

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE LIQUIDEZ A TRAVÉS DEL VALOR EN RIESGO (VALUE AT RISK - VAR) PARA UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA PÚBLICA DEL ECUADOR

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

MARÍA ELISA ROMERO RENGIFO

meliss_83r@hotmail.com

DIRECTORA: ING. JEANETH TORRES OLMEDO, PhD(c).

jmtorreso@uce.edu.ec

CO-DIRECTORA: ING. MARCELA GUACHAMÍN GUERRA, MSc.

marcela.guachamin@epn.edu.ec

QUITO, SEPTIEMBRE 2022



DECLARACIÓN

Yo, María Elisa Romero Rengifo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Firmado electrónicamente por:
**MARIA ELISA
ROMERO
RENGIFO**

María Elisa Romero Rengifo

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por María Elisa Romero Rengifo, bajo nuestra supervisión.



Firmado electrónicamente por:
**JEANETH
MARGARITA TORRES
OLMEDO**

Ing. Jeaneth Torres Olmedo, PhD(c).
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Firmado digitalmente por
**MARCELA ELIZABETH GUACHAMIN
GUERRA**

Ing. Marcela Guachamín Guerra, MSc.
CO-DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

AGRADECIMIENTOS

Como no agradecer primero a Dios por permitirme culminar algo, que, para mí, se convirtió en un sueño difícil de alcanzar. A los artífices que me condujeron por este camino: mi madre Amparito Rengifo, mis hermanas María Elena y Amparito Alexandra, mi hermano Franklin, mi tía Julia y demás familiares y amigos que siempre con sus palabras me alentaron cuando más lo necesité.

A mí querida hija Victoria quien se ha convertido en el motor y la razón de mi existir, a María José mi hermana que la considero una hija más y a mi compañero de vida Christian, quienes con su amor, apoyo y comprensión incondicional me han brindado la fortaleza necesaria para enfrentar las adversidades en este camino.

Agradezco de manera especial a mi directora Jeaneth Torres por confiar en mí y brindarme la oportunidad de cumplir este objetivo, más que una guía y una excelente profesional, es alguien a quien admiro, la considero una amiga que ha estado presente en todo este proceso.

A Silvia González y Verónica Garrido grandes amigas de muchos años mi gratitud a ustedes por ser parte de este trabajo.

A Marcela Guachamín, por el apoyo y acompañamiento brindado en la consecución de este objetivo.

Finalmente, agradezco infinitamente a mi papito Henry Romero Cisneros quien desde el cielo seguramente debe estar muy feliz por mí, muchas gracias por tanto, me hace mucha falta lo amaré siempre.

DEDICATORIA

*A mis padres Henry y Amparito,
a mis hermanitas.*

*A mi esposo Christian,
a mi hija Victoria
quienes son el soporte de mi vida.*

*A todas las personas que intervinieron
directa e indirectamente para su realización.*

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1	
INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.3 HIPÓTESIS DE TRABAJO	8
1.4 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	8
1.5 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	12
1.6 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	14
1.7 METODOLOGÍA.....	16
CAPÍTULO 2	
MARCO TEÓRICO	20
2.1 DEFINICIONES GENERALES.....	20
2.1.1 CONTEXTO HISTÓRICO DEL CONTROL DE LA LIQUIDEZ DE LAS INSTITUCIONES DEL SISTEMA FINANCIERO	22
2.1.2 ACUERDO DE BASILEA.....	24
2.1.3 VALOR EN RIESGO.....	29
2.2 MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DEL VaR.....	32
2.2.1 VaR UNIVARIANTE	32
2.2.2 VaR MULTIVARIANTE (DE PORTAFOLIO).....	36
2.2.3 MODELOS IGARCH	38
2.3 COLAS GRUESAS	40
2.3.1 DISTRIBUCIÓN T-STUDENT	41
CAPÍTULO 3	
MEDIDA DEL RIESGO ESTRUCTURAL A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DEL VaR	44

3.1	ANÁLISIS RESPECTO A LAS FUENTES DE FONDEO.....	47
3.2	EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA VaR.....	48
3.2.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS.....	49
3.2.2	DEFINICIÓN DEL NIVEL DE CONFIANZA Y HORIZONTE DE TIEMPO	50
3.2.3	ESTIMACIÓN POR EL MÉTODO PARAMÉTRICO	51
3.2.4	ESTIMACIÓN POR SIMULACIÓN HISTÓRICA	53
3.2.5	ESTIMACIÓN A TRAVÉS DE MODELOS DE VARIANZA CONDICIONAL. IGARCH.....	55
CAPÍTULO 4		
	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	58
4.1	RESULTADOS MODELO VARIANZAS – COVARIANZAS.....	58
4.1.1	CUMPLIMIENTO DE REGULACIONES DE LA SB PARA EL MODELO DE VARIANZAS – COVARIANZAS	59
4.1.2	BACKTESTING DEL MODELO DE VARIANZAS - COVARIANZAS	62
4.2	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HISTÓRICA	64
4.2.1	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA PARA LA SIMULACIÓN HISTÓRICA.....	64
4.2.2	BACKTESTING DE LA SIMULACIÓN HISTÓRICA	66
4.3	RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN POR MODELOS IGARCH.....	68
4.3.1	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS DE LA SB PARA LA ESTIMACIÓN POR SERIES TEMPORALES.....	69
4.3.2	BACKTESTING DE LA ESTIMACIÓN POR SERIES TEMPORALES.....	70
4.4	SELECCIÓN DE LA MEJOR ESTIMACIÓN	72
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	83
	ANEXO A. CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL VaR	83
	ANEXO B. ESTIMACIÓN DEL MODELO IGARCH.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cumplimiento del indicador de liquidez de segunda línea por la IFP.....	44
Tabla 2. Diferencia entre la estimación del VaR y valores reales.....	45
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de los retornos del total para diferentes horizontes de tiempo	49
Tabla 4. Estadísticos descriptivos y prueba de normalidad de retornos de las cuentas utilizadas	58
Tabla 5. Cumplimiento del indicador de primera línea para el método de varianzas - covarianzas.....	60
Tabla 6. Cumplimiento del indicador de segunda línea para el método de varianzas - covarianzas.....	61
Tabla 7. Cumplimiento del indicador mínimo de liquidez para el método de varianzas - covarianzas.....	61
Tabla 8. Comparación del VaR y pérdida real (en millones de dólares) por horizonte de tiempo para el modelo de varianzas - covarianzas.....	62
Tabla 9. Porcentaje del exceso al VaR respecto al monto de pérdida o ganancia real para el modelo de varianzas - covarianzas.....	63
Tabla 10. Cumplimiento del indicador de liquidez de primera línea para la simulación histórica	64
Tabla 11. Cumplimiento del indicador de liquidez de segunda línea para la simulación histórica.....	65
Tabla 12. Cumplimiento del indicador mínimo de liquidez para la simulación histórica.....	66
Tabla 13. Comparación VaR y pérdida real (en millones de dólares) por horizonte de tiempo para la simulación histórica.....	67
Tabla 14. Porcentaje del exceso al VaR respecto al monto de pérdida o ganancia real para la simulación histórica.....	68
Tabla 15. Cumplimiento del indicador de liquidez de primera línea para la estimación IGARCH.....	69
Tabla 16. Cumplimiento del indicador de liquidez de segunda línea para la estimación IGARCH.....	69
Tabla 17. Cumplimiento del indicador mínimo de liquidez para la estimación IGARCH.....	70
Tabla 18. Comparación del VaR y pérdida real (en millones de dólares) por horizonte de tiempo para la estimación por IGARCH.....	71
Tabla 19. Porcentaje del exceso del VaR respecto al monto de pérdida o ganancia real para la estimación por IGARCH.....	71
Tabla 20. Comparación de las estimaciones del VaR por los métodos histórico e IGARCH para un horizonte de 10 días.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Histograma de los rendimientos del total en 10 días	52
Figura 2. Comparación del VaR por estimación paramétrica para los horizontes de tiempo considerados	53
Figura 3. Comparación del VaR por simulación histórica para los horizontes de tiempo considerados	55
Figura 4. Comparación del VaR por estimación de series temporales para los horizontes de tiempo considerados	56
Figura 5. Pérdidas/Ganancias vs VaR por simulación histórica en 10 días	73
Figura 6. Pérdidas/Ganancias vs VaR por modelo IGARCH en 10 días	74

RESUMEN

La Superintendencia de Bancos del Ecuador (SB) es la institución que tiene como objetivo el cuidar la estabilidad del sistema financiero ecuatoriano y da los lineamientos para el cálculo del Valor en Riesgo (VaR, por sus siglas en inglés) dentro de la metodología de la Liquidez Estructural; esta metodología considera las recomendaciones dictadas por el Comité de Basilea para cubrir los requerimientos de capital en caso de una pérdida que se podría tener a un cierto nivel de confianza, con un horizonte temporal dado y bajo condiciones normales de mercado.

En este proyecto se ha considerado una institución financiera pública que entre los años 2011 y 2017 no ha cumplido con los requerimientos de los indicadores de liquidez de segunda línea y el indicador mínimo de liquidez, debido a que el horizonte definido por la SB no se ajusta a la realidad institucional y las fuentes de fondeo son diferentes a las que se tienen para la banca privada que es hacia donde está orientada la normativa.

Por esta razón, se realiza una estimación del VaR considerando dos horizontes de tiempo adicionales a los planteados por la SB y tres metodologías para realizar el cálculo (método de varianzas – covarianzas, simulación histórica y Modelos de series temporales con varianza persistente (IGARCH)). Se ha encontrado que se tiene una mejora de alrededor de 40 puntos porcentuales (pp) si se considera un horizonte de 10 días y un nivel de confianza del 95% con respecto a lo que actualmente reporta la institución financiera al ente de control, tomando la metodología de simulación histórica para el cálculo.

Palabras claves: Riesgo de Liquidez, Valor en Riesgo, Backtesting, Fuentes de Fondeo, Comité de Basilea.

ABSTRACT

The Superintendence of Banks of Ecuador (SB) is the institution that aims to take care of the structure of the ecuadorian financial system and the guidelines for the calculation of value at risk (VaR) within the methodology's Structural Liquidity; this methodology contains the recommendations for the Basel Committee to cover the capital requirements in case of a loss that may have a certain level of confidence, with a given time limit and under normal market conditions.

This project has been considered a public financial institution that between 2011 and 2017 has not complied with the requirements of the liquidity indicators of the second line and the minimum liquidity indicator, because the horizon defined by the SB does not adjust to the institutional reality and the sources of funding are different from those for private banking, which is where the regulations are oriented.

For this reason, the VaR is estimated with two additional time horizons and three methods to perform the calculation (covariances, historical simulation and Time series models with persistent variance (IGARCH)). It has been found to have an improvement of around 40 pp if a horizon of 10 days and a confidence level of 95% is considered with respect to what is currently reported by financial institution to SB, with the historical simulation methodology for the calculation.

Keywords: Liquidity Risk, Value at Risk, Backtesting, Funding Sources, Basel Committee.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El comité de Basilea es la autoridad internacional en supervisión bancaria y como tal, sugiere que las instituciones financieras calculen sus propios requerimientos de capital para cubrir su riesgo a través de la utilización del Valor en Riesgo (VaR, por sus siglas en inglés), como medida para determinar la peor pérdida que se podría enfrentar a un nivel de confianza dado a un horizonte temporal determinado, bajo condiciones normales de mercado (Basilea, 2006). En el Ecuador, la Superintendencia de Bancos del Ecuador (SB) es el ente encargado de la supervisión de la estabilidad del sistema financiero ecuatoriano (Ley General de Instituciones del Sistema Financiero, art. 1, 2012); esta institución ha implementado al VaR como parte de la metodología de estimación de la Liquidez Estructural.

Adicionalmente, la SB, en el Libro 1. Normas Generales para las Instituciones del Sistema Financiero, Título X, Capítulo VI, Artículo 4; establece que “para el cálculo de la volatilidad para la liquidez estructural se utilizarán variaciones porcentuales de los saldos de los últimos noventa (90) días, con un intervalo de treinta (30) días, para cada una de las fuentes de fondeo”. (2003. p.668)

También, la SB establece que el índice estructural de liquidez estará reflejado en dos niveles que serán identificados como de primera y de segunda línea:

El de primera línea deberá ser siempre mayor a dos (2) veces la volatilidad promedio ponderada de las principales fuentes de fondeo de cada institución, mientras que el de

segunda línea deberá ser siempre mayor a dos puntos cinco (2.5) veces la volatilidad promedio ponderada de las principales fuentes de fondeo.

Adicionalmente, los activos líquidos de segunda línea no podrán ser menores del 50% de los cien (100) mayores depositantes que mantenga la institución con plazos hasta de noventa (90) días, de tal manera que el índice estructural de liquidez mínimo que deberá mantener la institución será el valor mayor de la relación entre los activos líquidos requeridos para cubrir la volatilidad de dos punto cinco (2.5) veces o el monto necesario para cubrir el 50% de sus mayores captaciones con plazos hasta de noventa (90) días, sobre sus pasivos exigibles de corto plazo. (Sustituido con resolución No JB-2003-587 de 21 de octubre del 2003). (2003, p. 667)

Las instituciones financieras públicas para determinar el requerimiento de liquidez dado por el 50% de los cien (100) mayores depositantes que mantenga la institución con plazos de hasta noventa (90) días, utilizarán el indicador HH (Herfindahl & Hirschman) sobre la totalidad de los depósitos a plazo (cuenta 2103) excluido el Banco Central del Ecuador. Si los resultados de este indicador son:

- Mayor al 18%, el requerimiento de liquidez mínimo estará dado por el 50% de los cien (100) mayores depositantes que mantenga la institución con plazos de hasta noventa (90) días, excluyendo los depósitos del Banco Central del Ecuador.

- Menor o igual al 18%, el requerimiento de liquidez mínimo estará dado por el mayor valor de la relación entre la volatilidad absoluta de 2.5 veces y el monto necesario

para cubrir el 50% de sus mayores captaciones con plazos de hasta noventa (90) días, excluyendo los depósitos del Banco Central del Ecuador. (2003, p.668)

Según el instructivo de la SB, se calculan los indicadores estructurales de liquidez en base a la técnica de valor en riesgo (VaR), para el cálculo de la volatilidad se consideran las siguientes fuentes de fondeo:

- Depósitos a la vista
- Ejecución presupuestaria
- Depósitos de ahorro
- Depósitos a plazo
- Depósitos en garantía
- Obligaciones con instituciones financieras del país
- Obligaciones con instituciones financieras del exterior
- Obligaciones con entidades del grupo financiero en el exterior.

En el presente proyecto se analiza una institución financiera pública; esta presentó los siguientes índices estructurales de liquidez para el periodo comprendido entre el 26 al 30 de septiembre de 2016: el indicador promedio de liquidez de primera línea se ubicó en 24,84% siendo superior a la volatilidad promedio ponderada de fuentes de fondeo que fue de 1,17%, evidenciando el cumplimiento para la liquidez de primera línea; mientras que, el indicador promedio de liquidez de segunda línea se ubicó en 23,06% y la volatilidad de fuentes promedio ponderada de segunda línea fue de 1,47%, a su vez el indicador mínimo de liquidez requerido fue de 10,06%; dando cumplimiento a lo estipulado por la normativa.

Es importante mencionar que para el tercer trimestre de 2016 (julio, agosto y septiembre) la institución financiera cumplió con el indicador de liquidez de primera y segunda línea. Se considera también que esta institución mantenía la autorización de exclusión del cálculo del indicador mínimo de liquidez por concentración hasta que se estableciera una metodología propia aprobada y autorizada por la Superintendencia de Bancos del Ecuador desde febrero de 2012, a partir de la segunda semana del mes de abril 2015 la entidad de control observó la no aplicación del cálculo según lo establecido en una Resolución, por lo que a partir de esta fecha se presentaron incumplimientos normativos al indicador mínimo de liquidez de la institución. Por ello, la institución financiera el 31 de mayo de 2016 puso en conocimiento para aprobación de la Superintendencia de Bancos, una propuesta de metodología de medición de liquidez (Class International Rating, 2016).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La formulación del proyecto se resume a través de la siguiente pregunta que se espera responder:

- ¿Es adecuada la metodología de la SB para el cálculo del VaR de la institución financiera pública de análisis?

Con el antecedente de que la institución financiera incumple en varios de los indicadores de segunda línea, principalmente, cabe sistematizar algunas preguntas que sirvan de guía al proyecto:

- ¿El espacio temporal (90 días) es adecuado para todas las instituciones financieras públicas?

- ¿Las fuentes de fondeo determinan la manera de calcular el VaR de manera diferente, dependiendo de la institución financiera en la que se desee hacer el cálculo?

Debido a que la metodología con la que se estima los indicadores de liquidez es, en general, confidencial, en este proyecto se propone una metodología propia para el cálculo correspondiente a la medición de liquidez basado en la metodología del VaR que, como ya se dijo, corresponde a una medida del riesgo de liquidez.

El VaR puede ser utilizado por instituciones financieras para valorar su riesgo o por un ente regulador como parte de un conjunto de requerimientos marginales. En cualquier caso, el VaR es usado para asegurar que la institución puede seguir en funcionamiento luego de un evento catastrófico (Tsay, 2005).

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo general de la investigación es:

Determinar una metodología adecuada para el cálculo del VaR, para que la institución financiera pública del Ecuador cumpla con los requerimientos del ente regulador.

Los objetivos específicos planteados en este proyecto son:

- Calcular el VaR bajo el método histórico (no paramétrico) que mejor explique los datos de una institución financiera pública del Ecuador.
- Calcular el VaR bajo el método paramétrico adecuado para los datos de una institución financiera pública del Ecuador.
- Obtener una metodología óptima a partir de los resultados de cálculo por los métodos planteados y determinar el cumplimiento de la normativa de la SB.

1.3 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Dentro de este proyecto se plantea la siguiente hipótesis:

La definición de la metodología del cálculo del VaR permite que la institución financiera de referencia en este proyecto cumpla con los requerimientos del ente regulador en cuanto a los índices de riesgo financiero se refiere.

1.4 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La institución financiera considerada dentro de este proyecto, presentó índices estructurales de liquidez para el periodo comprendido entre el 26 al 30 de septiembre de 2016, el indicador promedio de liquidez de primera línea se ubicó en 24,84% siendo superior a la volatilidad promedio ponderada de fuentes de fondeo que fue de 1,17%, evidenciando el cumplimiento para la liquidez de primera línea; mientras que el indicador promedio de liquidez de segunda línea se ubicó en 23,06% y la volatilidad de fuentes promedio ponderada de segunda línea fue de 1,47%, a su vez el indicador mínimo de liquidez requerido fue de 10,06%; dando cumplimiento a lo estipulado por la normativa.

Es importante mencionar que para el tercer trimestre de 2016 (julio, agosto y septiembre) la institución financiera cumplió con el indicador de liquidez de primera y segunda línea. Se considera también que esta institución mantenía la autorización de exclusión del cálculo del indicador mínimo de liquidez por concentración hasta que se estableciera una metodología propia aprobada y autorizada por la Superintendencia de Bancos desde febrero de 2012, a partir de la segunda semana del mes de abril 2015 la entidad de control observó la no aplicación del

cálculo según lo establecido en una Resolución, por lo que a partir de esta fecha se presentaron incumplimientos normativos al indicador mínimo de liquidez de la institución.

Por ello, la institución financiera el 31 de mayo de 2016 puso en conocimiento para aprobación de la Superintendencia de Bancos, una propuesta de metodología de medición de liquidez (Class International Rating, 2016).

Adicionalmente, es necesario considerar que la dinámica de las instituciones financieras entre públicas y privadas es diferente por las fuentes de fondeo que tiene cada una. Más aún entre las mismas instituciones públicas existen diferencias de acuerdo al fin para el que fueron creadas; por ejemplo:

- Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (BIESS): Acorde a la Ley del BIESS, sus funciones más preponderantes son, entre otras, brindar los distintos servicios financieros como créditos hipotecarios, prendarios y quirografarios, así como también, operaciones de redescuento de cartera hipotecaria de instituciones financieras y otros servicios financieros a favor de los afiliados y jubilados del IESS, mediante operaciones directas o a través del sistema financiero nacional (Suplemento de Ley de Creación del BIESS, Publicada en el Registro Oficial 587, Mayo 2009).

Del mismo cuerpo legal mencionado en el párrafo anterior, se tiene que otras funciones del Banco son las inversiones, que se encaminan a través de los instrumentos que ofrece el mercado de valores para el financiamiento a largo plazo de proyectos públicos y privados, productivos y de infraestructura que generen rentabilidad financiera, valor agregado y nuevas fuentes de empleo, así como también inversiones en títulos de renta fija o variable a través de del mercado primario y secundario.

Por tanto, esta institución financiera tiene un sistema de fondeo diverso y que no puede ser equiparado con los movimientos de la banca privada; es decir, no recibe depósitos, no tiene una ejecución presupuestaria dada por el Ministerio de Finanzas, no tiene depósitos de ahorro (fondos de reserva de los afiliados), ni depósitos en garantía, etc.

- **BANECUADOR:** Es un banco propiamente dicho el cuál interactúa con ciudadanos, organizaciones comunitarias, PYMES, entre otras. Por tanto, sus fuentes de fondeo y por consiguiente el cálculo del VaR se lo realiza de manera tradicional como para cualquier institución financiera privada.

- **Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE):** El nombre actual del “Banco de Desarrollo del Ecuador B.P.” de acuerdo al decreto ejecutivo No. 867 del 30 de diciembre del 2015, anteriormente llamado “Banco del Estado” (BEDE). El BDE según el artículo segundo de la Ley Estatutaria del Banco de Desarrollo del Ecuador S.A., expedida en 1979, la cual establece que “El objetivo del BEDE (hoy BDE) es financiar programas, proyectos, obras y servicios del sector público, tales como Ministerios, Municipios, Consejos Provinciales, etc., que se relacionen con el desarrollo económico nacional”.

Por tanto, las fuentes de fondeo de esta entidad vienen definidas dentro del presupuesto nacional del estado y su actividad está enfocada en los proyectos de servicios de los GAD locales.

Por otro lado, la institución financiera considerada dentro de este proyecto tiene su acción institucional enmarcada dentro de los lineamientos de los programas del Gobierno Nacional dirigidos a la estabilización y dinamización económica convirtiéndose en un agente decisivo

para la consecución de las reformas emprendidas. Además, busca consolidar su actividad crediticia con el sector productivo con especial atención a la micro y pequeña empresa apoyándoles adicionalmente en programas de capacitación, asistencia técnica y firma de convenios interinstitucionales para el fomento productivo buscando mejorar y resaltar la gestión empresarial como fuente de competitividad a mediano y largo plazo.

Por tanto, la metodología de cálculo del VaR de las otras instituciones financieras públicas no se puede utilizar como referencia para la institución en análisis. Además, debido a que la metodología con la que se estima los indicadores de liquidez es, en general, confidencial, en este proyecto se propone una metodología propia para el cálculo de la medición de liquidez basado en la metodología del VaR que, como ya se dijo, corresponde a una medida del riesgo de liquidez.

El VaR puede ser utilizado por instituciones financieras para valorar su riesgo o por un ente regulador como parte de un conjunto de requerimientos marginales. En cualquier caso, el VaR es usado para asegurar que la institución puede seguir en funcionamiento luego de un evento catastrófico (Tsay, 2005).

Existen varias aproximaciones metodológicas para la estimación del VAR que, básicamente, se clasifican en:

- i) La simulación histórica o aproximación no-paramétrica
- ii) Aproximación por medio de la matriz de varianzas y covarianzas o aproximación paramétrica
- iii) La simulación por Montecarlo.

En este proyecto se considera dos aproximaciones dentro de la metodología de cálculo; un método de simulación histórica basado en un modelo de volatilidad condicional de series

temporales denominado ARCH (Auto Regressive Conditional Heteroscedastic Model) o alguna de sus generalizaciones (GARCH, TARCH, IGARCH, PARCH, etc.); y, otro método paramétrico utilizando la matriz de varianzas covarianzas denominado Delta-Normal. El mejor modelo dependerá del análisis descriptivo de los datos y el análisis previo a la modelación.

1.5 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para la medición del VaR se realiza la elección de dos factores cuantitativos: el horizonte de tiempo y el nivel de confianza, ambos fijos pero arbitrarios. Por ejemplo, el enfoque de modelo interno del Comité de Basilea (2001) define un intervalo de confianza del 99 por ciento sobre 10 días. El VaR resultante entonces se multiplica por un factor de seguridad de 3 para proporcionar el requerimiento de capital mínimo para propósitos regulatorios. El Comité de Basilea, probablemente, eligió un período de 10 días porque refleja la interrelación entre los costos de un seguimiento frecuente y los beneficios de la detección temprana de problemas potenciales.

“Desde el punto de vista de los usuarios, el horizonte puede ser determinado por la naturaleza del portafolio, los grandes bancos comerciales reportan su VaR operativo sobre un horizonte diario” (Jerez, 2009, pág. 26). Como recomendación de la metodología de RiskMetrics desarrollado por J. P. Morgan (Longerstaey y More, 1995) a causa del gran volumen de transacciones en sus portafolios. En contraste, los portafolios de inversión, tales como los fondos de pensión, generalmente ajustan sus exposiciones al riesgo de manera más lenta, razón por la cual generalmente se elige un horizonte de un mes (e incluso un año) para propósitos de inversión (De Miguel, J., Miranda, F., Pallas, J., & Peraza, C., 2002).

“El período más largo requerido para una liquidación ordenada del portafolio, el horizonte deberá estar relacionado con la liquidez de los valores, definida en términos del tiempo requerido para volúmenes normales de transacción” (Jerez, 2009, pág. 27).

Como se mencionó en la justificación teórica, existen tres métodos para la estimación del VaR; en este trabajo se propone utilizar dos métodos: Delta-Normal y la Estimación histórica, esto debido a:

- a. El método Delta-Normal supone que el rendimiento de los activos está distribuido normalmente y; por tanto, el rendimiento del portafolio sigue la misma distribución. Además, con esta técnica el portafolio se valora una sola vez al precio actual y su implementación es bastante sencilla e inicia con el cálculo de la matriz de varianza del portafolio (Morera, 2002).
- b. La estimación histórica se realiza con la cartera actual aplicando los cambios de precios y rendimientos que se han dado en el período seleccionado. Esta estimación no depende del cálculo de correlaciones ni volatilidades, ya que éstas se calculan implícitamente al utilizar la información histórica (Minnich, 1998).
- c. Se deja de lado la simulación de Monte-Carlo ya que este método depende de la distribución de probabilidad asumida para las variables relevantes y la estimación de los parámetros; esto requiere un conocimiento amplio y a detalle del desenvolvimiento del portafolio (Morera, 2002).

En este sentido se debe mencionar que, debido a la naturaleza del método, no proporciona la decisión a tomar, sino que resuelve el problema de acuerdo a las condiciones iniciales (hipótesis) definidas; lo que implica que si las hipótesis planteadas no tienen la suficiente cercanía a la solución local del problema, la simulación no converge a la solución y por tanto, puede llevar a conclusiones erróneas sobre la estimación realizada.

Por tanto, como ya se dijo anteriormente, es una disposición regulatoria que se utilice el VaR como medida de riesgo estructural, en este proyecto se determinará el método que mejor se ajuste a la dinámica de la operación de la institución financiera pública y los parámetros para los cuales es adecuada su medición.

1.6 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El desarrollo y cálculo de la metodología VaR asegura que el riesgo sea medido de manera adecuada para las instituciones financieras (Comité Basilea II), por tanto, este proyecto busca dar soporte y apoyo a la institución financiera pública en análisis, para que pueda cumplir con los requerimientos de los índices de riesgo financiero que son solicitados por la SB como ente de control. En este sentido, del análisis realizado a la normativa y a los resultados del índice de liquidez estructural de la institución financiera pública, se puede resaltar lo siguiente:

- En la normativa actual para el cálculo de la volatilidad de las fuentes de fondeo se toman los saldos totales de cada cuenta; mientras que, para los denominadores de primera y segunda línea, se escogen sub - cuentas que, si bien son parte de las fuentes de fondeo,

no se consideran los saldos totales para el denominador. Por lo tanto, es una desventaja desde el punto de vista matemático la relación numerador (primera o segunda línea) sobre volatilidad de las fuentes de fondeo frente al índice de liquidez.

En relación con lo antes mencionado, debido a que las fuentes de fondeo de la institución financiera pública tienen vencimiento cierto, los principales inversionistas son instituciones públicas cuya probabilidad de pre-cancelación es casi nula y el vencimiento es a largo plazo (más de 360 días), el hecho de incluir el saldo total de los depósitos a plazo dentro del denominador de segunda línea impacta negativamente en el indicador de liquidez reduciéndolo. Por tanto, es necesario considerar como parte del denominador únicamente los depósitos a plazo hasta 360 días como lo que sucede con las obligaciones financieras que únicamente se incluyen las de vencimiento hasta 360 días.

Para el cálculo del indicador mínimo de liquidez en el caso de la institución financiera pública, en general, se considera como mayor requerimiento el que se obtiene por la volatilidad absoluta (2.5 veces la volatilidad de las fuentes de fondeo por el saldo total de las fuentes de fondeo para ser dividida para el denominador de segunda línea); por lo que, el indicador mínimo de liquidez es mayor al indicador de liquidez de segunda línea en la mayoría de los casos. Esto genera un error al comparar los criterios de riesgo estructural.

- La metodología para calcular la volatilidad de las fuentes de fondeo, propuesta por la SB se puede complementar con las metodologías VaR existentes como lo son: el VaR histórico, VaR paramétrico o la simulación Monte Carlo, de acuerdo con el perfil

financiero de cada institución. La decisión sobre la utilización de una u otra metodología presenta una mayor amplitud de posibilidades tanto para el supervisor, como para las entidades reguladas de cara a aplicar aquella que mejor se ajuste a sus realidades particulares.

Este proyecto permite tener una estimación alterna de los índices de riesgo calculados actualmente por la institución financiera y la mejora continua de las estimaciones y mejor presentación de resultados. Además, como ya se dijo, se compararán dos metodologías para poder obtener la mejor estimación del riesgo estructural del portafolio.

1.7 METODOLOGÍA

La institución financiera, analizada en este proyecto, debido a su estructura y la naturaleza de las fuentes de fondeo (principalmente los ingresos provenientes del Banco Central del Ecuador, BCE, del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, IESS; entre otras instituciones públicas y privadas) no permiten una mayor diversificación de los pasivos; por tanto, cualquier variación positiva o negativa, especialmente en depósitos a plazo fijo, elevan la volatilidad y el cambio se mantiene durante al menos tres meses, que es la serie histórica considerada para el cálculo de la volatilidad que se utilizará en el VaR. Este hecho implica que los lineamientos estipulados por la SB no pueden ajustarse a la realidad institucional ya que los recursos que se captan por parte de Estado son estables a lo largo del tiempo de posición y la probabilidad de que se haga una pre-cancelación es, prácticamente nula; además, al ser una entrada de efectivo a largo plazo (más de 360 días), no se debe aumentar el requerimiento de activos líquidos netos, aunque si se consideran sus salidas o pagos, según corresponda. En este sentido, la institución

financiera incumple con los parámetros aceptables definidos por la SB; por lo que, es necesario proponer una nueva metodología de cálculo del VaR que se ajuste a la realidad institucional y que pueda ser evaluada por el ente de control.

El desarrollo y cálculo de la metodología VaR asegura que el riesgo sea medido de manera adecuada para las instituciones financieras (Comité Basilea II), por tanto, este proyecto da soporte y apoyo a la institución financiera pública en análisis, para que pueda cumplir con los requerimientos de los índices de riesgo financiero que son solicitados por la SB como ente de control. En este sentido, del análisis realizado a la normativa y a los resultados del índice de liquidez estructural de la institución financiera pública, se puede resaltar lo siguiente:

En la normativa actual para el cálculo de la volatilidad de las fuentes de fondeo se toman los saldos totales de cada cuenta; mientras que, para los denominadores de primera y segunda línea, se escogen sub - cuentas que, si bien son parte de las fuentes de fondeo, no se consideran los saldos totales para el denominador. Por lo tanto, es una desventaja desde el punto de vista matemático la relación numerador (primera o segunda línea) sobre volatilidad de las fuentes de fondeo frente al índice de liquidez.

Por tanto, es necesario considerar como parte del denominador únicamente los depósitos a plazo hasta 360 días como lo que sucede con las obligaciones financieras que únicamente se incluyen las de vencimiento hasta 360 días.

Para el cálculo del indicador mínimo de liquidez en el caso de la institución financiera pública, en general, se considera como mayor requerimiento el que se obtiene por la volatilidad absoluta (2.5 veces la volatilidad de las fuentes de fondeo por el saldo total de las fuentes de fondeo para ser dividida para el denominador de segunda línea); por lo que, el indicador mínimo

de liquidez es mayor al indicador de liquidez de segunda línea en la mayoría de los casos. Esto genera un error al comparar los criterios de riesgo estructural.

La metodología para calcular la volatilidad de las fuentes de fondeo, propuesta por la SB se puede complementar con las metodologías VaR existentes como lo son: el VaR histórico, VaR paramétrico o la simulación Monte Carlo, de acuerdo al perfil financiero de cada institución. La decisión sobre la utilización de una u otra metodología presenta una mayor amplitud de posibilidades tanto para el supervisor, como para las entidades reguladas de cara a aplicar aquella que mejor se ajuste a sus realidades particulares.

El proyecto permite tener una estimación alterna de los índices de riesgo calculados actualmente por la institución financiera y permitirá la mejora continua de las estimaciones y mejor presentación de resultados.

En el Capítulo 2 de este trabajo se presentan las definiciones básicas y necesarias para comprender el riesgo de liquidez, el cálculo del VaR, fuentes de fondeo, entre otros conceptos importantes. Por otro lado, se presentan las técnicas estadísticas a utilizarse, primero el Auto Regressive Conditional Heteroscedastic Model (ARCH y sus generalizaciones: GARCH, e IGARCH), que permite modelar la volatilidad de las series temporales formadas por los indicadores. Luego, el método paramétrico denominado Delta – Normal, que considera la matriz de varianzas – covarianzas para la estimación del riesgo estructural.

En el Capítulo 3 se desarrolla la construcción y estimación del VaR con las metodologías detalladas en el Capítulo 2 para determinar cuál de ellas es la que mejor estimación provee y determinar si los períodos de análisis del VaR son los adecuados.

En el capítulo 4 se presentan los resultados de las metodologías aplicadas y se presenta la comparación de las dos metodologías y la elección de la más adecuada para la institución financiera en análisis.

Luego en la sección de Conclusiones y Recomendaciones, se exponen los principales aportes del trabajo y los posibles temas de investigación para continuarlo, de manera que puedan contribuir a conocer las dificultades encontradas en el desarrollo de este trabajo y mejorar la metodología para la estimación del VaR.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 DEFINICIONES GENERALES

En el Ecuador existe el Sistema Financiero Nacional (SFN), que es el conjunto de instituciones financieras reguladas por la Superintendencia de Bancos (SB) y la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS)¹. A través del SFN se canaliza el desarrollo de transacciones entre individuos (personas, empresas, organizaciones y entre ellas) que impliquen el uso de alguna forma de moneda (dinero); es decir, captan recursos financieros del público para obtener fondos con el fin de utilizarlos en operaciones de crédito o de inversión. Dentro del sistema financiero se encuentran varias instituciones clasificadas en las siguientes:

- **Banco:** Es una institución que por un lado se encarga de cuidar el dinero que es entregado por los clientes y por el otro utiliza parte del dinero para dar préstamos cobrando una tasa de interés (SB, 2016).
- **Sociedad Financiera:** Institución que tiene como objetivo fundamental intervenir en el mercado de capitales y otorgar créditos para financiar la producción, la construcción, la adquisición y la venta de bienes a mediano y largo plazo (SB, 2016).
- **Cooperativas de Ahorro y Crédito:** Es la unión de un grupo de personas que tienen como finalidad ayudarse los unos a los otros, para alcanzar sus necesidades financieras.

¹ BANECUADOR E.P., **El sistema Financiero Nacional y el rol de la Superintendencia de Bancos**, PROGRAMA DE EDUCACIÓN FINANCIERA, Quito – Ecuador, 2016.

La cooperativa no está formada por clientes sino por socios, ya que cada persona posee una pequeña participación dentro de esta (SB, 2016).

- **Mutualistas:** La unión de personas que tienen como fin el apoyarse los unos a los otros para solventar las necesidades financieras. Generalmente las mutualistas invierten en el mercado inmobiliario. Al igual que las cooperativas de ahorro y crédito están formadas por socios (SB, 2016).

En el artículo 310 de la Constitución de la República determina que: “El sector financiero público tendrá como finalidad la prestación sustentable, eficiente, accesible y equitativa de servicios financieros. El crédito que otorgue se orientará de manera preferente a incrementar la productividad y competitividad de los sectores productivos que permitan alcanzar los objetivos del Plan de Desarrollo y de los grupos menos favorecidos, a fin de impulsar su inclusión activa en la economía”. (2008, pág. 97)

Por otro lado, el artículo 365 del Código Orgánico Monetario y Financiero, determina que:

Las entidades del sector financiero público se constituirán como personas jurídicas de derecho público, con autonomía administrativa, financiera y presupuestaria. En el ejercicio de sus actividades y servicios financieros se regirán por las disposiciones de este Código, las que emitan la Junta, los organismos de control, sus respectivos directorios, las aplicables a las instituciones financieras en lo demás, aplicarán la legislación que rige a las instituciones públicas. (2014, pág. 108)

En este sentido, la institución financiera analizada en este trabajo, se rige por el organismo de control correspondiente, en este caso la SB; esta institución busca garantizar la liquidez de las instituciones que conforman el sistema financiero nacional (público y privado).

2.1.1 CONTEXTO HISTÓRICO DEL CONTROL DE LA LIQUIDEZ DE LAS INSTITUCIONES DEL SISTEMA FINANCIERO

En Ecuador, durante el gobierno de Durán Ballén en el año 1994, se crea la Ley de Instituciones Financieras que dejó sin control a las tasas de interés y, por consiguiente, la libre circulación de capitales y la ampliación de los créditos que no tuvieron control (Avilés, 2015).

A finales de los 90, la economía ecuatoriana se ve afectada debido a diversos factores como el Fenómeno del Niño en 1998 y la baja de los precios del petróleo entre 1998 y 1999. Entre el segundo semestre de 1999 y el primer semestre del año 2000 se vio afectado el sistema financiero por la quiebra y cierre de algunos bancos del país, lo que afectó la estabilidad económica. Esta situación resultó en un elevado costo social en relación a la desigualdad y persistencia de la pobreza y desempleo (Cerdas, Jiménez & Valverde, 2006).

El 8 de marzo de 1999 el expresidente Jamil Mahuad decretó el feriado bancario que produjo una congelación parcial de los depósitos de los clientes; ese mismo año se produce la quiebra de algunos bancos y, aproximadamente, diez entidades fueron sometidas a proceso de saneamiento tras una auditoría internacional (Lukcio, 2007).

Por otro lado, antes que se decrete el feriado bancario en el Ecuador, aparece la propuesta del Banco Mundial sobre la creación de la Agencia de Garantía de Depósitos (AGD), para asegurar los depósitos de los bancos y que los clientes se sientan seguros frente a las actividades de la AGD, en cuanto al cumplimiento de las actividades para la que fue creada (Lukcio, 2007).

También, la crisis conllevó a la desaparición del “Sucre” como moneda oficial del país y dio paso a la dolarización, como una medida pensada para remediar el desastre ocasionado debido a que los sistemas monetarios y cambiarios no ayudaron a la solución de los problemas (Mendoza, 2010).

La crisis financiera trajo consigo problemas de liquidez y solvencia, esto ocasionó la quiebra-fusión de Filanbanco, la caída del banco del Progreso (tenía cerca de 800 mil depositantes, considerado el segundo banco nacional) y el cierre de otros bancos pequeños (Espinoza, 2000).

A raíz de la crisis en Ecuador, se realizan análisis sobre la Banca Ecuatoriana; tomando la definición de “grupo financiero” por parte de la Ley de Instituciones Financieras, los banqueros se transformaron en empresarios dedicados a varios negocios, esto facilitó la concentración y vinculación de créditos en empresas de los principales accionistas de los bancos. Aun así, no mejoraron los mecanismos de control por parte de la Superintendencia de Bancos (SB).

Hoy en día es de suma importancia el manejo y control de eventos que puedan crear incertidumbre en la población y; además, es preciso fortalecer y mejorar la eficiencia de las instituciones financieras. En este sentido, se vuelve importante mantener la liquidez del sistema financiero y para este fin se crean las leyes y regulaciones que apoyen este propósito; por ejemplo: la Constitución de la República y la Ley de Creación de la Red de Seguridad Financiera donde se hace hincapié en establecer el control de los niveles de liquidez global que garanticen adecuados márgenes de seguridad financiera, preservar los depósitos y atender los requerimientos de financiamiento para la consecución de los objetivos del país. También, es importante mencionar el Código Orgánico Monetario y Financiero expedido el 2 de septiembre de 2014, cuyo objetivo es regular los sistemas monetario y financiero, así como los regímenes de valores y seguros del Ecuador; en este documento, se establecen las políticas, regulaciones, supervisión, control y rendición de cuentas que rigen los sistemas antes mencionados.

Según la Constitución de la República del Ecuador: “la estabilidad y solidez del sistema financiero constituye un objetivo de interés público que debe ser preservado por el Estado ecuatoriano a través de su participación en las instituciones que integran la Red de Seguridad

Financiera”. Entonces, los entes de control deben verificar si las entidades cuentan con activos líquidos y garantías para responder en caso de que se presente una ola de retiros masivos de fondos y las implicaciones que esto generaría.

2.1.2 ACUERDO DE BASILEA

En 1988, en la ciudad de Basilea, se publica el “*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*” desarrollado por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, donde se presenta el primer *Acuerdo de Capital*, denominado Basilea I, en el que se estipula que se “evite que los bancos incurriesen en excesivos riesgos crediticios, exigiéndoles mantener un nivel mínimo de capital en función del riesgo asumido, tal que, en casos de insolvencia de sus deudores, absorbiera las posibles pérdidas” (Jiménez, 2005).

Jiménez (2005), menciona que en el año 2004 con el fin de corregir algunos vacíos en el Acuerdo de Capital y por algunos cambios surgidos en el tiempo a causa del dinamismo de los bancos, se reforma el documento original y se crea el acuerdo denominado Basilea II, este acuerdo tenía por objetivo redefinir el riesgo que tiene una institución manteniendo el nivel global de recursos propios requeridos. Este nuevo acuerdo se basa en tres pilares fundamentales:

- **Requerimientos mínimos de capital:** Establece los requerimientos mínimos de capital basados en los riesgos de crédito, mercado, liquidez y operacional. Como sugerencia el coeficiente de solvencia al 8%.
- **Revisión supervisora:** Hace hincapié en la transparencia de la entidad financiera mediante la supervisión cualitativa del proceso interno de control de riesgos de las instituciones de control, tanto internas como externas.

- **Fomento de la disciplina del mercado:** La disciplina debe ser asumida por la institución financiera por medio de la publicación de reportes con su situación financiera y control de riesgos realizados, de manera pública.

Según este mismo acuerdo, las entidades de supervisión deben verificar que las instituciones financieras cuenten con un proceso integral para identificar, evaluar, vigilar y controlar los riesgos que se pueden presentar en el transcurso del tiempo:

- **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 de las obligaciones pactadas” (Junta Bancaria, JB-2004-631, 2004).
- **Riesgo de mercado:** “Es la contingencia de que una institución del sistema financiero incurra en pérdidas debido a variaciones en el precio de mercado de un activo financiero, como resultado de las posiciones que mantenga dentro y fuera del balance” (Junta Bancaria, JB-2004-631, 2004).
- **Riesgo operacional:** “Es la posibilidad de que se produzcan pérdidas debido a eventos originados en fallas o insuficiencia de procesos, personas, sistemas internos, tecnología y en la presencia de eventos externos imprevistos. Incluye el riesgo legal pero excluye los riesgos sistémico y de reputación. Agrupa una variedad de riesgos relacionados con deficiencias de control interno, sistemas, procesos y procedimientos inadecuados, errores humanos y fraudes, fallas en los sistemas informáticos, ocurrencia de eventos externos o internos adversos, es decir aquellos que afectan la capacidad de la institución

para responder por sus compromisos de manera oportuna, o comprometen sus intereses” (Junta Bancaria, JB-2004-631, 2004).

- **Riesgo de liquidez:** “Es la contingencia de pérdida que se manifiesta por la incapacidad de la institución del sistema financiero para enfrentar una escasez de fondos y cumplir sus obligaciones, y que determina la necesidad de conseguir recursos alternativos, o de realizar activos en condiciones desfavorables”.

- **Riesgo de tasa de interés:** “Es la posibilidad de que las instituciones del sistema financiero asuman pérdidas como consecuencia de movimientos adversos en las tasas de interés pactadas, cuyo efecto dependerá de la estructura de activos, pasivos y contingentes” (Junta Bancaria, JB-2004-631, 2004).

Todas las recomendaciones dadas por el Comité de Basilea se han publicado en varios documentos denominados *Principios Básicos*; sin embargo, ninguno de estos principios es exigible a las instituciones financieras de un país directamente, excepto a los bancos que tienen operación internacional.

En febrero de 2000, Basilea emitió un principio que define a la liquidez como “la capacidad de financiar los incrementos del activo y de atender las obligaciones a su vencimiento”; también, aconseja que es importante para la viabilidad de las instituciones financieras (individual y conjuntamente), ya que una deficiencia individual puede tener repercusiones sistémicas.

La liquidez se mide a partir de dos aristas: la liquidez de mercado que mide la capacidad de una entidad financiera para generar o deshacer posiciones en una determinada situación del

mercado y, por otro lado, la liquidez de fondos que mide la capacidad de la entidad financiera para cumplir en la forma pactada sus obligaciones de pago (Orsikowsky, 2002).

El nivel en que las entidades financieras controlen el riesgo de liquidez hace posible que los resultados financieros tomando ventaja de las oportunidades de mercado y permite reducir los costos de fondeo, eso evita que las instituciones ingresen al mercado financiero en condiciones adversas. Para una supervisión integral del riesgo de liquidez, se debe evaluar la calidad de los sistemas de gestión y control de la entidad; tener en cuenta el riesgo de liquidez inherente y considerar el estado de resultados de la institución financiera y la solvencia de la misma.

Se vuelve estrictamente necesario que todas las instituciones financieras tengan un manual de políticas, medición, seguimiento y control del riesgo de liquidez, que incluya como mínimo:

- a. Estructura organizativa de seguimiento y control, especificando funciones y responsabilidades.
- b. Normas y procedimientos de medición interna, detallando contenido y periodicidad.
- c. Tipos de límites operativos.
- d. Contenido y flujos de documentación a los diferentes niveles.
- e. Planes de contingencia ante los diversos escenarios de crisis que se definan (Gómez, 2008).

El garantizar niveles de liquidez adecuados para que las instituciones financieras puedan solventar compromisos adquiridos con sus depositantes sin incurrir en pérdidas, está contemplada como principal objetivo de la gestión de liquidez. Los análisis de riesgo de liquidez se basan en mediciones estáticas y dinámicas (Orsikowsky, 2002). Es necesario considerar algunas definiciones sobre las mediciones de liquidez:

- **Brecha (Gap) estática de liquidez:** Mide la deficiencia o exceso neto de fondos por diferencias entre entradas y salidas de caja contractuales por un período determinado en cada una de las monedas en que opera la institución financiera y refleja el nivel de liquidez mantenido en condiciones normales de mercado. Se consideran la estacionalidad y comportamiento de flujos, basándose en la fecha de vencimiento esperado.
- **Brecha (Gap) dinámica de liquidez:** Brinda información complementaria a la brecha estática, incorpora los flujos esperados a los flujos contractuales y esto permite determinar los objetivos estratégicos y comerciales de las instituciones financieras.
- **Ratios de liquidez:** Tienen como objetivo determinar posibles situaciones de iliquidez futura, para tomar las medidas correctivas correspondientes revisando el plan financiero de la entidad financiera; también, pueden mostrar excesos de liquidez. Se definen para el corto, mediano y largo plazo.
- **Plan de contingencia:** El objetivo principal está en prevenir una crisis y/o evitarla. Se analizan diversos escenarios identificando el tipo de crisis (local o global), determinando las líneas de comunicación y el tipo de medidas a tomar ante distintos niveles de crisis.

Se deben analizar cuatro reportes que exponen realmente a la institución financiera a iliquidez:

- **Liquidez Estructural:** Considera la composición de activos y pasivos en una posición estática (saldos contables) en una fecha determinada y sobre la base de datos contables. Se definen a los mayores depositantes, su composición y la evolución de sus depósitos.

- **Liquidez Contractual:** Se analizan los vencimientos de los activos y pasivos distribuyéndolos en bandas de tiempo.
- **Liquidez Esperada:** Es el resultado entre los activos líquidos y pasivos inmediatos. En este análisis se construyen escenarios sobre el comportamiento de ciertas cuentas, y su vencimiento difiere del escenario contractual.
- **Liquidez Dinámica:** Aquí se plantea crecimientos y decrecimientos en los saldos en las cuentas de los activos, pasivos y contingentes, considerando movimientos de dinero a futuro o nuevos proyectos a largo plazo.

Los análisis de riesgo permiten contar con herramientas útiles en el caso de la medición de los niveles adecuados de liquidez con la finalidad de enfrentar una crisis por falta de liquidez (Carrillo, 2006).

2.1.3 VALOR EN RIESGO

El valor en riesgo se creó con el objetivo de tener una medida de riesgo que asocie el nivel de una pérdida severa con un nivel de probabilidad dado. Varias instituciones y personas dedicadas al análisis del riesgo, buscaban métodos para cuantificar en una sola medida la exposición agregada de la inversión realizada a riesgo de mercado; la que más acogida tuvo es la que se desarrolló J.P.Morgan y su metodología denominada “Riskmetrics”, que se basa en la metodología de Valor en Riesgo (VaR) y se usa para cuantificar el riesgo de mercado principalmente, aunque se han realizado extensiones para medir el riesgo crediticio, de liquidez y operacional. Esta metodología tiene una fuerte acogida debido a la facilidad conceptual e interpretación.

Formalmente, “el VaR mide la peor pérdida que se podría enfrentar en un intervalo de tiempo determinado bajo condiciones normales de mercado ante un nivel de confianza dado (Jorion, 2001).

Sea $\alpha \in [0, 1]$ un nivel de error tolerable, se desea encontrar el valor más bajo posible para la máxima pérdida Y^* , tal que la probabilidad de exceder dicho valor sea α .

$$VaR_{\alpha} = \inf\{y \in R: P(y > Y^*) = \alpha\} = \inf\{y \in R: P(y \leq Y^*) = 1 - \alpha\} \quad (1)$$

Sea Y un instrumento financiero², Y^* el valor más bajo del instrumento a un nivel de confianza α ; en su forma más general, el VaR puede derivarse de la distribución de probabilidad de los retornos del instrumento financiero $f(r)$. Utilizando la función de densidad de los retornos del instrumento se tiene de (1):

$$F(r(t)) = \int_{-\infty}^{E[r(t)]-Y^*} f(s)ds = 1 - \alpha \quad (2)$$

donde,

$E[r]$: Retorno esperado

$r(t)$: Retornos del instrumento financiero

Si, además, en (2) se toma $E[r] = 0$, entonces la solución de la expresión se transforma en:

$$F(r) = \int_{-\infty}^{-Y^*} f(s)ds = 1 - \alpha \quad (3)$$

² Se define como instrumento financiero a todo contrato o documento que representa un valor, el instrumento negociable es aquel que es inmediatamente transformable en dinero y que puede equipararse por su liquidez al efectivo dinerario.

Entonces Y^* es el cuantil asociado a α de la distribución de probabilidad de los retornos del instrumento financiero para el horizonte de tiempo especificado. Esto se queda bien definido tanto para una distribución continua como para una discreta.

A continuación, se definen los elementos que se deben considerar para la estimación del VaR :

El nivel de confianza se define como la probabilidad de orden $1 - \alpha$, que representa a la región donde se pueden encontrar posiblemente los valores que ayudan a ratificar la hipótesis nula. De manera convencional, se utilizan valores de α del 10%, 5% y 1%.

Por otro lado, el horizonte temporal indica el intervalo de tiempo en el que se va a realizar el cálculo; representa el tiempo en el que se podría observar un cambio negativo en el instrumento financiero (pérdida igual o mayor que el VaR), este valor puede ser de un día, una semana, un mes, un año, etc. El plazo dependerá tanto de las condiciones del instrumento financiero, como del inversor del mismo. Vale la pena recalcar que, mientras más grande sea el intervalo de tiempo mayor será la probabilidad de pérdidas potenciales debido a la fluctuación de los precios de los activos que forman el instrumento financiero o portafolio.

Algunos métodos para estimar el VaR parten de la hipótesis de que los cambios en los factores de riesgo siguen una distribución normal; por tanto, su estimación se vuelve sencilla al depender únicamente de dos parámetros: media y desviación estándar.

Los retornos a n días se definen como:

$$r(t) = \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-n}}\right) \quad (4)$$

y la distribución normal hipotética de los retornos viene dada por:

$$f(r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(r - \mu_t)^2\right) \quad (5)$$

donde,

μ_t : Esperanza de $r(t)$.

σ^2 : Varianza de $r(t)$.

2.2 MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DEL VaR

A continuación, se muestran los métodos que se plantean para la estimación del VaR en este proyecto.

2.2.1 VAR UNIVARIANTE

En este caso, se considera que se tienen solamente una variable sobre la cual se va a calcular el VaR y también sus retornos. Existen tres métodos para la estimación del VaR univariante: Paramétrico, la simulación histórica y la simulación de Monte Carlo. Sin embargo, en este trabajo, se consideran únicamente los métodos paramétricos y la simulación histórica.

2.2.1.1 Método paramétrico

Este método supone que los rendimientos del instrumento financiero tienen una distribución normal de media 0 y varianza σ^2 constante en el tiempo. Además, este método supone que los retornos no están auto correlacionados.

Entonces, se tiene:

$$P(y \leq Y^*) = 1 - \alpha \quad (6)$$

Ahora, reduciendo y centrando (6), se tiene:

$$P\left(\frac{y - \mu}{\sigma} \leq \frac{Y^* - \mu}{\sigma}\right) = 1 - \alpha \quad (7)$$

$$P\left(Z \leq \frac{Y^* - \mu}{\sigma}\right) = 1 - \alpha \quad (8)$$

Pero,

$$P(Z \geq F^{-1}(\alpha)) = 1 - \alpha \quad (9)$$

Por tanto,

$$P(Z \geq Z_{1-\alpha}) = 1 - \alpha \quad (10)$$

Luego,

$$P(Z \leq Z_{\alpha}) = 1 - \alpha \quad (11)$$

entonces,

$$\frac{Y^* - \mu}{\sigma} = Z_{\alpha} \quad (12)$$

y por tanto:

$$Y^* = \mu + Z_{\alpha} * \sigma \quad (13)$$

$$VaR = Y^* \quad (14)$$

En este caso, en (13) se obtiene un VaR en términos porcentuales. Para poder obtenerlos en términos monetarios, se calcula:

$$VaR = Z_{\alpha} * S * \sigma * \sqrt{t} \quad (15)$$

donde,

$Z\alpha$: Factor que determina el nivel de confianza establecido.

S : Exposición total de riesgo.

σ : Desviación estándar de los rendimientos

t : Horizonte de tiempo en que se desea calcular

2.2.1.2 Simulación histórica

En este caso, se utiliza una distribución empírica de los retornos del instrumento financiero; esta técnica consiste en tomar n días de historia de los rendimientos y aplicar ponderaciones actuales a la serie histórica para poder generar una distribución de pérdidas y ganancias. A partir de esto, se tiene que el VaR se lo toma como la pérdida que es excedida solamente el $(1 - \alpha)\%$ de las veces. Los pasos para la estimación son:

1. **Creación de una serie temporal del instrumento financiero:** Se toman los valores del instrumento de manera histórica, formando una serie temporal.
2. **Construcción de la serie de rendimientos:** Se calculan los retornos de los valores en una serie temporal alterna.
3. **Estimación de la serie alternativa del instrumento financiero:** Se toma el n -ésimo término de $Y_t, t = 1, 2, \dots, n$ y se multiplica por la exponencial de los retornos; así, se obtiene una serie alternativa al instrumento financiero:

$$Y_n * \exp \begin{bmatrix} r_2 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{n2} \\ \vdots \\ Y_{nn} \end{bmatrix} \quad (16)$$

4. **Revaluación del instrumento con los valores estimados del factor de riesgo³:** Se obtiene multiplicando al vector anterior por Y_n .
5. **Cálculo de pérdidas y ganancias:** Se determina calculando la diferencia entre los valores originales y el valor estimado.
6. **Ordenamiento de los resultados:** Se ordenan las pérdidas o ganancias de manera creciente y se calcula el VaR con base al nivel de confianza α y se determina el porcentaje de observaciones que deberían ser menores al VaR.

Este método permite considerar los valores extremos de la serie; además, de las características y sesgos que podría tener la distribución de los datos que se tiene cuando existen grandes pérdidas en el mercado. También es de fácil implementación e interpretación.

Por otro lado, este método considera una ponderación fija para todos los datos analizados; se puede decir que, asume que el pasado represente de manera adecuada el futuro inmediato sin tomar en cuenta posibles variaciones del riesgo en el tiempo. Tampoco existen referencias ni forma de determinar el número óptimo de observaciones que deben ser incluidas para una buena estimación del VaR.

³ Factor de riesgo: Es la variable (económica o financiera), tal que sus movimientos pueden generar cambios en los rendimientos o en el valor de los activos, pasivos o patrimonio de una institución financiera.

2.2.2 VAR MULTIVARIANTE (DE PORTAFOLIO)

En la década del 50, Markowitz introdujo la teoría del Portafolio debido a la observación de que los inversores no mantienen su inversión en un solo instrumento financiero, sino que diversifican su inversión. El aporte de esta teoría radica en la forma de medir el riesgo de un portafolio que describe características individuales a partir de la varianza de la distribución y la dependencia entre los activos por medio de la correlación lineal entre cada par de retornos aleatorios.

En general, un portafolio está compuesto por dos o más instrumentos financieros. En este caso, se considera un ejemplo donde está constituido por dos activos. El objetivo es elegir las ponderaciones para cada instrumento financiero, tal que se minimice la varianza. Para la aplicación de la metodología de Markowitz se supone que los retornos siguen una distribución Normal o t - Student; para dos instrumentos se tiene:

$$\sigma^2 = \lambda_i^2 \sigma_i^2 + 2\lambda_i \lambda_j \sigma_{ij} + \lambda_j^2 \sigma_j^2 \quad (17)$$

donde,

λ_i : Es la ponderación para el instrumento i .

λ_j : Es la ponderación para el instrumento j .

σ_i^2 : Es la varianza del instrumento i .

σ_j^2 : Es la varianza del instrumento j .

σ_{ij} : Es la covarianza entre los instrumentos i y j .

En general, con tamaño n se tiene:

$$\sigma^2 = Var(P) = \sum_{\{i=1\}}^n \lambda_i^2 Var(r_i) + 2 \sum_{1 \leq i < j \leq n} \lambda_i \lambda_j Cov(r_i, r_j)$$

2.2.2.1 VaR paramétrico. Método de Varianza – Covarianza

En este método se supone que los rendimientos del instrumento financiero siguen una distribución normal. Entonces, este método se basa en la obtención de los parámetros:

$$VaR = \psi * \sigma_p * \sqrt{T} \quad (158)$$

donde,

ψ : Es el cuartil en base al nivel de confianza α

σ_p : Es la desviación estándar del portafolio

T : Es el horizonte de tiempo

Además, σ_p se estima de la siguiente manera:

$$\sigma_p = \sqrt{w'Sw} \quad (169)$$

donde,

S : Es la matriz de varianzas – covarianzas de los rendimientos de los factores de riesgo

w : Es el vector columna de ponderaciones

Reemplazando la ecuación anterior en el VaR se obtiene:

$$VaR = \psi * \sqrt{w'Sw} * \sqrt{T} \quad (20)$$

Este modelo presenta algunas limitaciones; por ejemplo: distribuciones que no sigan una normal estándar, que la relación entre los factores de riesgo y los cambios en el valor del portafolio son lineales, etc.

2.2.2.2 VaR no paramétrico: Método de simulación histórica

1. *Creación de una serie temporal.*
2. *Construcción de la serie de rendimientos.*
3. *Estimación de la serie alternativa del instrumento financiero.*
4. *Revaluación del instrumento con los valores estimados del factor de riesgo:* Se revalúan los instrumentos financieros creando una serie temporal para cada uno de los factores de riesgo; además, se debe crear una columna adicional con el total de los factores (suma de los instrumentos financieros revaluados).
5. *Cálculo de pérdidas y ganancias:* Se determina calculando la diferencia entre los valores originales y el valor estimado incluyendo el total.
6. *Ordenamiento de los resultados:* Se ordenan las pérdidas o ganancias de manera creciente y se calcula el VaR con base al nivel de confianza α y se determina el porcentaje de observaciones que deberían ser menores al VaR.

2.2.3 MODELOS IGARCH

Este es un modelo de series temporales que se utiliza para poder modelar y pronosticar la varianza de una serie temporal. Este modelo fue descrito por Engle y Bollerslev (1986). Parte del supuesto que el modelo GARCH⁴ tiene una raíz unitaria. En este caso, se dice que los impactos sobre choques al cuadrado en la varianza son persistentes.

El modelo $IGARCH(r, s)$ se define de la siguiente manera:

⁴ Modelos generalizados de varianza condicional

$$Z_t = \sigma_t * u_t \quad (21)$$

$$\sigma_t = \sum_{i=1}^r \alpha_i Z_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^s \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (22)$$

tal que,

$$\sum_{i=1}^r \alpha_i + \sum_{i=1}^s \beta_i = 1 \quad (23)$$

Se supone que los ruidos blancos (u_t) son normales o siguen una distribución t-Student. Los modelos IGARCH son un caso específico dentro de la familia de los “modelos con varianza persistente” en los que la información actual (en un instante t) es importante para realizar predicciones óptimas con cualquier horizonte temporal (Capa, 2016).

Con los modelos IGARCH, se obtiene el valor de la varianza o la matriz de varianza – covarianza, si es univariante o multivariante el análisis, respectivamente. Luego resta hacer el producto por el período de análisis y por el valor en riesgo para obtener el VaR.

En resumen, en este capítulo se han presentado todos los fundamentos teóricos, regulatorios y técnicos de la estimación del VaR. Este VaR debe estar enmarcado a cumplir con las regulaciones dictadas por la SB en cuanto a los indicadores de primera, segunda y mínima línea de liquidez. Se van a utilizar tres metodologías diferentes para la estimación: el método paramétrico utilizando la matriz de varianzas – covarianzas, la simulación histórica y estimación por series temporales, específicamente a través de modelos de varianza persistente denominados

IGARCH. Finalmente, se determinará cuál de estas metodologías se ajusta más a las necesidades de la institución financiera analizada en este proyecto.

2.3 COLAS GRUESAS

Una cola es la parte de los datos de una función de distribución que está en los extremos (de ahí el nombre de colas). La distribución más conocida es la distribución normal que toma la forma de una campana (la campana de Gauss). Una característica de las colas de la distribución normal es su poca frecuencia relativa, es decir, la probabilidad de que un evento suceda y que esté en una de las colas de la distribución es muy baja.

Una vez definido qué es una cola se procede a definir lo que son las colas pesadas.

Las colas pesadas se presentan cuando la frecuencia de ocurrencia de eventos que están situados en los extremos de la distribución no es muy baja, de hecho, no es una distribución normal, no parece una campana, más bien parece un plato, es "achatada", la distribución leptocúrtica (que significa que se le añade masa tanto a las colas como al centro y se le quita masa de probabilidad a las zonas intermedias de la distribución), lo que significa un aumento de probabilidad de ocurrencia tanto de movimientos muy grandes (colas) como de movimientos pequeños (centro).

Dado que el VaR se centra en el estudio de los casos extremos (las colas), es evidente entonces que el hecho de que existan las colas gruesas complica el estudio y el cálculo del VaR.

Al rededor del año 2011, la universidad Externado publicó un artículo llamado "La Culpabilidad de la Macroeconomía", en donde afirmaba que muchos físicos y estadísticos se dieron cuenta que en los mercados financieros este tipo de distribución era el común

denominador. Mucha investigación en econo-física demostró la existencia de este tipo de eventos a los cuales los economistas no pusieron atención, por lo tanto, los modelos de riesgo que se usaban muy libremente en los mercados financieros se basaban en que los datos se distribuían en forma normal; sin embargo, la mayor parte de las veces no es así en los mercados financieros reales.

Consecuentemente, considerando el caso en que no se tenga la normalidad de las variables aleatorias empleadas se procede a dar una alternativa, proponer otras distribuciones, las cuales deben tener la cualidad de poseer colas más anchas que la distribución normal, como, por ejemplo: la distribución estable de Pareto, la distribución t-student, la distribución generalizada de los valores extremos, entre otras. En este caso tomaremos a la distribución t-student y explicaremos a breves rasgos su importancia, ya que este no es el tema de estudio.

2.3.1 DISTRIBUCIÓN T-STUDENT

Ming Chen plantea que la modelación del VaR, al igual que muchas otras aplicaciones estadísticas, supone una distribución normal para sus cálculos derivados, lo que desencadena una contradicción contra los hechos empíricos, puesto que en la mayoría de estudios estadísticos y econométricos de precios en mercados financieros desarrollados y en vía de desarrollo, no se ha probado satisfactoriamente que los rendimientos siguen una distribución normal, lo que significa que el cálculo del VaR se encuentra sesgado y los analistas están incurriendo en riesgo de cola, especialmente en auges económicos o crisis financieras, donde los rendimientos distribuyen más allá de dos o tres desviaciones estándar de la media de largo plazo.

Para mitigar el riesgo de cola, Jorion propone que, en lugar de asumir rendimientos normales, utilizar una función de probabilidad t-student con seis grados de libertad (argumentando que, con seis grados de libertad, la distribución tendría colas más pesadas, es decir, se alcanzaría a captar más información de los valores extremos), sin embargo, Ming Chen plantea que los grados de libertad deben ser determinados por el nivel de curtosis observado. Ming Chen plantea dos importantes ventajas de calcular el VaR asumiendo una distribución de los rendimientos t-student, que se mencionaran a continuación:

Similitud: Ambas funciones son simétricas y asumen una media igual a cero, sin embargo, la distribución t-student permite modelar funciones asimétricas, llevando el cálculo del VaR a una realidad que se asemeja más a los mercados financieros modernos.

Nivel de curtosis: Las colas de la distribución t-student comparadas con las de la distribución normal, son más pesadas, lo que permite tener un cálculo más acertado de los intervalos de confianza, además, los grados de libertad permiten determinar el nivel de curtosis de la distribución. El gráfico siguiente muestra que a medida que se aumentan los grados de libertad del cálculo, la función de distribución tiende a ser más leptocúrtica con colas más pesadas, incluyendo datos inclusive a 5 desviaciones estándar de la media tomada.

En resumen, en este capítulo se han presentado todos los fundamentos teóricos, regulatorios y técnicos de la estimación del VaR. Este VaR debe estar enmarcado a cumplir con las regulaciones dictadas por la SB en cuanto a los indicadores de primera, segunda y mínima línea de liquidez. Se van a utilizar tres metodologías diferentes para la estimación: el método paramétrico utilizando la matriz de varianzas – covarianzas, la simulación histórica y estimación

por series temporales, específicamente a través de modelos de varianza persistente denominados IGARCH. Finalmente, se determinará cuál de estas metodologías se ajusta más a las necesidades de la institución financiera analizada en esta investigación

CAPÍTULO 3

MEDIDA DEL RIESGO ESTRUCTURAL A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DEL VaR

Como ya se ha expuesto en los capítulos anteriores, el incumplimiento de los parámetros regulados por la Superintendencia de Bancos del Ecuador (SB) es una gran preocupación para la institución financiera pública (IFP) analizada en este proyecto; por otro lado, también se han tenido escenarios de cumplimiento en el año 2016 y en lo que va del 2017, pero que ha hecho que exista un exceso de liquidez en la IFP, esto es parte del riesgo de liquidez y es necesario controlarlo. Por tanto, es importante realizar una propuesta de reestructuración o restitución de los indicadores de liquidez de segunda línea y el indicador mínimo; y, que a la vez no deje demasiados recursos “ociosos” por el exceso de liquidez.

A continuación, se presentan los datos de cumplimiento o incumplimiento desde el 26 de octubre del 2011 hasta el 2 de junio de 2017:

Tabla 1.

Cumplimiento del indicador de liquidez de segunda línea por la IFP

Año	No Cumple	Cumple
2011	97,78%	2,22%
2012	86,75%	13,25%
2013	72,11%	27,89%
2014	90,84%	9,16%
2015	80,32%	19,68%
2016	28,69%	71,31%
2017	0,00%	100,00%
Total	67,21%	32,79%

Como se puede ver en la tabla 1, la IFP no cumple con la normativa dada por la SB en seis de los siete años analizados. Sin embargo, cabe recalcar que el cumplimiento del último año tiene una gran influencia dada la recesión atravesada por el país y el cambio de la política económica del Gobierno Nacional, lo que hizo que los movimientos financieros de esta institución disminuyan y por tanto, la volatilidad sobre los mismos sea controlable.

Además, se muestra a continuación, una comparación entre los valores determinados por el VaR y los valores reales que se obtuvieron en las fechas correspondientes para evidenciar que la metodología propuesta por la SB conlleva a guardar valores exagerados con respecto a la realidad:

Tabla 2.

Diferencia entre la estimación del VaR y valores reales

Año	Total (en millones)	Promedio (en millones)
2011	6.256	139
2012	49.116	197
2013	44.980	179
2014	44.746	178
2015	7.084	28
2016	14.207	57
2017	614	6
Total	167.003	119

En la tabla 2 se muestra los excesos de dinero (dinero “ocioso”), que se guardó debido a que el VaR determinaba que se debían guardar mayores cantidades de dinero que lo que realmente se tiene como riesgo de pérdida en la IPF. Considérese que un exceso de liquidez implica un

riesgo para el sistema financiero debido a que, si existen pocos agentes económicos que contratan créditos, entonces los niveles de rentabilidad de la banca caen.

Por otro lado, las instituciones financieras pueden tomar el camino fácil e inmediato que podría ser el incentivo al crédito de consumo; considerando que, si se procede sin tomar las debidas precauciones, luego, se puede tener un incremento de la cartera vencida y, en un lapso adicional, se pueden tener casos de transferencia del problema de un sector de la economía hacia otros. ¿Por qué existe exceso de liquidez? En un país dolarizado donde el dinero no sobra (y donde la autoridad gubernamental no puede emitir moneda), el exceso de liquidez es “la otra cara” de un mismo proceso en el cual las expectativas de las empresas y los hogares influyen. Antes, cuando la economía estaba en desaceleración, pero mantenía tasas positivas de crecimiento, los agentes económicos retiraban sus depósitos y contribuían así a la contracción de créditos. Ahora, cuando la economía está en recesión, pero no en una situación crítica en términos sistémicos, las empresas y los hogares depositan dinero en la banca, pero no se animan fácilmente a adquirir deudas. En ambos momentos, el denominador común es un temor inconfeso y difuso a que ‘las cosas vayan de mal en peor’. ¿Cómo romper esta paradoja sin recurrir a la solución simple? En Ecuador, la opción más racional sería promover mecanismos novedosos, creíbles y seguros para convertir el ahorro social en inversión productiva, garantizando un trato justo al acreedor y al deudor. Para efectos de cambiar las actuales tendencias de crecimiento, esa tarea es imprescindible, pero requiere una auténtica coordinación público-privada, algo difícil de alcanzar en una época de pasiones e intrigas electorales. En un país dolarizado donde el dinero no sobra, las lecciones de la experiencia no suelen asimilarse con rapidez. Muy probablemente, cuando amaine el

temor irracional al futuro, la actual inapetencia de créditos se convertirá en su contrario... en forma espontánea e infructuosa.⁵

Por otro lado, debido a la estructura financiera de la institución en análisis y la naturaleza de las fuentes de fondeo que no permiten una mayor diversificación de los pasivos cualquier variación positiva o negativa sobre todo en depósitos a plazo elevan la volatilidad y el cambio se mantiene durante al menos tres meses, esto será considerado dentro de la evaluación del VaR.

Con estas consideraciones se puede manifestar que el cálculo estipulado por la SBS no puede ajustarse a la realidad institucional, ya que los recursos que se captan por parte del Estado son estables a lo largo del tiempo pactado y la probabilidad de pre-cancelación es nula, y siendo una entrada de efectivo a largo plazo (más de 360 días) no debe aumentar el requerimiento de activos líquidos netos, pero si deben ser considerados sus salidas o pagos.

3.1 ANÁLISIS RESPECTO A LAS FUENTES DE FONDEO

Para calcular la volatilidad de las fuentes de fondeo, de acuerdo con la normativa, se toman los saldos totales de cada cuenta (por ejemplo: fondos para negociar, disponibles del estado, mantenidas hasta el vencimiento); mientras que, para los denominadores de primera y segunda línea, se escogen sub - cuentas que si bien, son parte de las fuentes de fondeo, no se consideran los saldos totales para el denominador. Aquí se consideran, principalmente, los depósitos a la

⁵ Tomado del el Diario EL TELÉGRAFO bajo la siguiente dirección:

<http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/punto-de-vista/1/tambien-el-exceso-de-liquidez-implica-riesgos>.

vista que para la banca privada representan un porcentaje importante de su cartera; por otro lado, para las instituciones financieras públicas, estos depósitos no son representativos.

Por lo tanto, es una barrera en el cálculo la relación numerador (primera o segunda línea) sobre volatilidad de las fuentes de fondeo frente al índice de liquidez, no obstante que las distorsiones observadas por esta situación son mínimas; sin embargo, se puede considerar como una inconsistencia que subsiste y se podría corregir fácilmente en la normativa, para generar un cálculo diferenciado para las instituciones públicas.

En relación a lo antes mencionado, debido a que las fuentes de fondeo de la institución financiera tienen vencimiento cierto, además, los principales inversionistas son instituciones públicas cuya probabilidad de pre cancelación es casi nula y con vencimiento a largo plazo (más de 360 días), el hecho de incluir el saldo total de los depósitos a plazo dentro del denominador de segunda línea impacta negativamente en el indicador de liquidez de segunda línea reduciéndolo; por tanto, se debería considerar como parte del denominador únicamente los depósitos a plazo hasta 360 días como lo que sucede con las obligaciones financieras que se incluyen las que tienen vencimientos en el mismo período.

El cálculo del indicador mínimo de liquidez corresponde al valor máximo entre el capital de los 100 mayores depositantes de la institución financiera y el VaR multiplicado por 2.5 veces.

3.2 EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA VAR

Para esta evaluación se han recolectado datos reales diarios de las cuentas de la institución desde el 26 de octubre del 2011 hasta el 2 de junio de 2017, no se toman en cuenta los fines de semana ni feriados.

3.2.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS

En todo análisis que involucren datos, es necesario realizar una exploración descriptiva de los mismos que permita determinar si existen datos atípicos, faltantes, etc. Para este análisis se han considerado las cuentas totales de aquellas subcuentas que las que contempla la SB, sin que esto quite validez a los cálculos que se realizan en este proyecto. La descripción de las cuentas es:

- i. 2903: Fondos en administración
- ii. 2603: Obligaciones financieras
- iii. 2607: Obligaciones con organismos multilaterales
- iv. 2103: Depósitos a plazo
- v. 2690: Crédito financiero

A continuación, se presentan los principales datos descriptivos de las cuentas analizadas en este proyecto:

Tabla 3.

Estadísticos descriptivos de los retornos del total para diferentes horizontes de tiempo

	R30TOTAL	R15TOTAL	R10TOTAL
Mean	0,0187	0,0092	0,0061
Median	0,0051	0,0007	-0,0007
Maximum	0,2680	0,2046	0,2046
Minimum	-0,1267	-0,1046	-0,0998
Std. Dev.	0,0535	0,0369	0,0301
Skewness	1,3457	2,0108	2,6341
Kurtosis	6,0173	10,2760	15,3657
Jarque-Bera	993,83	4.244,71	11.133,37

Probability	0,00	0,00	0,00
Sum	27,23	13,59	9,04
Sum Sq. Dev.	4,17	2,00	1,34
Observations	1.459,00	1.474,00	1.479,00

En la tabla 3 se muestran los estadísticos descriptivos de los retornos. Se puede observar que la media (mean en la tabla) está alrededor del valor 0. La desviación estándar (Std. Dev. en la tabla), es menor que 1. Se realiza la prueba de Jarque – Bera para probar la normalidad; sin embargo, en todos los casos se rechaza la hipótesis de que sigan una distribución normal con una confiabilidad del 95% (probability menor a 0,05).

3.2.2 DEFINICIÓN DEL NIVEL DE CONFIANZA Y HORIZONTE DE TIEMPO

Para iniciar con la evaluación de la metodología VaR se va a escoger el nivel de confianza y el horizonte de tiempo para el cual se realizará el cálculo. Ambos tienen un componente de subjetividad, aunque su origen viene de algún conocimiento empírico o simulaciones realizadas con anterioridad que permiten tomar uno u otro. El intervalo de confianza del VaR depende del nivel de seguridad que cada institución quiera implementar, las mejores prácticas recomiendan no menos del 95% y en temas de riesgos es apropiado trabajar con 99%.

En la presente investigación, para la metodología histórica y metodología paramétrica, se analizará el VAR utilizando los rendimientos con la utilización del logaritmo natural para el cálculo, tal como lo recomienda la SB; es decir de (4):

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (24)$$

Esto, asumiendo que las variaciones siguen una distribución normal (5). Esta distribución de probabilidades es la más usada en el ambiente de medición de riesgo, ya que brinda una mejor estimación y precisión sobre la distribución de los datos e incluso es recomendada por expertos, su aplicación, en variables financieras tales como en precios de activos o como en este caso, variaciones de saldos de pasivos.

Para esta evaluación, se tomaron 90 saldos y se plantea tres escenarios, para un horizonte de tiempo de 10 días (según la recomendación de Basilea II), 15 días (período de prueba) y 30 días (recomendación de la SB), es decir 80, 75 y 60 variaciones respectivamente, con un nivel de confianza de 95% para estos escenarios.

En este proyecto, se realiza estimaciones del VaR a través de tres técnicas, que se describirán a continuación: El método paramétrico considerando las matrices de varianzas – covarianzas, el método histórico y una aproximación a través de un modelo IGARCH para el total de las cuentas. Se compararán los valores estimados de cada uno de los métodos de acuerdo con los horizontes de tiempo considerados para obtener la metodología que mejor se ajuste a la IPF analizada.

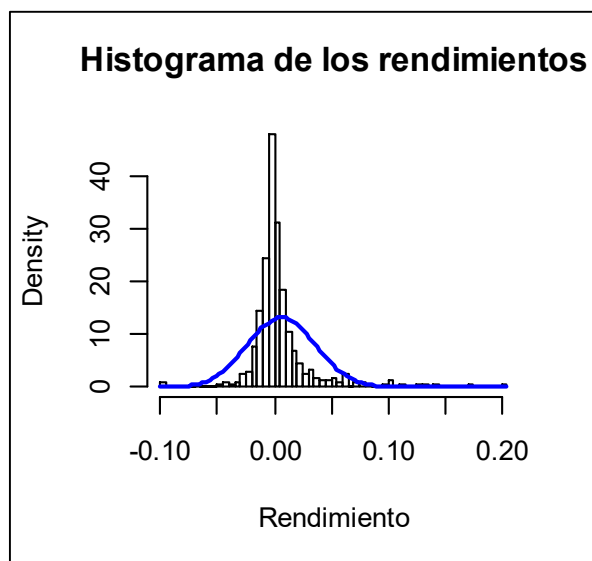
3.2.3 ESTIMACIÓN POR EL MÉTODO PARAMÉTRICO

En este caso, se ha utilizado el utilitario R, para poder realizar la programación y los cálculos correspondientes.

Lo primero que se debe realizar es el cálculo de los retornos de la cartera a ser analizada de las cuentas consideradas en el cálculo. A manera de ejemplo, se muestran los retornos para el total considerando un horizonte de tiempo de 10 días:

Figura 1.

Histograma de los rendimientos del total en 10 días



Como se puede observar, los rendimientos del total de las cuentas no siguen una distribución normal. Esto es común cuando se utiliza este método, sin embargo, los resultados pueden resultar útiles para tener una aproximación del valor que debe tomar el VaR.

Luego, se debe calcular la matriz de varianzas – covarianzas de los retornos de cada una de las cuentas utilizadas en este cálculo. Finalmente, para el cálculo del VaR, simplemente se realiza la operación:

$$VaR_i = Z_\alpha * P_i * S_i \quad (25)$$

donde,

Z_α : Es el cuantil de orden α de la distribución normal estándar.

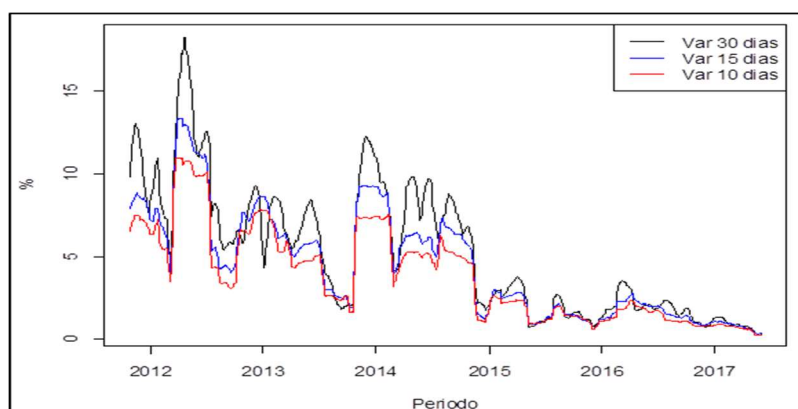
P_i : Es el vector de precios de cierre al día $i = 90$ días.

S_i : Es la matriz de varianzas covarianzas de los retornos tomados de $i = 90$ días.

Así, se obtiene el VaR para el período de 90 días, este proceso se realiza iterativamente hasta analizar todo el conjunto de datos obtenido. El mismo proceso se repite considerando los retornos a 15 y a 30 días. De manera comparativa, se tiene la siguiente figura:

Figura 2.

Comparación del VaR por estimación paramétrica para los horizontes de tiempo considerados



Se puede ver que, en términos generales, el VaR tiene una tendencia decreciente, aunque tenga un aumento a finales del año 2013 y todo el año 2014; luego, se tiene una volatilidad pequeña y que tiene dos explicaciones: por un lado la recesión económica que vivió el país a partir del año 2015 y que evita que la institución disminuya la cantidad de colocaciones de crédito dada la baja demanda. Por otro lado, a partir de este año, se toman los ingresos y deudas con el Banco Central de manera separada de modo que no se tengan “choques” demasiado fuertes con respecto a estos movimientos financieros.

3.2.4 ESTIMACIÓN POR SIMULACIÓN HISTÓRICA

Para la simulación histórica se utilizan, al igual que el caso anterior, los retornos de las cuentas en análisis. En este caso, el proceso es más sencillo y ya no se tiene como supuesto el que los retornos sigan una distribución normal.

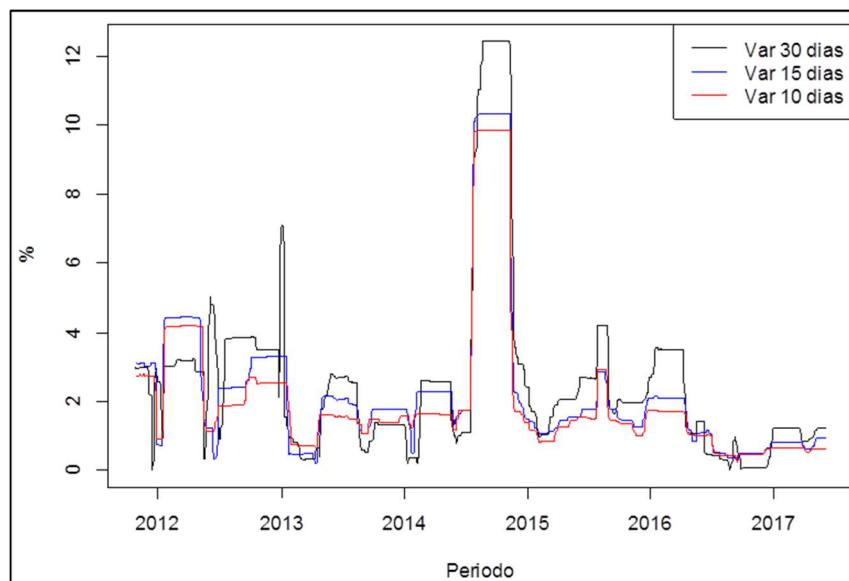
Así, el procedimiento para realizar esta estimación se basa en tomar los retornos del período de análisis (90 días) y multiplicar por el último valor de la cartera (valor monetario de cada una de las cuentas) y sumar estos valores, de modo que se obtiene una serie alternativa de pérdidas o ganancias con respecto a los retornos.

Luego, se ordena esta última serie de datos de forma descendente y se toma el cuantil de orden α y ese es el valor que corresponderá al VaR.

En este caso, se presenta la comparación de los VaR obtenidos por este método para los horizontes de tiempo planteados:

Figura 3.

Comparación del VaR por simulación histórica para los horizontes de tiempo considerados



Como se puede observar, el porcentaje del VaR estimado por este método es más bajo que el mostrado con el método anterior. Además, ratifica el hecho que en el año 2014 existe un cambio en la tendencia normal de los retornos y por ende del VaR.

3.2.5 ESTIMACIÓN A TRAVÉS DE MODELOS DE VARIANZA CONDICIONAL. IGARCH

Para este método se utilizará el *software* EViews versión 9. Se considera la estimación de series temporales de varianza condicional como un complemento a los métodos descritos anteriormente. Estos modelos estiman tanto el comportamiento de los retornos como el de su varianza. El VaR se estimará a partir de multiplicar esta varianza por cada uno de los valores de las cuentas en ese día y por el cuantil de orden α de la distribución normal estándar.

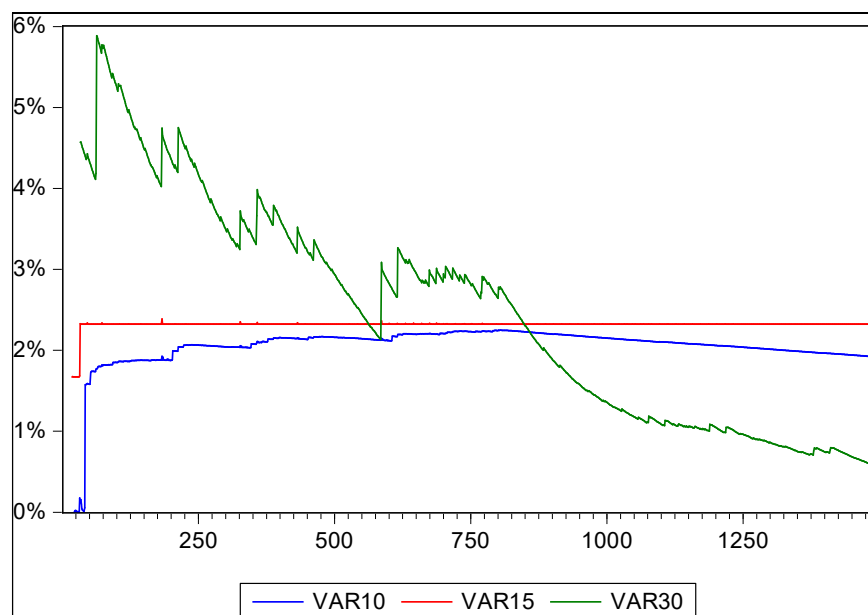
Los modelos estimados para cada uno de los horizontes son los siguientes:

- Horizonte 10 días: Un $ARMA(10, 20)$ para la media y un $IGARCH(1,1)$ para la varianza.
- Horizonte 15 días: Un $ARMA(1, 15)$ para la media. No fue necesario estimar un modelo para la varianza dado que se comportó estable.
- Horizonte 30 días: Un $ARMA(1, 30)$ para la media y un $IGARCH(1,1)$ para la varianza.

A continuación, se presenta la comparación entre los VaR obtenidos a partir de esta estimación:

Figura 4.

Comparación del VaR por estimación de series temporales para los horizontes de tiempo considerados



Se puede observar que, en este caso, el comportamiento del VaR es diferente dependiendo del horizonte temporal considerado. Así, se puede ver que el VaR a 15 días es prácticamente constante en el tiempo; por otro lado, el VaR a 30 días es el que tiene una tendencia decreciente como la que se vio en los métodos anteriores.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se van a considerar los VaR estimados por los tres métodos descritos en la sección anterior: estimación por el método de varianzas – covarianzas, el método histórico y la estimación por series temporales a través de un IGARCH. Principalmente, se presentan los resultados en cuanto a cumplimiento de la regulación de la SB y por otro lado, verificar que el monto que se estime por el VaR sea lo más cercano a la pérdida real, para evitar que el cumplimiento de la normativa no implique tener dinero “ocioso” guardando más de lo necesario.

Cabe recalcar que, por cada uno de los métodos utilizados en este proyecto, se realizó tres estimaciones del VaR de acuerdo con los horizontes de tiempo: 10, 15 y 30 días, respectivamente.

4.1 RESULTADOS MODELO VARIANZAS – COVARIANZAS

Un tema relevante en este modelo es realizar el análisis de los supuestos; esto es, que los valores de las cuentas se distribuyen de forma Normal. Así, se tiene:

Tabla 4.

Estadísticos descriptivos y prueba de normalidad de retornos de las cuentas utilizadas

	C2103	C2603	C2607	C2690	C2903	TOTAL
MEDIA	1,763E+09	3,839E+06	6,576E+07	1,062E+08	4,709E+05	1,862E+09
MEDIANA	1,939E+09	3,010E+05	6,476E+07	1,108E+08	4,709E+05	2,089E+09
MAXIMO	2,551E+09	5,090E+07	1,322E+08	1,108E+08	4,709E+05	2,569E+09
MINIMO	7,389E+08	2,440E+04	9,657E+06	6,432E+07	4,709E+05	8,118E+08
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	4,707E+08	1,201E+07	3,864E+07	1,004E+07	0,000E+00	4,745E+08

JARQUE - BERA	144,39	10.887,99	114,30	325,56		200,64
PROBABILIDAD	0	0	0	0		0
SUMA	2,62E+12	5,72E+09	9,79E+10	4,40E+10	7,01E+08	2,77E+12
DESVIACIONES AL CUADRADO	3,30E+20	2,15E+17	2,22E+18	4,16E+16	0,00E+00	3,35E+20
OBSERVACIONES	1.489	1.489	1.489	414	1.489	1.489

Como se observa en la tabla 4, en ninguno de los casos se tiene una distribución normal, lo mismo sucede con los retornos y en todos los horizontes de tiempo que se definieron en el capítulo 3. Por tanto, no se cumple el supuesto de la normalidad y los resultados no se pueden considerar adecuados. Sin embargo, en esta sección se presentan los resultados de manera didáctica para mostrar el uso de este método (código en el anexo A). Cabe recalcar que los resultados son referenciales ya que los retornos no cumplen el supuesto de normalidad antes mencionado.

4.1.1 CUMPLIMIENTO DE REGULACIONES DE LA SB PARA EL MODELO DE VARIANZAS – COVARIANZAS

Como se ha explicado anteriormente, todas las instituciones financieras deben cumplir con las regulaciones emitidas por la SB en cuanto a liquidez. En este caso, se deben considerar los indicadores de primera línea, segunda línea y el indicador mínimo de liquidez.

A continuación, se muestran los cumplimientos de los indicadores de liquidez en cada uno de los horizontes de tiempo propuestos:

Tabla 5.

Cumplimiento del indicador de primera línea para el método de varianzas -covarianzas

AÑO	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	100,00%	100,00%	100,00%
2012	98,80%	97,99%	98,39%
2013	98,80%	95,62%	94,82%
2014	99,60%	96,41%	87,25%
2015	100,00%	100,00%	100,00%
2016	99,60%	99,60%	99,60%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
TOTAL	99,43%	98,14%	96,43%

La tabla 5, muestra los años analizados (cabe recalcar que en los años 2011 y 2017 se ha calculado sobre los días disponibles en cada uno de ellos) y el porcentaje de cumplimiento del indicador de primera línea en cada uno de los horizontes planteados en este proyecto. El horizonte de 30 días es el referencial de evaluación dado que es el que se ha reportado a la SB durante los años de evaluación.

Se puede observar que el cumplimiento en este indicador con los horizontes a 10 y 15 días es más alto que el de 30 días. Entre estos dos horizontes, el de 10 días tiene una mejora de aproximadamente 3 puntos porcentuales (pp) con respecto al de 30 días.

Se realiza un análisis similar para el indicador de segunda línea y el indicador mínimo de liquidez; así, se tiene:

Tabla 6.

Cumplimiento del indicador de segunda línea para el método de varianzas -covarianzas

AÑO	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	97,78%	93,33%	17,78%
2012	49,40%	22,89%	13,25%
2013	41,43%	35,86%	27,89%
2014	39,84%	37,85%	9,16%
2015	56,22%	49,40%	53,01%
2016	96,02%	90,84%	90,84%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
TOTAL	61,14%	52,79%	42,71%

En la tabla 6 se puede observar que, el cumplimiento promedio global es menor que en el caso del indicador de primera línea; aunque, cabe recalcar que en el año 2017 el cumplimiento en los tres horizontes de tiempo es del 100%. Es importante mencionar que el cumplimiento en cada uno de los años en el horizonte de 30 días es menor que para los horizontes de 10 y 15 días.

Adicionalmente, se debe considerar el cumplimiento del indicador mínimo de liquidez para las regulaciones de la SB:

Tabla 7.

Cumplimiento del indicador mínimo de liquidez para el método de varianzas -covarianzas

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	28,89%	28,89%	2,22%
2012	42,17%	22,89%	13,25%
2013	41,43%	35,86%	27,89%
2014	39,84%	37,85%	9,16%
2015	24,50%	19,28%	19,68%
2016	71,31%	71,31%	71,31%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
Total	47,57%	41,86%	32,79%

Al igual que en los casos anteriores, la tabla 7 nos muestra que el porcentaje de cumplimiento a 30 días es menor que si el cálculo se realiza en ventanas de 10 o 15 días. Es importante recalcar dos cosas: se tiene un cumplimiento de este indicador en un 100% en el período del 2017; y a partir del año 2016, el cumplimiento de los tres horizontes es el mismo.

4.1.2 BACKTESTING DEL MODELO DE VARIANZAS - COVARIANZAS

En este caso, se ha realizado un backtesting en cada horizonte de tiempo, comparando el VaR estimado con la pérdida real obtenida en cada día del año. Se realiza la comparación en monto, de tal manera que se muestren los valores guardados en déficit para cada uno de los años analizados.

Tabla 8.

Comparación del VaR y pérdida real (en millones de dólares) por horizonte de tiempo para el modelo de varianzas - covarianzas

(a) MONTO ANUAL				(b) MONTO PROMEDIO MENSUAL			
AÑO	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	AÑO	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	3.420	4.066	6.256	2011	76	90	139
2012	28.664	35.190	49.116	2012	115	141	197
2013	27.926	33.751	44.980	2013	111	134	179
2014	29.164	35.090	44.746	2014	116	140	178
2015	7.325	7.485	7.084	2015	29	30	28
2016	8.995	11.143	14.207	2016	36	44	57
2017	1.147	1.169	614	2017	11	11	6
TOTAL	106.642	127.894	167.003	TOTAL	76	91	119

En la tabla 8a, se muestra el resultado de la suma de todos los valores diarios que se guardaron en exceso con respecto al VaR. Por ejemplo, en el año 2011 se guardó un total de 6.256 millones

de dólares adicionales. En términos absolutos se puede tener una sobredimensión de los valores guardados, ya que, en este caso se toma en cuenta únicamente los días donde el VaR es mayor al valor real, esto puede llevar a errores de interpretación, es por esto que se presenta (parte derecha de la tabla 8 (b) el valor promedio diario que se guardó en exceso, que considera todos los casos, esto quiere decir que en el año 2011 en promedio se guardó 139 millones mensuales más de lo necesario.

Para comprender mejor el valor guardado en exceso, se considera el porcentaje promedio diario que representan dichos excesos en el monto total de la cartera; así, se tiene:

Tabla 9.

Porcentaje del exceso al VaR respecto al monto de pérdida o ganancia real para el modelo de varianzas - covarianzas

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	7,8%	9,2%	14,2%
2012	7,1%	8,7%	12,1%
2013	5,3%	6,4%	8,5%
2014	5,2%	6,3%	8,0%
2015	1,4%	1,5%	1,4%
2016	1,6%	2,0%	2,6%
2017	0,5%	0,5%	0,3%

En la tabla 9 se observa que a través de los años el porcentaje de dinero guardado en exceso va disminuyendo, y, considerando que el VaR se calculó con un 5% de confianza, se tiene que, a partir del 2015, el exceso es tolerable.

Es importante recalcar que, a excepción del año 2017, los porcentajes de exceso son mayores al horizonte de 30 días y que los menores porcentajes se tienen en el horizonte de 10 días.

Combinado con los cumplimientos de los indicadores de liquidez dispuestos por la SB, se puede concluir que el cálculo del VaR a 30 días no es adecuado para la IFP analizada y que es mejor plantear una aproximación a 10 días cuyos resultados son mejores (en términos de cumplimientos y tener menos dinero sin uso) que el de 15 y 30 días.

Como se dijo al inicio de esta sección, este método se considera como referencial y metodológico, ya que los retornos no cumplen con el supuesto de normalidad y, por tanto, los resultados obtenidos no son confiables. Ahora, se van a presentar los dos métodos adicionales utilizados para el cálculo del VaR.

4.2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HISTÓRICA

En este caso, los resultados se presentarán de manera similar a lo expuesto en la sección anterior. Para este método no se necesita asumir que los retornos sigan una distribución normal y por tanto los resultados son válidos en este caso (código en el anexo A).

4.2.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA PARA LA SIMULACIÓN HISTÓRICA

Aquí se presentan los cumplimientos con los indicadores pedidos por la SB para el riesgo de liquidez. Así, se inicia analizando el indicador de liquidez de primera línea:

Tabla 10.

Cumplimiento del indicador de liquidez de primera línea para la simulación histórica

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	100,00%	100,00%	100,00%
2012	100,00%	100,00%	98,39%
2013	100,00%	100,00%	94,82%
2014	78,49%	77,29%	87,25%
2015	100,00%	100,00%	100,00%
2016	99,60%	98,80%	99,60%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
Total	96,07%	95,71%	96,43%

Cabe recalcar que el cumplimiento a 30 días es el referencial presentado en el método de varianzas – covarianzas ya que este es el que fue reportado por la institución financiera a la SB. En este caso, en la tabla 10 se puede observar que la estimación reportada con un horizonte de 30 días es mejor, en términos de cumplimiento, que las opciones presentadas en este proyecto.

El segundo indicador para analizar es precisamente el de segunda línea, los resultados de evaluación se presentan en a continuación:

Tabla 11.

Cumplimiento del indicador de liquidez de segunda línea para la simulación histórica

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	100,00%	100,00%	17,78%
2012	95,98%	85,14%	13,25%
2013	99,60%	95,22%	27,89%
2014	57,77%	57,37%	9,16%
2015	67,07%	61,45%	53,01%
2016	100,00%	98,01%	90,84%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
Total	85,79%	81,64%	42,71%

En la tabla 11 se puede observar que en el último año el cumplimiento de este indicador es del 100%, posiblemente debido al exceso de liquidez del mercado dada por la recesión

experimentada por el país según la afirmación de autores tales como (Acosta, Jaramillo, & Mejía, 2017) (Arroyo, 2018) (Carillo, 2017)

. De manera global, en promedio, el que presenta un mayor porcentaje de cumplimiento en los años analizados es el que se calcula a 10 días. Es importante recalcar que la mejora con respecto a lo que se reporta actualmente, es muy importante.

Finalmente, se presentan los resultados del indicador mínimo de liquidez, para verificar su cumplimiento por los horizontes de tiempo considerados:

Tabla 12.

Cumplimiento del indicador mínimo de liquidez para la simulación histórica

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	28,89%	28,89%	2,22%
2012	63,45%	61,04%	13,25%
2013	79,68%	79,68%	27,89%
2014	57,77%	57,37%	9,16%
2015	41,37%	41,37%	19,68%
2016	71,31%	71,31%	71,31%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
Total	64,43%	63,93%	32,79%

Este es el indicador que tiene un menor cumplimiento de los tres analizados, en la tabla 12 se vuelve a tener que el modelo estimado a 10 días es el que mejores resultados reporta, en cuanto a cumplimiento. A pesar de que el cumplimiento es del 100% en lo que va del año 2017, en los años anteriores no sucede lo mismo y es precisamente este modelo a 10 días el que mejora los resultados respecto a la metodología exigida por la SB.

4.2.2 BACKTESTING DE LA SIMULACIÓN HISTÓRICA

En este caso, se presenta la comparación entre la pérdida o ganancia real obtenida con respecto al valor que el VaR determina que se debe reservar para cubrir una posible falta de liquidez. A continuación, se presentan los resultados:

Tabla 13.

Comparación VaR y pérdida real (en millones de dólares) por horizonte de tiempo para la simulación histórica

(a) MONTO ANUAL				(b) MONTO PROMEDIO MENSUAL			
Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	1.454	1.699	6.256	2011	32	38	139
2012	14.749	19.084	49.116	2012	59	77	197
2013	11.212	14.423	44.980	2013	45	57	179
2014	25.037	27.656	44.746	2014	100	110	178
2015	6.074	6.415	7.084	2015	24	26	28
2016	6.522	7.849	14.207	2016	26	31	57
2017	1.002	1.193	614	2017	10	11	6
Total	66.050	78.321	167.003	Total	47	56	119

En la tabla 13a, se muestran los valores acumulados anuales de la diferencia positiva entre la pérdida o ganancia real y el valor determinado por el VaR para cada día; mientras que, en la parte derecha de la tabla 13, se muestra el valor promedio mensual de la diferencia (tanto positiva como negativa).

Aquí se puede ver que, salvo en el año 2017, el modelo estimado a 10 días es el que menor diferencia acumulada y diaria presenta. Es decir, que se hubiera tenido una reserva de dinero que cubre una eventual falta de liquidez y sin dejar mucho dinero guardado innecesariamente. En términos porcentuales, el valor promedio diario guardado en exceso se muestra a continuación:

Tabla 14.

Porcentaje del exceso al VaR respecto al monto de pérdida o ganancia real para la simulación histórica

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	3,3%	3,9%	14,2%
2012	3,6%	4,7%	12,1%
2013	2,1%	2,7%	8,5%
2014	4,5%	4,9%	8,0%
2015	1,2%	1,2%	1,4%
2016	1,2%	1,4%	2,6%
2017	0,4%	0,5%	0,3%

En la tabla 14 se puede observar que en todos los años se guarda más dinero diario en promedio que lo que en realidad se necesitaba. Sin embargo, si se considera el modelo con horizonte de 10 días, se puede ver que el porcentaje adicional guardado sería muy cercano a la pérdida real.

A manera de conclusión, considerando los resultados presentados con respecto al cumplimiento de la normativa de la SB y, además, el monto que se guarda sea lo más cercano a la pérdida real, el modelo realizado con un horizonte de 10 días es el que mejores resultados presenta.

4.3 RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN POR MODELOS IGARCH

Tomando una adaptación de la metodología *Risk Metrics*, estudiada en (Longerstaey, J., & More, L.1995), se realizó una estimación de series temporales considerando modelos IGARCH (Anexo B) y, a continuación, se realiza el mismo análisis que con los otros modelos; y adicional, aquí se aprovecha las ventajas y las potencialidades estadísticas de las series temporales y sus estimaciones. Para el ajuste de estos modelos se usa el *software* EViews 9.

4.3.1 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS DE LA SB PARA LA ESTIMACIÓN POR SERIES TEMPORALES

Al igual que en los casos precedentes, con esta estimación se inicia verificando en qué medida se cumple con los indicadores de liquidez que determina la SB.

Tabla 15.

Cumplimiento del indicador de liquidez de primera línea para la estimación IGARCH

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	100,00%	100,00%	100,00%
2012	100,00%	100,00%	98,39%
2013	100,00%	100,00%	94,82%
2014	100,00%	100,00%	87,25%
2015	97,99%	96,39%	100,00%
2016	99,60%	97,21%	99,60%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
Total	99,57%	98,86%	96,43%

En la tabla 15 se puede observar que, en la simulación histórica el cumplimiento en los horizontes a 10 y 15 días tiene un mayor cumplimiento en el total que el que se reportó por la IFP.

Para el caso del indicador de segunda línea, se tiene lo siguiente:

Tabla 16.

Cumplimiento del indicador de liquidez de segunda línea para la estimación IGARCH

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	100,00%	100,00%	17,78%
2012	98,80%	97,99%	13,25%

2013	100,00%	100,00%	27,89%
2014	64,94%	63,75%	9,16%
2015	44,58%	41,37%	53,01%
2016	98,01%	92,83%	90,84%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
Total	83,29%	81,43%	42,71%

Al igual que en la simulación histórica, la tabla 16 muestra que la mejora con respecto a los valores reportados por la IPF es muy importante, y que la estimación a 10 días es la que mejores resultados presenta. Finalmente, en cuanto al indicador mínimo de liquidez, se tiene lo siguiente:

Tabla 17.

Cumplimiento del indicador mínimo de liquidez para la estimación IGARCH

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	28,89%	28,89%	2,22%
2012	63,45%	63,45%	13,25%
2013	79,68%	79,68%	27,89%
2014	58,57%	58,17%	9,16%
2015	28,51%	26,91%	19,68%
2016	71,31%	71,31%	71,31%
2017	100,00%	100,00%	100,00%
Total	62,29%	61,93%	32,79%

Este indicador presentado en la tabla 17 es el que menor cumplimiento tiene en los modelos estimados; sin embargo, los modelos propuestos, con horizontes de tiempo a 10 y 15 días, presentan un porcentaje mayor de cumplimiento que el que fue reportado por IFP. Salvo en los años 2016 y lo que va del 2017.

4.3.2 BACKTESTING DE LA ESTIMACIÓN POR SERIES TEMPORALES

Aquí, se va a realizar el análisis de las diferencias entre el valor que se debía guardar de acuerdo con el VaR y la pérdida o ganancia real obtenida. Así, se tiene:

Tabla 18.

Comparación del VaR y pérdida real (en millones de dólares) por horizonte de tiempo para la estimación por IGARCH

(a) MONTO ANUAL				(b) MONTO PROMEDIO MENSUAL			
Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	1.130	1.442	6.256	2011	25	32	139
2012	12.810	17.039	49.116	2012	51	68	197
2013	14.847	18.025	44.980	2013	59	72	179
2014	13.666	14.671	44.746	2014	54	58	178
2015	9.993	10.354	7.084	2015	40	42	28
2016	12.440	14.680	14.207	2016	50	58	57
2017	4.031	4.662	614	2017	39	45	6
Total	68.916	80.874	167.003	Total	49	58	119

Entonces, en la tabla 18a se muestran los valores acumulados positivos anuales de la diferencia entre la pérdida o ganancia real y el valor determinado por el VaR para cada día; mientras que, en la parte derecha de la tabla 18b, se muestra el valor promedio mensual de la misma diferencia, tomando en cuenta valores positivos y negativos.

Aquí se puede ver que, salvo en el año 2015 y 2017, el modelo estimado a 10 días es el que menor diferencia acumulada y diaria presenta. En términos porcentuales, el valor promedio diario guardado en exceso se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19.

Porcentaje del exceso del VaR respecto al monto de pérdida o ganancia real para la estimación por IGARCH

Año	10 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS
2011	2,6%	3,3%	14,2%

2012	3,2%	4,2%	12,1%
2013	2,8%	3,4%	8,5%
2014	2,4%	2,6%	8,0%
2015	1,9%	2,0%	1,4%
2016	2,2%	2,6%	2,6%
2017	1,8%	2,1%	0,3%

Como se puede ver en la tabla 19, en casi todos los años (excepto 2015 y 2017) el exceso respecto al VaR es más bajo en el modelo con un horizonte de 10 días.

Como en la simulación histórica, el mejor modelo resulta ser el que tiene 10 días de horizonte de tiempo para su estimación.

4.4 SELECCIÓN DE LA MEJOR ESTIMACIÓN

En las secciones precedentes se ha realizado el análisis de los modelos estimados por cada uno de los horizontes de tiempo definidos en este proyecto. Se determinó que, tanto en la simulación histórica como en la estimación por series temporales, el modelo que mejor se ajustaba a los cumplimientos de los indicadores y que menor exceso de dinero guardado con respecto a la pérdida o ganancia real fue el que se estimó para el horizonte de 10 días.

Por este motivo, se va a realizar una comparación entre las dos estimaciones dado que la estimación por varianzas – covarianzas no cumple con los supuestos de normalidad de los retornos y, por tanto, no se considerará como un modelo válido. La comparación se va a realizar en función a los porcentajes de cumplimiento con los indicadores propuestos por la SB y al menor monto en exceso guardado al compararlo con las pérdidas y ganancias reales. Así, se tiene:

Tabla 20.

Comparación de las estimaciones del VaR por los métodos histórico e IGARCH para un horizonte de 10 días

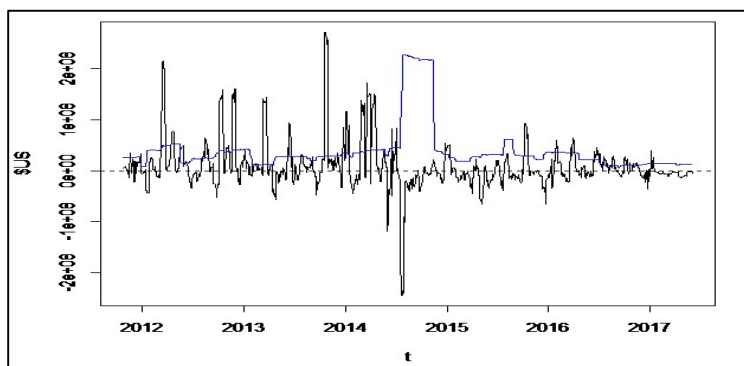
Indicador	Reportado (30 días)	Simulación histórica (10 días)	IGARCH (10 días)
1ra Línea	96,43%	96,07%	99,57%
2da Línea	42,71%	85,79%	83,29%
Ind Min	32,79%	64,43%	62,29%
Brecha promedio diaria (MM)	119	47	49

Como se puede ver en la tabla 20, tanto en los indicadores de cumplimiento como en el monto promedio que se guardaría en exceso con respecto al VaR, es mejor la estimación realizada por la simulación histórica. Este es el modelo que mejor se ajusta a los datos reales. Por tanto, es el que se escogerá como la metodología que se debe considerar al momento de estimar el VaR para la IFP. Sin embargo, se puede sugerir que el uso de la estimación por series temporales ofrece una fortaleza estadística mayor que en el caso de la simulación histórica.

Gráficamente, las estimaciones analizadas se ven de la siguiente manera:

Figura 5.

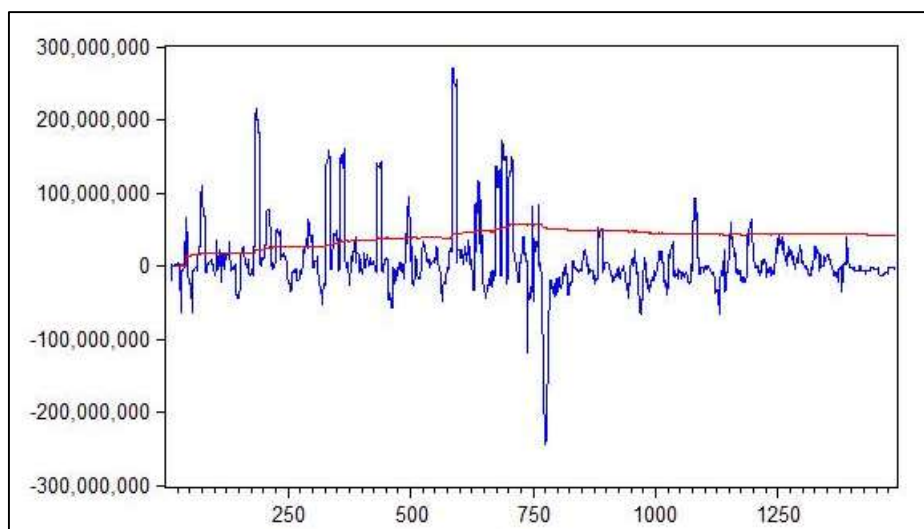
Pérdidas/Ganancias vs VaR por simulación histórica en 10 días



En la figura 5, la línea de color azul representa el VaR estimado y la línea negra representa la ganancia o pérdida real obtenida en el día correspondiente. Se puede ver que, siempre el VaR esta sobre la pérdida real (valores por debajo de 0). Y no es elevado con respecto a las ganancias. Para el caso de la estimación por series temporales, se tiene:

Figura 6.

Pérdidas/Ganancias vs VaR por modelo IGARCH en 10 días



En la figura 6, la línea roja corresponde al VaR estimado; mientras que, la línea azul es la pérdida/ganancia real para el día correspondiente. Se puede ver que el VaR estimado tiene

menos fluctuaciones que en el caso de la simulación histórica y que al igual que en el caso anterior, se mantiene por debajo de las mayores ganancias reales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En primer lugar, se concluye que la regulación actual de la Superintendencia de Bancos no se ajusta a la realidad de la institución financiera pública analizada en este proyecto, debido a que las pre-cancelaciones de las inversiones puestas en la institución son prácticamente nulas. Además, la institución cuenta con una cartera menor a 100 depositantes, lo que hace que el indicador mínimo de liquidez deba abarcar prácticamente toda la inversión puesta en la institución. En este mismo sentido, es necesario considerar que el principal inversionista es el Banco Central del Ecuador, a través de bonos del Estado, que, al incluir todo ese pasivo en el denominador del indicador de liquidez de segunda línea, hace que los incumplimientos con las regulaciones sean más frecuentes.

Desde el punto de vista técnico, se evaluó tres métodos de estimación del VaR. Donde se determina que, en el período de tiempo analizado, los retornos no siguen una distribución Normal, lo que hace que el método paramétrico de estimación utilizando la matriz de varianzas – covarianzas no sea viable. Por tanto, los métodos que se pueden utilizar son la simulación histórica y la estimación por modelos de series temporales con varianza persistente (IGARCH).

Finalmente, del análisis realizado, se infiere que el modelo que mejor se ajusta a la realidad de la institución financiera, es aquel que considera un horizonte de 10 días para la estimación del VaR, tanto en la simulación histórica como en la estimación del IGARCH. Esta estimación logra duplicar el cumplimiento de los indicadores de liquidez de segunda línea (pasa de un 42,71% a un 85,79% y a un 83,28% promedio en el período analizado, en los modelos generados

por simulación histórica y por IGARCH, respectivamente) y el indicador mínimo de liquidez con respecto a la metodología propuesta por la SB (pasa de un 32,79% a un 64,43% y a un 62,29% promedio en el período analizado, para la simulación histórica y el IGARCH, respectivamente). La simulación histórica con un horizonte de 10 días, resultó ser la mejor estimación para el VaR de la institución, ya que en porcentaje cumple con las regulaciones un mayor número de veces que el presentado por el IGARCH (2 puntos porcentuales de mejora) y logra tener un valor más ajustado a la pérdida o ganancia real (4% respecto a lo determinado por el IGARCH).

RECOMENDACIONES

Se recomienda que, para una mejor estimación del VaR para la institución, es necesario considerar a las inversiones del Banco Central del Ecuador por separado para evitar una sobre estimación con respecto a los valores reales de pérdidas y ganancias.

A pesar de que el resultado de la simulación histórica fue mejor que aquel obtenido con el modelo IGARCH, se recomienda realizar una ampliación de este proyecto ya que la estimación por series temporales es más robusta que la de la simulación histórica y por tanto, a largo plazo, puede proveer mejores resultados.

En este proyecto se ha realizado una evaluación considerando tres horizontes de tiempo (10, 15 y 30 días) de acuerdo a recomendaciones dadas por la SB y Basilea, con tres metodologías diferentes; sin embargo, esto deja la puerta abierta para que en futuras investigaciones se puedan considerar nuevas metodologías y horizontes de tiempo diferentes a los considerados.

De acuerdo con las normativas y recomendaciones de los organismos de regulación bancaria y financiera, nacionales e internacionales, se considera para los análisis un período de 90 días para el cálculo del VaR; sin embargo, es recomendable que para métodos como el de simulación histórica o los modelos de series temporales se amplíe la cantidad de períodos, ya que esto ayuda a que la estimación sea mejor.

BIBLIOGRAFÍA

1. Avilés Albán, N. P. (2015). *La crítica situación financiera, el proceso neoliberal, la venta de las empresas públicas, el feriado bancario y la dolarización en la República del Ecuador en el período de 1990 al 2006* (Tesis de Grado, Quito: UCE).
2. Acosta, Jaramillo, & Mejia. (2017). El efecto de Gran Recesión sobre la oferta laboral en Ecuador. *Atlantic Review of Economic, 1*.
3. Arroyo, S. (2018). Análisis de la economía conductual del consumidor, bajo condiciones de incertidumbre y recesión y recuperación económica: Ecuador 2007-2017. (*Bachelor`s thesis, Quito; UCE*).
4. Capa, H. (2016). *Series temporales: la ciencia y el arte de la modelación y los pronósticos*. Quito: Editorial EPN
5. Carillo. (2017). El efecto de la política fiscal en expansión y recesión para Ecuador: un modelo MSVAR. *Cuadernos de Economía, 36(71)*, 405-439.
6. Casas Monsegny, M., & Cepeda Cuervo, E. (2008). Modelos ARCH, GARCH y EGARCH: aplicaciones a series financieras. *Cuadernos de economía, 27(48)*, 287-319.
7. Castaño, H. F. (2011). *EGARCH: Un modelo asimétrico para estimar la volatilidad de series financieras*. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 9(16)*, 49-60.
8. Carillo, E. (2006). *Análisis de riesgos de Mercado y Liquidez en las operaciones en el Banco del Estado*. Tesis Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2006.
9. Cerdas, E., Jiménez, F., & Valverde, M. (2006). *Crisis de Ecuador en los años 1999-2000*. Recuperado de: *Aula de Economía.com*.
10. Class International Rating (2016). *Informe de Calificación de Riesgo*. Recuperado de <http://www.classinternationalrating.com/index.php/corporacion-financiera-nacional-cfn/finish/144/508>
11. *CODIGO ORGANICO MONETARIO Y FINANCIERO, LIBRO I*. (2014). Ecuador.
12. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2001). *El nuevo acuerdo de capital de Basilea*.

13. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2004). *Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital*. Banco de Pagos Internacionales.
14. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2006). *Principios Básicos para la supervisión bancaria eficaz*. Banco de Pagos Internacionales. Octubre, 2006.
15. *Constitución de l República del Ecuador*. (2008). Ecuador.
16. Danielsson, J., & De Vries, C. G. (2000). *Value-at-risk and extreme returns*. *Annales d'Economie et de Statistique*, 239-270.
17. De Miguel, J., Miranda, F., Pallas, J., & Peraza, C. (2002). *La medición del riesgo de crédito y el Nuevo Acuerdo de Capital del Comité de Basilea*.
18. Engle, R. F. (2004). *Riesgo y volatilidad: modelos econométricos y práctica financiera*. Discurso pronunciado en el acto de entrega del premio Nobel de Economía 2003. *RAE: Revista Asturiana de Economía*, (31), 221-252.
19. Espinosa, R. (2000). *La crisis económica financiera ecuatoriana de finales de siglo y la dolarización*. Recuperado de http://www.memoriacrisisbancaria.com/www/articulos/Roque_Espinosa_Crisis_bancaria.pdf
20. Fan, J., & Gu, J. (2003). *Semiparametric estimation of Value at Risk*. *The Econometrics Journal*, 6(2), 261-290.
21. Galvis, A., & Galindo, E. (2016). *El Concepto del Riesgo de Valor y su Cuantificación Mediante la Estructura Estocástica de la Formación de Capital*. *Revista Politécnica*, 37(2), 138.
22. González, J. R. A., & Vigas, C. B. (2000). *Valor en Riesgo: Aplicación a la gestión empresarial*. Ediciones Pirámide.
23. Hera López, A., & Cascales, J. G. (2012). *Gestión del Riesgo de Liquidez en Entidades Financieras*.
24. Jerez, C. (2009). *GESTIÓN DE RIESGO DE LIQUIDEZ EN MUTUALISTA PICHINCHA - METODOLOGÍA VAR PARA DETERMINAR LA VOLATILIDAD LAS FUENTES DE FONDEO-*. Ecuador. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahU>

KEwiKkvGmmd73AhVhmIQIHcR9DfsQFnoECAcQAQ&url=https%3A%2F%2Frep
ositorio.uasb.edu.ec%2Fbitstream%2F10644%2F958%2F1%2FT740-MFGR-Jerez-
Gesti%25C3%25B3n%2520de%2520riesgo%2520de%2520liquidez

25. Jiménez Rodríguez, E. J., & Martín Marín, J. L. (2005). *El nuevo acuerdo de Basilea y la gestión del riesgo operacional*. Universia Business Review.
26. Johnson, C. A. (2001). *Value at Risk: Teoría y aplicaciones*.
27. Jorion, P. (2000). *Risk management lessons from long-term capital management*. European financial management, 6(3), 277-300.
28. Jorion, P. (2001). *Value at risk: the new benchmark for managing financial risk*. NY: McGraw-Hill Professional.
29. Jorion, P. (2007). *Financial risk manager handbook* (Vol. 406). John Wiley & Sons.
30. Longerstaey, J., & More, L. (1995). *Introduction to riskmetrics*. Morgan Guaranty Trust Company, 6.
31. Lukcio, E. (2007). *17 bancos quebraron en Ecuador desde 1994*. Recuperado de: <http://somosdemocracia.org/edwinlukcio/2007/06/20/17-bancos-quebraron-en-ecuador-desde-1994/>
32. Martinelli, A. P. M. (2002). *VaR: una opción para medir el riesgo de mercado en los fondos de pensiones*. Departamento de Estudios Especiales y Valoración de Riesgo Superintendencia de pensiones, Costa Rica Agosto.
33. Mendoza, E. (2002). *De la crisis financiera ecuatoriana, causas, consecuencias, soluciones*. Revista jurídica online. Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales y Políticas. Universidad Católica de Guayaquil. Disponible en: http://www.revistajuridicaonline.com/wp-content/uploads/2002/02/15_De_la_Crisis_Financiera_Ecuatoriana.pdf
34. Morera Martinelli, A. P. (2002). *VaR: Una opción para medir el riesgo de mercados de fondos de pensiones*. Departamento de Estudios Especiales y Valoración de Riesgo, 1-21.
35. Minnich, M. 1998. *A Primer on VaR. Perspectives on Interest Rate Risk Management for Money managers and Traders*.

36. Orsikowsky, B. (2002). *Supervisión del riesgo de liquidez*. Estabilidad Financiera, (2), 139-156.
37. Padilla, M. C. (2012). *Gestión financiera*. Ecoe Ediciones.
38. Pérez Ramírez, F. O. (2008). *Modelos ARIMA-ARCH. Algunas Aplicaciones a las series de tiempo financieras*. Sello Editorial de la Universidad de Medellín.
39. Pra, I., Ríos, A., ARGUEDAS, R., & Casals, J. (2010). *Gestión y control del riesgo de crédito con modelos avanzados*. Ediciones Académicas.
40. Russi, D., & Martínez-Alier, J. (2002). Los pasivos ambientales. *Iconos. Revista de Ciencias Sociales*(15), 123-131
41. Superintendencia de Bancos y Beguros. *Instructivo para la aplicación del Concepto de Valor en Riesgo (VaR) para la estimación de la Liquidez estructural requerida por las Instituciones Financieras*. Octubre, 2004
42. Superintendencia de Bancos y Seguros (2012). *Ley General de Instituciones del Sistema Financiero*.
43. Superintendencia de Bancos y Seguros (2016). El Sistema Financiero Ecuatoriano. Recuperado de: http://portaldelusuario.sbs.gob.ec/contenido.php?id_contenido=23
44. Suplemento de Ley de Creación del BIESS, Registro Oficial 587, Quito – Ecuador, Mayo 2009
45. Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series* (Vol. 543). John Wiley & Sons.
46. Urteaga, A. G. (2013). *Liquidez, volatilidad estocástica y saltos*. Ed. Universidad de Cantabria.

ANEXOS

ANEXO A. CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL VAR

Cálculo del VaR método de varianzas - covarianzas

```

install.packages("readxl")
setwd('C:/Users /Tesis/Datos')
library(readxl)
df = read_excel("2. datos.xlsx", sheet = "datos")

### Diferenciar la serie en h=10
h<-10
df2<-data.frame(
df$(h+1):length(df$N)
,df$FECHA[(h+1):length(df$N)]
,diff(log(df$c2103),lag=h)
,diff(log(df$c2603),lag=h)
,diff(log(df$c2607),lag=h)
,diff(log(df$c2903),lag=h)
,diff(log(df$c2690),lag=h)
,diff(log(df$TOTAL),lag=h))

colnames(df2)<-
c('N','FECHA','Rc2103','Rc2603','Rc2607','Rc2903','Rc2690','RTOTAL')

### cálculo del var desde el 2011-10-26
id<-df2$N[as.character(df2$FECHA, format="%Y-%m-%d")=="2011-10-26"]

var_m<-0
var_p<-0
j<-1
for(i in id:max(df2$N)){
  covar<-cov(df2[df2$N>i-90+h & df2$N<=i,3:7])
  covar[is.na(covar)]<-0
  media<-as.matrix(apply(df2[df2$N>i-90+h & df2$N<=i,3:7],2,mean))
  media[is.na(media)]<-0
  media[is.infinite(media)]<-0
  ffond<-df[df$N==i,3:7]

```

```

ffond[is.na(ffond)]<-0
pffond<-as.matrix(ffond/df$TOTAL[df$N==i])
v1<-pffond%*%media
v2<-sqrt(pffond%*%covar%*%t(pffond))
var_m[j]<- df$TOTAL[df$N==i]*1.6449*v2
var_p[j]<-var_m[j]/df$TOTAL[df$N==i]
j=j+1
}

head(var_p)
var10<-data.frame(df2$FECHA[df2$N>=id],var_m,var_p)
colnames(var10)<-c('FECHA','var_m10','var_p10')

```

Cálculo del var método simulación histórica

```

install.packages("readxl")
setwd('C:/Users /Tesis/Datos')
library(readxl)
df = read_excel("2. datos.xlsx", sheet = "datos")

### Diferenciar la serie en h=10
h<-10
df2<-data.frame(
df$N[(h+1):length(df$N)]
,df$FECHA[(h+1):length(df$N)]
,diff(log(df$c2103),lag=h)
,diff(log(df$c2603),lag=h)
,diff(log(df$c2607),lag=h)
,diff(log(df$c2903),lag=h)
,diff(log(df$c2690),lag=h)
,diff(log(df$TOTAL),lag=h))

colnames(df2)<-
c('N','FECHA','Rc2103','Rc2603','Rc2607','Rc2903','Rc2690','RTOTAL')

### cálculo del var desde el 2011-10-26
id<-df2$N[as.character(df2$FECHA, format="%Y-%m-%d")=="2011-10-26"]

var_m<-0
var_p<-0
j<-1

```

```

varNP_m<-0
varNP_p<-0
j<-1
for(i in id:max(df2$N)){
  rend<-as.matrix(df2[df2$N>i-90+h & df2$N<=i,3:7])
  rend[is.na(rend)]<-0
  ffond<-as.matrix(df[df$N==i,3:7])
  ffond[is.na(ffond)]<-0
  v1<-rend%%t(ffond)
  v1[is.na(v1)]<-0
varNP_m[j]<-abs(quantile(v1, probs = 0.05))
varNP_p[j]<-varNP_m[j]/df$TOTAL[df$N==i]
j=j+1
}

head(varNP_p)
varNP10<-data.frame(df2$FECHA[df2$N>=id],varNP_m,varNP_p)
colnames(varNP10)<-c('FECHA','var_m10','var_p10')

```

ANEXO B. ESTIMACIÓN DEL MODELO IGARCH

El modelo estimado para el horizonte de 10 días por un IGARCH es:

Dependent Variable: D(R10TOTAL,1)
 Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
 Date: 11/22/17 Time: 20:16
 Sample (adjusted): 12 1489
 Included observations: 1478 after adjustments
 Convergence not achieved after 500 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(5)*RESID(-1)^2 + (1 - C(5))*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(10)	-0.406178	0.004405	-92.20368	0.0000
MA(3)	-0.099773	0.012755	-7.822338	0.0000
MA(1)	-0.083019	0.014548	-5.706712	0.0000
SMA(20)	-9.7E+129	2.5E+128	-38.24326	0.0000

Variance Equation				
RESID(-1)^2	0.000531	1.59E-05	33.35923	0.0000
GARCH(-1)	0.999469	1.59E-05	62834.45	0.0000

R-squared	1.000000	Mean dependent var	1.26E-05
Adjusted R-squared	1.000000	S.D. dependent var	0.014355
S.E. of regression	1.3E-132	Akaike info criterion	-604.4340
Sum squared resid	2.5E-261	Schwarz criterion	-604.4161
Log likelihood	446681.7	Hannan-Quinn criter.	-604.4273
Durbin-Watson stat	1.971667		

Como se puede observar todos los coeficientes son significativos, incluyendo los coeficientes correspondientes a la parte GARCH. Con este modelo se logró que los residuos sean no significativos y por lo tanto, el modelo sea válido; esto se muestra a través del correlograma de residuos y residuos al cuadrado:

Residuos estimados del modelo IGARCH:

Date: 12/06/17 Time: 16:12
 Sample: 1 708
 Included observations: 707
 Q-statistic probabilities adjusted for 4 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob...	
		1	0.020	0.020	0.2726	
		2	0.011	0.011	0.3581	
		3	-0.02...	-0.02...	0.6390	
		4	0.015	0.015	0.7893	
		5	0.033	0.033	1.5665	0.211
		6	-0.06...	-0.06...	4.3437	0.114
		7	0.010	0.012	4.4145	0.220
		8	-0.06...	-0.06...	7.6426	0.106
		9	0.028	0.027	8.1868	0.146
		1...	-0.01...	-0.01...	8.3510	0.213
		1...	0.023	0.025	8.7312	0.273
		1...	-0.02...	-0.02...	9.0086	0.342
		1...	-0.05...	-0.05...	11.480	0.244
		1...	0.021	0.016	11.807	0.298
		1...	0.016	0.021	11.997	0.364
		1...	-0.01...	-0.02...	12.181	0.431
		1...	-0.01...	-0.00...	12.323	0.501
		1...	-0.01...	-0.01...	12.411	0.573
		1...	0.005	0.000	12.428	0.646
		2...	0.101	0.102	19.927	0.224
		2...	0.010	0.003	20.006	0.274
		2...	0.030	0.030	20.646	0.298
		2...	-0.03...	-0.03...	21.641	0.302
		2...	-0.04...	-0.04...	22.899	0.294
		2...	-0.02...	-0.02...	23.238	0.331
		2...	-0.03...	-0.02...	23.910	0.352
		2...	0.013	0.016	24.035	0.402
		2...	0.044	0.066	25.442	0.382
		2...	0.003	-0.01...	25.447	0.438
		3...	0.037	0.043	26.483	0.437
		3...	-0.00...	-0.01...	26.484	0.492
		3...	0.010	0.005	26.563	0.542
		3...	-0.00...	0.006	26.569	0.595
		3...	0.018	0.018	26.812	0.633
		3...	-0.02...	-0.02...	27.206	0.662
		3...	-0.05...	-0.04...	29.065	0.616

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Se puede observar que todos los p – valores (columna Prob) son mayores a 0,05 y por lo tanto son no significativos. Es decir, el modelo ajusta adecuadamente a los datos.

Residuos cuadráticos estimados para el modelo IGARCH:

Date: 12/06/17 Time: 16:13
 Sample: 1 708
 Included observations: 707

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob...	
		1	0.063	0.063	2.8364	0.092
		2	-0.00...	-0.00...	2.8412	0.242
		3	0.095	0.096	9.2277	0.026
		4	0.005	-0.00...	9.2489	0.055
		5	-0.00...	-0.00...	9.2952	0.098
		6	-0.00...	-0.01...	9.2978	0.158
		7	0.010	0.011	9.3658	0.227
		8	-0.00...	-0.00...	9.4030	0.309
		9	-0.01...	-0.01...	9.5709	0.386
		1...	-0.00...	-0.00...	9.5724	0.479
		1...	-0.02...	-0.01...	9.8644	0.543
		1...	-0.02...	-0.01...	10.251	0.594
		1...	-0.00...	0.001	10.252	0.673
		1...	-0.01...	-0.01...	10.412	0.732
		1...	-0.01...	-0.01...	10.625	0.779
		1...	-0.02...	-0.02...	11.172	0.799
		1...	-0.02...	-0.01...	11.503	0.829
		1...	-0.02...	-0.02...	12.009	0.847
		1...	-0.01...	-0.00...	12.199	0.877
		2...	0.011	0.015	12.288	0.906
		2...	-0.01...	-0.01...	12.411	0.928
		2...	-0.02...	-0.01...	12.751	0.940
		2...	-0.02...	-0.03...	13.320	0.945
		2...	-0.01...	-0.00...	13.404	0.959
		2...	-0.02...	-0.02...	13.836	0.965
		2...	-0.02...	-0.01...	14.229	0.970
		2...	-0.01...	-0.01...	14.313	0.978
		2...	-0.01...	-0.01...	14.535	0.983
		2...	-0.02...	-0.02...	15.132	0.984
		3...	0.006	0.008	15.159	0.989
		3...	-0.03...	-0.03...	15.806	0.989
		3...	-0.03...	-0.02...	16.519	0.989
		3...	-0.02...	-0.02...	16.991	0.990
		3...	-0.00...	-0.00...	17.018	0.993
		3...	-0.02...	-0.02...	17.417	0.994
		3...	-0.02...	-0.01...	17.827	0.995

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Se puede observar que los residuos al cuadrado son también no significativos y por lo tanto no existe autocorrelación entre los residuos.

Finalmente, se presenta la estimación de la desviación estándar de los retornos que son los valores que se tomarán para realizar la estimación del VaR:

