciones del modelo con valores reales, periodo octubre 2015 - marzo 2016.

del Ecuador. Además, separa los efectos relacionados con estabilidad financiera y macro-económica y hace precisa la noción e importancia de la calidad de administración en las instituciones financieras al incorporar el efecto de la margen líquida de intermediación.

4.4 Análisis de escenarios

Un escenario de stress es una recopilación de suposiciones acerca de las condiciones económicas que son improbables que ocurran en un horizonte de evaluación, pero tendría tendencia a inducir pérdidas crediticias muy altas si estas ocurren. (Basilea, 2005)

Con respecto al año anterior, en marzo 2017 la tasa de morosidad total disminuyó en 0,84 %, de 4,65 % a 3,81 % debido al decremento de la cartera improductiva en 8,26 %. El decremento de la morosidad fue influenciada en mayor medida por la caída en la morosidad de la cartera de consumo y de la cartera microempresarial.

El primer escenario que se considera es de tipo “pesimista”, tomando en cuenta el comportamiento adverso de algunos factores. Supongamos que los factores de riesgo en el modelo se hubiesen comportado como el peor valor en el periodo de estudio. Es decir, el incremento del logaritmo natural del volumen de crédito de consumo con respecto a la economía coyuntural hubiese sido 0,02, hubiese permanecido la caída del precio del barril de petróleo ($CRISIS = 1$), el índice de liquidez para el instante t y $t - 4$ del sistema de bancos privados hubiesen sido 20,9 %, el margen de intermediación se hubiese comportado como el valor registrado a marzo 2016 (1,51 %) y la confianza del consumidor 27,4. Entonces, para marzo 2017, la morosidad hubiese incrementado en 0,14 % pasando de 7,16 % a 7,30 %.

El segundo escenario que se considera es de tipo “optimista”, tomando en cuenta los valores históricos más favorables para la variable de estudio. Supongamos que hubiese existido una recuperación en el precio del barril de petróleo ($CRISIS = 0$), la perspectiva de los consumidores acerca de la situación económica actual y futura hubiese sido favorable (49,02 %) como a finales de diciembre 2013, donde el precio del barril de petróleo alcanzó un valor de 90,35 USD, un margen de intermediación de 14,85 % como a inicios del año 2011 y una liquidez del sistema financiero de 38,86 % como en abril 2008 donde la morosidad fue 4,76 % para la cartera de consumo, por debajo del promedio 5,55 %.

En el escenario optimista para marzo 2017 la morosidad disminuye 1,41 % pasando de 7,16 % a 5,75 %. Claramente cuando los ingresos petroleros mejoran (precio del barril de petróleo sobre el promedio en el periodo de estudio 70,36 USD), la percepción de la economía actual y futura de los consumidores es positiva y una mayor liquidez del sistema financiero permiten que el índice de morosidad disminuya.

La Figura 5 muestra los escenarios anteriores para el periodo enero 2017 a marzo 2017.

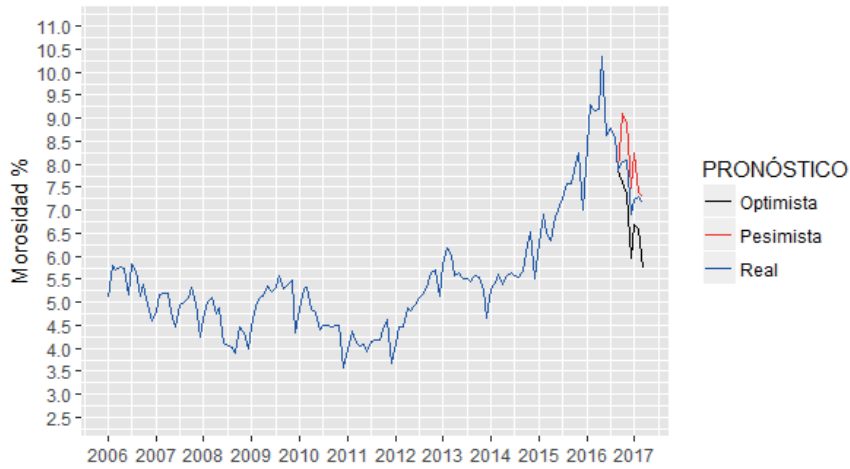


Figura 5: Análisis de escenarios.

5 Conclusiones

El riesgo de crédito es el riesgo más importante al que debe hacer frente un banco ecuatoriano, pues la principal actividad del sistema financiero ecuatoriano es la concesión de créditos. La manifestación de este riesgo es el índice de morosidad, es decir, las obligaciones que no han sido pagadas a tiempo por los acreditados. Se debe tener en cuenta que las crisis bancarias, tanto de carácter sistémico como individual, suelen tener como una de sus causas principales los problemas de solvencia derivado del deterioro de los activos del sistema y, en particular, la morosidad de sus carteras de crédito (Vallcorba y Delgado, 2007).

El modelo obtenido permite realizar seis predicciones del índice de morosidad del sistema de bancos privados, por lo que es posible anticipar dificultades que pueden causar trastornos al sector real de la economía, accionistas y a las entidades de supervisión bancaria.

Tomando en consideración los resultados obtenidos en la modelización se establecen las siguientes observaciones:

1. Parece claro que la relación volumen de crédito actividad económica influencia en el índice de morosidad: durante una recesión de la economía las familias y empresas captan menos ingresos que dificultan el cumplimiento de sus obligaciones, si el volumen concedido crece más rápido que la economía los bancos se verán afectados en forma más intensa por problemas de selección adversa, dado que el aumento del crédito suele darse sobre la base de nuevos clientes, respecto a los que los problemas de información

son más agudos. Observamos entonces que el incremento del volumen de crédito con respecto al índice de actividad económica coyuntural presenta un efecto positivo para el incremento de morosidad. A esto podemos añadir que en el Ecuador, por ser un país exportador de petróleo, el incremento del índice de morosidad se ve afectado de forma positiva cuando existe una caída permanente del precio de barril de petróleo (WTI).

2. Se estima que si el incremento del índice de confianza al consumidor aumenta, entonces el incremento del índice de morosidad disminuye. Es decir, si el consumidor se siente optimista frente a la situación actual y futura de la economía es porque sus ingresos no han decaído, por tanto, pueden cubrir todas sus obligaciones.
3. El incremento del factor Restricción, el cual recoge la información del costo de la canasta básica y los ingresos familiares mensuales resultó significativa y negativa. Es decir, cuando existe una restricción en el consumo de las familias el incremento del índice de morosidad disminuye.
4. La liquidez del sistema de bancos privados del periodo actual y el cuatrimestre anterior tienen un impacto negativo con respecto al incremento del índice de morosidad.
5. La caída del margen de intermediación financiera aumenta la morosidad, la mejoría de los márgenes de crédito proveniente de una buena administración y gestión tendrá como resultado una disminución del costo de capital debido a un mejor riesgo de cartera.
6. El término autorregresivo del modelo tiene el mayor efecto en el incremento de morosidad. Esto hace referencia a los créditos de consumo otorgados doce meses atrás, lo que implica que existe un componente estacional en la morosidad.
7. El análisis de escenarios es un instrumento importante pues, a través del mismo surge el entendimiento de los efectos macroeconómicos y microeconómicos que afectan al riesgo de crédito. Esto conlleva a implicaciones normativas, de control, política pública y económica. Las entidades regulatorias y los gestores de cada Institución Financiera tienen la posibilidad de "manejar" las variables de control para producir, hasta cierto punto, el nivel deseado de la variable objetivo, en este caso la morosidad de crédito de consumo. El manejo de las variables de control puede realizarse justamente a través de políticas económicas, de control y de gestión, e inclusive se suma al debate de política monetaria y fiscal. Como se observó en el modelo propuesto, la caída permanente del precio del petróleo influye de manera importante en las variaciones del índice de morosidad; aunque esta variable no está bajo el control de las entidades financieras ni del Gobierno, este último por su parte podría contar con seguros de cobertura petrolera, contratos que sirven como amortiguadores ante el desplome del precio y por lo tanto se protegen los ingresos por ese rubro, lo que impactaría en el balance económico del

país y esto por su vez en la tasa de morosidad.

El análisis de escenarios optimista muestra que aunque supongamos que los ingresos petroleros mejoren (69,89 USD por barril), la perspectiva de los consumidores acerca de la situación económica actual y futura sea favorable (49,02 %), el margen de intermediación alcance el valor de 14,85 % como a inicio del año 2011 y se posea una mayor liquidez del sistema financiero (38,86 %), el nivel alcanzado de la morosidad sería del 5,88 %, valor similar al observado a inicios de 2013 y bien superior a la media histórica.

6 Recomendaciones

1. Vazquez *et al.* (2012) indican variaciones sustanciales en el comportamiento cíclico de índices de morosidad a través de diferentes tipos de crédito, por lo que sería relevante modelizar las otras carteras participantes en el sistema financiero e inclusive analizar efectos de transmisión de riesgo entre ellas.
2. Dada la situación actual en términos de modelización de pruebas de tensión en Latinoamérica (excluyendo hasta cierto punto al Brasil), resulta conveniente dar un primer paso a través del modelo propuesto donde además de corroborar la literatura existente y/o la intuición económica referente a los determinantes de la morosidad, se cuantifica el impacto de cada uno de estos determinantes para el caso Ecuatoriano, siendo este un trabajo pionero en el tema. Sin embargo, se considera relevante incorporar posteriormente el efecto de transmisión de riesgo entre volumen de crédito y tasa de morosidad. Se esperaría como resultado de esta innovación pérdidas menos conservadoras.

Referencias

- Aguilar, G., Camargo, G., y Saravia, R. (2004). Análisis de la morosidad en el sistema bancario peruano. *Instituto de Estudios Peruanos*.
- Andrews, B., Dean, M., Swain, R., y Cole, C. (2013). Building ARIMA and ARIMAX models for predicting long-term disability benefit application rates in the public/private sectors. *University of Southern Maine, Society of Actuaries*.
- Arias, X. (2015). Estudio de vulnerabilidad financiera. *Subdirección de Estudios SBE*.
- Banco Central del Ecuador (2012). Codificación de regulaciones del Banco Central del Ecuador. Libro I Política Monetaria Crediticia.
- Basilea, C. (2005). Studies on the validation of internal rating systems. *BIS Working Paper*.
- Basilea, C. (2006). Convergencia internacional de medidas y normas de capital. *Working Paper*.
- Basilea, C. (2009). Principios para la realización y supervisión de pruebas de tensión. *BIS Working Paper*.
- Basurto, S. y Padilla, P. (2006). Portfolio credit risk and macroeconomic shocks: Applications to stress testing under data- restricted environments. *IMF Working Paper*, 6(283).
- Bellotti, T. y Crook, J. (2007). Credit scoring with macroeconomic variables using survival analysis. *Management School and Economics University of Edinburgh*.
- Box, G. E. P. y Jenkins, G. M. (1973). Some comments on a paper by Chatfield and Prothero and on a review by Kendall. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 136(3):337–352.
- Giraldo, W. (2010). Determinantes de la morosidad de la cartera en el sistema financiero colombiano. Tesis de maestría, Universidad ICESI - Santiago de Cali - Colombia.
- Goetz, P. (2004). Asset prices and banking distress: a macroeconomic approach. *BIS Working Paper*, 167.
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. Mexico:McGRAW-HILL, Mexico, D.F, 5 edición.
- Kida, M. (2008). A macro stress testing model with feedback effects. *Reserve bank of New Zealand*, 8.

- Malik, M. y Thomas, L. (2009). Modelling credit risk in portfolios of consumer loans: Transition matrix model for consumer credit ratings.
- Novales, A. (1993). *Econometría*. España:McGRAW-HILL, 2 edición.
- Pankratz, A. (1991). *Forecasting with Dynamic Regression Models*. John Wiley and Sons, Inc.
- Saurina, J. (1998). Determinantes de la morosidad de las cajas de ahorros españolas. *Investigaciones Económicas*, 22(3):393–426.
- Skoglund, J. y Chen, W. (2005). The application of credit risk models to macroeconomic scenario analysis and stress testing. *Journal of Credit Risk*, 13(1).
- Vallcorba, M. y Delgado, J. (2007). Determinantes de la morosidad bancaria en una economía dolarizada. El caso uruguayo. *Banco de España. Documentos de Trabajo*, 722(1):9–25.
- Vazquez, F., Tabak, B. M., y Souto, M. (2012). A macro stress test model of credit risk for the brazilian banking sector. *Journal of Financial Stability*, 8(2):69 – 83.
- Willem, J. (2008). Liquidity stress-tester: A macro model for stress-testing banks' liquidity risk. *DNB Working Paper*, 175(1).