

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**LA RELACIÓN ENTRE RIESGO DE LIQUIDEZ Y RIESGO DE CRÉDITO EN  
UNA ENTIDAD DE MICROFINANZAS DEL ECUADOR**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA MATEMÁTICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**BELÉN ESTEFANÍA SIMBAÑA GUALAVISÍ**  
belen.simbana@epn.edu.ec

**Directora: DRA. ADRIANA UQUILLAS ANDRADE**  
adriana.uquillas@epn.edu.ec

**QUITO, MARZO 2020**

## DECLARACIÓN

Yo BELÉN ESTEFANÍA SIMBAÑA GUALAVISÍ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Belén Estefanía Simbaña Gualavisí

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por BELÉN ESTEFANÍA SIMBAÑA GUALAVISÍ, bajo mi supervisión.

---

Dra. Adriana Uquillas Andrade  
Directora del Proyecto

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por su apoyo y amor incondicional, por ser los pilares fundamentales de mi vida.

A mis hermanas Paola y Brenda por su cariño y apoyo en cada momento.

A la Dra. Adriana Uquillas por su paciencia y dirección de este trabajo.

A mis compañeros, que me apoyaron y me permitieron compartir momentos inolvidables en mi etapa universitaria.

## **DEDICATORIA**

*A mis padres que me inspiran a ser mejor cada día.*

# Índice general

<b>Índice de figuras</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>X</b>
<b>Resumen</b>	<b>XII</b>
<b>Abstract</b>	<b>XIII</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes . . . . .	1
1.2 Justificación . . . . .	3
1.3 Objetivos . . . . .	5
<b>2 Marco Teórico</b>	<b>6</b>
2.1 Sistema Financiero . . . . .	6
2.1.1 Integración del Sistema Financiero Ecuatoriano . . . . .	6
2.2 Sector de Microfinanzas . . . . .	7
2.2.1 Latinoamérica . . . . .	8
2.2.2 Ecuador . . . . .	9
2.3 El Comité de Basilea . . . . .	11
2.4 Riesgo de Crédito . . . . .	13
2.4.1 Metodología y Procesos de Administración del Riesgo de Crédito en Ecuador . . . . .	14
2.5 Riesgo de Liquidez . . . . .	15
2.5.1 Metodología para Determinar la Exposición al Riesgo de Liquidez en Ecuador . . . . .	16
2.5.2 Importancia de la Gestión de Riesgo de Liquidez . . . . .	17
2.6 Relación entre el Riesgo de Crédito y Liquidez . . . . .	18
2.7 Descripción Teórica de la Metodología . . . . .	19
2.7.1 Estructura Básica de los Procesos VAR . . . . .	20
2.7.2 Estabilidad de un VAR . . . . .	21
2.7.3 Prueba de Raíz Unitaria de Dickey-Fuller . . . . .	21
2.7.4 Estimación de un Modelo VAR . . . . .	22

2.7.5	Diagnóstico y Validación del modelo . . . . .	25
2.7.6	Predicción . . . . .	28
2.7.7	La Causalidad . . . . .	28
2.7.8	Análisis de Impulso-Respuesta . . . . .	29
2.7.9	Descomposición de la Varianza . . . . .	31
<b>3</b>	<b>Marco Empírico</b>	<b>32</b>
3.1	Análisis de la Entidad de Microfinanzas . . . . .	32
3.1.1	Antecedentes . . . . .	32
3.1.2	Clientes . . . . .	32
3.1.3	Estructura Comercial . . . . .	32
3.1.4	Procesos Operativos . . . . .	33
3.1.5	Cartera Total . . . . .	34
3.1.6	Morosidad . . . . .	35
3.1.7	Riesgo de Crédito . . . . .	36
3.1.8	Riesgo de Liquidez . . . . .	37
3.2	Descripción y Análisis de las Variables . . . . .	38
3.2.1	Análisis de Estacionariedad . . . . .	49
3.3	Selección de las Variables . . . . .	49
<b>4</b>	<b>Desarrollo del Modelo y Resultados</b>	<b>51</b>
4.1	Estimación del Modelo . . . . .	51
4.1.1	Orden del Retardo VAR(p) . . . . .	51
4.2	Validación del Modelo . . . . .	53
4.3	Predicciones . . . . .	56
4.4	Análisis Impulso-Respuesta . . . . .	58
4.5	Descomposición de la Varianza . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>61</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>64</b>
	<b>Anexos</b>	<b>69</b>
<b>A</b>	<b>Gráficos y estadísticos descriptivos de las variables</b>	<b>70</b>
A.1	Representación gráfica de las variables . . . . .	70
A.2	Estadísticos descriptivos para las variables de la entidad de microfinanzas	72
<b>B</b>	<b>Análisis de las variables</b>	<b>74</b>
B.1	Prueba de Dickey-Fuller Aumentada . . . . .	74
B.2	Análisis de Causalidad . . . . .	76
B.3	Matriz de Correlación . . . . .	79

<b>C</b>	<b>Significancia estadística</b>	<b>80</b>
C.1	Prueba F . . . . .	80
C.2	Prueba t . . . . .	80

# Índice de figuras

2.1	Participación económica nacional de la microempresa . . . . .	11
2.2	Esquema de afectación de riesgos . . . . .	13
2.3	Composición del balance de una entidad financiera desde la óptica de la liquidez . . . . .	15
3.1	Estructura comercial . . . . .	32
3.2	Riesgo de crédito . . . . .	36
3.3	Indicador de liquidez . . . . .	37
3.4	Comparación de cartera total y vencida por regiones . . . . .	40
3.5	ROE del sistema de bancos privados . . . . .	46
4.1	Criterio gráfico de estabilidad para el VAR(4) estimado . . . . .	54
4.2	Predicciones VAR para $RC_t$ . . . . .	57
4.3	Predicciones VAR para $IL_t$ . . . . .	57
4.4	Predicciones VAR para $RC_t$ (julio 2018 - diciembre 2018) . . . . .	58
4.5	Predicciones VAR para $IL_t$ (julio 2018 - diciembre 2018) . . . . .	58
4.6	Funciones de impulso-respuesta . . . . .	59
A.1	Cartera total . . . . .	70
A.2	Cartera en mora . . . . .	70
A.3	Activos líquidos . . . . .	70
A.4	Pasivos totales . . . . .	70
A.5	Balanza comercial . . . . .	71
A.6	Tasa de variación mensual de las exportaciones . . . . .	71
A.7	Tasa de variación mensual de las importaciones . . . . .	71
A.8	Índice de confianza del consumidor . . . . .	71
A.9	Tasa de interés para el segmento de microcrédito minorista . . . . .	71
A.10	Índice de tipo de cambio real . . . . .	71
A.11	Rentabilidad del activo . . . . .	72
A.12	Rentabilidad del patrimonio . . . . .	72

# Índice de tablas

2.1	Cartera microempresarial por grupos . . . . .	11
3.1	Cartera total . . . . .	34
3.2	Morosidad anual . . . . .	36
3.3	Distribución de la cartera según regiones. . . . .	39
4.1	Estadísticos descriptivos . . . . .	51
4.2	Criterios para escoger el retardo VAR. . . . .	52
4.3	Estimación del modelo VAR(4) . . . . .	53
4.4	Prueba de autocorrelación de Portmanteau . . . . .	55
4.5	Prueba LM . . . . .	55
4.6	Prueba de normalidad de residuos . . . . .	56
4.7	Prueba de heterocedasticidad . . . . .	56
4.8	Prueba de causalidad de Granger . . . . .	56
4.9	Respuesta de IL . . . . .	59
4.10	Respuesta de D(RC) . . . . .	59
4.11	Descomposición de la varianza de IL . . . . .	60
4.12	Descomposición de la varianza de D(RC) . . . . .	60
A.1	Estadísticos descriptivos de la cartera total . . . . .	72
A.2	Estadísticos descriptivos de la cartera en mora . . . . .	72
A.3	Estadísticos descriptivos de los activos líquidos . . . . .	73
A.4	Estadísticos descriptivos de los pasivos totales . . . . .	73
B.1	Prueba DFA para $BC_t$ . . . . .	74
B.2	Prueba DFA para $TVE_t$ . . . . .	74
B.3	Prueba DFA para $TVI_t$ . . . . .	74
B.4	Prueba DFA para $D(ICC_t)$ . . . . .	75
B.5	Prueba DFA para $D(TMM_t)$ . . . . .	75
B.6	Prueba DFA para $D(TCR_t)$ . . . . .	75
B.7	Prueba DFA para $D(ROA_t)$ . . . . .	75
B.8	Prueba DFA para $D(ROE_t)$ . . . . .	75
B.9	Prueba DFA para $D(RC_t)$ . . . . .	75
B.10	Prueba DFA para $IL_t$ . . . . .	76

B.11 Prueba de causalidad de Granger para 3 retardos . . . . .	78
B.12 Matriz de correlación . . . . .	79

# Resumen

Las últimas crisis económicas tanto en Ecuador como a nivel mundial han evidenciado que el riesgo de crédito y riesgo de liquidez son parte de los riesgos más importantes en la gestión y administración de riesgos en el sistema financiero. La mayoría de empresas en el sector realizan análisis profundos y especializados para estudiar el comportamiento de ambas variables y mitigar riesgos futuros que puedan comprometer el desarrollo de las entidades. En el presente trabajo, se plantea un modelo de vectores autorregresivos para analizar la relación entre riesgo de liquidez y riesgo de crédito de una entidad de microfinanzas del Ecuador, además del impacto de factores macroeconómicos sobre estas variables. Por un lado, la proporción entre la cartera en mora y la cartera total en las entidades financieras es utilizado como medición para el riesgo de crédito, mientras que el indicador de liquidez, definido como la división entre activos líquidos y pasivos totales, se establece para el cálculo del riesgo de liquidez. Los datos son tanto de la entidad de microfinanzas como del Banco Central del Ecuador y Superintendencia de Bancos del Ecuador en el período enero 2009-diciembre 2018. Finalmente, los resultados establecen una relación causal unidireccional entre los riesgos de crédito y liquidez. Un shock del riesgo de crédito empeora de una manera significativa a la liquidez a corto plazo. El modelo propuesto es adecuado pues cumple con los supuestos necesarios y realiza predicciones correctas para cada variable endógena.

**Palabras claves:** riesgo de crédito, riesgo de liquidez, modelo de vectores autorregresivos (VAR), shocks, microfinanzas, causalidad.

# Abstract

The latest economic crises, both in Ecuador and worldwide, have shown that credit risk and liquidity risk are part of the most important risks in risk management and administration in the financial system. Most companies in the industry perform thorough and specialized analyzes to study the behavior of both these variables to mitigate future risks that may hinder the development of the institutions. In this paper, a model of autoregressive vectors is put forward to analyze the relationship between liquidity risk and credit risk of an Ecuadorian microfinance entity, as well as the impact of macroeconomic factors regarding these variables. As a measure of credit risk, the ratio of non-performing loans to total loans in financial institutions is used, and the liquidity indicator, identify as the ratio of liquid assets to total liabilities, is leveraged in the calculation of liquidity risk. The data was sourced from the microfinance entity as well as the Central Bank of Ecuador and Superintendence of Banks of Ecuador. The data corresponds to the period of January 2009 to December 2018. In conclusion, the results establish a unidirectional causal relationship between credit and liquidity risks. A credit risk shock significantly worsens short-term liquidity. The proposed model is appropriate because it complies with necessary assumptions and makes correct predictions for each endogenous variable.

**Keywords:** credit risk, liquidity risk, vector autoregressive models (VAR), shocks, microfinance, causality.

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Antecedentes

El objetivo del sistema financiero es intermediar entre demandantes (personas que necesitan dinero) y personas oferentes (personas que tienen dinero), a lo cual se conoce como financiamiento. El sistema financiero permite canalizar el ahorro hacia la inversión; sus principales funciones tienen como objetivo mejorar la productividad de los recursos invertidos, lo cual resulta en mayores tasas de crecimiento económico, por esta razón juega un papel trascendental en la parte económica y productiva del país siendo un pilar fundamental para la generación de dinero.

Se debe tener en cuenta que las instituciones financieras en general están expuestas a riesgos, la probabilidad de pérdida que asume la entidad como consecuencia del incumplimiento de las obligaciones de los prestatarios (riesgo de crédito) [53] y cuando la entidad enfrenta una escasez de fondos para cumplir sus obligaciones y que por ello, tiene la necesidad de conseguir recursos alternativos o vender activos en condiciones desfavorables (riesgo de liquidez) [53]. Ecuador es un país que ha tenido que lidiar en años anteriores contra este problema, y un ejemplo de ello fue la crisis en el sistema financiero ecuatoriano en el año 1999, en donde los bancos no se anticiparon a los movimientos desfavorables producidos por los manejos inapropiados y limitado control por parte de los organismos reguladores.

Es importante que una empresa financiera identifique sus fuentes de fragilidad. Es preciso dar una atención particular a las consecuencias del riesgo de liquidez, riesgo de crédito y su relación; para prever malos movimientos y manejo inadecuado se requiere que tanto los organismos de control como las entidades financieras controladas tomen medidas de inspección no solo sobre el riesgo de crédito, sino que deberán ampliar esta perspectiva, pues los problemas pueden provenir de distintas causas como lo es el riesgo de liquidez y la relación que exista entre ambos riesgos [56].

Durante la fase inicial de la crisis financiera mundial, que estalló en 2007, numerosos

bancos, pese a mantener niveles adecuados de capital, se vieron en dificultades por no gestionar su liquidez de forma prudente. La crisis volvió a resaltar la importancia de la liquidez para el adecuado funcionamiento de los mercados financieros y el sector bancario. Antes de la crisis, los mercados de activos gozaban de gran dinamismo y era fácil obtener financiación a precios bajos. El súbito deterioro de las condiciones de mercado demostró que la liquidez puede evaporarse rápidamente y la iliquidez puede prolongarse durante bastante tiempo. El sistema bancario se vio sometido a graves presiones, requiriéndose la intervención de los bancos centrales para respaldar el funcionamiento de los mercados monetarios y en ocasiones también de otras instituciones [6]. Es por ello, que el Acuerdo de Basilea III tuvo un impacto en la liquidez, se incluyeron reformas para mejorar la regulación internacional sobre capital y liquidez y promover, así, la estabilidad en el sistema bancario.

Dentro del sistema financiero ecuatoriano radica la importancia de las microempresas ecuatorianas en el país, debido a que en la clasificación de empresas según su tamaño son el sector predominante. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año 2013, el 90.4 % de empresas ecuatorianas han sido microempresas [61], mientras que en el año 2017 la cifra ha aumentado al 90.78 % [63]; con lo cual se evidencia un crecimiento del sector microfinanzas.

El concepto de Microfinanzas engloba elementos como: el microcrédito, microahorro, microseguro entre otros. El microcrédito se define como operaciones de crédito que se otorgan a unidades económicas definidas como microempresas.

En Ecuador el microcrédito según la normativa de la Superintendencia de Bancos se define como un crédito no superior a ciento cincuenta remuneraciones básicas unificadas concedido a personas con ventas inferiores a cien mil dólares [51].

De acuerdo a las cifras establecidas por el INEC; se puede constatar que las empresas de microfinanzas son un pilar en economía en Ecuador. Ahora, también es importante comparar a nivel de segmentos las tasas referenciales para entender el nivel de riesgo expuesto. En Ecuador, las instituciones agrupan segmentos de clientes de acuerdo con el giro de negocio, capacidad de pago y algunas características importantes; y en base a esta segmentación y límites regulados por los organismos de control; la tasa de interés para microcrédito es más elevada que banca de personas. Esto si analizamos que el nivel de riesgo del segmento podría considerarse más elevado ya que el micronegocio está expuesto a caídas y cierres intempestivos en su desarrollo debido a la variabilidad del mercado.

Actualmente estudios en países extranjeros aseguran la relación entre el riesgo de crédito y de liquidez, pero ¿cuál es la relación general entre el riesgo de liquidez y el riesgo de crédito en las instituciones financieras de microfinanzas?, ¿las instituciones financieras de microfinanzas manejan ambos riesgos juntos? son interrogantes que motivan una

investigación empírica para el caso ecuatoriano.

En este trabajo, se plantea analizar cómo el riesgo de crédito afecta al riesgo de liquidez y determinar los efectos de esta relación en la gestión de la empresa. La metodología usada son los vectores autorregresivos (VAR), la cual permite estudiar dos o más variables de manera simultánea, con el fin primordial de esclarecer sus posibles interrelaciones y construir un modelo que permita, entre otras cosas, obtener pronósticos de las mismas y determinar causalidad; este procedimiento lo llevaremos a cabo en el programa Eviews<sup>1</sup>.

Para cumplir con el propósito de este trabajo, se trabajará con una institución creada en el año 1999 que contiene capital privado. Su función principal es dotar de servicios financieros a un segmento específico de microempresarios que al menos posean un año de experiencia en su negocio. El crecimiento de la empresa ha sido paulatino desde su creación; es una de las empresas más grande en el segmento microempresarial además de poseer una de cartera de clientes consolidada con cobertura a nivel nacional. Sin embargo, desde la recesión bancaria ha habido períodos importantes de alerta, donde se han implementado varias políticas y estrategias nuevas de adaptación al mercado y el entorno político financiero.

## 1.2. Justificación

En los últimos 60 años, una gran cantidad de literatura [11, 16, 23] ha realizado estudios con respecto a los riesgos de liquidez y crédito de las entidades bancarias. La literatura sugiere que, al menos en teoría, existe una relación entre liquidez y riesgo de crédito. El incumplimiento de un préstamo aumenta el riesgo de liquidez debido a la disminución de la entrada de efectivo y las depreciaciones que desencadena. Así, el riesgo de liquidez y el riesgo crediticio deberían correlacionarse positivamente [29].

La teoría respalda la existencia de una relación entre riesgo de liquidez y de crédito, por ello es de vital importancia su estudio para el caso ecuatoriano y más aún en empresas microfinancieras pues, Ecuador ha dado testimonio de un crecimiento en el microcrédito durante los últimos años. El número de instituciones reguladas que ofrecen microcréditos ha aumentado, los saldos de las carteras de microcréditos han crecido dramáticamente, y el número de préstamos vigentes ha subido [2]. Además, existe una expansión en cuanto a provisión de servicios financieros, desde captación de ahorros, instrumentos de pagos, envío y recepción de remesas, hasta servicios no financieros como seguros de salud, servicios mortuorios y otros.

Las instituciones ecuatorianas que se han dedicado a prestar sus servicios en el sector microfinanzas encontraron un nicho con inmensas potencialidades de desarrollo, una excelente cultura de pago y con la posibilidad de enfrentar altas tasas de interés, ya que

---

<sup>1</sup>EViews es un paquete estadístico para Microsoft Windows, usado principalmente para análisis económico. Ha sido desarrollado por Quantitative Micro Software (QMS).

la alternativa de endeudarse en el mercado informal resulta aún mucho más costosa [5].

Si partimos de que el riesgo de crédito se ocasiona por el posible incumplimiento de la obligación de pago por parte de un sujeto acreditado. Es sin lugar a duda el riesgo de mayor relevancia dentro de la actividad financiera, así como el origen de la mayoría de las crisis bancarias registradas, ya sea por operaciones vinculadas, excesiva concentración, garantías insuficientes, deuda del tercer mundo o insolvencia de acreditados.

El riesgo de liquidez implica que la empresa carece de fondos para abastecer costos que requieren de flujo de efectivo. En ese caso, pueden optar por convenios con sus proveedores y partes interesadas que puedan amortiguar esta insuficiencia momentánea y seguir generando continuidad en las actividades de la empresa. Sin embargo, para el sector financiero el riesgo de liquidez es trascendental, ya que representa el desarrollo del negocio crediticio, a través de su ciclo de vida desde el otorgamiento del crédito, recuperación e inclusión del dinero nuevamente en el sistema.

Una gestión inadecuada del riesgo de liquidez permite la generación de riesgos de exposición innecesaria como lo es el descalce financiero entre activos y pasivos, que significa que, en momentos de emergencia, al no poder liquidar inmediatamente las inversiones, se pone en riesgo al sistema de pagos [18], así se genera un desequilibrio en la estructura financiera de la institución.

En la actualidad existen varios modelos estadísticos que analizan el riesgo de crédito, la mayoría enfocados específicamente al proceso de colocación del servicio y la segmentación de la cartera de clientes [22].

Así mismo, existen varios estudios respecto a riesgo de liquidez donde las entidades financieras a nivel mundial vienen implementando diferentes metodologías que pretenden medir adecuadamente la volatilidad de los depósitos, los niveles de endeudamiento, la estructura del pasivo, el grado de liquidez de los activos, la disponibilidad de líneas de financiamiento y la efectividad general de la gestión de activos y pasivos, con el fin de garantizar una eficiente medición del riesgo de liquidez [21].

Ambos análisis son realizados por separado; sin embargo, no existe un análisis profundo sobre la relación entre ambas variables que se expone en el presente estudio donde se tiene por objeto su implicación e impacto en el sector de microfinanzas ecuatoriano y sobre la continuidad del negocio como tal.

La metodología VAR (Vector Autorregresivo) es una herramienta estadística utilizada de manera creciente en diversas áreas del conocimiento, especialmente en aquellas que desean caracterizar las interacciones coexistentes entre un grupo de variables. Para este estudio, se usará la metodología junto con las variables riesgo de crédito y riesgo de liquidez.

Para más información entre el riesgo de crédito y el riesgo de liquidez, se realizará la prueba de causalidad de Granger en el caso bivariado, la cual determina si las ob-

servaciones pasadas de la variable riesgo de crédito mejoran el poder explicativo de la variable riesgo de liquidez [27], es decir determinar si el riesgo de crédito causa (en el sentido Granger) el riesgo de liquidez.

Se plantea la metodología VAR y la prueba de Granger pues ha sido de gran ayuda en varios estudios extranjeros estableciendo la existencia de una relación entre distintos índices o variables [27]. Konya (2000) investigó una posible causalidad de Granger entre el registro de exportaciones reales y el PIB real en 25 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), entre 1960 y 1998. La causalidad se prueba dentro de modelos de vectores autorregresivos (VAR). Alegaron que no hay causalidad entre las exportaciones y el crecimiento en los Países Bajos, la exportación causa crecimiento en Bélgica e Islandia, el crecimiento causa exportación en Canadá y Japón, y hay causalidad bidireccional en Suecia y en el Reino Unido [32].

Altaf, Khalid, Majid, Bagram y Hussain (2012) determinaron la importancia de las variables macroeconómicas en el crecimiento económico de Pakistán con la aplicación de modelos VAR utilizando datos de series temporales anuales. Su evidencia cuantitativa mostró que el crecimiento real del ingreso per cápita es causado por la oferta monetaria. Llegaron a la conclusión de que las políticas cambiarias, el gasto público y la oferta monetaria son importantes en la regresión de la inversión. Del mismo modo, descubrieron que las políticas de exportaciones y cambio afectan el crecimiento de la oferta real de dinero per cápita [38].

### **1.3. Objetivos**

Establecer la relación entre riesgo de liquidez y riesgo de crédito en una entidad de microfinanzas.

#### **Objetivos Específicos**

- Describir las variables relacionadas con el riesgo de liquidez y riesgo de crédito.
- Analizar los efectos de la relación del riesgo de liquidez y riesgo de crédito que puedan influenciar en la gestión de la empresa.
- Otorgar un análisis cuantitativo referencial que permita establecer nuevas recomendaciones para microfinanzas bajo parámetros que permitan controlar y mitigar el riesgo integral (crediticio y liquidez).

## Capítulo 2

# Marco Teórico

En este capítulo desarrollaremos los conceptos de sistema financiero, microfinanzas, riesgo de crédito y riesgo de liquidez. Además, se presenta los fundamentos teóricos y matemáticos detrás de la metodología planteada, se explica la representación del modelo VAR, el método de estimación y las técnicas de validación de este modelo.

### 2.1. Sistema Financiero

El sistema financiero de un país está formado por el conjunto de instituciones, medios y mercados, cuyo fin primordial es canalizar el ahorro que generan los prestamistas, hacia los prestatarios. El sistema financiero comprende, pues, tanto los instrumentos o activos financieros, como las instituciones o intermediarios y los mercados financieros, así como las autoridades monetarias y financieras, encargadas de la regulación y control [13].

El artículo 24 de la Ley de Régimen Monetario y Banco del Estado [60] establece que "el sistema financiero del Ecuador comprende el Banco Central del Ecuador, las instituciones financieras públicas, las instituciones financieras privadas y las demás instituciones controladas por la Superintendencia de Bancos".

#### 2.1.1. Integración del Sistema Financiero Ecuatoriano

Según el Código Orgánico Monetario y Financiero [62], el sistema financiero nacional está integrado por el sector financiero público, el sector financiero privado y el sector financiero popular y solidario, de la siguiente manera:

##### 1. Sector financiero público

- Bancos; y,
- Corporaciones.

##### 2. Sector financiero privado

- Bancos múltiples y bancos especializados:
  - a) Banco múltiple es la entidad financiera que tiene operaciones autorizadas en dos o más segmentos de crédito; y,
  - b) Banco especializado es la entidad financiera que tiene operaciones autorizadas en un segmento de crédito y que en los demás segmentos sus operaciones no superen los umbrales determinados por la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera.
- De servicios financieros: almacenes generales de depósito, casas de cambio y corporaciones de desarrollo de mercado secundario de hipotecas; y,
- De servicios auxiliares del sistema financiero, tales como: software bancario, transaccionales, de transporte de especies monetarias y de valores, pagos, cobranzas, redes y cajeros automáticos, contables y de computación y otras calificadas como tales por la Superintendencia de Bancos en el ámbito de su competencia.

### 3. Sector financiero popular y solidario

- Cooperativas de ahorro y crédito;
- Cajas centrales;
- Entidades asociativas o solidarias, cajas y bancos comunales y cajas de ahorro; y,
- De servicios auxiliares del sistema financiero, tales como: software bancario, transaccionales, de transporte de especies monetarias y de valores, pagos, cobranzas, redes y cajeros automáticos, contables y de computación y otras calificadas como tales por la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria en el ámbito de su competencia.

4. **Subsidiarias o afiliadas.** También forman parte del sistema financiero nacional las subsidiarias o afiliadas de las entidades financieras domiciliadas en el Ecuador.

## 2.2. Sector de Microfinanzas

El término microfinanzas se refiere a la prestación de servicios financieros a personas o grupos cuyo acceso a los sistemas bancarios tradicionales es limitado o inexistente en virtud de su condición socioeconómica [20]. Dichos servicios financieros pueden ser mecanismos de ahorro, de inversión, o préstamos, en cuyo caso se estaría hablando de microcrédito, microahorro, entre otros.

Los beneficiarios de las microfinanzas son principalmente las personas de bajos ingresos, en situación de vulnerabilidad y microempresarios, tanto en áreas urbanas como

rurales. En contraparte están las instituciones que prestan servicios microfinancieros, y que pueden pertenecer o no al sector financiero. Entre ellas, se encuentran las cooperativas financieras y la banca comercial que ha incursionado en microfinanzas. Además, están las ONGs<sup>2</sup> que prestan servicios microfinancieros.

### 2.2.1. Latinoamérica

En América Latina en 2018, según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), alrededor de un 40 por ciento de la población económicamente activa se encuentra ejerciendo algún tipo de actividad en el sector informal de la economía. De hecho, este sector constituye el más activo, generando ingresos y ofreciendo oportunidades para aliviar problemas de desempleo, subempleo y pobreza [39]; hace tres décadas atrás, este sector no contaba con acceso permanente a los servicios financieros que la banca tradicional ofrece en sus países. [24].

Según [24] y [36], entre las actividades de generación del desarrollo económico y social que han tenido un crecimiento más rápido en las recientes dos décadas, tanto en América Latina como en otras partes del mundo en desarrollo, se encuentran los programas de apoyo a la pequeña empresa y a microempresa; los gobiernos y los organismos internacionales han pasado de considerar a las microempresas como una irregularidad, a apoyarlas de distintas maneras. Este cambio de criterio ha generado el acceso a los microempresarios a los servicios financieros, con lo cual se logra amortiguar los excesos y faltantes en el flujo de caja de los hogares, así como mejorar la capacidad de generación de recursos de sus negocios.

Inicialmente las entidades sin fines de lucro, ante la insuficiencia de garantías que caracterizan a este tipo de clientes, desarrollaron tecnologías basadas en el uso de información privada y seguimiento directo, permitiendo brindar crédito de manera sostenible y con posibilidad de expansión. [24]. Los dos objetivos fundamentales en que se basaban estas iniciativas eran llegar a una escala masiva de microempresarios de bajos ingresos y lograr la sostenibilidad de la organización. Para el final de la década de los noventa, numerosos países contaban con una entidad especializada en el segmento de la microempresa [7].

Los recursos disponibles para financiar el microcrédito eran insuficientes, lo cual era una limitante para el crecimiento de las entidades y la expansión de los servicios de crédito especializados en microfinanzas. Estas eventualidades ayudaron a crear conciencia de la importancia de la formalización de estas entidades en términos de su ingreso al sector financiero formal, siendo pioneras entidades como BancoSol<sup>3</sup>, seguido por Finan-

---

<sup>2</sup>El término *ONG* se utiliza para identificar a organizaciones que no son parte de las esferas gubernamentales o empresas cuyo fin fundamental no es el lucro.

<sup>3</sup>En 1992, el nacimiento de BancoSol marcó un hito en la historia financiera contemporánea al convertirse en el primer Banco regulado de microfinanzas de Bolivia y el mundo.

sol en Colombia, la Caja Los Andes en Bolivia, y la Financiera Carpía en El Salvador; las cuales compartían sus raíces con ONGs y se habían convertido en entidades financieras formales [36].

### **Modelo de Microfinanzas en América Latina**

La industria de microfinanzas en Latinoamérica está compuesta por una multitud de instituciones.

De acuerdo a [7, 24, 36], el modelo de microfinanzas lo conforman las ONG que otorgan financiación a microempresarios, ya sea que estén especializadas en la actividad financiera o que ofrezcan también servicios de desarrollo empresarial, capacitación o asesoría. Por otra parte, se encuentran aquellas instituciones que tuvieron su origen en ONG, o que desde un principio tuvieron como filosofía atender este nicho de mercado, las cuales cuentan hoy con supervisión bancaria y por ende han pasado a formar parte del grupo de las denominadas instituciones “reguladas”.

Finalmente, los bancos comerciales, quienes vienen incorporando a sectores de menores ingresos dentro de su clientela objetivo. Para ello, algunos han venido utilizando una división especial dentro del banco, así como una filial especializada que realiza el contacto y el manejo del microempresario.

#### **2.2.2. Ecuador**

En [31] se establece que el sector de Microfinanzas cobró un gran impulso en el Ecuador desde la crisis bancaria en el año 1999, cuando los ecuatorianos perdieron la credibilidad en los bancos y enfocaron sus ahorros en las cooperativas. Esto permitió que se creen nuevas instituciones de microfinanzas y a partir del año 2002 se despierta el interés del sector financiero formal.

Asimismo, varias organizaciones no gubernamentales, bancos y financieras han estado vinculados a actividades de microfinanzas en el país. La Red Financiera Rural (RFR), creada en el año 2000, agrupa a varias de estas instituciones identificadas por su actividad en el sector microfinanciero.

Por otro lado, el gobierno de Rafael Correa en el año 2009 desempeñó un papel de promotor del microcrédito con varios programas para el fomento y sostenimiento de mipymes<sup>4</sup>, según lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo [50]. En Ecuador existen varias instituciones que contribuyen al desarrollo de las microfinanzas, especialmente instituciones tradicionales como las COAC<sup>5</sup>. De todas maneras, el reto de los actuales y futuros programas de microfinanzas que se desarrollen en el país por instituciones pú-

---

<sup>4</sup>Micro, pequeñas y medianas empresas.

<sup>5</sup>El término COAC se utiliza para identificar a las cooperativas de ahorro y crédito.

blicas, ONGs, bancos y COAC, es contar con la capacidad de medir su impacto en la sociedad ecuatoriana en términos de alivio de la pobreza y desarrollo económico.

En Ecuador según la normativa de la Superintendencia de Bancos [51], el microcrédito se define como: "Todo crédito no superior a ciento cincuenta (150) remuneraciones básicas unificadas concedido a un prestatario, persona natural o jurídica, con un nivel de ventas inferior a cien mil dólares de los Estados Unidos de América (US\$ 100.000,00), o a un grupo de prestatarios con garantía solidaria, destinado a financiar actividades en pequeña escala de producción, comercialización o servicios, cuya fuente principal de pago la constituye el producto de ventas o ingresos generados por dichas actividades, adecuadamente verificada por la institución del sistema financiero" .

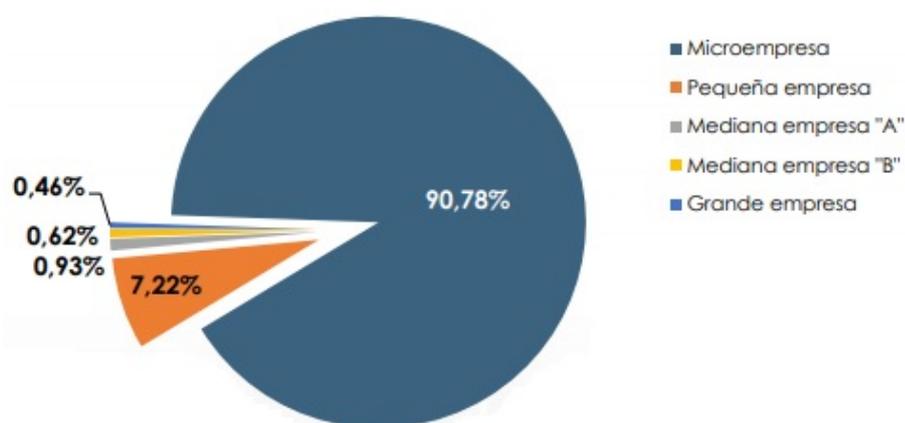
Las instituciones financieras que se encargan de ofrecer un microcrédito son las reguladas por la Superintendencia de Bancos (SB) y la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS), a través de las mismas se canalizan los movimientos de dinero que realiza la ciudadanía, así como los créditos que obtienen las personas, familias y organizaciones que requieren de financiamiento, para de esta manera contribuir y fortalecer la inversión productiva y el consumo responsable.

En lo que se refiere a los proveedores de servicios financieros bajo el control de la Superintendencia de Bancos hasta junio 2018 se encuentran 33 empresas (24 bancos privados, 5 públicos, IESS, 3 sociedades financieras), mientras que a la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria pertenecen 688 entidades (677 COAC, 4 mutualistas, 7 ONGs) otorgando productos sustitutos a los bancarios especialmente de crédito, el cual representa el principal producto en su mayoría microcréditos y créditos de consumo ofertados especialmente a la población de bajos ingresos [58].

Según datos presentados por la Superintendencia de Bancos, desde la formalización de las microfinanzas los microcréditos han registrado un elevado crecimiento llegando a un saldo de USD 5800 millones a marzo de 2018 a nivel del Sistema Financiero, de los cuales las Cooperativas de Ahorro y Crédito concentraron el 50.45 %, seguido por los Bancos Privados con un aporte del 27.36 % [43].

### **Importancia de la microempresa**

De acuerdo al INEC [63] en el año 2017, el sector empresarial en el Ecuador estuvo compuesto por 884236 empresas legalmente constituidas y registradas en el Servicio de Rentas Internas (SRI), de acuerdo a la figura 2.1 el 90.78 % son microempresas las que se encuentran distribuidas en sectores tanto urbanos como rurales, el alto nivel de participación destaca la importancia económica que tiene este segmento desde el punto de vista del desarrollo productivo local.



**Figura 2.1:** Participación Económica Nacional de la Microempresa. **Fuente:** Directorio de Empresas INEC.

### Cartera microcrédito

El microcrédito otorgado por el sistema financiero ecuatoriano registró un importante aumento en su cartera en el último año, ya que pasó de USD 2873 millones de dólares en Diciembre 2017 a USD 3276 millones de dólares en cartera de microcrédito en Diciembre 2018 (tabla 2.1). De acuerdo a las cifras, el saldo de microcrédito representa el 42 % del saldo del sistema financiero.

El incremento absoluto provino de la influencia de bancos, cooperativas de ahorro y crédito, organizaciones no gubernamentales y empresas de servicios auxiliares que reportan información de cartera administrada por la empresa (ESA).

CARTERA DE MICROCRÉDITO		
Instituciones	Diciembre 2017	Diciembre 2018
BANCOS	573.41 M USD	621.86 M USD
COAC	1250.13 M USD	1508.35 M USD
ONG	137.31 M USD	161.50 M USD
ESA	912.55 M USD	983.30 M USD

**Tabla 2.1:** Cartera Microempresarial por Grupos. **Fuente:** Red de Instituciones Financiera de Desarrollo. **Elaboración:** Autora

## 2.3. El Comité de Basilea

El Comité de Basilea fue creado en 1974 por los Bancos Centrales de los países del G10<sup>6</sup>. Su objetivo fue dar lineamientos y recomendaciones sobre los estándares de supervisión y las prácticas bancarias, a fin de que sean adoptados por los Organismos Super-

<sup>6</sup>Estados Unidos, Alemania, Japón, Reino Unido, Francia, Italia, Canadá, Holanda, Bélgica, Suecia y Suiza.

visores en los distintos países, de acuerdo a las necesidades locales y las decisiones de política.

El Acuerdo de Capitales (Basilea I) nace en 1988, y tiene como fin establecer un requerimiento mínimo de capital como porcentaje de los activos y créditos contingentes, basado únicamente en el riesgo de crédito. En 1996, el Comité de Basilea introdujo requerimientos patrimoniales adicionales para cubrir los riesgos de mercado, esto es, el riesgo derivado de las fluctuaciones en los precios de los activos con cotización, las tasas de interés y los tipos de cambio. Estos requerimientos eran considerados adicionalmente a los índices de apalancamiento máximo<sup>7</sup> que debían tener las instituciones financieras, por riesgo de crédito.

Por tanto, Basilea I establece que el capital mínimo debe ser al menos el 8% de los activos ponderados por su riesgo, tanto los registrados en el balance como la exposición de la entidad reflejada en cuentas fuera de balance. Sin embargo, el desarrollo alcanzado por el sistema financiero internacional en los últimos años llevó al Comité de Basilea a elaborar una propuesta con el fin de establecer un marco regulatorio más amplio que incentive y complemente la gestión de riesgos. Esta propuesta (Basilea II) fue presentada en 1992 con el fin de lograr una medición del capital regulatorio más sensible al riesgo, por medio de la aplicación de modelos más sofisticados y complementarlos un proceso de supervisión bancaria y de disciplina de mercado [57].

El acuerdo Basilea III, aprobado en diciembre de 2010, intentó adaptarse a la magnitud de la crisis económica. Los niveles de capital en el sistema bancario eran insuficientes: la calidad del capital de las entidades se había ido deteriorando y en muchos países el sistema bancario estaba excesivamente apalancado. Por ello, se emite el documento denominado "Marco regulador global para reforzar los bancos y sistemas bancarios", el cual formula las respectivas reformas para fortalecer las normas internacionales de capital y liquidez que ya constan en los antecesores Basilea I y II, con el propósito de construir un sistema bancario más robusto y resistente [35].

Las reformas formuladas tienen como principales objetivos:

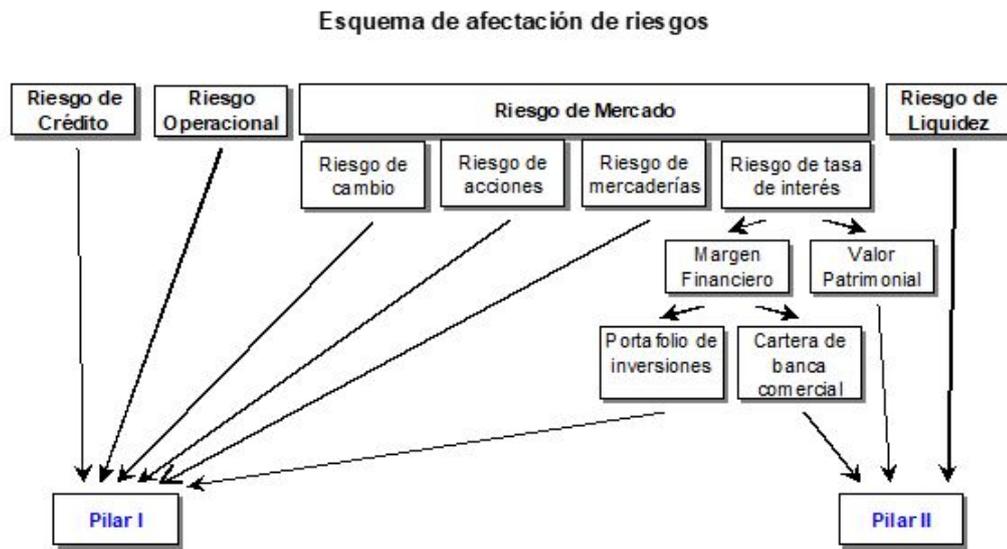
- Optimizar la capacidad del sector bancario para afrontar perturbaciones ocasionadas por tensiones financieras o económicas de cualquier tipo;
- Perfeccionar la gestión/administración de riesgos y el buen gobierno corporativo de los bancos; y,
- Fortalecer su transparencia y comunicación de la información.

La normativa de varios países en América Latina busca adoptar lo propuesto por el Comité de Basilea, que sustenta el Acuerdo para Capitales en Instituciones Financieras en

---

<sup>7</sup>Es un indicador del nivel de endeudamiento de una organización en relación con su activo o patrimonio.

los requerimientos de capital en el Pilar 1 y la importancia de la supervisión preventiva en el Pilar 2.



**Figura 2.2:** Esquema de Afectación de Riesgos **Fuente:** Superintendencia de Bancos.

La manera en que las entidades controladas interpreten y adapten esta serie de alternativas hará que ellas puedan analizar su exposición de crédito, mercado y liquidez con mayor o menor facilidad. De iniciarse este proceso paulatina y evolutivamente, las futuras reglas de requerimientos de capital se irán definiendo e implantando de manera sólida y en el tiempo.

## 2.4. Riesgo de Crédito

En [46], se establece lo siguiente: "Riesgo de crédito hace referencia a la probabilidad de impago por parte del prestatario y al incumplimiento de las obligaciones pactadas en el contrato (deterioro de su capacidad de pago)."

Para la Superintendencia de Bancos del Ecuador [53], en el Libro I, Título IX, Capítulo II, Sección 1, Artículo 2, define lo siguiente: "Riesgo de crédito es la posibilidad de pérdida debido al incumplimiento del prestatario o la contraparte en operaciones directas, indirectas o de derivados que conlleva el no pago, el pago parcial o la falta de oportunidad en el pago de las obligaciones pactadas."

La gestión de riesgo de crédito es la administración de las entidades prestatarias de la incertidumbre del pago o no pago de la deuda adquirida por el prestatario. La administración de este riesgo se lo puede realizar tradicionalmente con un análisis individual del deudor o por medio de modelos estadísticos [8].

La administración del riesgo de crédito es un elemento fundamental para mantener la estabilidad de las instituciones del sistema financiero, por lo que resulta imprescindible desarrollar e implantar políticas, procesos, procedimientos y metodologías adecuados para asegurar un análisis previo al otorgamiento del crédito; y, el seguimiento permanente del riesgo crediticio asumido por dichas entidades, busca monitorear los cambios en la calidad de los sujetos de crédito y su posible afectación a la posición patrimonial de las instituciones del sistema financiero.

Basilea II promueve la mejora en la gestión, apoyándose en la implantación de nuevas metodologías (sistemas de medición basados en conceptos que no son conceptualmente nuevos pero que ahora se miden estadísticamente, como probabilidad de incumplimiento, severidad, pérdida esperada y capital económico) y en nuevas herramientas (procesos de identificación, medición y control del riesgo acordes con dichas nuevas metodologías) [64]. Adicionalmente, los reguladores nacionales aconsejan a las entidades que establezcan políticas y procedimientos claros y fácilmente aplicables para todos los procesos dentro del ciclo de gestión integral del riesgo y exige que se facilite la transparencia metodológica en todas las fases del mismo.

#### **2.4.1. Metodología y Procesos de Administración del Riesgo de Crédito en Ecuador**

Según [53], las entidades ecuatorianas deben contar con un sistema para monitorear los niveles del riesgo de crédito en forma permanente a través de las diferentes metodologías adoptadas por cada entidad para cada modalidad de crédito dentro de las cuales se determinarán los principios y criterios generales para la evaluación del riesgo de crédito.

Las metodologías implantadas deben considerar la combinación de criterios cuantitativos y cualitativos; deben permitir monitorear y controlar la exposición crediticia de los diferentes portafolios. Esta metodología debe ser evaluada periódicamente a fin de garantizar la idoneidad de la misma, al igual que la relevancia de las variables utilizadas.

La administración del portafolio de crédito incluye las siguientes etapas fundamentales: el otorgamiento que incluye las fases de evaluación, aprobación, instrumentación y desembolso; seguimiento; recuperación; y, control, para lo cual es necesario según la Superintendencia de Bancos que se establezcan [53]:

- Criterios, metodologías y sistemas internos de evaluación crediticia para la selección y otorgamiento de los créditos, que se ajusten al perfil de riesgo de la entidad, por ejemplo: “credit scoring”;
- Un sistema de seguimiento y control del riesgo de crédito de los diferentes portafolios, lo que implica un proceso continuo de calificación de los sujetos y operaciones coherente con el proceso de otorgamiento, que incluya un esquema para realizar el



fondos por parte de los depositantes, o bien que atravesase dificultades temporales para hacer frente a sus compromisos de pagos vencidos como consecuencia de la incapacidad para deshacer posiciones (riesgo de liquidez de mercado), o porque obtenga financiación bajo condiciones gravosas (riesgo de liquidez de financiación)".

Para la Superintendencia de Bancos del Ecuador [53], en el Libro I, Título IX, Capítulo IV, Sección 1, Artículo 2, define lo siguiente: "Se entiende por riesgo de liquidez, cuando la entidad enfrenta una escasez de fondos para cumplir sus obligaciones y que por ello, tiene la necesidad de conseguir recursos alternativos o vender activos en condiciones desfavorables, esto es, asumiendo un alto costo financiero o una elevada tasa de descuento, incurriendo en pérdidas de valorización."

El acuerdo de Basilea III establece reformas al sistema de administración del riesgo de liquidez de, que surge como respuesta a la crisis financiera internacional y por ende busca que las entidades financieras se enfoquen principalmente en la generación de reservas de capital. El acuerdo instaura el Coeficiente de cobertura de Liquidez LCR, que pretende promover la resistencia a corto plazo del perfil de riesgo de liquidez de los bancos, garantizando que disponen de suficientes activos líquidos de alta calidad para soportar un escenario de tensiones considerables durante 30 días naturales [21].

El objetivo del análisis de riesgo de liquidez debe permitir a la entidad financiera medir adecuadamente la volatilidad de los depósitos, los niveles de endeudamiento, la estructura del pasivo, el grado de liquidez de los activos, la disponibilidad de líneas de financiamiento y la efectividad general de la gestión de activos y pasivos. Además, existe la necesidad de capacitación de los funcionarios de las entidades financieras y de los reguladores, para diseñar e implementar las herramientas técnicas adecuadas, y no tratar de forma tan superficial, sin ningún rigor técnico uno de los riesgos financieros más devastadores, que puede acabar con una entidad financiera y por qué no decir el sistema financiero de un país latinoamericano en pocos días [12].

### **2.5.1. Metodología para Determinar la Exposición al Riesgo de Liquidez en Ecuador**

De acuerdo a [53], las entidades ecuatorianas para determinar su exposición al riesgo de liquidez, realizarán el análisis de maduración de los activos y pasivos. Para tal efecto, deberán distribuir los saldos registrados en los estados financieros con cierre a la fecha de evaluación, de acuerdo con sus vencimientos, que se determinarán bajo los siguientes criterios:

- *Situación contractual corriente*: Se clasificarán los activos y pasivos en cada una de las bandas de tiempo según sus plazos de vencimiento contractuales;
- *Recuperación esperada*: Corresponde a los vencimientos esperados de aquellas cuen-

tas que no poseen un vencimiento contractual o a fecha cierta.

- Para las obligaciones pasivas sin fecha contractual de vencimiento, tales como depósitos a la vista, se deberán realizar los análisis técnicos que permitan estimar los retiros máximos probables que puedan presentarse en cada período, así como la porción que tiene carácter permanente.

Las bandas de tiempo que se utilizarán para el análisis de ambas situaciones son: cada una de las primeras dos semanas estadísticas del mes siguiente y la segunda quincena del mismo, segundo mes, tercer mes, trimestre siguiente (cuarto al sexto), semestre siguiente (meses séptimo al duodécimo) y más de doce meses. Para cada período de tiempo se tomarán en cuenta los intereses y/o dividendos que causen los saldos activos y pasivos, registrados en el balance objeto de análisis

La determinación del riesgo de liquidez se hará aplicando el concepto de brecha de liquidez, la que será igual a la diferencia entre el total de operaciones activas más el movimiento neto de las cuentas patrimoniales con respecto al total de operaciones pasivas (ecuación 2.1). Esta brecha se calculará dentro de cada banda, a la vez que se calculará la brecha acumulada existente, dentro de cada período, de la siguiente manera:

$$\text{Brecha de liquidez}_n = ACT_n + PATR_n - PAS_n \quad (2.1)$$

$$\text{Brecha acumulada de liquidez}_n = \text{brecha de liquidez}_n + \text{brecha acumulada de liquidez}_{n-1}$$

En el caso de que el valor de la brecha acumulada resulte negativo, deberá calcularse la diferencia del valor absoluto de ésta con respecto a los activos líquidos netos. El monto resultante, en caso de ser positivo, se denominará “liquidez en riesgo”. Entonces,

$$\text{Liq.R} = (|\text{brecha acumulada de liquidez}_n| - ALN) > 0 \quad (2.2)$$

donde,

- Liq.R = liquidez en riesgo
- ALN = fondos disponibles + fondos interbancarios netos + pactos de reventa – pactos de recompra + inversiones negociables
- n = n-ésima banda de tiempo y n= 1,2,3,...,q, donde q es el número de bandas.

## 2.5.2. Importancia de la Gestión de Riesgo de Liquidez

La idea de riesgo de liquidez, es un tema aún por abordar en todo el mundo, cuando se trata de la normativa del mismo. Pasaron varios años, para que Basilea tome en cuenta el tema de liquidez de una entidad financiera como un pilar importante.

Crisis económicas mundiales sucedieron antes de los cambios y la reforma por parte del Comité de Basilea. Uno de ellos fue la Crisis Hipotecaria ocurrida en los Estados Unidos en 2008, la cual tuvo como consecuencia una profunda crisis de liquidez, y causó, indirectamente, otros fenómenos económicos, como una crisis alimentaria global y diferentes derrumbes bursátiles.

Ecuador tiene como acontecimiento la crisis financiera del año 1999, donde se evidencia la necesidad de gestionar de manera correcta el riesgo de liquidez. Esta crisis provocó grandes cambios en la economía ecuatoriana, empezando por el cambio de moneda al dólar estadounidense. Las pésimas políticas implementadas por los gobiernos ecuatoriano, llevaron a muchos desconciertos en el sistema financiero, por lo cual se produjo una salida de dinero en exceso por parte de los clientes de los bancos, lo que provocó falta de liquidez y posteriormente la quiebra de los mismos.

Se evidencia la necesidad de establecer normativas ante estas situaciones y la importancia que éstas radican para las instituciones financieras y la economía del país. En 2008, el gobierno creó el Fondo de Liquidez del Sistema Financiero Ecuatoriano y el Seguro de Depósitos, con el fin de atender las necesidades de liquidez de los bancos privados; este fondo sirve como colchón de liquidez y permite el monitoreo y reducción del riesgo de liquidez.

## **2.6. Relación entre el Riesgo de Crédito y Liquidez**

El riesgo de liquidez y el riesgo de crédito son los dos factores más importantes para la supervivencia bancaria. Según [23], el concepto de que los riesgos de liquidez y crédito están estrechamente vinculados es respaldado por las teorías clásicas de la microeconomía de la banca. Ambos modelos de organización industrial de la banca, como el modelo de Monti-Klein<sup>8</sup> y la perspectiva de intermediación financiera [16, 11], muestran que las estructuras de activos y pasivos de un banco están estrechamente relacionadas, en particular con respecto a los retiros de fondos y morosidad del prestatario. En su intermediación financiera, los bancos crean liquidez en la economía, ya sea al financiar proyectos riesgosos utilizando los depósitos de sus clientes o al abrir líneas de crédito [26].

Según [48], basándose en los modelos mencionados anteriormente, demuestra que los activos bancarios riesgosos desencadenan conmociones bancarias. También, manifiesta que el riesgo de liquidez y crédito deben estar positivamente relacionados y contribuir conjuntamente a la inestabilidad bancaria. En [17] se muestra que existe una relación positiva entre la liquidez y el riesgo crediticio. Se aclara que si demasiados proyectos económicos se financian con préstamos, el banco no puede satisfacer la demanda de los depositantes. Por lo tanto, estos depositantes reclamarán su dinero si estos activos se

---

<sup>8</sup>El modelo Monti-Klein explica el comportamiento de un banco en un régimen monopolista, el cual enfrenta una demanda decreciente de préstamos y una oferta creciente de depósitos.

deterioran en valor. Esto implica que los riesgos de liquidez y crédito aumentan simultáneamente. El banco utilizará todos los préstamos y reducirá la liquidez general.

Estudios realizados sobre la relación entre estos factores en los bancos comerciales en los Estados Unidos durante el período 1998 a 2010 [29] establecen que, cada categoría de riesgo tiene un impacto significativo en la probabilidad de incumplimiento (PD) bancario. Además, la interacción de ambas categorías de riesgo determina significativamente la PD de los bancos, aunque de diferentes maneras. Mientras que la interacción entre el riesgo de liquidez y el riesgo de crédito agrava la PD de los bancos con PD entre 10% y 30%, mitiga el riesgo de PD de los bancos de alto riesgo con PD del 70-90%. Esto requiere una gestión conjunta del riesgo de liquidez y el riesgo de crédito en los bancos.

Por otro lado, se estudia la relación entre los riesgos de crédito y liquidez para los bancos iraníes. El estudio propuesto incluye a todos los bancos privados y gubernamentales durante el período 2005-2012 y concluye que existe una relación positiva y significativa entre los riesgos crediticios y de liquidez [40]. En [23] se estudia el efecto del riesgo de liquidez y el riesgo de crédito en la estabilidad bancaria utilizando un conjunto de datos de 49 bancos que operan en los países MENA<sup>9</sup> durante el período 2006-2013. Muestran una relación positiva entre el riesgo de liquidez y el riesgo de crédito, pero no existe una relación recíproca entre ambos riesgos.

## 2.7. Descripción Teórica de la Metodología

El modelo de autorregresión vectorial (VAR) es una extensión del modelo de autorregresión univariante para datos de series temporales multivariadas. Un VAR es un modelo de ecuaciones simultáneas de forma reducida sin restringir. Que sean ecuaciones de forma reducida quiere decir que los valores contemporáneos de las variables del modelo no aparecen como variables explicativas en ninguna de las ecuaciones. Por el contrario, el conjunto de variables explicativas de cada ecuación está constituido por un bloque de retardos de cada una de las variables del modelo. Que sean ecuaciones no restringidas significa que aparece en cada una de ellas el mismo grupo de variables explicativas [41].

El modelo VAR es muy útil cuando existe evidencia de simultaneidad entre un grupo de variables, y que sus relaciones se transmiten a lo largo de un determinado número de períodos. La principal motivación detrás de los modelos VAR es la dificultad en identificar variables como exógenas, pues el modelo VAR representa un sistema de ecuaciones múltiples donde todas las variables se tratan como endógenas (dependientes).

Así, en un modelo vectorial autorregresivo de primer orden, VAR (1), las variables explicativas de cada ecuación son: una constante, más un retardo de cada una de las variables del modelo. Si el modelo pretende explicar el comportamiento temporal de

---

<sup>9</sup>Medio Oriente y Norte de África.

3 variables, habría 3 variables explicativas, más constante, en cada ecuación, para un total de 12 coeficientes a estimar. Si el modelo fuera de segundo orden, VAR (2), habría 7 coeficientes a estimar en cada una de las 3 ecuaciones que componen el modelo VAR.

### 2.7.1. Estructura Básica de los Procesos VAR

Sea  $X_t = (X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt})'$  un vector de dimensión  $k \times 1$  de variables de series de tiempo. El modelo básico autorregresivo a  $k$  variables con  $p$  retardos (VAR ( $p$ )) tiene la forma [14]:

$$X_t = v_0 + A_1 X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + \dots + A_p X_{t-p} + u_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2.3)$$

donde  $A_i$  son matrices de coeficientes ( $k \times k$ ),  $v_0$  es el vector ( $k \times 1$ ) de constantes del modelo y  $u_t$  es el vector ( $k \times 1$ ) compuesto por los ruidos blancos de cada una de las  $k$  ecuaciones del modelo, es decir

$$E[u_t] = 0 \quad \forall t; \quad Cov[u_t, u_s] = 0 \quad \forall t \neq s; \quad Var[u_t] = \Sigma \quad \forall t$$

Por ejemplo, una ecuación bivariada del modelo VAR (2) por ecuación tiene la forma

$$\begin{pmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_1^0 \\ v_2^0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{1t-1} \\ X_{2t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11}^2 & a_{12}^2 \\ a_{21}^2 & a_{22}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{1t-2} \\ X_{2t-2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{pmatrix} \quad (2.4)$$

o

$$\begin{aligned} X_{1t} &= v_1^0 + a_{11}^1 X_{1t-1} + a_{12}^1 X_{2t-1} + a_{11}^2 X_{1t-2} + a_{12}^2 X_{2t-2} + u_{1t} \\ X_{2t} &= v_2^0 + a_{21}^1 X_{1t-1} + a_{22}^1 X_{2t-1} + a_{21}^2 X_{1t-2} + a_{22}^2 X_{2t-2} + u_{2t} \end{aligned}$$

Cada ecuación tiene los mismos regresores: valores rezagados de  $X_{1t}$  y  $X_{2t}$  y además, se trata las dos variables como endógenas.

### Representación de un modelo VAR<sub>Y</sub>( $p$ )

Si consideramos  $Y_t = (Y_{1t}, Y_{2t}, \dots, Y_{lt})'$  un vector  $l$ -dimensional de variables exógenas estacionarias y  $B$  una matriz de coeficientes fijos de dimensión  $k \times l$ . Entonces a partir del modelo (2.3) se puede obtener un nuevo modelo:

$$X_t = v_0 + A_1 X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + \dots + A_p X_{t-p} + B Y_t + u_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2.5)$$

A esta representación se le denomina modelo VAR de orden  $p$  con  $k$  variables endógenas y  $l$  variables exógenas, y se denota por  $VAR_Y(p)$ . Debemos aclarar que en este modelo, el vector  $Y_t$  puede incluir variables retardadas.

Podemos notar que (2.5) es una extensión más general de los modelos VAR(p). Por tanto, las propiedades y las metodologías de estimación y verificación que se analizarán para los procesos VAR(p) también se aplican a los procesos  $VAR_Y(p)$ .

### 2.7.2. Estabilidad de un VAR

Si se considera un modelo VAR(1):

$$X_t = v_0 + A_1 X_{t-1} + u_t$$

Se dice que VAR(1) es estable si todos los valores propios de  $A_1$  son de valor absoluto mayor que 1; lo que se puede expresar también por [14]:

$$\det(I_k - A_1 z) \neq 0, \quad \text{para } |z| \leq 1$$

En general, un proceso VAR(p) es estable si:

$$\det(I - A_1 z + A_2 z^2 + \dots + A_p z^p) \neq 0, \quad \text{para } |z| \leq 1$$

Esto implica que todas las raíces del polinomio característico están fuera del círculo unitario del plano complejo.

### 2.7.3. Prueba de Raíz Unitaria de Dickey-Fuller

Antes de realizar los procedimientos para estimar los modelos, se debe verificar si las series a ser analizadas son estacionarias. Esto se lo hace, mediante la prueba estadística de Dickey-Fuller que busca contrastar la hipótesis de que si la serie temporal contiene o no raíces unitarias.

Para entender la prueba de Dickey Fuller se considera un modelo AR(1) [44]:

$$X_t = \rho X_{t-1} + u_t, \quad t \in \mathbb{Z} \tag{2.6}$$

Si se considera la ecuación (2.6), se puede notar que si el coeficiente de  $X_{t-1}$  es igual a 1, entonces surge el problema de raíz unitaria; es decir, la situación de no estacionariedad. En este caso la prueba de hipótesis de raíz unitaria es:

$$H_0 : \rho = 1 \quad \text{vs} \quad H_1 : \rho < 1$$

Se puede expresar, la prueba de una forma alternativa de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta X_t &= X_t - X_{t-1} = (\rho - 1)X_{t-1} + u_t \\ &= \delta X_{t-1} + u_t \end{aligned} \tag{2.7}$$

Ahora las hipótesis son:

$$H_0 : \delta = 0 \quad \text{vs} \quad H_1 : \delta < 0$$

### Dickey-Fuller aumentada (DFA)

La prueba se realiza para procesos  $X_t$  que siguen un proceso AR(p), el modelo se expresa por:

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \delta X_{t-1} + \sum_{i=0}^{p-1} \gamma_i \Delta X_{t-i} + u_t$$

Como en el caso del proceso AR(1), la hipótesis nula y alternativa a contrastarse son:

$$H_0 : \delta = 0 \quad \text{y} \quad H_1 : \delta < 0$$

A las series que no son estacionarias se aplica transformaciones, con el fin de convertirlas en estacionarias. La forma más común es por diferenciación, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} \quad (2.8)$$

A esta ecuación (2.8) se la conoce como diferenciación de orden 1. Este proceso puede ser iterativo y el orden es determinado por el número de iteraciones realizadas. En [14], se recomienda diferenciar una serie económica hasta 2 veces. Adicionalmente, las series económicas suelen modelarse en porcentajes de crecimiento para facilitar el manejo e interpretación de las mismas y además esta transformación en la mayoría de casos convierte las series en estacionarias. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$Y_t = \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} \quad (2.9)$$

#### 2.7.4. Estimación de un Modelo VAR

Considere el modelo VAR(p) (ecuación 2.3) escrito de forma más compacta:

$$X_t = [v_0, A_1, A_2, \dots, A_p] Z_{t-1} + u_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2.10)$$

donde  $Z_{t-1} = (1, X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p})'$ .

Dada una muestra de tamaño  $T$ ,  $X_1, \dots, X_T$ , y  $p$  vectores de premuestra<sup>10</sup>,  $X_{-p+1}, \dots, X_0$ , los parámetros se pueden estimar eficientemente por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para cada ecuación por separado. El estimador es [33]:

$$[\hat{v}_0, \hat{A}_1, \hat{A}_2, \dots, \hat{A}_p] = \left( \sum_{t=1}^T X_t Z_{t-1}' \right) \left( \sum_{t=1}^T Z_t Z_{t-1}' \right)^{-1}$$

Este estimador es idéntico al estimador de mínimos cuadrados generalizados (MCG),

<sup>10</sup>Los datos de premuestra provienen de puntos de tiempo antes del comienzo del período de observación.

si no se imponen restricciones a los parámetros. Para un proceso normalmente distribuido (gaussiano)  $X_t$ , donde  $u_t \sim N(0, \Sigma_u)$ , este estimador también es idéntico al estimador de máxima verosimilitud (MV). Por lo tanto, el estimador tiene las propiedades asintóticas deseables habituales de los estimadores estándar. Se distribuye asintóticamente normal con la matriz de covarianza asintótica más pequeña posible y los procedimientos de inferencia habituales están disponibles si el proceso es estable. En otras palabras, en este caso los estadísticos  $t$  se pueden usar para probar coeficientes individuales y para establecer intervalos de confianza. Además, las pruebas  $F$  pueden usarse para probar hipótesis estadísticas para conjuntos de parámetros, estas pruebas se detallan en el Anexo C. Por supuesto, en el marco actual estos procedimientos solo son válidos asintóticamente y no en muestras pequeñas.

Si hay variables que necesitan una diferencia para ser estacionarias, es decir  $X_t \sim I(1)$ , el proceso no es estable y las variables pueden estar cointegradas. En ese caso, el estimador MCO/MV todavía se puede usar y sigue siendo asintóticamente normal en condiciones generales. Sin embargo, en ese caso, la matriz de covarianza de la distribución asintótica es singular porque algunos parámetros estimados o combinaciones lineales de ellos convergen con una tasa más rápida que la tasa habitual  $\sqrt{T}$  cuando el tamaño de la muestra llega al infinito. Este resultado implica que las pruebas  $t$  y  $F$  para la inferencia con respecto a los parámetros VAR pueden no ser válidas asintóticamente. Aunque estas propiedades requieren precaución al hacer inferencia para procesos integrados, existen muchas situaciones en las que la inferencia estándar aún se mantiene.

Si se imponen restricciones a los parámetros, la estimación de MCO puede ser ineficiente. En ese caso, la estimación de MCG puede ser beneficiosa. Sea  $\alpha$  la vectorización<sup>11</sup> de los parámetros del VAR, es decir  $\alpha = \text{vec}[v_0, A_1, \dots, A_p]$  y suponga que existen restricciones lineales para los parámetros, tales como restricciones cero que excluyen algunas de las variables rezagadas de algunas de las ecuaciones. Las restricciones lineales a menudo se pueden escribir en la forma:

$$\alpha = R\gamma$$

donde  $R$  es una matriz de restricción adecuada, conocida  $((k^2p + 2k) \times m)$  con rango  $m$ , que generalmente consiste en ceros y unos, y  $\gamma$  es el vector  $(m \times 1)$  de parámetros no restringidos. El estimador MCG para  $\gamma$  está escrito mediante el producto de Kronecker y la vectorización de las matrices de la siguiente manera:

$$\hat{\gamma} = \left[ R' \left( \sum_{t=1}^T Z_t Z_{t-1}' \otimes \Sigma_u^{-1} \right) R \right]^{-1} R' \text{vec} \left( \Sigma_u^{-1} \sum_{t=1}^T X_t Z_{t-1}' \right)$$

El estimador  $\hat{\gamma}$  tiene propiedades asintóticas estándar si  $X_t \sim I(0)$ , es decir, el estima-

<sup>11</sup>Dada una matriz  $A$  de orden  $m \times n$ , la vectorización de  $A$ , denotada por  $\text{vec}(A)$ , es un vector columna de  $mn$  elementos que se obtiene al escribir las columnas de  $A$  una a continuación de otra.

El MCG es consistente y está distribuido asintóticamente normalmente y los métodos habituales de inferencia son válidos asintóticamente.

En la práctica, la matriz de covarianza de ruido blanco generalmente es desconocida y debe ser reemplazada por un estimador basado en una estimación sin restricciones del modelo. El estimador MCG factible resultante, digamos  $\hat{\gamma}$ , tiene las mismas propiedades asintóticas que el estimador MCG en condiciones generales. El estimador MCG factible correspondiente de  $\alpha$ ,  $\hat{\alpha} = R\hat{\gamma}$ , también es consistente y asintóticamente normal y permite la inferencia asintótica estándar. Para un ruido blanco gaussiano  $u_t$ , la estimación MV puede usarse alternativamente. Sus propiedades asintóticas son las mismas que las del estimador MCG bajo supuestos estándar.

Para los procesos I(1), es necesario un análisis específico de las propiedades de integración y cointegración de las variables del lado izquierdo y derecho de las ecuaciones individuales para determinar las propiedades asintóticas de los estimadores y los procedimientos de inferencia asociados.

### Modelo Estimado

Sea el modelo VAR(p) estimado:

$$\hat{X}_t = \hat{v}_0 + \hat{A}_1 X_{t-1} + \hat{A}_2 X_{t-2} + \dots + \hat{A}_p X_{t-p} + \hat{u}_t$$

siendo,  $\hat{u}_t$  el vector de dimensión  $(k \times 1)$ . Se define la matriz de varianzas y covarianzas estimada de los residuos del modelo para cierto  $p$ , como:

$$\hat{\Sigma}_{u,p} = \frac{1}{T - kp - 1} \sum_{t=p+1}^T \hat{u}_t (\hat{u}_t)', \quad p \geq 0 \quad (2.11)$$

### Determinación del número de retardos

Para determinar el número de retardos a incluir en la estimación, se suele analizar los resultados de la estimación y compararlos con otros modelos alternativos. Los criterios comúnmente utilizados para la selección entre modelos alternativos son el criterio informativo de Akaike (AIC), el criterio de Schwarz (SC) o el criterio de Hanan-Quinn (HQ), en su versión multivariante. El retardo  $p$  que minimice la mayor cantidad de los criterios de AIC, HQ, SC, se retiene [28].

Los estadísticos AIC(p), SC(p) y HQ(p) se definen de la siguiente manera [1]:

$$AIC(p) = \ln [|\Sigma_u|] + \frac{2k^2 p}{T}$$

$$SC(p) = \ln [|\Sigma_u|] + \frac{k^2 p \ln(T)}{T}$$

$$HQ(p) = \ln [|\Sigma_u|] + \frac{2k^2 p \ln(\ln(T))}{T}$$

donde,

- $k$ = número de variables del sistema.
- $T$ = número de observaciones.
- $p$ = número de retardos.
- $\Sigma_u$ = matriz de varianzas y covarianzas de residuos del modelo con retardo  $p$ .
- $|\Sigma_u|$ = determinante de la matriz  $\Sigma_u$ .

### 2.7.5. Diagnóstico y Validación del modelo

La parte de validación del modelo se realiza a través del comportamiento de los residuos, los cuales no deben tener tendencias ni patrones significativos. Para ello, se utilizará las pruebas usuales Portmanteau, LM, normalidad y heterocedasticidad [14].

#### Prueba Portmanteau

Para probar la hipótesis nula de que  $u_t$  es independiente de  $u_1, \dots, u_s$ , se puede aplicar la prueba de Portmanteau para autocorrelación según Ljung-Box(1978). Este estadístico de prueba en su forma multivariada se define como:

$$Q(s) = T(T + 2) \sum_{j=1}^s \frac{1}{T-j} \text{tr}\{C_{0j} C_{00}^{-1} C_{0j}' C_{00}^{-1}\} \sim \chi_{k^2(s-p)}^2$$

donde,  $C_{0j} = T^{-1} \sum_{t=j+1}^T u_t u_{t-j}'$

Bajo la hipótesis nula (de independencia), el estadístico de prueba  $Q$  tiene aproximadamente una distribución  $\chi^2$  con  $k^2(s-p)$  grados de libertad. Aquí,  $T$  es la longitud de la serie, y  $s$  denota el orden de autocorrelación. Es importante tener en cuenta que la prueba solo se puede implementar cuando el orden de autocorrelación es mayor que la longitud del retardo en el modelo VAR, es decir,  $s > p$  [25].

#### Prueba LM

Una prueba que comúnmente se usa para evaluar la autocorrelación de cualquier orden es la prueba de Breusch–Godfrey o prueba del multiplicador de Lagrange (LM). Permite determinar si existe correlación en los residuos hasta un determinado orden. Esta prueba se basa en la siguiente regresión auxiliar [25]:

$$u_t = v_0 + A_1 X_{t-1} + \dots + A_p X_{t-p} + \rho_1 u_{t-1} + \dots + \rho_s u_{t-s} + \epsilon_t \quad (2.12)$$

donde  $\epsilon_t$  es un término de error que se supone que es ruido blanco. La hipótesis nula de no autocorrelación multivariante de grado  $s$  es  $H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_s = 0$  y la hipótesis alternativa es  $H_1 : \rho_1 \neq 0, \rho_2 \neq 0, \dots, \rho_s \neq 0$ .

El estadístico utilizado para la prueba es:  $LM = TR^2$  donde,  $T$  es el número de observaciones y  $R^2$  corresponde a la bondad de ajuste de la regresión en la ecuación (2.12). Bajo  $H_0$  (que es, no existe correlación serial de cualquier orden sobre  $s$ ), el estadístico sigue una distribución  $\chi^2(s)$ .

En términos generales, cuanto mayor sea el valor de los parámetros de autocorrelación, mayor será la potencia. Al comparar el poder de la prueba LM con la prueba de portmanteau, se puede concluir que la prueba de portmanteau generalmente tiene una potencia mayor que la prueba de LM. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la diferencia entre los poderes de las dos pruebas es relativamente baja [25].

### Prueba de Normalidad de Jarque-Bera

Es una prueba asintótica de normalidad para muestras grandes. La prueba de Jarque-Bera (JB) considera la relación entre los coeficientes de asimetría y apuntalamiento de los residuos de la ecuación estimada y los correspondientes de una distribución normal, de tal forma que si estas relaciones son suficientemente diferentes se rechazará la hipótesis nula de normalidad.

Se realiza la siguiente prueba de hipótesis:

$$\begin{cases} H_0 : \text{los residuos siguen una distribución normal multivariante} \\ H_1 : \text{los residuos no siguen una distribución normal multivariante} \end{cases}$$

El estadístico para la prueba se basa en la curtosis y la simetría.

Sobre la matriz de varianzas y covarianzas definida en la ecuación (2.11), se utiliza un método de ortogonalización, para calcular el tercer y cuarto momento de la distribución. Primero, se aplica la descomposición de Cholesky a  $\hat{\Sigma}_u$ , así se encuentra una matriz  $\hat{P}$  tal que  $\hat{P}\hat{P}^{-1} = \hat{\Sigma}_u$ . Que permite definir un vector de errores (que son ortogonales) [44]

$$\hat{w}_t = (\hat{w}_{1t}, \dots, \hat{w}_{kt})' := \hat{P}^{-1}\hat{u}_t$$

Definimos

$$\hat{b}_1 = (\hat{b}_{11}, \dots, \hat{b}_{k1})' \text{ y } \hat{b}_2 = (\hat{b}_{12}, \dots, \hat{b}_{k2})'$$

donde,  $\hat{b}_{j1} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \hat{w}_{ji}^3$  y  $\hat{b}_{j2} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \hat{w}_{ji}^4$ .

El estadístico JB utilizado para la prueba es:

$$JB = AS + K \sim \chi_{2k}^2$$

donde  $AS = \frac{T\hat{b}_1\hat{b}'_1}{6}$  y  $K = \frac{T(\hat{b}_2 - 3_k)(\hat{b}_2 - 3_k)'}{24}$ .

### Prueba de Homocedasticidad

Otro supuesto importante que debe ser analizado es el hecho de que los todos los términos de error deben tener la misma varianza. Si este supuesto se satisface, entonces se dice que los errores del modelo son homocedásticos de lo contrario son heteroscedásticos.

La primera y quizás la prueba más clásica es la prueba de Breusch-Pagan que evalúa explícitamente si los errores del modelo están asociados con alguno de los predictores del modelo. Para los modelos de regresión de la forma  $X_t = v_0 + A_1X_{t-1} + A_2X_{t-2} + \dots + A_pX_{t-p} + u_t$ , la prueba busca una relación lineal entre el término de error al cuadrado  $u_i$  y las variables endógenas. Entonces, una segunda regresión de la forma  $u_t^2 = \Gamma_0 + \Gamma_1X_{t-1} + \Gamma_2X_{t-2} + \dots + \Gamma_pX_{t-p} + \epsilon_t$  se ejecuta y se prueba la hipótesis nula de si  $R^2$  de este segundo modelo de regresión es 0. El estadístico de prueba de la prueba de Breusch-Pagan es  $TR^2$  (donde  $T$  es el número de observaciones) y, bajo homoscedasticidad, sigue una distribución asintótica  $\chi^2$  con  $m$  grados de libertad, donde  $m$  es el número de parámetros estimados excluyendo los interceptos en la segunda regresión. [4].

La prueba de White es una generalización de la prueba de Breusch-Pagan, que también implica una regresión auxiliar de los residuos al cuadrado, sin embargo, para esta nueva regresión se usa los regresores originales y además sus cuadrados y productos cruzados. La hipótesis nula y alternativa son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{los residuos son homocedásticos} \\ H_1 : \text{los residuos son heteroscedásticos} \end{cases}$$

El estadístico utilizado es:

$$TR^2 \sim \chi_m^2$$

Donde  $T$  es el número de observaciones,  $R^2$  es el coeficiente de determinación y  $m$  es el número de parámetros estimados excluyendo los interceptos (en la regresión auxiliar).

Esta prueba, también conocida como prueba de White simplificada, no especifica la forma que puede adoptar la heteroscedasticidad, pero permite comprobar la existencia o ausencia de la misma; puede detectar formas más generales de heteroscedasticidad que la prueba de Breusch-Pagan. Por otro lado, el poder de la prueba de White puede ser bastante bajo en comparación con ciertas alternativas, particularmente si el número de observaciones es pequeño.

### 2.7.6. Predicción

Después de calcular los coeficientes del modelo, se puede calcular la predicción para un horizonte  $h$ , dada la información hasta el período  $T$ ; si  $X_t$  es generado por un proceso VAR( $p$ ) (2.3), se define la predicción de  $X_T$  al horizonte  $h$ , denotada por  $X_T(h)$ , a la expresión:

$$X_T(h) = E[X_{T+h}|X_T, X_{T-1}, \dots] = v_0 + A_1 X_T(h-1) + A_2 X_T(h-2) + \dots + A_p X_T(h-p)$$

donde,  $X_T(j) = X_{T-j}$  para  $j \leq 0$ . Por ejemplo para el caso de un VAR(1) se tiene que:

$$\hat{X}_T(1) = \hat{v}_0 + \hat{A}_1 X_T$$

Al horizonte de 2 períodos, la predicción es:

$$\hat{X}_T(2) = \hat{v}_0 + \hat{A}_1 \hat{X}_T(1) = \hat{v}_0 + \hat{A}_1 \hat{v}_0 + \hat{A}_1^2 X_T$$

En general,

$$\hat{X}_T(h) = \hat{v}_0 + \hat{A}_1 \hat{X}_T(h-1) = (I + \hat{A}_1 + \dots + \hat{A}_1^{h-1}) \hat{v}_0 + \hat{A}_1^h X_T \quad h \geq 1$$

Cuando  $h \rightarrow \infty$ , la predicción tiende a un valor constante (estado estacionario) puesto que  $\hat{A}_1^i \rightarrow 0$  si  $i \rightarrow \infty$  y existe el límite de  $\sum_{j=0}^{\infty} \hat{A}_1^j$  que es igual a  $(I - \hat{A}_1)^{-1}$ . Así,

$$\hat{X}_T(h) \rightarrow (I - \hat{A}_1)^{-1} \hat{v}_0 \quad h \rightarrow \infty$$

Existen pronósticos estáticos y dinámicos. Los pronósticos estáticos son aquellos que están basados en la última información efectiva disponible, por lo que están limitados a las proyecciones a un período hacia adelante. Los pronósticos dinámicos son caracterizados por utilizar el último pronóstico disponible como dato para el siguiente pronóstico, permitiendo la realización de proyecciones a dos y más períodos hacia adelante [47].

### 2.7.7. La Causalidad

En la teoría, la demostración de relaciones causales entre las variables de análisis proporciona una mejor comprensión de los fenómenos, sobre todo los económicos. Saber la causalidad es importante para determinar un enlace entre variables económicas [14].

#### La causalidad según Granger

Granger (1969), plantea los conceptos de causalidad en series de tiempo. Se dice que la variable  $X_{2t}$  es la causa de  $X_{1t}$ , si el poder explicativo de  $X_{1t}$  mejora si se incorpora al análisis las observaciones pasadas de la variable  $X_{2t}$ .

Para facilitar la idea de esta prueba, se la explica en el caso bivariado: Sea el modelo VAR(p) para el cual las variables  $X_{1t}$  y  $X_{2t}$  son estacionarias:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} v_1^0 \\ v_2^0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{1t-1} \\ X_{2t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11}^2 & a_{12}^2 \\ a_{21}^2 & a_{22}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{1t-2} \\ X_{2t-2} \end{pmatrix} + \dots + \\ &\dots + \begin{pmatrix} a_{11}^p & a_{12}^p \\ a_{21}^p & a_{22}^p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{1t-p} \\ X_{2t-p} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (2.13)$$

Para determinar si  $X_{2t}$  causa la variable  $X_{1t}$ , se plantea efectuar una prueba de restricciones sobre los coeficientes de las variables  $X_{2t}$  de la representación VAR, se denotará RVAR al modelo restringido y UVAR al modelo sin restricciones [14].

- $X_{2t}$  no causa  $X_{1t}$ , si se acepta la siguiente hipótesis:

$$H_0 : a_{12}^1 = a_{12}^2 = \dots = a_{12}^p = 0$$

- $X_{1t}$  no causa  $X_{2t}$ , si se acepta la siguiente hipótesis:

$$H_0 : a_{21}^1 = a_{21}^2 = \dots = a_{21}^p = 0$$

El estadístico para la prueba es el siguiente:

$$L^* = (T - c)(\ln|\Sigma_{RVAR}| - \ln|\Sigma_{UVAR}|) \sim \chi_{2p}^2$$

donde,

- $\Sigma_{RVAR}$ = matriz de varianzas y covarianzas de los residuos del modelo restringido.
- $\Sigma_{UVAR}$ = matriz de varianzas y covarianzas de los residuos del modelo sin restricciones.
- T= número de observaciones.
- c= número de parámetros estimados de cada ecuación del modelo sin restricciones.

### 2.7.8. Análisis de Impulso-Respuesta

El análisis de impulso-respuesta consiste en medir el impacto de la variación de una innovación sobre las variables.

Según [33], en el modelo VAR de la ecuación (2.3), los impulsos, las innovaciones o los choques entran a través del vector residual  $u_t = (u_{1t}, \dots, u_{kt})$ . Una componente distinta de cero de  $u_t$  corresponde a un cambio equivalente en la variable asociada del lado izquierdo que a su vez inducirá cambios adicionales en las otras variables del sistema en los próximos períodos ( $X_{t+j}$ ). El efecto marginal<sup>12</sup> de un único elemento distinto de cero

<sup>12</sup>Efecto en la variable dependiente que resulta de cambiar un poco una variable independiente.

en  $u_t$  puede estudiarse convenientemente invirtiendo la representación VAR y considerando la representación de la media móvil (MA) correspondiente; ignorando los términos deterministas porque no son importantes para el análisis de impulso-respuesta se obtiene

$$X_t = \sum_{j=0}^{\infty} \Phi_j u_{t-j} \quad (2.14)$$

Las matrices ( $k \times k$ ) de coeficientes  $\Phi_j$  puede obtenerse recursivamente como

$$\Phi_i = \sum_{j=1}^i \Phi_{i-j} A_j, \quad i = 1, 2, \dots, \quad \Phi_0 = I_k \quad \text{y} \quad A_j = 0 \quad \text{para} \quad j > p \quad (2.15)$$

La respuesta marginal de  $X_{n,t+j}$  a una unidad de impulso  $u_{mt}$  está dada por los elementos nm-ésimos de las matrices  $\Phi_j$ , visto como una función de  $j$ . Por lo tanto, los elementos de  $\Phi_j$  representan respuestas a las innovaciones  $u_t$ .

La existencia de la representación (2.14) está asegurada si el proceso VAR es estable y, por lo tanto, el vector  $X_t$  posee variables estacionarias (I(0)). En ese caso,  $\Phi_j \rightarrow 0$  si  $j \rightarrow \infty$  y el efecto de un impulso es transitorio. Si  $X_t$  tiene variables que necesitan una diferencia para ser estacionarias (I(1)), la representación (2.14) no existe. Sin embargo, para cualquier  $j$  finito,  $\Phi_j$  puede calcularse, como en el caso estacionario, utilizando la fórmula (2.15). Por lo tanto, las respuestas de impulso también se pueden calcular para los procesos I(1). Para tales procesos, los efectos marginales de un solo shock pueden conducir a cambios permanentes en algunas o todas las variables.

Un inconveniente del análisis impulso-respuesta es la correlación contemporánea de las innovaciones  $u_t$ , es decir,  $\Sigma_u$  no es diagonal. Lo cual implica que un choque de una variable puede provocar choques en otras variables. En, [34] se establece que es preferible utilizar innovaciones ortogonales en este tipo de análisis.

Se obtiene innovaciones ortogonales a través de la descomposición de Cholesky de la matriz  $\Sigma_u$ . Si  $P$  es una matriz triangular tal que  $\Sigma_u = PP^{-1}$ , entonces las innovaciones ortogonales están dadas por  $\epsilon_t = P^{-1}u_t$ . De (2.14) se tiene

$$X_t = \sum_{j=0}^{\infty} \Psi_j \epsilon_{t-j} \quad (2.16)$$

donde  $\Psi_j = \Phi_j P$  para  $j \geq 0$ . Ahora un cambio en una componente de  $\epsilon_t$  no tiene efecto en las otras componentes porque las componentes no están correlacionadas (son ortogonales).

Si las variables están en medidas en escalas diferentes es común considerar las innovaciones iguales a su desviación típica en lugar de choque unitarios; es decir:

$$\hat{u}_{t,0} = \sqrt{\text{Var}(\hat{u}_t)}$$

Esto constituye únicamente un rescalamiento de las funciones de impulso-respuesta.

### 2.7.9. Descomposición de la Varianza

La descomposición de la varianza del error de predicción calcula la contribución de cada una de las innovaciones a la varianza del error. Consideremos la representación del proceso VAR(p) de la ecuación (2.14) para determinar la predicción del modelo para un horizonte h:

$$X_T(h) = E[X_{T+h}|X_T, X_{T-1}, \dots] = E \left[ \sum_{j=0}^{\infty} \Phi_j u_{T+h-j} | X_T, X_{T-1} \right] = \sum_{j=h}^{\infty} \Phi_j u_{T+h-j}$$

Ahora, el error de predicción del modelo para un horizonte h usando la ecuación (2.16) es:

$$\begin{aligned} e_T(h) &= X_{T+h} - X_T(h) \\ &= \sum_{j=0}^{\infty} \Phi_j u_{T+h-j} - \sum_{j=h}^{\infty} \Phi_j u_{T+h-j} \\ &= \sum_{j=0}^{h-1} \Phi_j u_{T+h-j} \\ &= \sum_{j=0}^{h-1} \Phi_j P P^{-1} u_{T+h-j} \\ &= \sum_{j=0}^{h-1} \Psi_j \epsilon_{T+h-j} \end{aligned}$$

Usando  $\Sigma_\epsilon = I_k$ , se puede demostrar que la varianza del error de pronóstico de la k-ésima componente  $X_{T+h}$  es:

$$\sigma_i^2(h) = \sum_{j=0}^{h-1} (\psi_{i1,j}^2 + \dots + \psi_{ik,j}^2) = \sum_{j=1}^k (\psi_{ij,0}^2 + \dots + \psi_{ij,h-1}^2)$$

El término  $(\psi_{ij,0}^2 + \dots + \psi_{ij,h-1}^2)$  puede ser interpretado como la contribución de la variable j a la varianza del error de predicción al horizonte h de la variable i. Si se divide este término por  $\sigma_i^2(h)$  y multiplica por 100 se obtiene la contribución porcentual de la variable j a la varianza del error de predicción al horizonte h de la variable i.

## Capítulo 3

# Marco Empírico

### 3.1. Análisis de la Entidad de Microfinanzas

#### 3.1.1. Antecedentes

La empresa se crea el 9 de abril de 1999, con el fin de prestar servicios financieros integrales orientados al desarrollo del sector microempresarial ecuatoriano, ubicado en la base de la pirámide socioeconómica, con el propósito de contribuir al mejoramiento del nivel de vida de este sector y facilitar su acceso al sistema financiero ecuatoriano. Administra la cartera del segmento microempresa, desde la promoción, comercialización, colocación hasta la recuperación, y cuenta con una nómina de 956 empleados fijos.

#### 3.1.2. Clientes

Son personas naturales, cuya fuente de ingresos principales proviene de las ventas o ingresos que genere una microempresa o negocio dedicada al desarrollo de actividades en pequeña escala, de producción, comercialización o servicios.

#### 3.1.3. Estructura Comercial



**Figura 3.1:** Estructura Comercial. **Elaboración:** Autora.

- **EL Responsable Comercial:** Es la persona encargada del cumplimiento presupuestal de colocaciones y del manejo de imagen y publicidad, es quien planifica y establece las estrategias comerciales de la entidad.
- **El Administrador de Agencia:** Es la persona que administra el cumplimiento de su agencia, tiene a su cargo entre 4 a 9 ejecutivos de crédito, su responsabilidad primordial está en el cumplimiento presupuestal de colocaciones y también controlar la morosidad.
- **El Ejecutivo de Crédito:** Es la persona que se encarga de la promoción, evaluación y recuperación del crédito.
- **Asistente de Negocios:** También llamado balcón de servicios es la persona encargada del desembolso de los créditos y de la atención al cliente en oficina.
- **Asistente Operativo:** Encargado de la digitación de los créditos, así como de sustentar el proceso operativo.

#### **3.1.4. Procesos Operativos**

El proceso crediticio se ha agrupado en seis etapas: promoción, evaluación, procesamiento, aprobación, desembolso y recuperación del crédito.

##### **Etapa de Promoción**

En esta etapa el cliente solicita información por call center o acercándose directamente a una agencia, donde será atendido por el asistente de negocios el cual le explicará los beneficios y los requisitos del microcrédito para luego enviar al ejecutivo de crédito responsable al negocio del cliente.

##### **Etapa de Evaluación**

El ejecutivo de crédito realiza el levantamiento de la información del negocio con el fin de determinar si se puede realizar el crédito.

##### **Etapa de Procesamiento**

El objetivo en esta etapa es procesar el crédito para su desembolso, el área operativa se encarga del proceso de despacho del crédito. El proceso abarca la revisión en Equifax para validar el nivel de endeudamiento, revisar listas de observados, llamadas telefónicas para solicitar referencias sobre el negocio, cliente y garante, creación de cliente e ingreso de solicitud al sistema.

### Etapa de Aprobación

Se lo realiza a través del administrador de agencia, quien mantiene la responsabilidad directa de aprobar el crédito luego del análisis de la carpeta.

### Etapa de Desembolso del Crédito

Directamente esta etapa es responsabilidad del asistente de negocios o balcón de servicios, quien emite los pagarés y documentos necesarios para proceder con firmas respectivas e informa al cliente sobre las fechas de pago y compromisos que asume con la entidad.

### Etapa de Recuperación

Es de responsabilidad del ejecutivo de crédito, pero aquellas operaciones que superan los 60 días de morosidad pasan a responsabilidad del área de recuperaciones. Esta es una etapa fundamental para garantizar la calidad de la cartera.

### 3.1.5. Cartera Total

La principal fuente de generación de dinero de las entidades financieras en este segmento es el otorgamiento de crédito. Es por eso que se realiza un análisis del comportamiento de la cartera total de la empresa. La evolución de la misma en los últimos años de existencia de la empresa se representa en la tabla 3.1 a continuación:

Período	Cartera Total
Diciembre 2009	24.95 M USD
Diciembre 2010	27.20 M USD
Diciembre 2011	30.03 M USD
Diciembre 2012	34.69 M USD
Diciembre 2013	39.29 M USD
Diciembre 2014	44.59 M USD
Diciembre 2015	49.14 M USD
Diciembre 2016	53.23 M USD
Diciembre 2017	59.23 M USD
Diciembre 2018	63.07 M USD

**Tabla 3.1:** Cartera total. **Elaboración:** Autora.

La tasa de crecimiento de la cartera de la empresa en los últimos 10 años es aproximadamente 1.53%. El monto creció en más de 2 veces, pues en diciembre de 2009 se

registraba una cartera total de 24'954 824.16 dólares y para diciembre de 2018 aumentaría a 63'077 707.83 dólares. Durante este tiempo se refleja que la empresa ha ido evolucionando de una manera positiva gracias al crecimiento de sus clientes y sus requerimientos crediticios, ahí radica la importancia del segmento microempresarial.

### **3.1.6. Morosidad**

Una tarea necesaria para toda organización financiera que busca mejorar la rentabilidad es la clasificación a los diferentes clientes y potenciales. Para poder realizar dicha clasificación, la empresa toma en cuenta como criterio el número de días de retraso para el pago mensual del crédito de cada cliente.

La clasificación de clientes permitirá segmentar y seleccionar las estrategias a aplicar para el tipo de cobranza.

La cobranza administrativa es el primer recurso para la recuperación del crédito, se realiza utilizando los recursos de la empresa o por medio de una entidad contratada especialista en la labor de cobranza. La gestión de cobranza se realiza utilizando herramientas adecuadas y siguiendo procedimientos como lo son llamadas telefónicas, recordatorios, correos, mensajes para facilitar canales de pago.

Si la cobranza formal no da resultados y no se consigue el pago o una promesa, se debe adoptar otras medidas como la cobranza judicial o la cobranza extrajudicial.

La cobranza judicial gestiona el cobro adecuadamente y dentro de las disposiciones legales; y la cobranza extrajudicial se deriva de la anterior respecto al comienzo de un proceso legal, se lo realiza fuera de juicio, es decir se llega a un acuerdo de pago extrajudicial entre las partes. En esta etapa se puede optar por pactar nuevas fechas de pago, plazos fijos de pago o disminución de intereses para recuperar su capital en un tiempo estimado.

La cartera en mora de la institución financiera incluye todos los préstamos que tienen cuotas vencidas, refinanciadas o reestructuradas. En el caso de la entidad de microfinanzas objeto de estudio, es toda la cartera que no se ha cobrado pasado los 60 días de la cobranza administrativa. En la tabla 3.2 se puede ver el valor de la cartera en mora de los últimos 5 años. Además el porcentaje que la misma representa respecto a la cartera total.

Período	Cartera en Mora	Porcentaje Mora
2014	1.67 M USD	3.75 %
2015	1.87 M USD	3.80 %
2016	1.99 M USD	3.74 %
2017	2.22 M USD	3.75 %
2018	2.20 M USD	4.10 %

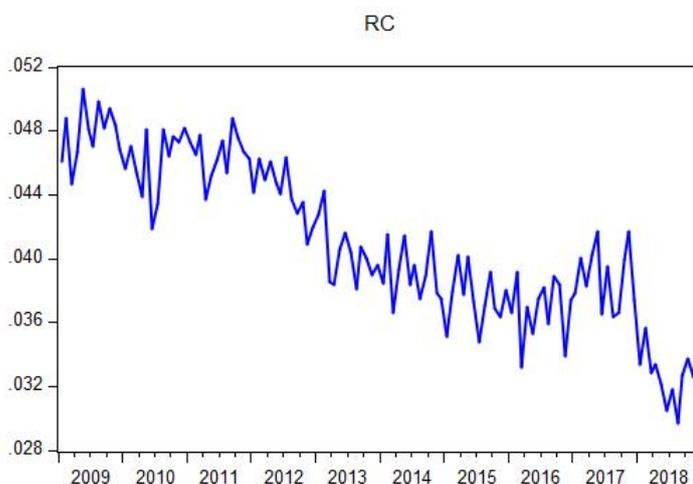
**Tabla 3.2:** Morosidad Anual. **Elaboración:** Autora.

### 3.1.7. Riesgo de Crédito

Se define el indicador de riesgo de crédito como:

$$\text{Riesgo de Crédito} = \frac{\text{Cartera en Mora}}{\text{Cartera Total}}$$

En la figura 3.2, podemos ver que el riesgo de crédito de la empresa oscila entre 2 % y 6 %. Desde el año 2009 hasta el 2018, el mayor valor que ha tomado el riesgo de crédito es 5.07 %, mientras que el mínimo valor es 2.97 %. El riesgo de crédito presenta una tendencia decreciente, en el año 2017 tuvo un aumento de hasta 4.17 %, sin embargo para diciembre de 2018 disminuyó a 3.49 %.



**Figura 3.2:** Riesgo de Crédito. **Elaboración:** Autora.

En la empresa se ha evidenciado un nivel de riesgo decreciente a través de su ciclo de vida; a pesar de que la cartera ha ido creciendo, producto del crecimiento del sector y el tamaño de la empresa y cobertura a nivel nacional, no se ha perdido el equilibrio entre la colocación de créditos y recuperación de productos.

Esto evidencia que las estrategias de recuperación siempre han tenido prioridad para la empresa; una de las políticas que la empresa ha implementado para no perder la

estabilidad en riesgo de crédito ha sido imponer como meta comercial para sus colaboradores la cobranza primaria de sus clientes hasta 60 días plazo; es decir que los asesores que colocan créditos también están dedicados a la cobranza de sus clientes que finalmente son quienes conocen totalmente el negocio y la capacidad de pago para evitar futuros inconvenientes de recuperación del crédito.

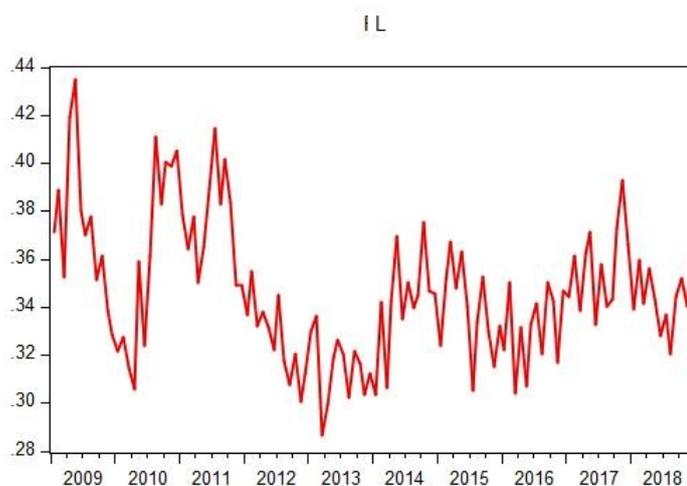
### 3.1.8. Riesgo de Liquidez

Se define el indicador de liquidez como:

$$\text{Liquidez} = \frac{\text{Activos Líquidos}}{\text{Pasivos Totales}}$$

En enero de 2009 el indicador de liquidez se ubicó en 37.16 % y en diciembre de 2018 fue de 36.10 %. Estos resultados demuestran que el riesgo de liquidez de la empresa es estable, es decir que la entidad financiera pudo cubrir ampliamente los pasivos totales de los períodos analizados mediante los activos líquidos.

La liquidez oscila entre 28 % y 44 %, para mayo de 2009 se registró el mayor valor en el indicador, alcanzó 43.53 %; mientras que en marzo de 2013 registró el valor más pequeño de 28.67 %.



**Figura 3.3:** Indicador de Liquidez. **Elaboración:** Autora.

La liquidez puede definirse como la capacidad de una institución de hacer frente a sus obligaciones a corto plazo. Para el sector financiero, es clave para su existencia, pues una deficiencia de liquidez podría resultar en la pérdida y quiebre de la empresa. Bajo el contexto actual es vital hablar sobre la gestión y mitigación de este riesgo, el mundo ha experimentado grandes crisis que han nacido por problemas de liquidez en el sector.

La administración del riesgo de liquidez debe incluir el proceso de identificar, me-

dir, evaluar, monitorear, controlar, mitigar y comunicar dicho riesgo. Las instituciones financieras deben percibir el riesgo de liquidez en sus operaciones dentro y fuera de su balance, también en el análisis de flujos de caja, de fuentes, fondos y en las interrelaciones con otros riesgos. La medición y evaluación del riesgo de liquidez puede realizarse a través del análisis de brechas, usando modelos predictivos, y distintos indicadores, entre otras alternativas.

Por otro lado, el monitoreo y control se efectúa a través del seguimiento constante sobre los indicadores, determinación de alertas tempranas y de límites. Podrían considerarse además pruebas de tensión y planes de contingencia. Finalmente, un sistema de comunicación e información adecuado será vital hacia lo interno y externo de la organización.

### **3.2. Descripción y Análisis de las Variables**

En esta sección se presenta todas las variables que se obtuvo para el modelo. Se realiza una breve descripción de cada variable y además se construye la variable riesgo de crédito y el indicador de liquidez a partir de variables proporcionadas por la entidad financiera.

Empezamos analizando un conjunto de datos mensuales de la entidad de microfinanzas ecuatoriana, durante el período del año 2009 hasta el año 2018. Un total de 120 datos por cada una de las variables proporcionadas: Cartera Total, Cartera en Mora, Activos Líquidos, Pasivos Totales. Se seleccionó estas variables basándose en [9, 10, 15, 30].

También se presenta variables macroeconómicas, son factores externos que afectan a todo el sistema financiero del país. Se analiza datos mensuales del Banco Central del Ecuador y la Superintendencia de Bancos, durante el período 2009-2018. Estas variables fueron usadas en diversos estudios [23, 29, 54, 55].

#### **Cartera Total**

Se refiere al total de la Cartera de Crédito de una institución financiera sin deducir la provisión para créditos incobrables. La principal actividad en este segmento es el otorgamiento de crédito, por ello de vital importancia el análisis del comportamiento de la cartera total de la empresa.

En la figura A.1 se observa una tendencia creciente de este indicador, en la actualidad, la cartera total está al alza. Además, se presentan los estadísticos descriptivos en la tabla A.1.

## Cartera en Mora

Son aquellos préstamos que no generan renta financiera a la institución, también denominada cartera vencida.

Los créditos que deban ser cancelados mediante cánones o cuotas, se registrarán según la maduración de cada canon o cuota. Cuando exista una porción del capital de estos créditos, vencida hasta 60, 30 o 15 días, según sea el caso, dicha porción se transferirá a cartera vencida y simultáneamente el resto del capital del crédito pasará a cartera que no devenga intereses. Estas operaciones registradas en tal cuenta no generarán intereses. Igualmente, cuando existan, cánones o cuotas registrados en cartera que no devenga intereses, vencidos por más de quince, treinta o sesenta días, según sea el caso, dichos cánones o cuotas se transferirán a cartera vencida [52].

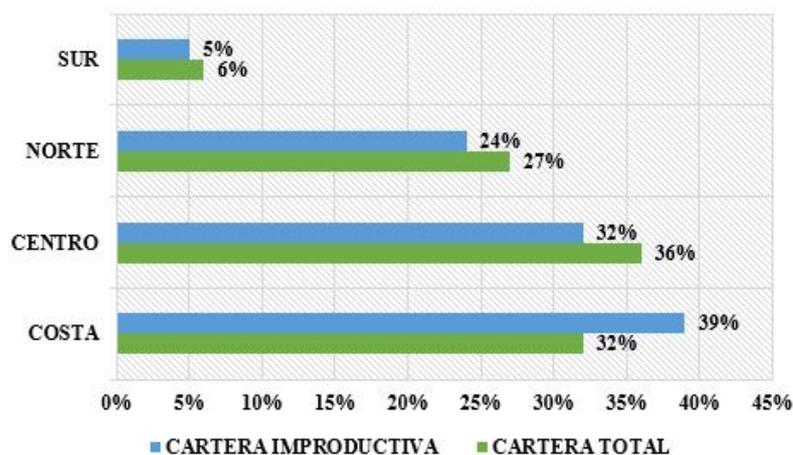
Se presentan los estadísticos descriptivos (tabla A.2) y el gráfico de la serie cartera en mora (figura A.2). Se puede notar, que al igual que la cartera total, la variable tiene una tendencia creciente. Se aprecia un aumento de cartera morosa en el año 2017; sin embargo, para el año 2018 el valor disminuyó.

Para analizar completamente la cartera de la entidad de microfinanzas en el año 2018, es importante entender la cobertura de la empresa a nivel nacional para analizar las estrategias de recuperación y colocación de acuerdo a los diferentes mercados. Actualmente la distribución de la cartera está dividida en 4 regiones que contienen todas las provincias donde la empresa tiene presencia de la siguiente manera:

- COSTA: Incluye toda la región Costa desde la provincia de Esmeraldas hasta la provincia de El Oro e incluye Galápagos.
- CENTRO: Incluye la cobertura desde la provincia de Cotopaxi hasta Cañar y Oriente Sur, es decir Puyo, Tena, El Chaco y Macas.
- NORTE: Incluye la provincia de Imbabura y Pichincha y Oriente Norte, es decir Shushufindi y Lago Agrio.
- SUR: Incluye todo el Austro desde la provincia de Azuay, Loja y Zamora.

Región	Cartera Total	Cartera en Mora
Costa	32 %	39 %
Centro	36 %	32 %
Norte	27 %	24 %
Sur	6 %	5 %

**Tabla 3.3:** Distribución de la Cartera según Regiones. **Elaboración:** Autora.



**Figura 3.4:** Comparación de Cartera Total y Vencida por Regiones. **Elaboración:** Autora.

Según el comportamiento de la cartera en el año 2018, se puede resumir los pesos por regiones donde la Región Costa y Centro predominan con un porcentaje similar (figura 3.4). El segmento Microfinanzas contiene varios productos que predominan en la Región Costa y Centro como el Crédito Agropecuario que incluye a clientes bastante potenciales que manejan montos de crédito bastante altos para la producción e inversión de sus tierras en producción.

Es importante establecer la relación de la mora y la cartera de colocación sobre las Regiones; ya que es fijada de acuerdo a la proporción que representa. La empresa ha implementado estrategias de recuperación de acuerdo a los mercados en los cuales el índice de improductividad es más fuerte y creciente. Algunas estrategias están enfocadas en un seguimiento constante sobre clientes considerables como vulnerables por su giro del negocio; y pueden ser afectados inclusive por agentes externos a la oferta y demanda en el que se desenvuelven; y hoy en día el fenómeno externo más predominante ha sido los fenómenos naturales y cambios climáticos extremos que afectan el sector rural y negocios como agricultura.

### Activos Líquidos

Los activos son todos los bienes con los que dispone una empresa, en este caso los bancos, para mantener su giro de negocio. El activo líquido siempre se podrá vender o convertir en dinero en efectivo de forma rápida, sencilla y al valor de mercado. Los componentes del activo líquido son:

*Efectivo y moneda:* El dinero en efectivo la moneda nacional ecuatoriana es el activo más líquido de todos. Todos aquellos pagos y deudas pagados y cobrados en dinero en efectivo se procesan instantáneamente, no necesitan ser procesados o amortizados como otro tipo de activos. También tener dinero en efectivo disponible, significa que la empresa tiene barreras ilimitadas con respecto a la compra y venta de provisiones, artículos,

materia prima, en fin, todo lo necesario para el giro del negocio. La moneda extranjera también puede ser considerada otro activo líquido, pero no puedes pagar los artículos con la misma facilidad que con la nacional; necesita ser transformada al mercado se aterrice el negocio; o también puede requerir que el comprador y el vendedor determinen el tipo de cambio y la conversión de la moneda en la denominación de mutuo acuerdo.

*Inversiones:* Una inversión incluye un coste de oportunidad al renunciar a los recursos financieros en el presente para lograr determinado beneficio futuro, que generalmente es incierto, pero tiene un sustento viable bien establecido y compromisos de todas las partes. Existen inversiones a corto plazo, las cuales pueden ser recuperadas en períodos de tiempo cortos y pueden considerarse como activos líquidos al representar el ingreso del capital.

*Cuentas a cobrar:* Son las obligaciones o cantidades de dinero que la empresa tiene previsto cobrar en un determinado tiempo. Aunque la determinación y compromiso puede ser relativo a la calidad de deudor, la suposición general es que el dinero ingresará a la empresa en un futuro próximo. Puede considerarse una recuperación pronta y conversión hacia activo líquido aquellos valores pendientes de cobro no mayores a 60 días plazo.

*Cuentas de efectivo:* Las cuentas de ahorro y las cuentas de cheques son algunos ejemplos de activos líquidos. También pueden ser incluidos los certificados depósitos y cuentas de mercado de dinero. Estas cuentas pueden representar recolección ágil o acceder al efectivo con relativa rapidez.

La figura A.3, muestra la evolución de este indicador, el cual ha tenido una tendencia creciente en el período 2009-2018.

## **Pasivos Totales**

Las cuentas de pasivos siempre representan obligaciones o deudas que tiene la empresa, entidad o persona natural con terceros. También puede definirse como todos los valores que debe pagar la empresa.

Otra característica sobre las cuentas de pasivo es que pueden ser representadas en documentos o compromisos de pago; y pueden ser clasificados en corto y largo plazo.

Algunos conceptos de obligaciones principales en los pasivos son:

- Proveedores.
- Documentos por pagar (letras de cambio, pagarés).
- Acreedores.
- Anticipo a clientes.

- Gastos pendientes de pago, gastos por pagar o acumulados.
- Impuestos pendientes de pago.
- Fianzas.
- Rentas cobradas por anticipado.
- Intereses cobrados por anticipado.

Al igual que las variables ya analizadas, los pasivos totales han tenido una tendencia creciente en el período analizado (figura A.4).

### **Balanza Comercial**

Las exportaciones son los bienes y servicios que se producen en el país y se venden y consumen en el resto de países. Por otro lado, las importaciones son las compras de bienes o servicios, producidos en otros países.

La balanza comercial es el registro de las importaciones y exportaciones de un país durante un período. El saldo de la misma es la diferencia entre exportaciones e importaciones. Es la diferencia entre los bienes que un país vende al exterior y los que compra. La balanza comercial es positiva (superávit comercial) cuando el valor de las compras es menor al valor de las ventas, y es negativa (déficit comercial) cuando el valor de las ventas es menor que el de las compras [19].

$$\text{Balanza Comercial} = \text{Exportaciones} - \text{Importaciones}$$

En Ecuador, debido a que la economía depende mayormente del petróleo, tanto a las exportaciones como a las importaciones se las divide en petroleras y no petroleras; con el fin de analizar el grado de importancia de las exportaciones de petróleo así como también de las importaciones de sus derivados. Para el modelo se emplea la suma de la balanza comercial petrolera y la no petrolera. En la figura A.5 se presenta el gráfico de la serie (en millones de dólares).

### **Tasa de variación mensual de las exportaciones**

Según el BCE, en el año 2019 se exportaron más de 22 millones de toneladas tanto petroleras como no petroleras lo que le ha significado al país 14.979 M de dólares.

El petróleo crudo es el principal producto que sale del país, en ese período acumula \$5.312 M, lo que representa el 35 % del ingreso exportable. Otros sectores importantes en la exportación son: la acuicultura que agrupa a los camarones, tilapia, langostinos y crustáceos y por otro lado el banano y plátano.

El interés en el estudio de las series temporales reside habitualmente en la evaluación de sus cambios a lo largo del tiempo. Estos cambios se valoran a través de las denominadas tasas de variación, que surgen de la comparación de los valores de la serie en dos períodos de tiempo distintos.

Mediante la fórmula 2.9, aplicada a la serie exportaciones se ha construido la tasa de variación mensual de las exportaciones. Se presenta el gráfico de la serie en la figura A.6.

### **Tasa de variación mensual de las importaciones**

En términos de economía internacional, los países intercambian bienes y servicios, se especializan en lo que son mejores, buscando siempre una ventaja comparativa en el mercado internacional, ya que ningún país es capaz de producir todo aquello que necesita para satisfacerse. En Ecuador se importa productos como televisores, vehículos, gas licuado, medicamentos de uso humano, propano, celulares, laptops, maíz amarillo, aceite de petróleo al 70 %, trigo duro, etc.

Tomando cifras del BCE, las importaciones en enero de 2019 sumaron USD 1.904 M, un 5.4 % más frente a enero de 2018. Además, en este mismo mes, Ecuador importó más bienes de los que vendió al exterior. Esto originó que la balanza comercial cerrara ese mes con un saldo negativo de USD 248 millones.

Se realiza el mismo procedimiento aplicado a la variable exportaciones, es decir, mediante la ecuación 2.9 se construye la tasa de la variación mensual para las importaciones. Se presenta el gráfico de la tasa de variación mensual en el gráfico A.7.

### **Índice de confianza al consumidor**

Según el Banco Central del Ecuador, el ICC tiene como objetivo fundamental medir el grado de optimismo que los consumidores sienten sobre el estado general de la economía y sobre su situación financiera personal. Se realiza una encuesta en la que se mide la opinión del jefe de hogar o del informante calificado, dicha encuesta tiene como objetivo conocer las percepciones que se tiene del pasado, presente y futuro de preguntas como: la situación económica del hogar, situación económica del país, nivel de empleo, alimentación y entretenimiento. Este indicador va de 0 a 100, y si el valor es menor a 50 indica una situación pesimista; mientras mayor a 50 se indica una situación optimista.

En esencia, si la confianza del consumidor es mayor, los consumidores están haciendo más compras, impulsando la expansión económica. Por otra parte, si la confianza es menor, los consumidores tienden a ahorrar más y gastar menos, lo que provoca contracciones en la economía.

Se presenta el gráfico del índice de confianza del consumidor en la figura A.8.

## **Tasa de interés activa efectiva referencial para el segmento de microcrédito minorista**

Para entender la idea de la tasa de interés activa efectiva referencial, primero se define los siguientes conceptos:

- Tasa de interés nominal: Se calcula con base en un período de tiempo determinado teniendo en cuenta solo el capital invertido. Los intereses se calculan siempre en base al capital invertido.
- Tasa efectiva: Es aquella que resulta al considerar el capital invertido junto a los intereses que se generan período a período, de manera que se acumulan. El monto total (capital + intereses) se toma como un todo y sobre este se liquidan los intereses para el período siguiente.
- Tasa activa: Es la tasa de interés que reciben los intermediarios financieros de los demandantes por los préstamos otorgados. Es decir, la que cobra el banco por el dinero que presta.
- Tasa pasiva: Es la tasa de interés que pagan los intermediarios financieros a los oferentes de recursos por el dinero captado. Es decir, la que paga el banco por los depósitos.

El Banco Central del Ecuador define el microcrédito minorista como las operaciones de crédito cuyo monto por operación y saldo adeudado en microcréditos a la institución financiera sea menor o igual a USD 3000, otorgadas a microempresarios que registran un nivel de ventas anuales inferior a USD 100000, a trabajadores por cuenta propia o a un grupo de prestatarios con garantía solidaria.

Por tanto, la tasa de interés activa efectiva referencial para el segmento de microcrédito minorista es la tasa de interés que reciben las entidades financieras por los microcréditos minoristas otorgados, tomando en cuenta que el cálculo de los intereses se lo realiza mediante capitalización compuesta<sup>13</sup>. En la figura A.9 se presenta el gráfico de la serie.

## **Índice de tipo de cambio real**

El tipo de cambio relaciona precios internos y externos y, por ende, poderes adquisitivos<sup>14</sup> de las monedas; de ahí la necesidad de ponderar la participación de los países de origen y destino del comercio exterior y el impacto de las variaciones de las monedas de los países seleccionados (o representativos en el intercambio) sobre el valor internacional o poder adquisitivo del dólar.

---

<sup>13</sup>La capitalización compuesta es una operación financiera que proyecta un capital a un período futuro, donde los intereses se van acumulando al capital para los períodos subsiguientes.

<sup>14</sup>El poder adquisitivo es la cantidad de bienes o servicios que pueden conseguirse con una cantidad de dinero fija según sea el nivel de precios.

El índice de tipo de cambio efectivo real es el índice de tipo de cambio nominal<sup>15</sup> deflactado por el índice de precios de consumo y ajustado por las variaciones relativas de los precios y tipos de cambio de los países con los que comercia Ecuador. En el índice de tipo de cambio real, una disminución significa apreciación real, es decir, el dólar gana poder adquisitivo en los demás países.

Se presenta el gráfico de la serie en la figura A.10.

### **Rentabilidad del activo del sistema de bancos privados**

Uno de los indicadores financieros más importantes y utilizados por las empresas para medir su rentabilidad es el retorno con respecto a los activos (ROA, por sus siglas en inglés Return On Assets).

El ROA mide la capacidad de los activos de una empresa para generar renta por ellos mismos. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ROA : \frac{\text{Utilidad}}{\text{Activos}}$$

El ROA de la Banca Privada de Ecuador en junio de 2018 fue de 1.3 % mientras que para el mismo mes de 2017 fue 1.1 %. Se presenta el gráfico de la serie en la figura A.11.

### **Rentabilidad del patrimonio del sistema de bancos privados**

Según la SB, la rentabilidad del patrimonio (ROE, por sus siglas en inglés Return on Equity) es un indicador que mide la importancia de las utilidades en relación al capital. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ROE : \frac{\text{Utilidad}}{\text{Patrimonio}}$$

Cuanto más alto sea el ROE, mayor será la rentabilidad que una empresa puede llegar a tener en función de los recursos propios que emplea para su financiación.

Para el cierre de junio de 2018, la rentabilidad del patrimonio de la Banca Privada fue de 12.3 %. De esta manera, la rentabilidad fue mayor en 1.7 puntos porcentuales en relación al año anterior.

---

<sup>15</sup>El tipo de cambio nominal es la cotización de una divisa frente a otra en los mercados financieros.



**Figura 3.5:** ROE del sistema de bancos privados. **Fuente:** Asobanca

Para el modelo utilizamos dos variables principales, construidas mediante el uso de las variables anteriormente mencionadas, para medir el riesgo: una medida de liquidez y otra del riesgo de crédito. Denotamos al indicador de liquidez (IL); para el riesgo de crédito observamos la variable de riesgo de crédito (RC). La descripción de cada variable se detalla a continuación:

### Riesgo de Crédito

Calculamos nuestra variable de riesgo de crédito (RC) dividiendo la cartera en mora de la entidad de microfinanzas para la cartera total.

$$RC = \frac{\text{Cartera en mora}}{\text{Cartera total}}$$

La medida describe el porcentaje de la cartera vencida frente al total cartera (proporción de la cartera que se encuentra en mora). Mientras mayor sea el indicador significa que las entidades están teniendo problemas en la recuperación de la cartera. La relación mientras más baja es mejor.

Nuestra medida no solo representa el riesgo de crédito, sino también representa las pérdidas generadas por los préstamos. Si el índice es cercano a 1, se puede suponer que la entidad financiera tiene pérdidas de préstamos, pues los mismos no han podido ser recuperados. Por lo tanto, una relación más alta implica un mayor riesgo de crédito. Elegimos esta variable como nuestro principal indicador de riesgo de crédito porque nos permite capturar la gestión del riesgo de préstamo de una empresa de microfinanzas.

Por otro lado, si el indicador tiene valores cercanos a 0 indica que la empresa ha recuperado el valor de los préstamos, es decir se está cumpliendo el ciclo crediticio. Por ello, menores valores implican menor riesgo de crédito.

En diversos estudios [9, 10, 15], han utilizado la relación de los préstamos que no generan renta financiera a la institución (préstamos morosos) con respecto a la totalidad

de préstamos para mostrar la gestión del riesgo de crédito. En [15] se establece el riesgo de crédito como la relación entre los préstamos morosos de los bancos y el total de préstamos brutos, en porcentaje. En ese artículo, se analiza el vínculo entre la evolución macroeconómica y el riesgo de crédito bancario en un grupo particular de países: Grecia, Irlanda, Portugal, España y Italia.

Algunos estudios también consideran el índice de morosidad como un indicador económico significativo. Implica que una RC más baja está relacionado no solo con el riesgo de crédito más bajo sino también con la tasa de depósito más baja. Mientras tanto, puede haber una relación positiva entre la tasa de depósito y la RC, basada en la posibilidad de que la base de depósitos del banco se incremente por la alta tasa de depósito para financiar préstamos de alto riesgo. Y el aumento de los préstamos de alto riesgo podría aumentar la probabilidad de mayor RC. Por lo tanto, la asignación de la gestión de riesgos de los bancos depende en gran medida de la mitigación del riesgo de crédito para disminuir el monto de la morosidad [3].

Según [59], el análisis del riesgo de crédito es importante porque las quiebras de muchos bancos están relacionadas con la enorme proporción de préstamos morosos con respecto al total de préstamos. Los depositantes y los inversores extranjeros pueden perder la confianza en los bancos cuando se enfrentan a una enorme cartera vencida. Los préstamos morosos reducen la cartera total de préstamos de los bancos, lo que afecta las ganancias de intereses sobre activos que constituyen costos enormes para los bancos [42].

### **Indicador de Liquidez**

Los índices de liquidez se utilizan para determinar la capacidad del deudor de pagar las obligaciones de deuda actuales sin aumentar el capital externo.

Para disponer de un adecuado nivel de liquidez las entidades financieras deben mantener cierta coherencia entre sus actividades de colocación y de captación de dinero. Esto incluye la adecuada gestión de los plazos y montos de los activos y pasivos.

El indicador de liquidez (IL) se calcula dividiendo todos los activos que la empresa de microfinanzas puede convertir rápidamente y a bajo costo en efectivo para cubrir posibles retiros a corto plazo (activos líquidos) para el volumen de pasivos totales de la institución financiera.

$$IL = \frac{\text{Activos Líquidos}}{\text{Pasivos Totales}}$$

IL muestra hasta qué punto una empresa es capaz de manejar con la demanda de liquidez repentina e inesperada, por ejemplo, una corrida bancaria<sup>16</sup>. El indicador calcula

---

<sup>16</sup>Se da cuando un banco o entidad financiera no es capaz de entregar el dinero de los depósitos a sus clientes.

en qué grado la institución financiera puede cubrir esta demanda con activos líquidos (fácilmente disponible).

Cuanto mayor sea el índice, mejor será la posición de liquidez de la empresa. Un valor cercano a 1 indica que la entidad financiera tiene suficientes activos líquidos para cumplir con sus obligaciones; por lo tanto, la empresa puede cubrir posibles retiros de los pasivos a través de activos líquidos. Cuando mayor es la relación, menor es el riesgo de liquidez.

Por el contrario, un valor cercano a 0 indica que un banco tendría que recurrir a otras fuentes además de los activos líquidos para cubrir los retiros de (todos) los pasivos. Esto implica un riesgo de liquidez muy alto en casos como una corrida bancaria. Por lo tanto, utilizamos IL para contabilizar el riesgo de no poder cumplir con todas las obligaciones de pago. Al observar IL se puede gestionar la financiación inmediata que una institución financiera podría necesitar en caso de retiros repentinos de liquidez o deterioro de activos.

El riesgo de liquidez se define como la inversa del indicador de liquidez.

Según [30], debido a que los activos de la empresa suelen tener un vencimiento más largo que sus pasivos, el monitoreo del riesgo de liquidez de los depositantes a través de indicadores, como por ejemplo: activos líquidos con respecto a pasivos, es importante para el análisis de solidez financiera. Con el aumento de la relación IL, hay una reducción del endeudamiento y se reduce el apalancamiento [49].

Un estudio de Qin y Pastory [45], ofrece una visión general de la posición de liquidez de los bancos comerciales en Tanzania durante el período de diez años (2000-2009). Los índices utilizados para medir la fortaleza de la posición de liquidez en los bancos comerciales incluyen lo siguiente: activos líquidos con respecto a pasivos y préstamos con respecto a depósitos totales. El hallazgo reveló que los bancos comerciales en estudio tienen una fuerte posición de liquidez.

A continuación en la siguiente tabla se presenta un resumen de las variables:

Variable	Descripción
CT	Cartera total mensual de la institución de microfinanzas (dólares)
CM	Cartera en mora mensual de la institución de microfinanzas (dólares)
AL	Activos líquidos mensuales de la institución de microfinanzas (dólares)
PT	Pasivos totales mensuales de la institución de microfinanzas (dólares)
BC	Balanza comercial mensual (dólares)
TVE	Tasa de variación mensual de las exportaciones (porcentaje)
TVI	Tasa de variación mensual de las importaciones (porcentaje)
ICC	Índice de confianza al consumidor (1-100)
TMM	Tasa de interés efectiva para el segmento de microcrédito minorista (porcentaje)
TCR	Índice de tipo de cambio real (1-100)

ROA	Rentabilidad del activo del sistema de bancos privados (porcentaje)
ROE	Rentabilidad del patrimonio del sistema de bancos privados (porcentaje)
RC	Índice de riesgo de crédito (porcentaje)
IL	Indicador de liquidez (porcentaje)

### 3.2.1. Análisis de Estacionariedad

Antes de realizar los procedimientos para estimar los modelos, se debe verificar si las series a ser analizadas son estacionarias; para ello se realiza la prueba de raíces unitarias para cada serie utilizando el programa EViews. En el caso de que las variables no sean estacionarias, se las diferencia con la fórmula 2.8, y se denota a la variable diferenciada como  $D()$ .

En el Anexo B.1 se muestra la prueba DFA de las series ya diferenciadas. En cada prueba se presenta el estadístico de contraste, el p-valor y los valores críticos para los niveles de significancia del 10 %, 5 % y 1 %. Para nuestro caso, se rechaza la presencia de una raíz unitaria en la serie si el p-valor es menor 0.05.

Cabe recalcar que las series cartera total, cartera en mora, activos líquidos y pasivos totales no se toman en cuenta para el análisis, pues las variables riesgo de crédito e indicador de liquidez se formaron a partir de las mismas. Para las variables índice de confianza al consumidor, tasa de interés activa efectiva referencial para el segmento de microcrédito minorista, índice de tipo de cambio real, ROA, ROE y riesgo de crédito se aplicó una diferenciación. Al resto de las variables no hubo necesidad de diferenciarlas porque ya son estacionarias.

### 3.3. Selección de las Variables

Como las variables ya son estacionarias, se procede con un análisis conjunto de todas las variables para poder determinar las más relevantes para el modelo. Además de basarse en los resultados de los estudios descritos en la sección 3.2, se consideró realizar la selección de variables de manera cuantitativa a través del análisis de causalidad de Granger.

Se calculó la correlación entre cada par de variables y se realizó la prueba de causalidad de Granger. Los resultados de estos análisis se presentan en los Anexos B.3 y B.2.

En la tabla B.12 se observa que casi todas las correlaciones no son mayores a 0.7 ni menores a -0.7, a excepción de las correlaciones entre ROA y ROE.

Para la prueba de causalidad de Granger se consideró 3 y 6 retardos, así como también retardos menores a 3 y mayores a 6. Así se analizó el comportamiento de la causalidad a corto y mediano plazo. En la tabla B.11 se muestra los resultados de la prueba sólo para

3 retardos para mayor facilidad.

De acuerdo a la prueba de causalidad de Granger, se observa que el riesgo de crédito es causado en el sentido de Granger por la tasa de variación de exportaciones, la tasa de variación de importaciones y el ROE. El indicador de liquidez es causado en el sentido de Granger por la variable riesgo de crédito, tasa de variación exportaciones, tasa de variación importaciones, ROA y ROE.

La variable riesgo de crédito causa tasa de variación de importaciones y tasa de interés efectiva del segmento microcrédito minorista.

El indicador de liquidez presenta causalidad de Granger en ambas direcciones con respecto a la variable tasa de variación de importaciones si tomamos como nivel de significancia del 10%; lo mismo ocurre con la variable riesgo de crédito pero con un nivel de significancia del 5%.

Las variables que no causan a la manera de Granger en ninguna dirección con respecto a la variable riesgo de crédito y riesgo de liquidez son: balanza comercial, índice de confianza al consumidor e índice de tipo de cambio real.

### **Variables endógenas**

Las variables  $D(RC)$  y  $IL$  se consideran endógenas.

### **Variables exógenas**

La selección de variables exógenas se realiza considerando aquellas variables que causen en el sentido de Granger a una de las dos variables endógenas y tomando como referencia a los factores macroeconómicos, que se relacionan con el riesgo de crédito y liquidez. Por tanto, se toma como variables exógenas a:  $TVE$ ,  $TVI$ ,  $D(ROE)$  y  $D(ROA)$ . Entre las variables  $D(ROA)$  y  $D(ROE)$  se escoge una pues estas variables están muy correlacionadas entre ellas, se escoge la variable  $ROE$  porque causa tanto la variable  $IL$  como la variable  $RC$ .

En [23] se escoge tanto la variable  $ROE$  como la variable  $ROA$  para el desarrollo del modelo, por otro lado en [29] se escoge solamente la variable  $ROA$ . Además en [55] se escoge la tasa de variación mensual de las exportaciones no petroleras primarias y la tasa de variación mensual de las importaciones de bienes de consumo.

## Capítulo 4

# Desarrollo del Modelo y Resultados

Se consideran las cinco series seleccionadas en la sección 3.3. Se dispone de 120 datos mensuales por cada serie, desde enero de 2009 hasta el último mes del 2018. Para efectos de comparaciones se trabajará únicamente con los primeros 114 datos y se guardarán los 6 restantes para comparar con predicciones posteriores (julio 2018 - diciembre 2018).

Considerando las series, se busca modelarlas en su forma VAR.

### 4.1. Estimación del Modelo

#### Estadísticos descriptivos

Se presentará un resumen de los estadísticos descriptivos de cada serie calculados por el paquete EViews.

	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desv. Est.	Asimetría	Curtosis
$RC_t$	0.041454	0.040630	0.050668	0.030517	0.004723	0.007178	2.001709
$IL_t$	0.346354	0.342991	0.435269	0.286749	0.029160	0.572471	3.116963
$TVE_t$	0.010064	0.005250	0.382400	-0.231700	0.096399	0.491591	3.984864
$TVI_t$	0.006192	0.007300	0.245300	-0.199000	0.100211	0.221580	2.369420
$ROE_t$	0.115645	0.108550	0.190900	0.055600	0.033034	0.392489	2.832380

Tabla 4.1: Estadísticos Descriptivos. **Elaboración:** Autora

#### 4.1.1. Orden del Retardo VAR(p)

Con la ayuda del paquete EViews, se realizó la estimación de varios modelos, para la elección del retardo p. Así, se obtuvieron los siguientes resultados:

Criterio	1	2	3	4
Log likelihood	896.6908	903.2409	908.9685	912.1128
Akaike	-16.21221	-16.22565	-16.22857*	-16.19058
Schwarz	-15.90709*	-15.81882	-15.72003	-15.58033
Hannan-Quinn	-16.08860*	-16.06084	-16.02255	-15.94335

**Tabla 4.2:** Criterios para escoger el retardo VAR. **Elaboración:** Autora

Como se puede observar en la tabla 4.2, es en el retardo 1 ( $p=1$ ) donde los criterios Schwarz y Hannan-Quinn se minimizan, por lo que se realiza la estimación VAR(1). Sin embargo, el modelo tiene autocorrelaciones en los residuos, por ello es necesario reformularlo.

Luego de probar varias combinaciones se llegó a un modelo del tipo VAR(4) con retardos 1, 2, 3, y 4. A continuación se demuestra que este modelo es adecuado, pues pasa todas las pruebas necesarias. Por tanto, es el modelo final.

En la estimación de vectores autorregresivos (tabla 4.3), las observaciones incluidas después de los ajustes son 109. Además se presenta el error estándar en () y el estadístico correspondiente a la distribución t-Student en [ ].

	IL	D(RC)
IL(-1)	0,995899 (0,22500) [ 4.42615]	-0,014569 (0,02482) [-0.58689]
IL(-2)	-0,147247 (0,29972) [-0.49129]	0,016195 (0,03307) [ 0.48975]
IL(-3)	0,312751 (0,28485) [ 1.09793]	0,013464 (0,03143) [ 0.42840]
IL(-4)	-0,286788 (0,18614) [-1.54070]	-0,016395 (0,02054) [-0.79831]
D(RC(-1))	-6,592042 (2,01649) [-3.26908]	-0,509898 (0,22248) [-2.29192]
D(RC(-2))	-4,197109 (1,93877) [-2.16483]	-0,534678 (0,21390) [-2.49964]

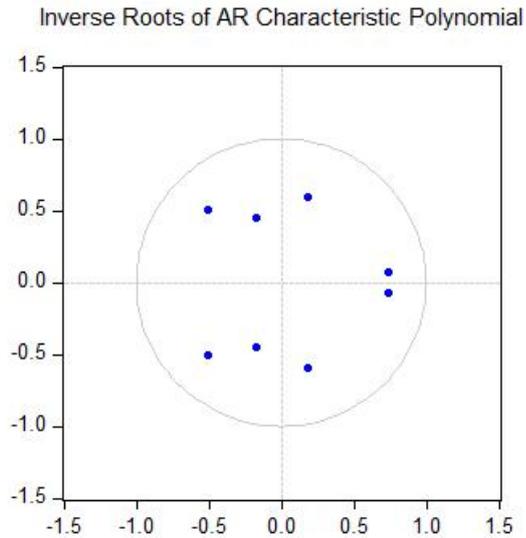
D(RC(-3))	-4,373760 (1,97395) [-2.21574]	-0,355787 (0,21778) [-1.63367]
D(RC(-4))	-1,805840 (0,93429) [-1.93285]	-0,188906 (0,10308) [-1.83264]
C	0,040520 (0,02822) [ 1.43596]	9,50E - 05 (0,00311) [ 0.03050]
TVE	0,013588 (0,01952) [ 0.69620]	0,001993 (0,00215) [ 0.92555]
TVI	-0,027854 (0,01992) [-1.39804]	-0,004713 (0,00220) [-2.14427]
D(ROE)	0,141810 (0,21835) [ 0.64946]	0,014158 (0,02409) [ 0.58771]

Tabla 4.3: Estimación del modelo VAR(4)

## 4.2. Validación del Modelo

Antes de realizar las predicciones, se debe verificar si el modelo cumple con el criterio de estabilidad (las raíces del polinomio característico están fuera del círculo unidad). Con ayuda del programa EViews se pueden calcular las inversas de las raíces del polinomio característico autorregresivo, las que se espera que se encuentren dentro del círculo unidad. Se presenta los gráficos de la estabilidad del VAR en la figura 4.1.

Inversas de las raíces	Módulo
0.735075 - 0.067738i	0,738190
0.735075 + 0.067738i	0,738190
-0.502706 - 0.501785i	0,710283
-0.502706 + 0.501785i	0,710283
0.178962 - 0.594626i	0,620973
0.178962 + 0.594626i	0,620973
-0.168331 - 0.451036i	0,481423
-0.168331 + 0.451036i	0,481423



**Figura 4.1:** Criterio Gráfico de Estabilidad para el VAR(4) estimado. **Fuente:** EViews

Gráfica y analíticamente, se observa que las inversas de las raíces del polinomio característico se encuentran dentro del círculo unidad (figura 4.1); por lo tanto, se concluye que el modelo es estable y, por ello, es estacionario.

Ahora, se verifica que los residuos del modelo sean ruidos blancos; en general, se prueba la independencia. Para ello, se utilizará el paquete EViews para obtener las pruebas sobre los residuos descritas anteriormente. Además se prueba normalidad en los residuos y que se cumpla la hipótesis de homocedasticidad.

### Prueba Portmanteau y LM

Por los valores en la columna Prob. (ver tabla 4.4 y 4.5) mayores a 5%, se puede concluir que no existe correlación serial. Esto confirma que no hay que reformular el modelo planteado.

### Prueba de Normalidad

De la prueba de Jarque-Bera (tabla 4.6) se concluye que la distribución de los residuos es una distribución normal multivariante

### Prueba de Heterocedasticidad

Se sigue además que los residuos son homocedásticos (ver tabla 4.7).

De los resultados obtenidos se concluye que el modelo VAR(4) con todos sus retardos es adecuado para los datos.

Lags	Q-Stat	Prob.*	Adj Q-Stat	Prob.*	df
1	0,948250	—	0,957030	—	—
2	2,555958	—	2,594789	—	—
3	3,153911	—	3,209665	—	—
4	3,619172	—	3,692650	—	—
5	4,293140	0,3678	4,399021	0,3547	4
6	5,086615	0,7483	5,238718	0,7318	8
7	7,563033	0,8183	7,885085	0,7940	12
8	7,899526	0,9518	8,248232	0,9411	16
9	16,85704	0,6622	18,01192	0,5866	20
10	23,37268	0,4979	25,18571	0,3957	24
11	29,44503	0,3902	31,93965	0,2770	28
12	35,03549	0,3260	38,22171	0,2077	32
13	40,48139	0,2791	44,40508	0,1587	36
14	45,20169	0,2637	49,82100	0,1373	40
15	49,54648	0,2616	54,85910	0,1263	44
16	54,20540	0,2497	60,31956	0,1093	48
17	57,47150	0,2797	64,18918	0,1196	52
18	63,92973	0,2180	71,92486	0,0744	56
19	64,65150	0,3175	72,79900	0,1242	60
20	68,88704	0,3156	77,98636	0,1123	64

**Tabla 4.4:** Prueba de Autocorrelación de Portmanteau

Lag	LRE* stat	df	Prob.
1	6,704045	4	0,1524
2	5,508108	4	0,2390
3	1,918958	4	0,7507
4	1,267459	4	0,8669
5	0,951725	4	0,9170
6	0,828645	4	0,9346
7	2,711317	4	0,6072
8	0,355433	4	0,9860
9	9,631858	4	0,0571
10	7,677207	4	0,1041
11	6,984560	4	0,1367
12	6,510679	4	0,1641
13	6,852829	4	0,1439
14	6,136452	4	0,1892
15	5,714198	4	0,2215
16	6,237243	4	0,1821
17	3,694143	4	0,4490
18	9,034704	4	0,0602
19	0,936917	4	0,9192
20	5,528733	4	0,2372

**Tabla 4.5:** Prueba LM

Componente	Jarque-Bera	df	Prob.
1	0,838932	2	0,6574
2	1,153132	2	0,5618
Joint	1,992064	4	0,7372

**Tabla 4.6:** Prueba de Normalidad de Residuos

Prueba Conjunta:		
Chi-sq	df	Prob.
245,4790	231	0,2448

**Tabla 4.7:** Prueba de Heterocedasticidad

### Prueba de Granger

Para más información entre las variables IL y RC, se realiza la prueba de causalidad de Granger en el caso bivariado, la cual determina si las observaciones pasadas de la variable RC mejoran el poder explicativo de la variable IL, es decir si la variable RC causa la variable IL y viceversa.

Dependent variable: IL			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(RC)	19,85889	4	0,0005
All	19,85889	4	0,0005

Dependent variable: D(RC)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
IL	1,033827	4	0,9046
All	1,033827	4	0,9046

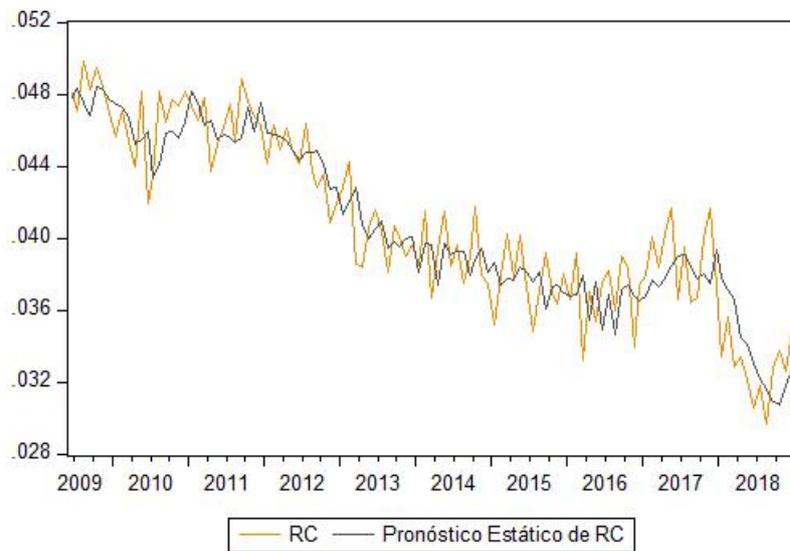
**Tabla 4.8:** Prueba de causalidad de Granger

Como se puede ver en la tabla 4.8, el p-valor(Prob.) es menor que 0.05 en el primer caso, por lo que la variable riesgo de crédito causa en el sentido Granger el indicador de liquidez y con ello el riesgo de liquidez; sin embargo el recíproco no se cumple.

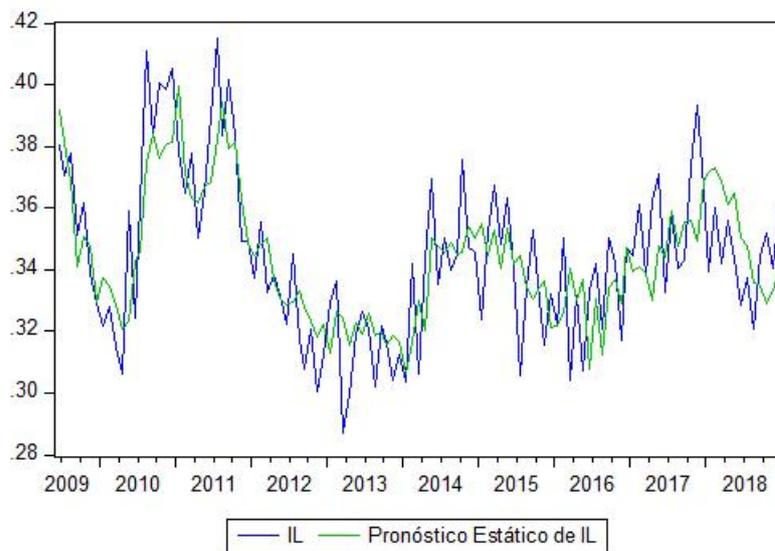
### 4.3. Predicciones

En las siguientes figuras se puede observar los pronósticos estáticos junto con los datos reales del riesgo de crédito y riesgo de liquidez para los períodos de modelado y prueba. El período de modelado representa los datos utilizados para el desarrollo del VAR y comprende desde enero de 2009 hasta diciembre de 2018 pero se presentan las predicciones a partir de junio de 2009 debido a la diferenciación de la variable RC y a los retardos incluidos en el modelo. Por otro lado, el período de prueba presenta los datos

no utilizados en la modelización (julio 2018 - diciembre 2018).



**Figura 4.2:** Predicciones VAR para  $RC_t$



**Figura 4.3:** Predicciones VAR para  $IL_t$

En las siguientes figuras se muestran los pronósticos dinámicos, valores observados y los intervalos de confianza correspondientes (nivel de confianza 95 %) para cada variable endógena en el período de prueba. Los resultados nos indican que el modelo realiza buenas predicciones en el corto plazo.

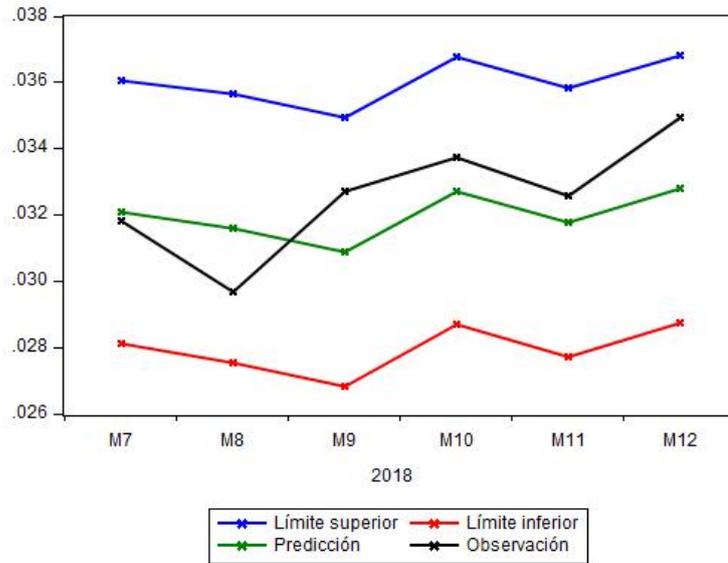


Figura 4.4: Predicciones VAR para  $RC_t$  (julio 2018 - diciembre 2018)

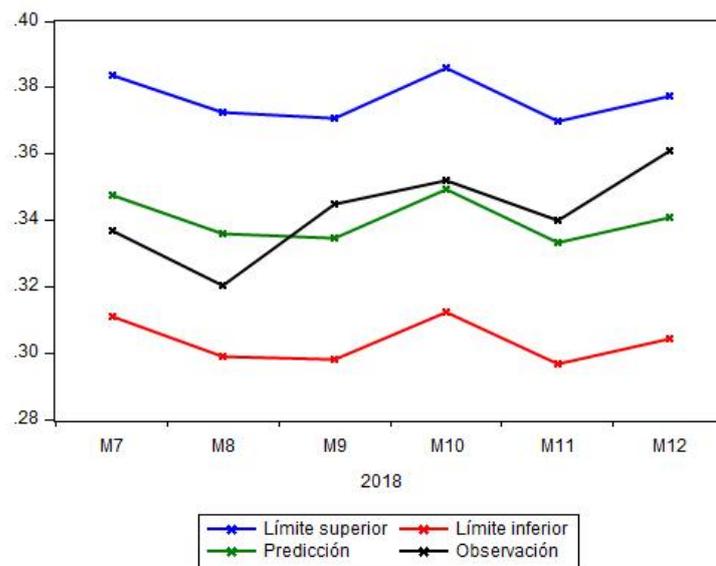


Figura 4.5: Predicciones VAR para  $IL_t$  (julio 2018 - diciembre 2018)

#### 4.4. Análisis Impulso-Respuesta

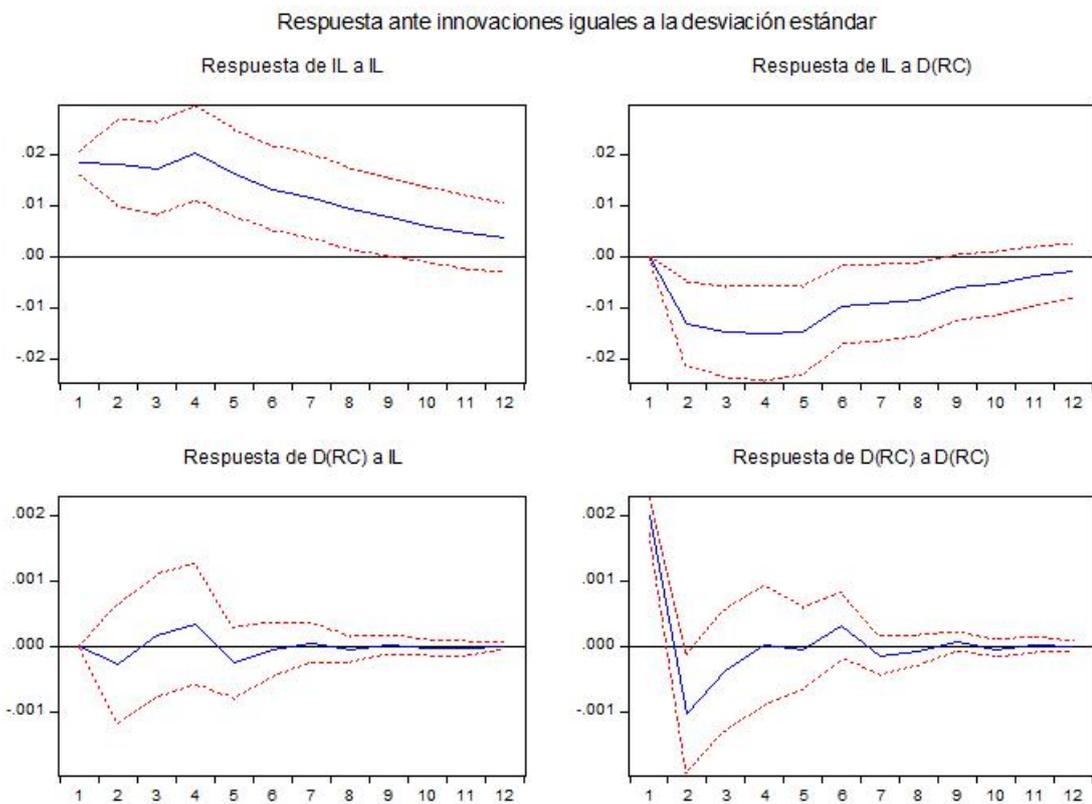
En la figura 4.6 se muestran los resultados de las funciones de impulso-respuesta que presenta Eviews para las variables  $D(RC)$  y  $IL$ . En estos gráficos se observa la respuesta de las variables endógenas ante un impulso igual a la desviación estándar de estas mismas variables para un período de 12 meses. Además, los resultados numéricos de las funciones de impulso-respuesta se pueden apreciar en las tablas 4.9 y 4.10.

Período	IL	D(RC)
1	0,018272	0,000000
2	0,018197	-0,013289
3	0,017187	-0,014919
4	0,020171	-0,015030
5	0,016181	-0,014681
6	0,013188	-0,009687
7	0,011638	-0,009287
8	0,009171	-0,008420
9	0,007651	-0,006167
10	0,006012	-0,005273
11	0,004535	-0,003923
12	0,003636	-0,002996

**Tabla 4.9:** Respuesta de IL

Período	IL	D(RC)
1	0,000000	0,002016
2	-0,000266	-0,001028
3	0,000167	-0,000360
4	0,000348	1,81E - 05
5	-0,000242	-3,34E - 05
6	-4,76E - 05	0,000317
7	5,81E - 05	-0,000137
8	-5,26E - 05	-6,42E - 05
9	2,55E - 05	8,18E - 05
10	-1,90E - 05	-3,14E - 05
11	-2,72E - 05	3,68E - 05
12	8,86E - 06	7,82E - 06

**Tabla 4.10:** Respuesta de D(RC)



**Figura 4.6:** Funciones de impulso-respuesta

Un shock igual a la desviación estándar del indicador de liquidez provoca en la misma variable inicialmente un aumento significativo hasta el tercer mes (0.17) y, a partir de ese instante el efecto disminuye hasta estabilizarse, es decir mejoras del indicador de liquidez suelen venir seguidas de mejorías de este indicador a corto plazo. En el riesgo de crédito produce menor efecto porque se tienen aumentos y decrementos muy leves para desaparecer definitivamente en el décimo mes; esto se debe a que el indicador de

liquidez no causa en el sentido de Granger el riesgo de crédito.

Por otro lado, un shock igual a la desviación estándar del riesgo de crédito en el primer mes provoca en la misma variable un aumento (0.002016), luego una caída negativa en el segundo mes (-0.001028) y, a partir de ese instante el efecto disminuye presentando aumentos y decrementos leves hasta desaparecer en el décimo mes, es decir un shock en el riesgo de crédito provoca aumentos del riesgo de crédito a corto plazo para luego desaparecer. En el indicador de liquidez ocasiona una disminución considerable hasta el cuarto mes (-0.015), en los siguientes meses aumenta hasta estabilizarse, lo que indica que si aumenta el riesgo de crédito entonces la liquidez empeora significativamente hasta los cinco meses subsecuentes y si bien luego el indicador empieza a mejorar este lo hace lentamente; esto se debe a que el riesgo de crédito causa en el sentido Granger el indicador de liquidez, por tanto si el riesgo de crédito aumenta, la liquidez de la empresa microfinanciera decrece y con ello el riesgo de liquidez es mayor.

#### 4.5. Descomposición de la Varianza

En esta sección se presenta la descomposición de la varianza para cada variable endógena y considerando un período de 12 meses. En las tablas 4.11 y 4.12 se muestra que la varianza del error de predicción de IL representa un 56.83 % con sus propias innovaciones y un 43.17 % con las de D(RC), lo cual reafirma los resultados del análisis de causalidad. Finalmente, la varianza del error de predicción de D(RC) es de un 0,87 % con IL, y un 99.13 % con sus propias innovaciones. Es importante notar que la segunda columna es la desviación estándar del error de predicción, la cual es pequeña en los dos casos; así se asegura que el modelo construido es adecuado.

Período	S.E.	IL	D(RC)
1	0,018272	18,37445	81,62555
2	0,020116	30,19710	69,80290
3	0,021431	38,42164	61,57836
4	0,023329	46,16041	53,83959
5	0,024338	50,53305	49,46695
6	0,025085	52,64671	47,35329
7	0,025606	54,32309	45,67691
8	0,025906	55,37333	44,62667
9	0,026124	56,03168	43,96832
10	0,026251	56,45336	43,54664
11	0,026323	56,68833	43,31167
12	0,026371	56,83285	43,16715

**Tabla 4.11:** Descomposición de la varianza de IL

Período	S.E.	IL	D(RC)
1	0,002016	0,000000	100,0000
2	0,002384	0,229011	99,77099
3	0,002395	0,315911	99,68409
4	0,002422	0,687418	99,31258
5	0,002438	0,859556	99,14044
6	0,002453	0,855702	99,14430
7	0,002455	0,864900	99,13510
8	0,002457	0,871468	99,12853
9	0,002459	0,871845	99,12816
10	0,002460	0,872594	99,12741
11	0,002460	0,874799	99,12520
12	0,002460	0,874999	99,12500

**Tabla 4.12:** Descomposición de la varianza de D(RC)

## Capítulo 5

# Conclusiones y Recomendaciones

- El riesgo de crédito y riesgo de liquidez de una empresa de microfinanzas en Ecuador se puede modelar mediante la utilización de modelos estadísticos como los vectores autorregresivos. El modelo hallado cumple con los supuestos necesarios y por tanto, sus conclusiones son válidas en la teoría y en la práctica.
- El riesgo de crédito y riesgo de liquidez son parte de los riesgos más importantes en la gestión y administración de riesgos en el sistema financiero. El porcentaje de mora en las entidades financieras es utilizado como medida para el riesgo de crédito, mientras que el indicador de liquidez se establece para el caso del riesgo de liquidez. El reconocimiento de los factores que afectan tanto el riesgo de crédito como el de liquidez nos ayuda a determinar las fragilidades en el sistema financiero que pueden provocar daños a las entidades financieras y a la economía en general. Conocer estas vulnerabilidades nos permite instaurar políticas económicas y de gestión de riesgos que generen efectos positivos en el rendimiento de estos indicadores para así poder mitigar el riesgo.
- El impacto del riesgo de crédito en el indicador de liquidez de la entidad de microfinanzas (inverso del riesgo de liquidez) es significativamente negativo al nivel del 5%, mientras que la causa inversa no es significativa. Por lo tanto, desde un punto de vista estadístico y económico, los resultados muestran, en primer lugar, que no existe una relación recíproca estadísticamente significativa entre los riesgos de liquidez y crédito. Esto confirma los resultados de [29] que no encontraron una relación recíproca entre los riesgos crediticios y de liquidez. Por lo tanto, de acuerdo con los resultados generales, podemos concluir que existe una relación causal unidireccional entre los riesgos de crédito y de liquidez.
- En las entidades microfinancieras, los shocks se transmiten de manera breve en las variables explicativas. La tasa de variación mensual de exportaciones, la tasa de variación mensual de importaciones y el ROE afectan de manera contemporánea

al riesgo de crédito y riesgo de liquidez. Los rezagos de la parte autorregresiva de las variables endógenas del modelo tienen el mayor efecto puesto que sus shocks se transmiten a corto plazo (tardan 4 meses). Este análisis es efecto del modelo construido.

- El análisis de las funciones de impulso-respuesta nos muestra que la respuesta de la liquidez de la entidad financiera frente a los shocks del riesgo de crédito representan un efecto considerable negativo. Este acontecimiento se justifica porque el efecto de los términos autorregresivos del riesgo de crédito en el indicador de liquidez es alto y de signo negativo.
- La descomposición de la varianza del error de predicción nos indica que el riesgo de crédito tiene un fuerte comportamiento autorregresivo puesto que más del 99 % de su varianza es explicada por ella misma, lo que no ocurre con la otra variable. Sin embargo, el indicador de liquidez también presenta una notable capacidad explicativa con sus propios rezagos. Además, un porcentaje considerable de la varianza del indicador de liquidez es causado por los shocks en el riesgo de crédito.
- Nuestros hallazgos brindan varias recomendaciones para la administración de entidades financieras y los organismos de control en el segmento microfinanzas. La crisis financiera mundial en el año 2008 ha demostrado que las quiebras bancarias impulsadas por el riesgo de crédito en sus carteras pueden provocar una congelación del mercado de liquidez. Sin embargo, estos resultados pueden brindar a los reguladores, a los encargados de formular políticas y a los organismos de gestión bancaria una mejor comprensión de la estabilidad y la eficiencia de las entidades financieras y su comportamiento frente al riesgo de crédito y el riesgo de liquidez.
- Nuestros resultados implican que una gestión conjunta de los riesgos de liquidez y crédito en una entidad financiera podría aumentar sustancialmente la estabilidad de la empresa. Y además, respaldan los esfuerzos regulatorios principalmente por el marco de Basilea III, que pone más énfasis en la importancia de la gestión conjunta de riesgos de liquidez y riesgos crediticios.
- Los programas de apertura y liberalización financiera, en el punto en que ocasionan auges crediticios y los términos de intercambio en lo que se refiere al comercio exterior son algunos de los factores causantes de crisis bancarias, que pueden afectar fuertemente al país, por ello se recomienda tener una serie de medidas a tomar en caso de manifestarse una crisis bancaria vinculada con estos factores.
- Es fundamental fortalecer el marco regulatorio, para esto, se recomienda que las entidades financieras establezcan áreas especiales dedicadas a la supervisión de su situación financiera, y permitan la realización de auditorías externas periódicamente. Además es importante crear reformas en el tema de supervisión de las entidades

financieras con el fin de garantizar el control óptimo y análisis de las deficiencias del sistema financiero ecuatoriano.

- Para trabajos futuros relacionados con este tema de estudio se recomienda estimar el modelo propuesto usando otros indicadores de riesgo de crédito y riesgo de liquidez planteados en diferente literatura a la usada en este estudio y además incluir otras variables exógenas en el modelo, después de realizar el análisis de correlación y causalidad de Granger. Se esperaría mejores resultados respecto del modelo propuesto.

# Bibliografía

- [1] ABDULLAEV, U., GUNTER, U., Y YAN, M. *VAR Order Selection. Vector Autoregressive Models*. Universidad de Viena, 2008.
- [2] AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. *Microempresas y Microfinanzas en Ecuador*, 2004.
- [3] AHMADYAN, A. Measuring credit risk management and its impact on bank performance in iran. *Marketing and Branding Research* 5 (2018), 168–183.
- [4] ASTIVIA, O., Y ZUMBO, B. Heteroskedasticity in multiple regression analysis: What it is, how to detect it and how to solve it with applications in r and spss. *Practical Assessment, Research & Evaluation* 24, 1 (2019), 2.
- [5] BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO EN EL ECUADOR. *La Microempresa en Ecuador: Perspectivas, Desafíos Lineamiento de Apoyo*, 2006.
- [6] BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. *Basilea III: Coeficiente de cobertura de liquidez y herramientas de seguimiento del riesgo de liquidez*, 2013. [https://www.bis.org/publ/bcbs238\\_es.pdf](https://www.bis.org/publ/bcbs238_es.pdf).
- [7] BERGER, M., GOLDMARK, L., Y SANABRIA, T. M. *An inside view of Latin American microfinance*. IDB, 2006.
- [8] BOLAÑOS, M. *Diseño de un Modelo de Gestión de Riesgos de Crédito para el Sistema Mutual Ecuatoriano Basado en ISO 31000*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador, 2016.
- [9] BOUDRIGA, A., TAKTAK, N. B., Y JELLOULI, S. Banking supervision and nonperforming loans: a cross-country analysis. *Journal of financial economic policy* (2009).
- [10] BREWER III, E., Y JACKSON III, W. E. A note on the “risk-adjusted” price concentration relationship in banking. *Journal of Banking & Finance* 30, 3 (2006), 1041–1054.
- [11] BRYANT, J. A model of reserves, bank runs, and deposit insurance. *Journal of banking & finance* 4, 4 (1980), 335–344.

- [12] BÁEZ, J. *Todo lo que precisa saber sobre GAP o brecha de liquidez*. Asunción, Paraguay, 2017.
- [13] CALVO, A., PAREJO, J. A., RODRÍGUEZ, L., Y CUERVO, A. *Manual del sistema financiero español*. Ariel, 2010.
- [14] CAPA, H. *Series Temporales. La ciencia y el arte de la modelación y los pronósticos*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2016.
- [15] CASTRO, V. Macroeconomic determinants of the credit risk in the banking system: The case of the gipsi. *Economic Modelling* 31 (2013), 672–683.
- [16] DIAMOND, D. W., Y DYBVIK, P. H. Bank runs, deposit insurance, and liquidity. *Journal of political economy* 91, 3 (1983), 401–419.
- [17] DIAMOND, D. W., Y RAJAN, R. G. Liquidity shortages and banking crises. *The Journal of finance* 60, 2 (2005), 615–647.
- [18] EL COMERCIO. *Descalce financiero*, 2010. <https://www.elcomercio.com/actualidad/descalce-financiero.html>.
- [19] FREIRE, M., Y MENÉNDEZ, P. *Análisis de la vulnerabilidad de la banca privada ecuatoriana mediante pruebas de estrés macrofinancieras empleando un modelo de vectores autorregresivos con la cartera vencida como indicador de estabilidad durante el periodo 2003-2011*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2013.
- [20] GARCÉS, C. R. Impacto de las microfinanzas: resultados de algunos estudios. Énfasis en el sector financiero. *Revista Ciencias Estratégicas* 16, 20 (2008), 281–298.
- [21] GARCÍA, A. *Metodología para la medición del riesgo de liquidez en una cooperativa financiera*. Universidad de Medellín, Colombia, 2015.
- [22] GARCÍA, M., Y SÁNCHEZ, C. *Riesgo de crédito en México: aplicación del modelo Credit-Metrics*. Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México, 2005.
- [23] GHENIMI, A., CHAIBI, H., Y OMRI, M. A. B. The effects of liquidity risk and credit risk on bank stability: Evidence from the mena region. *Borsa Istanbul Review* 17, 4 (2017), 238–248.
- [24] GONZÁLEZ VEGA, C., PRADO GUACHALLA, F., Y MILLER SANABRIA, T. *El reto de las microfinanzas en América Latina: la visión actual*. CAF Development Bank Of Latinamerica, 1997.
- [25] HATEMI-J, A. Multivariate tests for autocorrelation in the stable and unstable var models. *Economic Modelling* 21, 4 (2004), 661–683.

- [26] HOLMSTRÖM, B., Y TIROLE, J. Private and public supply of liquidity. *Journal of political Economy* 106, 1 (1998), 1–40.
- [27] HUHTAMÄKI, F. *A Vector Autoregressive Analysis of Industrial Lead Lag Patterns: The Case of the European Monetary Union*. Hanken School of Economics, Vaasa, Finland, 2010.
- [28] HUHTAMÄKI, F. *A Vector Autoregressive Analysis of Industrial Lead Lag Patterns: The Case of the European Monetary Union*. Hanken School of Economics, Vaasa, Finland, 2010.
- [29] IMBIEROWICZ, B., Y RAUCH, C. The relationship between liquidity risk and credit risk in banks. *Journal of Banking & Finance* 40 (2014), 242–256.
- [30] INTERNATIONAL MONETARY FUND. *Financial Soundness Indicators: Compilation Guide*, 2008.
- [31] JÁCOME, H. *Microfinanzas en la economía ecuatoriana: una alternativa para el desarrollo*. FLACSO Sede Ecuador, Quito, 2004.
- [32] KÓNYA, Y SINGH. *Exports, imports and economic growth in India*. La Trobe University, School of Business discussion paper, 2006.
- [33] LUETKEPOHL, H. *Vector Autoregressive Models European*. University Institute, Department of Economics. EUI Working Papers, ECO 2011/30, 2011.
- [34] LÜTKEPOHL, H. *New introduction to multiple time series analysis*. Springer Science & Business Media, 2005.
- [35] LÓPEZ, M. *El Riesgo de Crédito en la Cartera de Consumo y su Relación con el Sobreendeudamiento*. Universidad de Guayaquil, Ecuador, 2016.
- [36] MARULANDA, B., Y OTERO, M. *Perfil de las microfinanzas en Latinoamérica de 10 años: visión y características*, vol. 18. Konrad Adenauer Stiftung, 2006.
- [37] MORA, C. *Estimación de un modelo de mitigación de riesgo de liquidez apoyado en series histórica de información para proyectos*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2012.
- [38] MUHAMMAD, A., JAVAID, I., Y SAFDAR, L. The relationship between macroeconomic volatility and the stock market volatility: Empirical evidence from pakistan. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)* 7, 2 (2013), 309–320.
- [39] NARANJO, G. *La informalidad en la economía, algo incuestionable*, vol. 10. Scieloco, 2007.

- [40] NIKOMARAM, H., TAGHAVI, M., Y DIMAN, S. The relationship between liquidity risk and credit risk in islamic banking industry of iran. *Management Science Letters* 3, 4 (2013), 1223–1232.
- [41] NOVALES, A. *Modelos vectoriales autoregresivos (VAR)*. Universidad Complutense, 2014.
- [42] NYASAKA, F. O. *The Relationship between Credit Risk Management Practices and Non-Performing Loans in Kenyan Commercial Banks: A Case Study of KCB Group Limited*. United States International University-Africa, 2017.
- [43] OCAÑA, E. *Formalización de las Microfinanzas y su Impacto en el Desarrollo del Sistema Financiero Ecuatoriano*. Superintendencia de Bancos, 2018. [http://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2018/09/formalizacion\\_microfinanzas\\_2018.pdf](http://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2018/09/formalizacion_microfinanzas_2018.pdf).
- [44] PESARAN, H. *Time series and panel data econometrics*. Oxford University Press, 2015.
- [45] QIN, X., Y PASTORY, D. Comparative analysis of commercial banks liquidity position: The case of tanzania. *International Journal of business and Management* 7, 10 (2012), 134.
- [46] RUZA, C. *El riesgo de crédito en perspectiva*. UNED, 2010.
- [47] RÍOS, G. *Series de Tiempo*. Universidad de Chile, 2008.
- [48] SAMARTÍN, M. Should bank runs be prevented? *Journal of banking & finance* 27, 5 (2003), 977–1000.
- [49] ŠARLIJA, N., Y HARC, M. *The impact of liquidity on the capital structure: a case study of Croatian firms*. Versita, 2012.
- [50] SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO. *Plan Nacional de Desarrollo. Plan Nacional para el Buen Vivir*, 2009. [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan\\_Nacional\\_para\\_el\\_Buen\\_Vivir.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_para_el_Buen_Vivir.pdf).
- [51] SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. *Normas Generales para Instituciones Financieras. Título IX.- De los Activos y de los Límites de Crédito*, 2017.
- [52] SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. *Morosidad de Cartera*, 2018. [https://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2018/01/morosidad\\_de\\_cartera.pdf](https://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2018/01/morosidad_de_cartera.pdf).
- [53] SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. *Normas de Control para las Entidades de los Sectores Financieros Público y Privado*, 2018. <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/codificacion-de-normas-de-la-sb-libro-uno-sistema-financiero/>.

- [54] THOMSON, J. B. Modeling the bank regulator's closure option: a two-step logit regression approach. *Journal of Financial Services Research* 6, 1 (1992), 5–23.
- [55] TONATO, R. *Estudio del impacto de los factores macroeconómicos en la calidad crediticia de préstamos minoristas: un enfoque empírico para los principales productos del sistema financiero del Ecuador*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2020.
- [56] VEGA, M. *Riesgo de liquidez y una aproximación hacia las necesidades de activos líquidos de alta calidad de la banca chilena, en el contexto de basilea III*. Universidad de Chile, 2015.
- [57] VILLACÍS, F. *Construcción de un Modelo de Score de Calificación de Cartera para los Afiliados del ISSFA*. Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador, 2008.
- [58] VÁSCONEZ, J. *Los microcréditos como herramienta para el desarrollo humano en los miembros de la Asociación de Desarrollo Social de Artesanas de Salinas Texusal perteneciente al cantón Guaranda*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2018.
- [59] WILLIAMSON, S. D. Financial intermediation, business failures, and real business cycles. *Journal of Political Economy* 95, 6 (1987), 1196–1216.
- [60] *Ley de Régimen Monetario y Banco del Estado*, 2010. [http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4\\_ecu\\_regimen.pdf](http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_regimen.pdf).
- [61] *Directorio de Empresas y Establecimientos*, 2013. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/DirectorioEmpresas/Empresas\\_2013/Presentacion\\_Resultados\\_Principales\\_DIEE-2013.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/Empresas_2013/Presentacion_Resultados_Principales_DIEE-2013.pdf).
- [62] *Código Orgánico Monetario y Financiero*, 2014. <http://www.pge.gob.ec/documents/Transparencia/antilavado/REGISTROOFICIAL332.pdf>.
- [63] *Directorio de Empresas y Establecimientos*, 2017. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio\\_Empresas\\_2017/Documentos\\_DIEE\\_2017/Documentos\\_DIEE\\_2017/Principales\\_Resultados\\_DIEE\\_2017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio_Empresas_2017/Documentos_DIEE_2017/Documentos_DIEE_2017/Principales_Resultados_DIEE_2017.pdf).
- [64] *Gestión del Riesgo de Crédito*, 2018. <https://nemesrisk.com/gestion-del-riesgo-de-credito-2/>.

# **Anexos**

## Anexo A

# Gráficos y estadísticos descriptivos de las variables

### A.1. Representación gráfica de las variables

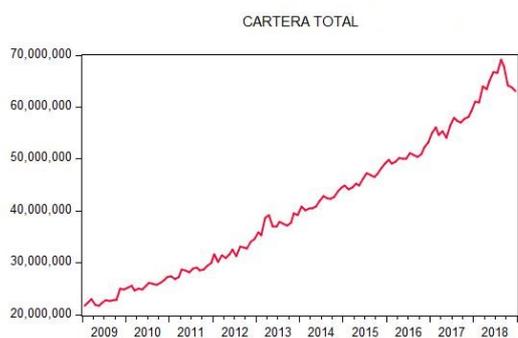


Figura A.1: Cartera Total

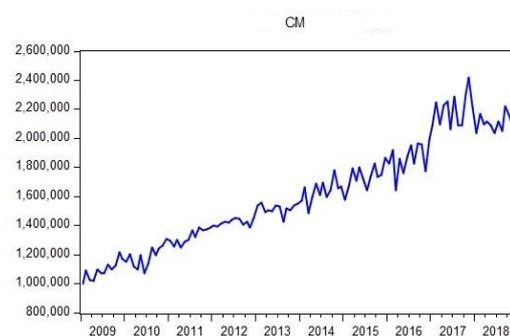


Figura A.2: Cartera en Mora

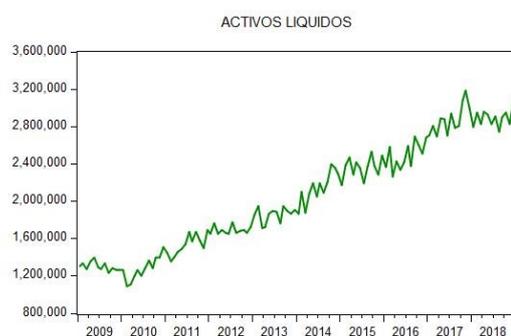


Figura A.3: Activos Líquidos

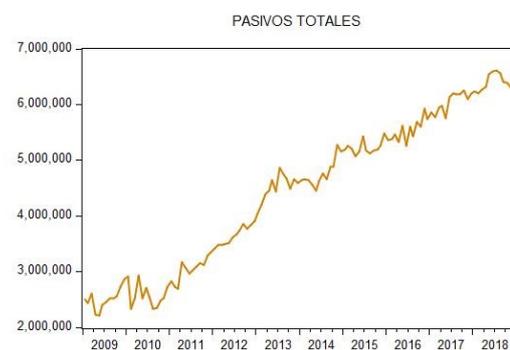
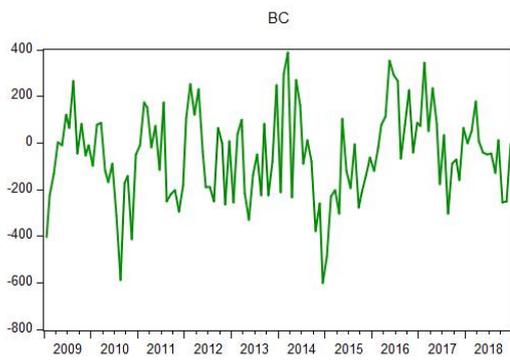
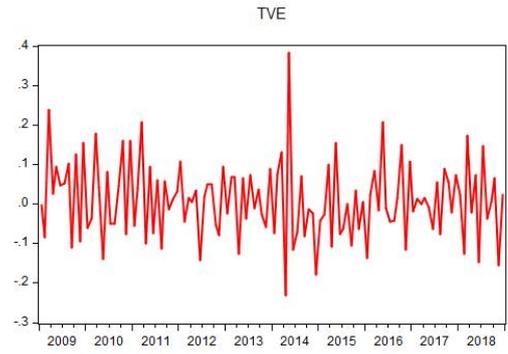


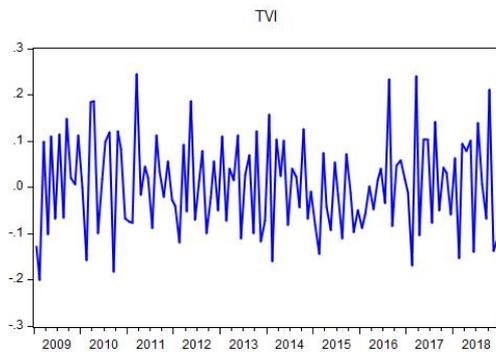
Figura A.4: Pasivos Totales



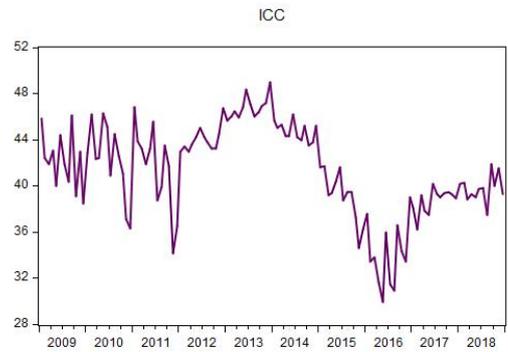
**Figura A.5:** Balanza Comercial



**Figura A.6:** Tasa de variación mensual de las exportaciones



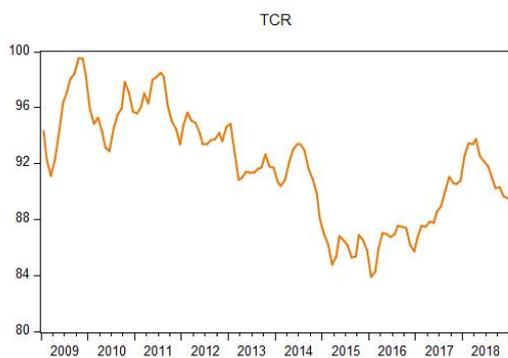
**Figura A.7:** Tasa de variación mensual de las importaciones



**Figura A.8:** Índice de confianza del consumidor



**Figura A.9:** Tasa de interés para el segmento de microcrédito minorista



**Figura A.10:** Índice de tipo de cambio real



Figura A.11: Rentabilidad del activo

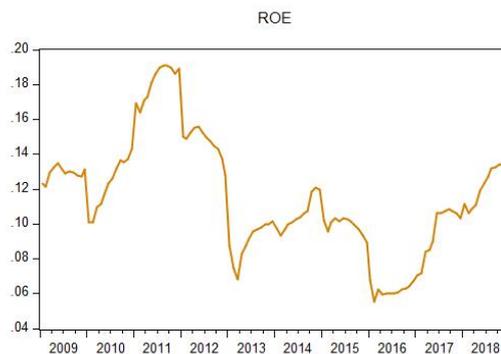


Figura A.12: Rentabilidad del patrimonio

## A.2. Estadísticos descriptivos para las variables de la entidad de microfinanzas

Estadístico	Cartera Total
Observaciones	120
Media	40721327.66
Mediana	39798854.84
Máximo	69219368.87
Mínimo	21723091.87
Desviación Estándar	13281530.22
Asimetría	0.337
Curtosis	2.001

Tabla A.1: Estadísticos Descriptivos de la Cartera Total. **Elaboración:** Autora.

Estadístico	Cartera en mora
Observaciones	120
Media	1610469.15
Mediana	1558249.43
Máximo	2421753.56
Mínimo	1001896.76
Desviación Estándar	362438.68
Asimetría	0.276
Curtosis	2.055

Tabla A.2: Estadísticos Descriptivos de la Cartera en Mora. **Elaboración:** Autora.

Estadístico	Activos Líquidos
Observaciones	120
Media	2043148.34
Mediana	1929516.84
Máximo	3186276.07
Mínimo	1093575.32
Desviación Estándar	585124.73
Asimetría	0.174
Curtosis	1.749

**Tabla A.3:** Estadísticos Descriptivos de los Activos Líquidos. **Elaboración:** Autora.

Estadístico	Pasivos Totales
Observaciones	120
Media	4429595.56
Mediana	4645847.75
Máximo	6620385.00
Mínimo	2215904.60
Desviación Estándar	1369082.89
Asimetría	-0.107
Curtosis	1.664

**Tabla A.4:** Estadísticos Descriptivos de los Pasivos Totales. **Elaboración:** Autora.

## Anexo B

# Análisis de las variables

### B.1. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4,706778	0,0002
Test critical values: 1 % level	-3,487550	
5 % level	-2,886509	
10 % level	-2,580163	

**Tabla B.1:** Prueba DFA para  $BC_t$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-18,17747	0,0000
Test critical values: 1 % level	-3,486064	
5 % level	-2,885863	
10 % level	-2,579818	

**Tabla B.2:** Prueba DFA para  $TVE_t$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10,98144	0,0000
Test critical values: 1 % level	-3,486551	
5 % level	-2,886074	
10 % level	-2,579931	

**Tabla B.3:** Prueba DFA para  $TVI_t$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13,83706	0,0000
Test critical values: 1 % level	-3,487046	
5 % level	-2,886290	
10 % level	-2,580046	

**Tabla B.4:** Prueba DFA para  $D(ICC_t)$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10,99287	0,0000
Test critical values: 1 % level	-3,486551	
5 % level	-2,886074	
10 % level	-2,579931	

**Tabla B.5:** Prueba DFA para  $D(TMM_t)$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7,399131	0,0000
Test critical values: 1 % level	-3,486551	
5 % level	-2,886074	
10 % level	-2,579931	

**Tabla B.6:** Prueba DFA para  $D(TCR_t)$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9,373937	0,0000
Test critical values: 1 % level	-3,486551	
5 % level	-2,886074	
10 % level	-2,579931	

**Tabla B.7:** Prueba DFA para  $D(ROA_t)$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8,714258	0,0000
Test critical values: 1 % level	-3,486551	
5 % level	-2,886074	
10 % level	-2,579931	

**Tabla B.8:** Prueba DFA para  $D(ROE_t)$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13,09013	0,0000
Test critical values: 1 % level	-3,487046	
5 % level	-2,886290	
10 % level	-2,580046	

**Tabla B.9:** Prueba DFA para  $D(RC_t)$

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3,577467	0,0076
Test critical values: 1 % level	-3,486551	
5 % level	-2,886074	
10 % level	-2,579931	

**Tabla B.10:** Prueba DFA para  $IL_t$

## B.2. Análisis de Causalidad

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(RC) does not Granger Cause IL	116	6,64456	0,0004
IL does not Granger Cause D(RC)		0,21182	0,8880
BC does not Granger Cause IL	117	1,94580	0,1264
IL does not Granger Cause BC		0,31832	0,8121
TVE does not Granger Cause IL	117	2,99843	0,0338
IL does not Granger Cause TVE		1,24915	0,2955
TVI does not Granger Cause IL	117	3,10683	0,0295
IL does not Granger Cause TVI		2,33092	0,0782
D(ICC) does not Granger Cause IL	116	0,64474	0,5879
IL does not Granger Cause D(ICC)		0,33008	0,8036
D(TMM) does not Granger Cause IL	116	1,05911	0,3696
IL does not Granger Cause D(TMM)		0,92579	0,4309
D(TCR) does not Granger Cause IL	116	1,03988	0,3780
IL does not Granger Cause D(TCR)		1,14929	0,3326
D(ROA) does not Granger Cause IL	116	2,23746	0,0880
IL does not Granger Cause D(ROA)		1,61350	0,1904
D(ROE) does not Granger Cause IL	116	3,98242	0,0098
IL does not Granger Cause D(ROE)		1,48495	0,2227
BC does not Granger Cause D(RC)	116	1,46848	0,2272
D(RC) does not Granger Cause BC		0,35204	0,7877
TVE does not Granger Cause D(RC)	116	4,17954	0,0077
D(RC) does not Granger Cause TVE		1,14945	0,3326

TVI does not Granger Cause D(RC)	116	3,50577	0,0178
D(RC) does not Granger Cause TVI		3,19207	0,0265
D(ICC) does not Granger Cause D(RC)	116	0,56904	0,6366
D(RC) does not Granger Cause D(ICC)		0,73159	0,5353
D(TMM) does not Granger Cause D(RC)	116	0,79109	0,5014
D(RC) does not Granger Cause D(TMM)		3,56280	0,0166
D(TCR) does not Granger Cause D(RC)	116	1,23766	0,2996
D(RC) does not Granger Cause D(TCR)		0,71132	0,5473
D(ROA) does not Granger Cause D(RC)	116	1,03717	0,3792
D(RC) does not Granger Cause D(ROA)		0,74444	0,5279
D(ROE) does not Granger Cause D(RC)	116	2,60943	0,0552
D(RC) does not Granger Cause D(ROE)		0,67217	0,5709
TVE does not Granger Cause BC	117	2,31735	0,0795
BC does not Granger Cause TVE		1,05707	0,3705
TVI does not Granger Cause BC	117	4,08965	0,0085
BC does not Granger Cause TVI		9,66943	1.E – 05
D(ICC) does not Granger Cause BC	116	1,40095	0,2465
BC does not Granger Cause D(ICC)		3,84266	0,0117
D(TMM) does not Granger Cause BC	116	0,76310	0,5171
BC does not Granger Cause D(TMM)		0,28119	0,8389
D(TCR) does not Granger Cause BC	116	2,18832	0,0935
BC does not Granger Cause D(TCR)		0,59206	0,6215
D(ROA) does not Granger Cause BC	116	1,76171	0,1588
BC does not Granger Cause D(ROA)		2,00960	0,1168
D(ROE) does not Granger Cause BC	116	2,02570	0,1145
BC does not Granger Cause D(ROE)		1,26591	0,2897
TVI does not Granger Cause TVE	117	3,47901	0,0184
TVE does not Granger Cause TVI		1,59972	0,1936
D(ICC) does not Granger Cause TVE	116	0,06246	0,9795
TVE does not Granger Cause D(ICC)		5,49673	0,0015
D(TMM) does not Granger Cause TVE	116	0,22581	0,8783
TVE does not Granger Cause D(TMM)		0,11703	0,9499
D(TCR) does not Granger Cause TVE	116	2,02274	0,1150
TVE does not Granger Cause D(TCR)		1,50324	0,2178

D(ROA) does not Granger Cause TVE	116	1,94132	0,1272
TVE does not Granger Cause D(ROA)		2,03420	0,1133
D(ROE) does not Granger Cause TVE	116	0,25344	0,8587
TVE does not Granger Cause D(ROE)		1,39616	0,2479
D(ICC) does not Granger Cause TVI	116	3,66736	0,0146
TVI does not Granger Cause D(ICC)		1,45574	0,2307
D(TMM) does not Granger Cause TVI	116	1,76120	0,1589
TVI does not Granger Cause D(TMM)		0,30507	0,8217
D(TCR) does not Granger Cause TVI	116	1,91176	0,1319
TVI does not Granger Cause D(TCR)		1,19798	0,3141
D(ROA) does not Granger Cause TVI	116	3,38507	0,0208
TVI does not Granger Cause D(ROA)		2,98095	0,0346
D(ROE) does not Granger Cause TVI	116	1,82154	0,1475
TVI does not Granger Cause D(ROE)		0,98023	0,4049
D(TMM) does not Granger Cause D(ICC)	116	0,79489	0,4993
D(ICC) does not Granger Cause D(TMM)		1,72332	0,1665
D(TCR) does not Granger Cause D(ICC)	116	0,76998	0,5132
D(ICC) does not Granger Cause D(TCR)		3,10711	0,0295
D(ROA) does not Granger Cause D(ICC)	116	0,06514	0,9782
D(ICC) does not Granger Cause D(ROA)		0,29027	0,8323
D(ROE) does not Granger Cause D(ICC)	116	0,18499	0,9064
D(ICC) does not Granger Cause D(ROE)		1,71170	0,1688
D(TCR) does not Granger Cause D(TMM)	116	1,02944	0,3826
D(TMM) does not Granger Cause D(TCR)		3,91503	0,0107
D(ROA) does not Granger Cause D(TMM)	116	0,53458	0,6595
D(TMM) does not Granger Cause D(ROA)		0,36298	0,7799
D(ROE) does not Granger Cause D(TMM)	116	0,18883	0,9038
D(TMM) does not Granger Cause D(ROE)		2,19837	0,0924
D(ROA) does not Granger Cause D(TCR)	116	0,65452	0,5818
D(TCR) does not Granger Cause D(ROA)		1,31942	0,2718
D(ROE) does not Granger Cause D(TCR)	116	0,83225	0,4789
D(TCR) does not Granger Cause D(ROE)		0,02234	0,9954
D(ROE) does not Granger Cause D(ROA)	116	1,98023	0,1212
D(ROA) does not Granger Cause D(ROE)		5,48436	0,0015

**Tabla B.11:** Prueba de causalidad de Granger para 3 retardos

### B.3. Matriz de Correlación

	BC	TVE	TVI	D(ICC)	D(TMM)	D(TCR)	D(ROA)	D(ROE)	D(RC)	IL
BC	1,000000									
TVE	0,467316	1,000000								
TVI	-0,193793	0,225219	1,000000							
D(ICC)	0,054285	-0,171397	-0,089043	1,000000						
D(TMM)	-0,106476	0,008751	0,216290	-0,133687	1,000000					
D(TCR)	0,249293	0,202782	0,112358	-0,059795	0,069163	1,000000				
D(ROA)	0,013707	-0,002244	0,209403	0,172388	0,086831	0,192265	1,000000			
D(ROE)	0,036705	0,062645	0,178652	0,021914	0,116077	0,123770	0,797539	1,000000		
D(RC)	0,049032	0,032869	-0,220007	0,022590	-0,040138	0,082017	-0,120050	-0,032059	1,000000	
IL	-0,059149	0,120516	-0,055054	-0,055069	0,023069	0,199234	0,122396	0,170175	-0,456388	1,000000

Tabla B.12: Matriz de correlación

## Anexo C

# Significancia estadística

### C.1. Prueba F

El estadístico F sirve para comprobar la significancia conjunta de las diferentes variables con sus respectivos retardos en el modelo VAR. Se realiza la prueba F para cada una de las variables endógenas, de la siguiente manera.

Sea el modelo AR(p)  $X_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i-1} + \dots + \beta_p X_{i-p}$ ,

las hipótesis son:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{p-1} = \beta_p = 0 \\ H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ para al menos un } j = 1, \dots, p \end{cases}$$

Al rechazar la hipótesis nula se concluye que al menos uno de los retardos contribuye significativamente a la variable endógena y al modelo.

La estadístico para la prueba asumiendo que la hipótesis nula es cierta se distribuye asintóticamente  $\chi^2$  con  $p$  grados de libertad. Se rechaza la hipótesis nula si el valor calculado del estadístico es mayor que el valor teórico de la distribución  $\chi^2(\alpha, p)$ .

### C.2. Prueba t

El estadístico t sirve para comprobar la significancia individual de las diferentes variables con sus respectivos retardos en el modelo VAR. Las hipótesis son:

$$\begin{cases} H_0 : b_j = 0 \\ H_1 : b_j \neq 0 \end{cases}$$

Bajo  $H_0$  el estadístico se distribuye asintóticamente  $t_{T-(p+1)}$  donde, T es el número de observaciones y p el número de coeficientes sin intercepto. Se rechaza la hipótesis nula si el valor calculado del estadístico es mayor al valor teórico de la distribución.