



Modelos de cuantificación de la máxima reducción esperada de las principales fuentes de fondeo de una institución financiera pública

Taípe Calle, Andrea Cecilia

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio

Carrera de Ingeniería en Finanzas y Auditoría

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Finanzas, Contadora Pública - Auditora

Mgs. Palacios Velarde, Juan Cristóbal

18 de agosto de 2020



Document Information

Analyzed document Tesis Andrea Taipe.docx (D77891834)

Submitted 8/18/2020 12:15:00 PM

Submitted by

Submitter email actaipe@espe.edu.ec

Similarity 1%

Analysis address jcpalacios5.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA

TESIS MAESTRIA EN FIINANZAS 1.1 Parte 1.docx

Document TESIS MAESTRIA EN FIINANZAS 1.1 PArte 1.docx (D38415688)

2

W

URL: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8123/Carolina_GarciaArango_ ..
 Fetched: 5/12/2020 8:04:18 AM

1

W

URL:
<https://www.supen.fi.cr/documents/10179/21740/Nota+t%C3%A9cnica+N%C2%B02++NT-2002-02>

1

Fetched: 11/26/2019 5:06:36 AM

.....
 Mgs. Palacios Velarde, Juan Cristóbal

DIRECTOR DE TESIS

C. C: 1705259594



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DEL
COMERCIO**

CARRERA DE INGENIERÍA EN FINANZAS Y AUDITORÍA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“Modelos de cuantificación de la máxima reducción esperada de las principales fuentes de fondeo de una institución financiera pública”** fue realizado por la señorita **Taípe Calle, Andrea Cecilia** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 18 de agosto de 2020

.....
Mgs. Palacios Velarde, Juan Cristóbal

C. C: 1705259594



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DEL COMERCIO

CARRERA DE INGENIERÍA EN FINANZAS Y AUDITORÍA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Taipe Calle, Andrea Cecilia**, con cédula de ciudadanía n° 1720767050, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Modelos de cuantificación de la máxima reducción esperada de las principales fuentes de fondeo de una institución financiera pública”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 18 de agosto de 2020



.....
Taipe Calle, Andrea Cecilia

C.C.: 1720767050



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DEL COMERCIO

CARRERA DE INGENIERÍA EN FINANZAS Y AUDITORÍA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Taipe Calle, Andrea Cecilia**, con cédula de ciudadanía n° 1720767050 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Modelos de cuantificación de la máxima reducción esperada de las principales fuentes de fondeo de una institución financiera pública”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 18 de agosto de 2020



.....
Taipe Calle, Andrea Cecilia

C.C.: 1720767050

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de cumplir una meta trazada.

A mis padres, por ser el pilar más importante de mi vida por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Finalmente, a Francine por ser la alegría de mi vida y el motor que me anima a continuar para estar siempre juntas, te amo.

Agradecimiento

A DIOS, por darme la vida y sus bendiciones

A mis padres, por su amor incondicional

A mis hermanas, por estar siempre a mi lado

A mi hija, por ser la alegría de mi vida

A mi director de tesis, por su orientación y brindarme su apoyo

A la UFA ESPE, por las enseñanzas transmitidas en mi vida estudiantil

Índice de Contenidos

Herramienta de Verificación de Similitud de Contenidos	2
Certificado del Director de Trabajo de Titulación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Índice de Contenidos	8
Índice de Tablas.....	12
Índice de Figuras.....	13
Índice de Ecuaciones.....	15
Resumen	16
Abstract.....	17
Introducción	18
Capítulo I	20
<i>Marco Teórico</i>	20
El Sistema Financiero	20
El Sistema Financiero Público en el Ecuador.....	20
Intermediación financiera	21
BanEcuador B.P.	21
Fuentes de fondeo	22
Riesgo	22
Gestión del Riesgo.....	22

Administración del riesgo.....	23
La administración de riesgos.....	23
Tipos de Riesgo de acuerdo con la Resolución No 380-2017-F de la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera	24
Riesgo de crédito.....	24
Riesgo de liquidez.....	24
Riesgo de mercado.....	24
Riesgo de tasa de interés.....	24
Riesgo de tipo de cambio.....	24
Riesgo operativo.....	24
Riesgo de lavado de activos y del financiamiento de delitos.....	25
Riesgo legal.....	25
Riesgo de reputación.....	25
Riesgo sistémico.....	25
Riesgo de fondeo.....	25
Valor en Riesgo (Value at Risk)	25
Antecedentes del VaR.....	25
Descripción conceptual del VaR.....	25
Modelos para estimar la máxima reducción esperada.....	30
Métodos paramétricos.....	30
Métodos no paramétricos.....	31
VaR Histórico o Simulación Histórica.....	31
VaR Simulación de Montecarlo	33
Ventajas y desventajas de cada método del VaR	36
Capítulo II	39
<i>Determinación de Hipótesis y Variables</i>	39
Objetivo General	39
Objetivos Específicos.....	39
Determinación de variables.....	39
Hipótesis	41
Planteamiento del problema	42
Capítulo III	44
<i>Metodología de Investigación</i>	44
Introducción.....	44
Enfoque de la metodología	44
Definición del objetivo de estudio.....	45
Determinación de las técnicas de recolección de datos.....	46
Determinación de las técnicas de estudio.....	46
Recolección de la información.....	49
Análisis del comportamiento de las CC (Cuentas Corrientes).....	50
Gráfico temporal.....	51
Tendencia.....	51
Mínimos y Máximos.....	51

Desviación estándar.....	51
Análisis del comportamiento de las cuentas de AHO (Ahorro).....	51
Gráfico temporal.....	52
Tendencia.....	52
Mínimos y Máximos.....	53
Desviación estándar.....	53
Análisis del comportamiento de los DPF (Depósitos a plazo fijo).....	53
Gráfico temporal.....	54
Tendencia.....	54
Mínimos y Máximos.....	54
Desviación estándar.....	55
Análisis del comportamiento de las FF (Fuentes de Fondo).....	55
Gráfico temporal.....	56
Tendencia.....	56
Mínimos y Máximos.....	56
Desviación estándar.....	56
Análisis de la aplicación de los modelos.....	56
Capítulo IV.....	58
<i>Resultados</i>	58
Aplicación de los métodos en las cuentas corrientes (CC).....	58
Método paramétrico Delta-Normal.....	58
Método simulación histórica.....	60
Método simulación Montecarlo.....	63
Aplicación de los métodos en las cuentas de ahorro (AHO).....	65
Método paramétrico Delta-Normal.....	65
Método simulación histórica.....	67
Método simulación Montecarlo.....	69
Aplicación de los métodos en los depósitos a plazo fijo (DPF).....	70
Método paramétrico Delta-Normal.....	70
Método simulación histórica.....	72
Método simulación Montecarlo.....	74
Aplicación de los métodos en los saldos agregados de las fuentes de fondeo (FF).....	76
Método paramétrico Delta-Normal.....	76
Método simulación histórica.....	78
Método simulación Montecarlo.....	80
Determinación del modelo VaR más ajustado a las fluctuaciones de las fuentes de fondeo del banco.....	82
Resultados para las cuentas corrientes.....	84
Resultados para las cuentas de ahorro.....	85
Resultados para los depósitos a plazo fijo.....	86
Resultados para los saldos agregados de las fuentes de fondeo.....	86
Backtesting de los resultados.....	87
Backtesting de las cuentas de corrientes (CC).....	88
Backtesting de las cuentas de ahorro (AHO).....	89
Backtesting de los depósitos a plazo fijo (DPF).....	90
Backtesting de los saldos agregados de las fuentes de fondeo (FF).....	91

Capítulo V	93
<i>Propuesta</i>	93
Propuesta de nuevos proyectos de investigación	93
Método de prueba de stress.	93
Métodos de sensibilidad.	94
Método backtesting.	94
Capítulo VI	96
<i>CONCLUSIONES</i>	96
Capítulo VII	98
<i>RECOMENDACIONES</i>	98
Bibliografía	99

Índice de Tablas

Tabla 1 Preguntas de investigación	40
Tabla 2 Análisis de CC	50
Tabla 3 Análisis cuentas de AHO	52
Tabla 4 Análisis cuentas de DPF	54
Tabla 5 Análisis de los saldos agregados FF	55
Tabla 6 VaR paramétrico de las cuentas corrientes	59
Tabla 7 Variaciones del saldo simulado para el VaR SH de las CC	61
Tabla 8 Variaciones del saldo simulado para el VaR de MC de las cuentas CC	63
Tabla 9 VaR paramétrico de la cuenta de AHO	66
Tabla 10 Variaciones del saldo simulado de las cuentas de AHO para el VaR de SH	67
Tabla 11 Variaciones del saldo simulado para el VaR de MC de las cuentas de ahorro	69
Tabla 12 VaR paramétrico de los depósitos a plazo fijo	71
Tabla 13 Variaciones del saldo simulado de las cuentas de DPF para el VaR de SH	73
Tabla 14 Variaciones del saldo simulado para el VaR de MC de los depósitos a plazo fijo	75
Tabla 15 VaR paramétrico del saldo agregado de las FF	77
Tabla 16 Variaciones del saldo simulado de las cuentas de FF para el VaR de SH	79
Tabla 17 Variaciones del saldo simulado para el VaR de MC de las FF	81
Tabla 18 Comparativo de la cuantificación del valor en riesgo	84
Tabla 19 Comparativo de la prueba de backtesting	88

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Representación gráfica del VaR al 95% de confianza</i>	26
Figura 2 <i>Estructura financiera del sistema financiero público</i>	45
Figura 3 <i>Distribución normal de los saldos agregados de las fuentes de fondeo</i>	49
Figura 4 <i>Saldos diarios de las cuentas corrientes del año 2019</i>	50
Figura 5 <i>Saldos diarios de las cuentas de ahorro del año 2019</i>	52
Figura 6 <i>Saldos diarios de los depósitos a plazo fijo del año 2019</i>	54
Figura 7 <i>Saldos diarios de las fuentes de fondeo del año 2019</i>	55
Figura 8 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de las CC</i>	58
Figura 9 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de las CC con VaR Paramétrico</i>	59
Figura 10 <i>Escenarios ordenados en retiros y depósitos de los saldos de las CC</i>	62
Figura 11 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de las CC con el resultado del VaR SH</i>	62
Figura 12 <i>Escenario aleatorio generado con el método VaR de SMC</i>	64
Figura 13 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de las CC con el resultado del VaR MC</i>	64
Figura 14 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de las AHO</i>	65
Figura 15 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de AHO con el VaR Paramétrico</i>	66
Figura 16 <i>Escenarios ordenados en retiros y depósitos de los saldos de las AHO</i>	68
Figura 17 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de AHO con el resultado del VaR SH</i>	68
Figura 18 <i>Escenario aleatorio de las cuentas de AHO generado con el método VaR de MC</i>	69
Figura 19 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de las AHO con el VaR MC</i>	70
Figura 20 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de los DPF</i>	71
Figura 21 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de DPF con el resultado del VaR</i>	72
Figura 22 <i>Escenarios ordenados en retiros y depósitos de los saldos de los DPF</i>	74
Figura 23 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de DPF con el resultado del VaR SH</i>	74

Figura 24 <i>Escenario aleatorio de las cuentas de DPF generado con el método VaR de MC</i>	75
Figura 25 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de los DPF con el resultado del VaR MC</i> .	76
Figura 26 <i>Distribución de las variaciones de los saldos agregados de las FF</i>	76
Figura 27 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de FF del VaR Paramétrico</i>	77
Figura 28 <i>Escenarios ordenados en retiros y depósitos de los saldos de las FF</i>	80
Figura 29 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de la FF con el resultado del VaR SH</i>	80
Figura 30 <i>Escenario aleatorio de las cuentas de FF generado con el método VaR de MC</i>	81
Figura 31 <i>Distribución de las variaciones de los saldos de los FF con el resultado del VaR MC</i>	82
Figura 32 <i>Resultados del VaR en las cuentas corrientes</i>	84
Figura 33 <i>Resultados del VaR en las cuentas de ahorro</i>	85
Figura 34 <i>Resultados del VaR en los depósitos a plazo fijo</i>	86
Figura 35 <i>Resultados del VaR en los saldos agregados de las fuentes de fondeo</i>	87
Figura 36 <i>El método que más se ajusta a las CC</i>	89
Figura 37 <i>El método que más se ajusta a las AHO</i>	90
Figura 38 <i>El método que más se ajusta a las DPF</i>	91
Figura 39 <i>El método que más se ajusta a las FF</i>	92

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 <i>Probabilidad de ocurrencia</i>	26
Ecuación 2 <i>Límite superior de la integral de la función de retornos esperado</i>	27
Ecuación 3 <i>VaR con distribución de retornos</i>	27
Ecuación 4 <i>Expresión del VaR con α</i>	28
Ecuación 5 <i>Expresión del VaR con NC</i>	29
Ecuación 6 <i>VaR con cambios logarítmicos</i>	30
Ecuación 7 <i>Expresión para calcular el VaR a través de simulación histórica</i>	33
Ecuación 8 <i>Rentabilidades ordenadas</i>	33
Ecuación 9 <i>Ecuación del VaR para simulación histórica</i>	33
Ecuación 10 <i>Modelo de Wiener</i>	34
Ecuación 11 <i>Modelo de Wiener con componente estocástico</i>	35
Ecuación 12 <i>Componentes determinísticos y estocásticos</i>	35
Ecuación 13 <i>Modelo en términos discretos</i>	35
Ecuación 14 <i>Expresión para calcular el VaR a través de la simulación Montecarlo</i>	35
Ecuación 15 <i>Determinación de la Varianza</i>	47
Ecuación 16 <i>Determinación de la Desviación estándar</i>	48
Ecuación 17 <i>Determinación de la Covarianza</i>	48
Ecuación 18 <i>Determinación de los coeficientes de correlación</i>	48

Resumen

La inestabilidad de los mercados iniciada a mediados de 2007 demostró la importancia de la liquidez en el funcionamiento de los mercados financieros y del sector bancario. Una gestión eficiente y oportuna del riesgo de liquidez contribuye a garantizar la capacidad del banco para hacer frente a los flujos de caja resultantes de sus obligaciones de pago, que son de naturaleza incierta al ser influenciados por acontecimientos externos. La gestión del riesgo de liquidez y por tanto de fondeo es de gran importancia en una institución, ya que esta puede repercutir en todo el sistema, a causa de un efecto domino en el comportamiento de los agentes.

En el caso de las entidades financieras, los recursos para cumplir con su función de intermediación, provienen de sus diferentes fuentes de fondeo, como captaciones a plazo, cuentas de ahorro, etc. que presentan volatilidad en sus saldos diarios con diferente magnitud según la fuente de fondeo, lo que presiona los niveles de liquidez de la entidad, siendo necesario en algunos casos establecer con determinado nivel de confianza, cual es el monto máximo de reducción de los saldos disponibles para ser colocados en el mercado, dentro de un horizonte temporal y gestionar de manera más eficiente el riesgo de fondeo.

La popularidad del uso del Valor en Riesgo para establecer estrategias de gestión de riesgo viene, sin duda, de que es un concepto sencillo de fácil interpretación: el valor en riesgo es la estimación de la mayor pérdida posible esperada con un nivel de confianza y un horizonte temporal definido.

PALABRAS CLAVES

- **VALOR EN RIESGO**
- **FUENTES DE FONDEO**
- **ESTIMACIÓN**
- **MÁXIMA REDUCCIÓN ESPERADA**

Abstract

The instability of the markets that began in mid-2007 demonstrated the importance of liquidity in the functioning of financial markets and the banking sector. Efficient and timely management of liquidity risk helps to guarantee the bank's ability to meet the cash flows resulting from its payment obligations, which are uncertain in nature as they are influenced by external events. The management of liquidity risk and therefore funding is of great importance in an institution, since it can affect the entire system, a cause of a domino effect in the behavior of agents.

In the case of financial institutions, the resources to fulfill their intermediation function come from their different sources of funding, such as term deposits, savings accounts, etc., which present volatility in their daily balances with different magnitudes depending on the source. funding, which puts pressure on the liquidity levels of the entity, being necessary in some cases to establish with a certain level of confidence, what is the maximum amount of reduction of the balances available to be placed in the market, within a time horizon and manage funding risk more efficiently.

The popularity of the use of Value at Risk to establish risk management strategies undoubtedly comes from the fact that it is a simple concept of easy interpretation: it is the estimation of the largest possible loss expected with a confidence level and a horizon definite time.

KEYWORDS

- **VALUE AT RISK**
- **FUNDING SOURCES**
- **ESTIMATE**
- **MAXIMUM EXPECTED REDUCTION**

Introducción

Para el área de la administración del riesgo las técnicas de estimar una máxima reducción esperada se han convertido en una herramienta muy útil para cuantificar el riesgo, esta técnica llamada Valor en Riesgo (*VaR-Value at Risk*) se encuentra apoyada por un horizonte de tiempo definido un nivel de confianza dado. Uno de los desarrollos más recientes es la aplicación del VaR para establecer los riesgos de liquidez y operativos.

Por ello, y bajo esta premisa el proyecto de investigación está orientado a la aplicación de tres métodos del Valor en Riesgo el cual cada uno de ellos mantienen su particularidad y por tanto sus resultados serán diferentes, para estimar la máxima reducción esperada de las fuentes de fondeo de una institución financiera pública, en la cual sus principales captaciones se encuentran en los depósitos: cuentas de ahorro, corrientes y a plazo que presentan volatilidad en sus saldos diarios con diferente magnitud según la naturaleza de la cuenta, lo que presiona los niveles de liquidez de la entidad, estos métodos y las particularidades de los mismos se encuentran indicados en el capítulo 1; de tal manera siendo necesario en algunos casos establecer de manera más eficiente el riesgo de fondeo que le permita a la institución administrar adecuadamente sus recursos sin descuidar sus compromisos o determinar el método que más se ajuste a la cuantificación de los riesgos de la institución como se indica en las hipótesis y variables que se han considerado en el capítulo 2, así como también determinar las técnicas de estudio más apropiadas que delimiten el tamaño de la muestra y recolección de la información explicadas en el capítulo 3 que permitirán precisar hipótesis y variables de estudio y que posterior a esto las variables e hipótesis indicadas sean probadas, aceptadas o rechazadas por medio de los resultados aplicados con los métodos indicados en el capítulo 4, generando así la cuantificación del valor en riesgo en los métodos paramétricos y no paramétrico. En la determinación del mejor método de cuantificación de riesgo de la institución se incorporó pruebas de comportamiento o backtesting con la finalidad de

corroborar los resultados obtenidos con el nivel de significancia determinado. En base de la aplicación e investigación realizada se podrá determinar nuevas hipótesis que se deberán probar por tanto se propondrá nuevos proyectos de investigación determinados en el capítulo 5 y finalmente se concluirá y recomendará a la institución financiera, así como a los investigadores en función de los resultados encontrados.

Capítulo I

Marco Teórico

El Sistema Financiero

En un sentido general, el sistema financiero (sistema de finanzas) de un país está formado por el conjunto de instituciones, medios y mercados, cuyo fin primordial es canalizar el ahorro que generan los prestamistas o unidades de gasto con superávit hacia los prestatarios o unidades de gasto con déficit, así como facilitar y otorgar seguridad al movimiento de dinero y al sistema de pagos. (Calvo, Cuervo, Parejo, & Rodríguez, 2008)

De acuerdo con Martínez Torres Omar Alejandro en su libro Análisis Económico, el sistema financiero es el conjunto de regulaciones, normativas, instrumentos, personas e instituciones que operan y constituyen el mercado de dinero, así como el mercado de capitales. Orientando y dirigiendo tanto el ahorro como la inversión, poniendo en contacto la oferta y la demanda de dinero de un país.

El Sistema Financiero Público en el Ecuador. Dentro del sistema financiero nacional las instituciones financieras públicas de primer piso denotan un gran protagonismo en el desarrollo de la intermediación financiera del país, al momento las instituciones financieras públicas son:

- Banco del Estado/ Banco de Desarrollo
- BanEcuador B.P.
- Corporación Financiera Nacional

En este proyecto se considerará únicamente el estudio del riesgo de reducción de las principales fuentes de fondeo de la institución financiera BanEcuador B.P.

Es así como, la creación de BanEcuador fue anunciada por el presidente de la República, economista Rafael Correa, el 9 de mayo de 2015, en el Enlace Ciudadano 423, en Iluman, cantón Otavalo. Lo presentó como un banco público, articulado a la institucionalidad y a los objetivos nacionales; con un enfoque inclusivo, créditos adaptados a las condiciones de los sectores productivos y, con horarios adecuados a las actividades de los productores, comerciantes y campesinos. Cuatro días después, el 13 de mayo de 2015, con el Decreto Ejecutivo 677, BanEcuador se incorpora a la vida económica del Ecuador. (BanEcuador B.P., 2017)

Intermediación financiera

“Es la intervención que realizan las instituciones nacionales de crédito, organismos auxiliares, instituciones nacionales de seguros y fianzas y demás entidades autorizadas legalmente para constituirse como medio de enlace entre el acreditante de un financiamiento y el acreditado, obteniendo una comisión por su labor al concertar los créditos en los mercados de dinero nacional e internacional” (Ohlin, 2010)

BanEcuador B.P.

Es un banco para el desarrollo en el cual considera a la persona y no al dinero como el centro de su accionar, con el fin de contribuir al mejoramiento de su calidad de vida. Para hacerlo debe: poner a disposición de la mayor cantidad de ciudadanos los recursos económicos mediante el apoyo en el incremento del empleo y de la producción, motivar el ahorro por medio de programas de educación financiera y el pago de tasas de interés atractivas a los depositantes, reinvertir los recursos que capta de los ciudadanos para crear desarrollo preferentemente en las áreas rurales y urbano marginales, ser sostenible, buscando un equilibrio entre la rentabilidad financiera y el impacto social de las actividades que financia y de la población que atiende,

ofrecer una alternativa que evite acudir a la usura, rendir cuentas a sus clientes y a la ciudadanía en general. (BanEcuador B.P., 2016)

Fuentes de fondeo

“El fondeo es el procedimiento que realizan las instituciones de crédito dirigido a obtener recursos monetarios; se manejan recursos propios a través de socios de capital inicial, recursos obtenidos del público, recursos captados a través de fondos de apoyo provenientes de las instituciones de banca de desarrollo y los recursos captados a través de las líneas interbancarias, préstamos o créditos hechos entre instituciones bancarias nacionales y extranjeras” (Krugman, Eco- finanzas, 2010)

Riesgo

“El concepto de riesgo financiero hace referencia a la incertidumbre que algo que vaya a pasar, o la consecuencia de alguna acción realizada, tenga algún impacto en alguna organización empresarial. El riesgo financiero está compuesto por las diferentes variables que pueden afectar a una inversión”. (simple, 2016)

Gestión del Riesgo

“Es la práctica de valor económico en una firma mediante el uso de instrumentos financieros para manejar la exposición al riesgo, particularmente el riesgo de crédito y el riesgo de mercado. Otros tipos incluyen los cambios de divisas, volatilidad, sector, liquidez, riesgos de inflación, etc. Al igual que en la gestión de riesgos, la gestión de riesgos financieros requiere identificar sus fuentes, su medición y los planes para abordarlos. La gestión del riesgo puede ser cualitativa y cuantitativa. Como una especialización de la gestión del riesgo, la gestión del riesgo financiero se enfoca en cuándo y cómo para cubrir el uso de instrumentos financieros para el manejo costoso de riesgos. En el sector bancario en todo el mundo, los Acuerdos de Basilea son

generalmente adoptados por los bancos con actividad internacional para el seguimiento, los reportes y exposición operacional, riesgos de crédito y mercado”. (Conti & Arnaldo, 2003)

Administración del riesgo

De acuerdo con las Políticas para la Gestión Integral y Administración de Riesgos de las entidades de los sectores financieros público y privado publicado por la Resolución de la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, el cual considera al:

“Riesgo. Es la posibilidad de que se produzca un hecho generador de pérdidas que afecten el valor económico de las entidades; Exposición. - Está determinada por el riesgo asumido menos la cobertura implantada” (Resolución No 380-2017-F)

Por consiguiente, como un concepto propio se podría determinar al riesgo como la posibilidad de que ocurra una situación peligrosa que está asociado con una decisión que conlleva a una exposición frente a cada tipo de peligro.

La administración de riesgos. Es el proceso mediante el cual las entidades de los sectores financieros público y privado identifican, miden, controlan/ mitigan y monitorean los riesgos inherentes al negocio, con el objeto de definir el perfil de riesgo, el grado de exposición que la entidad está dispuesta a asumir en el desarrollo del negocio y los mecanismos de cobertura, para proteger los recursos propios y de terceros que se encuentran bajo su control y administración” (Resolución No 380-2017-F)

La función de identificar, medir, controlar y monitorear los distintos tipos de riesgo a los que se encuentra expuesta una institución, está bajo la responsabilidad de una unidad independiente del negocio que llegará a cabo todas las funciones de administración de los riesgos supervisada por un comité, está claro que tal estructura dependerá de la magnitud de las

actividades que realice la entidad, así como la exposición de los diferentes riesgos que enfrentará por dichas actividades

Tipos de Riesgo de acuerdo con la Resolución No 380-2017-F de la Junta de Política y

Regulación Monetaria y Financiera

Riesgo de crédito. Es la posibilidad de pérdida debido al incumplimiento del prestatario o la contraparte en operaciones directas, indirectas o de derivados que conlleva el no pago, el pago parcial o la falta de oportunidad en el pago de las obligaciones pactadas.

Riesgo de liquidez. Es la contingencia de pérdida que se manifiesta por la incapacidad de las entidades financieras 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 mercado. Es la contingencia de que una entidad de los sectores financieros público y privado 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 de balance.

Riesgo de tasa de interés. Es la posibilidad de que las entidades asuman pérdidas como consecuencia de movimientos adversos en las tasas de interés pactadas, cuyo efecto dependerá de la estructura de activos, pasivos y contingentes.

Riesgo de tipo de cambio. Es el impacto sobre las utilidades y el patrimonio que se generen por variaciones en el tipo de cambio de acuerdo con las monedas con las que operan.

Riesgo operativo. Es la posibilidad de que se produzcan pérdidas por fallas o insuficiencias en factores como: procesos, personas, tecnología de la información y eventos externos imprevistos.

Riesgo de lavado de activos y del financiamiento de delitos. Es la posibilidad de pérdida o daño por lo que la entidad por su exposición a ser utilizada directamente o a través de sus operaciones como instrumento para el lavado de activos y/o canalización de recursos hacia la realización de actividades delictivas incluida el terrorismo.

Riesgo legal. Es la probabilidad de que una entidad sufra pérdidas directas o indirectas debido a inobservancia de carácter de aplicación de disposiciones legales o normativas aplicables.

Riesgo de reputación. Es la posibilidad de afectación del prestigio de una entidad de los sectores financieros público y privado por cualquier evento externo.

Riesgo sistémico. Es la posibilidad de alteración del sistema financiero que afecte a todos los agentes del sector financiero en un mismo momento.

Riesgo de fondeo. Es la posibilidad de que la entidad tenga escasez de recursos líquidos.

Valor en Riesgo (Value at Risk)

Antecedentes del VaR. El VaR es una metodología cuya finalidad es medir cuanto puede perder una variable cuantificable en un determinado período con una significancia dada. Como origen del VaR se puede destacar los conflictos financieros surgidos en los '90 en el mundo entero como Baring (Reino Unido), Daiwa (Japón) y Orange Country (Estados Unidos), entre los principales; lo que implica que una inadecuada gestión de riesgos financieros puede generar grandes pérdidas.

Descripción conceptual del VaR. El Value at Risk (VaR) es una metodología creada para administrar los riesgos financieros que acechan a las empresas, el VaR es la máxima pérdida

esperada en un período de tiempo y con un nivel de confianza dados, en condiciones normales de mercado (Jorion P. , 2003)

El estándar de la industria es calcular el VaR con un nivel de significancia del 5%, que equivale a un nivel de confianza del 95%, lo que significa, en el caso del riesgo de mercado, que 1 de cada 20 veces el retorno del activo o portafolio cae más que lo estimado por el VaR (Johnson, 2001)

Según Johnson (2001) los valores a un lado del VaR tienen una probabilidad α de ocurrencia y los del otro lado una probabilidad $1 - \alpha$. Donde α es el nivel de significancia que constituye un parámetro que el investigador escoge y generalmente es igual a 0,01 o 0,05. Por lo tanto, si se define a R_t como el rendimiento en el tiempo t , el VaR cumplirá la siguiente condición:

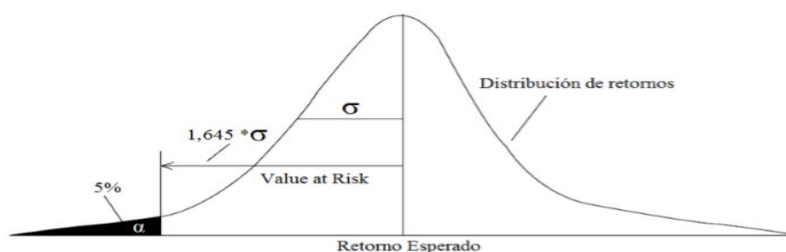
Ecuación 1

Probabilidad de ocurrencia

$$\Pr[R_t < VaR_t] = \alpha$$

Figura 1

Representación gráfica del VaR al 95% de confianza



Nota. El gráfico representa una distribución normal. Tomado de (Johnson, 2001)

En este sentido “el VaR se define por el límite superior de la integral de la función de retornos esperados” tal que (Johnson, 2001):

Ecuación 2

Límite superior de la integral de la función de retornos esperado

$$\int_{-\infty}^{E[r]-VaR} r(s)ds = \alpha$$

Por lo tanto, conociendo (s) e imponiendo un valor para α , puede estimarse el VaR tal que se cumpla la condición de la anterior ecuación.

De este modo, para el cálculo del VaR se debe plantear un escenario de resultados “posibles”, esto implicará considerar al retorno futuro como una variable aleatoria y esta a su vez una distribución esperada con variable aleatoria y sus dos primeros momentos estadísticos (esperanza y varianza). De tal forma se cumplirá lo indicado en la anterior ecuación, identificando el punto de corte en la distribución posible que tendrá el retorno que se planteó.

Si es posible conocer la distribución de los retornos posibles que puede estimar el VaR como:

Ecuación 3

VaR con distribución de retornos

$$VaR(t) = E[r] - z_{\alpha} * \sqrt{\sigma^2 \Delta t}$$

Donde:

$E[r]$ = la esperanza de r

z_{α} = es el número de desviaciones estándar requeridas para llegar al nivel de significancia α especificado y depende de la distribución que siguen los retornos potenciales.

Generalmente la distribución normal.

σ^2 = la varianza de la variable a predecir

Δt = horizonte de tiempo para el cual se calculará el VaR

Si se asume que (s) sigue una distribución normal y el cálculo se efectúa con un nivel de significancia del 5% (confianza del 95%) o del 1% (confianza del 99%), el factor z debe ser reemplazado por 1,645 o 2,325, respectivamente.

Una representación alternativa consiste en estimar el VaR a través de la siguiente expresión:

Ecuación 4

Expresión del VaR con α

$$VaR = \alpha \sqrt{\sigma^2 * \Delta t}$$

Donde α es el factor que define el área de pérdida de los retornos, σ^2 la varianza de los retornos, y Δt el horizonte de tiempo para el cual se calculará el factor de riesgo VaR .

En la medida que delimitamos un α de 5% o 1% como área de pérdida, debemos multiplicar a la desviación estándar de la serie de retornos σ^Δ por 1,64 o 2,325, respectivamente.

Desarrollando la fórmula anterior, se tendría $VaR = \alpha * \sqrt{\sigma^2} * \sqrt{\Delta t} = \alpha * \sigma * \sqrt{\Delta t}$

Donde:

α = factor de área de pérdida

$1-\alpha$ = Nivel de Confianza o Probabilidad

Un área de pérdida del 5% equivale a un nivel de confianza o probabilidad del 95% y ese punto de encuentra a 1,645 desviaciones de la media.

Por tanto:

Ecuación 5

Expresión del VaR con NC

$$VaR = NC * \sigma * \sqrt{\Delta t}$$

En el presente proyecto se considerará un cambio en la definición original de la metodología, pues no se utilizará para predecir un valor mínimo (máxima pérdida esperada), sino un máximo (máxima salida de recursos), por tanto, el VaR se aplicará en las principales fuentes de fondeo de BanEcuador B.P. para estimar el máximo requerimiento de liquidez esperado que le permitan mantener sus operaciones de intermediación, en un periodo determinado y dado un nivel de confianza.

Para el cálculo del VaR se predecirá las mayores salidas de recursos mediante la variación logarítmica v que se entenderá como el mayor requerimiento en el periodo determinado. Por tanto, se tendrá una estimación de la máxima variación porcentual compuesta esperada bajo un determinado nivel de significancia en la cola derecha de valores positivos.

“El VaR establece la pérdida máxima que puede experimentar una inversión dentro de un horizonte temporal, dado un nivel de confianza $(1 - \alpha)$, normalmente 95% o 99%” (Sevilla, 2015)

Según Michel Crouhy, Dan Galai & Robert Mark (2001) en matemáticas financieras y gestión del riesgo financiero, el valor en riesgo (abreviado VaR a partir de su expresión en inglés, Value at Risk) es una medida de riesgo ampliamente utilizada del riesgo de mercado en una cartera de inversiones de activos financieros. Para una cartera, probabilidad y horizonte temporal dados, el VaR se define como un valor límite tal que la probabilidad de que una pérdida a precios de mercados en la cartera sobre un el horizonte temporal dado exceda ese valor (asumiendo mercados normales y que no se produce negociación en la cartera) sea el nivel de probabilidad dado.

“El Valor en riesgo que es comúnmente conocido como VaR (Value at Risk), es una técnica estadística que permite medir el riesgo financiero de una inversión. Se encarga de determinar la probabilidad (generalmente entre 1% y 5%) de sufrir una pérdida durante un periodo de tiempo (generalmente 1 día, 1 semana o 1 mes)” (Stevens, 2003)

Modelos para estimar la máxima reducción esperada

Existen distintas formas de calcular el VaR, sin embargo, se puede clasificar en dos grandes grupos de acuerdo con la forma de valorar los activos de riesgo:

- 1) Métodos paramétricos
- 2) Métodos no paramétricos

Métodos paramétricos. La principal característica en este método es el supuesto que los datos se distribuyen en una curva de densidad de probabilidad normal, cabe indicar que existen datos que no siempre siguen una curva normal, se podría decir que hay un cierto acercamiento a una normalidad y por ende los resultados que generan al momento de aplicar esta metodología tendrán resultados aproximados. (Jorion P. , 2009)

Según Jorion P. (2009) al aplicar variaciones logarítmicas diarias en la serie histórica de las principales fuentes de fondeo de una institución pública se podrá visualizar la densidad de la distribución, con la finalidad de identificar una distribución histórica estacionaria, por tanto, el valor a observar en el futuro tiene una distribución normal con media y varianza igual a la media y varianza histórica. Una vez, identificados estos parámetros se podría utilizar estas ecuaciones:

Ecuación 6

VaR con cambios logarítmicos

$$VaR(G_{t+1}) = G_t * \exp (E[v] + z_\alpha * \sqrt{\sigma^2})$$

Donde:

$E[v] + z_{\alpha} * \sqrt{\sigma^2}$ representa el percentil σ de los cambios logarítmicos potenciales.

$\exp(E[v] + z_{\alpha} * \sqrt{\sigma^2})$ representa el cambio porcentual esperado

Si el cálculo se realiza con un nivel de significancia del 5% o del 1% (confianza del 95% y 99% respectivamente), el factor z ser reemplazado por 1,645 o 2,352.

En este proyecto se aplicará la metodología para predecir el valor máximo y no el valor mínimo como conceptualmente se expuso, en tal sentido se aplicará en las principales fuentes de fondeo (depósitos a la vista y depósitos a plazo) de la institución financiera pública.

Métodos no paramétricos. El VaR se determina en base de escenarios posibles. En este grupo existen dos formas de cálculo que son: Simulación histórica y Simulación de Montecarlo.

VaR Histórico o Simulación Histórica. Este método no supone ninguna función de distribución para las variaciones (v) que observa la variable analizada, se apoya únicamente en su comportamiento histórico. Se supone que la variable a estimar mantiene su nivel de riesgo observado históricamente, es decir, toma los movimientos históricos de los factores de riesgo para simular posibles movimientos futuros; sin embargo es sensible al tamaño de la ventana histórica de referencia ya que eventualmente se podría pasar por alto algunos riesgos. (Jorion P. , 2009)

En lugar de utilizar la información histórica para calcular volatilidades y correlaciones de los activos de la base, se estudian las pérdidas y ganancias que habría experimentado la base actual si se hubieran producido, aleatoriamente, las rentabilidades históricas del conjunto de activos que definen los nodos de riesgo estándar. Una vez obtenidas las pérdidas y ganancias hipotéticas para cada día del período de observación, se puede generar una distribución de

rentabilidades esperadas y tomar los percentiles de dicha distribución como medida directa del VaR. Al contrario que la metodología paramétrica, no asume ninguna forma de la función de distribución de los rendimientos de los activos. (Martínez F. , 2014)

El método de simulación histórica evalúa las variaciones de los saldos, basados durante un período de tiempo pasado del cual asume que éste será un buen indicador para estimar el riesgo futuro. (Jorion P. , 2009) explica que la simulación histórica “consiste en regresar en el tiempo, por ejemplo, a los últimos 90 días y aplicar ponderaciones actuales a una serie de tiempo de rendimientos históricos del activo”.

En el caso del presente trabajo, para la aplicación de este modelo, se asume que el comportamiento observado en el pasado, de los clientes del banco, es un buen predictor de su comportamiento futuro.

Para llevar a cabo el cálculo del VaR a través de la simulación histórica se debe, según (Fernández, pág. 2):

1. Seleccionar una serie temporal en la cual exista fluctuaciones en los saldos (obligaciones) o precios (portafolio).
2. Luego de calculará la rentabilidad logarítmica de los saldos o precios sea diaria, semanal o de acuerdo con las características de la serie de tiempo. $Rend = Ln \left[\frac{P_t}{P_{t-1}} \right]$
3. Con la serie de datos de N observaciones de precios o saldos, se tiene N-1 retornos, R_n con $n=N-1$. Nuestra posición o saldo actual tiene un valor de mercado o saldo actual V. Sea L_t la rentabilidad, medida en dinero, sobre V en la fecha t:

Ecuación 7

Expresión para calcular el VaR a través de simulación histórica

$$L_t = V R_t$$

Una vez calculados las rentabilidades o variaciones de los saldos fluctuantes, ordenamos de menor a mayor los valores calculados, donde el primer valor será la salida mayor observada en el tamaño de muestra, la siguiente la segunda mayor salida y así sucesivamente. (Salinas, 2009, pág. 9) Como se indica a continuación:

Ecuación 8

Rentabilidades ordenadas

$$L_{1:n} \leq L_{2:n} \leq \dots \leq L_{j:n} \leq \dots L_{n:n}$$

La simulación histórica (SH) a un nivel de confianza p , y en valor absoluto viene dado por:

Ecuación 9

Ecuación del VaR para simulación histórica

$$VaR_{SH}(p) = L_{j^*:n}$$

En donde j^* es el número entero que satisface $\frac{j^*-1}{n} < 1-p \leq \frac{j^*}{n}$

La simulación histórica es fácil de implementar de entre los demás modelos de valuación porque se basa en la serie de datos histórica para luego estimar el futuro, aplicando la misma ponderación a saldos actuales que a los históricos.

VaR Simulación de Montecarlo. Describe la evolución de los precios de los activos a partir de la simulación de los componentes aleatorios que intervienen en la evolución en el tiempo como fracciones dentro del precio o saldo. A través de este método, se obtiene una

aproximación del comportamiento de la rentabilidad o máxima reducción esperada, utilizando simulaciones por ordenador que generan recorridos aleatorios de la rentabilidad de la cartera basados en ciertos supuestos iniciales sobre las volatilidades y correlaciones de los factores de riesgo. Se utiliza fundamentalmente para modelizar el comportamiento de activos de los que carecemos de información histórica, de los activos cuya rentabilidad sigue distribuciones muy diferentes a la normal y en especial para las opciones. (Martínez F. , 2014)

En el caso del presente trabajo, para la aplicación de este modelo, se asume que el comportamiento de los clientes del banco, no siguen un patrón definido y es producto de factores aleatorios.

Con lo expuesto, este método en el presente caso cubrirá un extenso rango de saldos posibles a través de la generación de escenarios aleatorios. Los escenarios se crearán a través de números aleatorios o *random*, pues el modelo considera que los saldos se comportarán de acuerdo con un proceso estocástico:

Ecuación 10

Modelo de Wiener

$$\frac{ds}{s} = udt + \sigma dz$$

S = saldo de las fuentes de fondeo

dS = cambio en los saldos de las fuentes de fondeo

u = variaciones en los saldos de las fuentes de fondeo

dt = cambio en la variable tiempo

σ = volatilidad de las fuentes de fondeo

ε = coeficiente aleatorio, se distribuye $N \sim (0,1)$

$$dz = \varepsilon \sqrt{dt}$$

En donde, $dz = \varepsilon \sqrt{dt}$ reemplazando en la fórmula inicial resultaría el Modelo de Wiener despejando el dz en función a los *random* de la desviación estándar de rendimientos o componente estocástico, como se indica:

Ecuación 11

Modelo de Wiener con componente estocástico

$$\frac{ds}{s} = udt + \varepsilon t \sqrt{dt}$$

Los rendimientos (portafolio) o saldos (obligaciones) estarán fijados por un componente determinístico y otro estocástico, tal es así como se indica en la siguiente ecuación:

Ecuación 12

Componentes determinísticos y estocásticos

$$\frac{ds}{s} = udt + \sigma \varepsilon t \sqrt{dt}$$

Se debe indicar que el componente determinístico será aquel dato que se conocen con certeza y por el contrario el componente estocástico es el modelo probabilístico cuyo dato no se le conoce con anticipación. El modelo puede presentarse en términos discretos de esta manera:

Ecuación 13

Modelo en términos discretos

$$\frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} = u \Delta t + \sigma \varepsilon t \sqrt{\Delta t}$$

Si el modelo discreto de despeja en términos del tiempo t, se obtiene:

Ecuación 14

Expresión para calcular el VaR a través de la simulación Montecarlo

$$S_t = S_{t-1} + S_{t-1}(u \Delta t + \sigma \varepsilon t \sqrt{\Delta t})$$

S_t = saldo de las fuentes de fondeo

S_{t-1} = saldo actual de las fuentes de fondeo

u = variaciones en los saldos de las fuentes de fondeo

Δt = intervalo de tiempo

σ = volatilidad de las fuentes de fondeo

ε = coeficiente aleatorio, se distribuye $N \sim (0,1)$

La expresión anterior será la que se aplicará para la cuantificación del riesgo asociado a los saldos diarios a través de este método, cabe indicar que, el análisis con esta simulación puede considerar un amplio rango de saldos diarios de las fuentes de fondeo del banco.

Ventajas y desventajas de cada método del VaR

La mejor metodología estará establecida de acuerdo con la clase de información que va a tener la base de datos en la que se aplicará la metodología. A continuación, se presenta las ventajas y desventajas de los tres métodos de estimación del riesgo de acuerdo con la metodología VaR: (Martínez F. , 2014)

La Metodología Paramétrica se va a recomendar cuando la base de datos no contenga posiciones en derivados de consideración o, en otras palabras, en activos que su valor se base significativamente en el precio de otro, y se va a desaconsejar cuando contenga posiciones de consideración en instrumentos no lineales y las distribuciones de las rentabilidades no sean normales.

La Simulación Histórica es recomendable cuando el pasado reciente sea representativo del riesgo presente en la base y cuando tengamos posiciones no lineales de consideración en la base. Por el contrario, se va a desaconsejar cuando el pasado reciente no sea representativo del futuro.

Finalmente, la Simulación por Montecarlo se va a recomendar cuando la base contenga posiciones no lineales de consideración y sea necesaria una valoración global. En cambio, es desaconsejable cuando la base esté compuesta por un gran número de posiciones y las posiciones en derivados no sean de consideración, ya que necesita de un fuerte soporte computacional.

En definitiva, en el presente proyecto se aplicará los tres métodos mencionadas, con la finalidad de estimar el riesgo de los saldos diarios de las principales fuentes de fondeo del banco, según la metodología VaR que se ajusta a las necesidades de la institución y determinar la máxima salida o reducción esperada de las principales fuentes de fondeo de la institución financiera pública que está compuesta de las cuentas de depósitos a la vista denominada de acuerdo al CUC (Catálogo único de cuentas) como la cuenta 2101, y depósitos a plazo denominada como la cuenta 2103.

El análisis en los tres métodos se realizará para un horizonte temporal de un día, que se ajusta a la política de gestión de la entidad bancaria. Cabe indicar que la política de gestión se enmarca en la Codificación de las Normas de la Superintendencia de Bancos, Libro I Sistema Financiero, en el cual la entidad está sujeta bajo normativa a presentar reportes semanales de liquidez con análisis diarios, cuyos indicadores deben cumplir límites normativos y para lo cual se complementa con el Manual de gestión y procedimientos de Riesgo de Liquidez y Plan de Contingencia de Riesgo de liquidez, en el cual indica:

“1. El índice de liquidez de primera línea y el índice de liquidez de segunda línea no podrán ser menores a los límites establecidos en el Capítulo IV De la Administración del riesgo de liquidez, y,

2. El índice de liquidez de primera línea y el índice de liquidez de segunda línea no podrán ser menores a los límites internos establecidos por la Gerencia de Riesgos”.

Capítulo II

Determinación de Hipótesis y Variables

Objetivo General

Establecer la metodología VaR que mida de mejor manera el riesgo de las principales fuentes de fondeo del banco a través de la cuantificación de las principales cuentas que conforman las fuentes de fondeo de la institución financiera pública.

Objetivos Específicos

1. Analizar el comportamiento de las principales fuentes de fondeo de la Institución Financiera Pública (BanEcuador B.P.)
2. Aplicar los tres métodos de estimación del VaR y determinar la máxima reducción esperada en un día de los saldos de las cuentas de las principales fuentes de fondeo, dado un nivel de confianza.
3. Cuantificar la máxima reducción esperada de los saldos de las cuentas de las principales fuentes de fondeo.
4. Estimar el método que más se ajusta a los movimientos de las principales cuentas de fondeo de la institución.

Determinación de variables

La determinación de las variables en este proyecto, tienen como objeto general y específico estimar el método que más se ajusta a la volatilidad de los saldos diarios de las captaciones a plazo, cuentas de ahorro, etc. lo que permitirá conocer el monto máximo de reducción de los saldos que establecerá niveles de fondeo adecuados para ser colocados en el mercado.

Tabla 1

Preguntas de investigación

Pregunta General				
Identificación	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores
Pregunta General	Particular	Específica	Independiente	
¿Se garantiza la capacidad del banco para hacer frente a los flujos de caja resultantes de sus obligaciones de pago, por medio del monitoreo de las principales fuentes de fondeo?	Se estudiará el concepto que asocia a la volatilidad o valor en riesgo para medir el riesgo de fluctuación de los saldos diarios de los depósitos del público a través del desarrollo de los modelos VaR.	Existen distintas formas de calcular el VaR, sin embargo, se puede clasificar en dos grandes grupos: Mét paramétricos Mét no paramétricos	Determinación del modelo de cuantificación de la máxima reducción esperada de las principales fuentes de fondeo	Modelos Valor en Riesgo: Paramétricos, Simulación por Montecarlo y Simulación Histórica
Preguntas Específicas				
Identificación	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores
Pregunta General	Particular	Específica	Independiente	
¿Se identifica adecuadamente las principales fuentes de fondeo?	Determinar el comportamiento, naturaleza, vencimiento y exigibilidad de las principales fuentes de fondeo.	Los principales factores para considerar son: remuneración, la necesidad de los depositantes y utilización frecuente de su flujo de caja.	Determinar comportamiento	Depósitos a la vista: (cuentas de ahorro y cuentas corrientes) Depósitos a plazo

Identificación Pregunta General	Objetivo Particular	Hipótesis Específica	Variables Independiente	Indicadores
¿Cuál es el método VaR más ajustado para monitorear las fuentes de fondeo?	Aplicar los métodos de estimación de Valor en Riesgo	Determinar el método que mayor se ajuste a determinar una alerta temprana	Determinar el método idóneo	Modelos Valor en Riesgo: Paramétricos, Simulación por Montecarlo y Simulación Histórica
¿Cuál es la probabilidad de incurrir en riesgo de liquidez por una corrida de los depósitos de la institución?	Cuantificar la máxima reducción esperada de los depósitos del banco	Identificar un límite o alerta temprana	Estimación de una posible salida de recursos	Probabilidad, Máxima reducción
¿El método de valor en riesgo se ajusta a las fluctuaciones de las cuentas de las FF?	Estimar el método más ajustado a los movimientos de las de cuentas.	Comparación de resultados frente a las fluctuaciones reales	Determinación de la metodología como gestión de administración de riesgo	Porcentaje de cumplimiento

Hipótesis

Debido a la naturaleza de las fuentes de fondeo del banco, el método histórico permite una mejor estimación de su máxima reducción esperada en un periodo de tiempo, con un nivel de probabilidad dado.

Planteamiento del problema

El Comité de Basilea refleja la evolución de los mercados financieros a través de su documento “Sound Practices for Managing Liquidity in Banking Organisations”, publicado en 2000, en donde se especifica que se debe tener en cuenta aspectos de una adecuada gestión y supervisión del riesgo de liquidez, y sumado la inestabilidad de los mercados iniciada a mediados del año 2007, demostró la importancia de la liquidez en el funcionamiento de los mercados financieros y del sector bancario. Una gestión eficiente y oportuna del riesgo de liquidez y fondeo contribuye a garantizar la capacidad del banco para hacer frente a los flujos de caja resultantes de sus obligaciones de pago, que son de naturaleza incierta al ser influenciados por acontecimientos externos.

En el caso de las entidades financieras, los recursos para cumplir con su función de intermediación, provienen de sus diferentes fuentes de fondeo, como captaciones a plazo, cuentas de ahorro, etc. que presentan volatilidad en sus saldos diarios con diferente magnitud según la fuente de fondeo, lo que presiona los niveles de liquidez de la entidad, siendo necesario en algunos casos establecer con determinado nivel de confianza, cual es el monto máximo de reducción de los saldos disponibles para ser colocados en el mercado, dentro de un horizonte temporal y gestionar de manera más eficiente el riesgo de fondeo.

La falta de liquidez en una sola institución puede repercutir en todo el sistema financiero, a causa de un efecto dominó en el comportamiento de los agentes, y con más importancia al tratarse de una institución financiera pública para el desarrollo cuya misión es buscar un equilibrio entre la rentabilidad financiera y el impacto social por medio de reinvertir

los recursos que capta de los clientes para crear desarrollo preferentemente en las áreas rurales y urbano marginales.

Por tal motivo, se estudiará el concepto que asocia a la volatilidad o valor en riesgo para medir el riesgo de fluctuación de los saldos diarios de los depósitos del público, para determinar la mejor metodología VaR que mida de mejor manera el riesgo de las principales fuentes de fondeo., considerando que las fuentes de fondeo poseen un comportamiento diferente según la naturaleza de su vencimiento y exigibilidad, los cuales responden a las necesidades de los depositantes y a la utilización frecuente de su flujo de caja, esto conlleva a que pueden manifestar un comportamiento impredecible de los saldos diarios, mismos que un día pueden disminuir y otro día, aumentar.

Capítulo III

Metodología de Investigación

Introducción

En esta etapa del proyecto, es necesario explicitar cuáles son los procedimientos metodológicos que serán utilizados para cumplir el objetivo e hipótesis formulados en esta investigación, así como también el tratamiento (análisis) de las fuentes de datos y cómo se analizará y realizará el informe de la investigación. Para ello se debe tomar en cuenta lo siguiente:

La metodología de investigación es un conjunto de procedimientos y técnicas que se aplicarán en el proyecto de manera sistemática, es decir, un conjunto de técnicas ordenadas que el investigador llevará a cabo con la finalidad de otorgar validez y rigor científico a los resultados obtenidos en el proyecto. (Coelho, 2019)

Enfoque de la metodología

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizará una metodología de la investigación cuantitativa puesto que se analizarán datos estadísticos provenientes de las principales fuentes de fondeo de BanEcuador B.P., a partir de los cuales se elaborarán resultados y conclusiones aprobando o rechazando la hipótesis sujeta a investigación en este proyecto.

La investigación cuantitativa, conocida también como metodología cuantitativa, es un modelo de investigación basado en el paradigma positivista, cuyo propósito es hallar leyes generales que expliquen la naturaleza de su objeto de estudio a partir de la observación, la

comprobación y la experiencia. Esto es, a partir del análisis de resultados experimentales que arrojan representaciones numéricas o estadísticas verificables. (Coelho, 2019)

Definición del objetivo de estudio

El sistema de bancos públicos, como parte integrante del sistema financiero nacional (público y privado) a marzo de 2020 concentró el 15.33% de los activos; 14.35% de la cartera bruta; 11.59% de los pasivos; 10.15% de los depósitos del público; 36.74% del patrimonio y 13.25% de los resultados. (Córdor, Jorge, 2020)

Figura 2

Estructura financiera del sistema financiero público



Nota. Las imágenes muestran la estructura actual de las instituciones financieras públicas del país. Tomado de (Superintendencia de Bancos, 2020)

Con la estructura financiera a marzo de 2020, se puede observar que las instituciones financieras públicas concentran sus pasivos con el 72.91% en obligaciones con el público, mientras que para cubrir a corto plazo estas obligaciones se cuenta con una escasa participación en los activos por parte de los fondos disponibles de 4.82% seguida con el 22.15% en inversiones. Lo que genera una incertidumbre ante una posible salida de recursos de una

institución financiera pública, que se interpretará como la generación de un riesgo de fondeo la cual causaría un default en la intermediación financiera.

Finalmente, el objeto de estudio se direcciona a la reciente creación de BanEcuador como un banco público dirigido a la inclusión financiera de los sectores rurales alineados a los objetivos nacionales del país, pretendiendo así la creación de un nuevo enfoque diferente al tradicional en el sistema financiero. Lo que hace atractivo el análisis de las fuentes de fondeo entendiéndose éstas como a los depósitos de cuentas de ahorro, corrientes y a plazo de esta institución calculando la máxima reducción esperadas a un tiempo determinado y con un nivel de probabilidad dado.

Determinación de las técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos adecuada para éste proyecto de investigación será la “Estadísticas de fuentes secundarias de datos”; ya que el estudio se aplicará en BanEcuador B.P., con la información contable diaria de las cuentas de depósitos de ahorro, corrientes y a plazo del período fiscal 2019, aproximadamente se aplicaran los métodos de valor en riesgo con 240 datos, información que ha sido autorizada bajo memorando Nro. BANECUADOR-SDC-2018-0059-MEM del 09 de agosto de 2018 suscrito por Gustavo Morales Herrera Subgerente de Desarrollo de Competencias de BanEcuador B.P.

Determinación de las técnicas de estudio

La investigación no elegirá un muestreo debido a que se analizará todas las fuentes de fondeo de la institución, entendiéndose como tales las cuentas de ahorro, corrientes y a plazo, de acuerdo con la base de información que cada modelo de cuantificación requiera.

A partir de la base de datos obtenida, se aplicará los métodos de estimación del *VaR* y se determinará la máxima reducción esperada de los saldos de las cuentas de las principales fuentes de fondeo, dado un nivel de confianza en un tiempo determinado.

Sin embargo, la unidad de análisis está constituida por los saldos diarios de las cuentas de ahorro, corrientes y a plazos que mantiene el banco, correspondientes al año 2019. Ahora bien, con la aplicación de los métodos *VaR* se pretenderá establecer la mayor reducción de los saldos, como una proyección de los datos para el año 2020 lo que aportaría a la administración de la institución una clave importante para medir un posible riesgo de fondeo que impida el normal desenvolvimiento de las actividades de intermediación.

La investigación requerirá el empleo de una serie de medidas de dispersión tales como:

Varianza = Mide el grado de dispersión al cuadrado de los rendimientos (R) con respecto a la su media.

Ecuación 15

Determinación de la Varianza

$$Var(X) = \frac{\sum_{t=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{N - 1}$$

X: variable sobre la que se pretenden calcular la varianza

R_i: observación número *i* de la variable *X*.

i: puede tomará valores entre 1 y *n*.

N-1: número de observaciones.

\bar{R} : Es la media de la variable *X*,

Desviación estándar = Medida de dispersión de los rendimientos respecto a la media en un periodo determinado. Mide la volatilidad.

Ecuación 16*Determinación de la Desviación estándar*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{N - 1}}$$

La desviación estándar de una variable es la raíz cuadrada de su varianza. Es algebraicamente más simple. Una propiedad útil de la desviación estándar es que, a diferencia de la varianza, se expresa en las mismas unidades que los datos a partir de los que se calcula,

Covarianza = Medida de asociación lineal entre dos variables. (Ej. rendimientos de 2 activos financieros). Describe el movimiento conjunto.

Ecuación 17*Determinación de la Covarianza*

$$Cov(X, Y) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N - 1}}$$

\bar{X} : es la media de la variable X

\bar{Y} : es la media de la variable Y

i : puede tomará valores entre 1 y n.

$N-1$: número de observaciones,

Coficiente de correlación= Mide el grado de relación lineal entre dos variables y su sentido (directo o inverso). Asume valores entre -1 y 1.

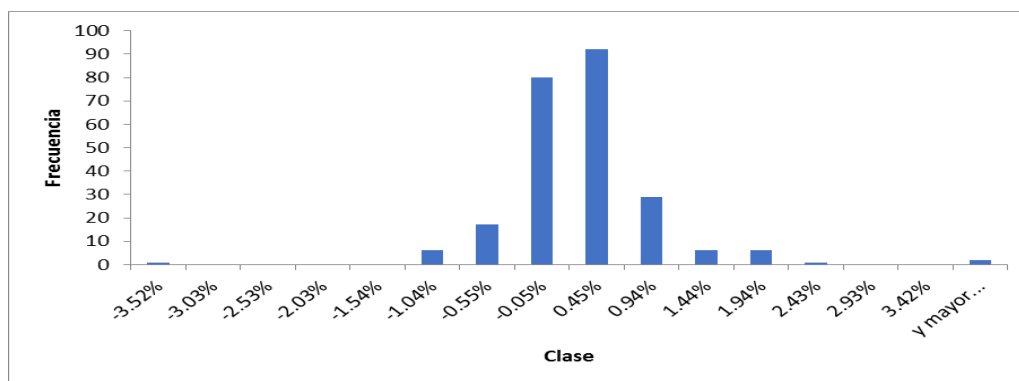
Ecuación 18*Determinación de los coeficientes de correlación*

$$\rho_{12} = Corr (R^1, R^2) = \frac{\sigma_{12}}{\sigma_1 \sigma_2}$$

Distribución normal= La distribución normal estándar, o tipificada o reducida, es aquella que tiene por media el valor cero, $\mu = 0$, y por desviación típica la unidad, $\sigma = 1$

Figura 3

Distribución normal de los saldos agregados de las fuentes de fondeo



Nota. La figura representa las variaciones de los saldos de las fuentes de fondeo de BanEcuador. Tomado de (Superintendencia de Bancos, 2020)

Así como principalmente las metodologías de aplicación del VaR:

- Paramétrica. - Basada en las varianzas y covarianzas de los rendimientos.
- De simulación:
 - Histórica. - En función de los rendimientos históricos de los precios de los activos.
 - De Montecarlo. - En función de la simulación de rendimientos mediante números aleatorios. (Palacios, 2020)

Recolección de la información

La recolección de datos será de fuentes secundarias debido a que la información se encontrará en la base de datos de BanEcuador B.P. provenientes de las estructuras B13 del balance diario que son reportadas diariamente a la Superintendencia de Bancos.

Análisis del comportamiento de las CC (Cuentas Corrientes)

Este tipo de cuentas generan una tasa de interés. Además, ésta tipo de cuentas utiliza los cheques como herramienta de operaciones bancarias, ofrecen también la posibilidad de depositar y retirar dinero en el momento que lo desee. Las cuentas corrientes presentan saldos diarios extraídos de los balances diarios de la entidad durante el año 2019, se analizará el comportamiento de las cuentas con la finalidad de elegir un método que mejor se ajuste a la cuantificación del riesgo:

Para lo cual se construirá un gráfico temporal que ubique los saldos de la serie en el eje de ordenadas y los instantes temporales en el eje de las abscisas.

Figura 4

Saldos diarios de las cuentas corrientes del año 2019

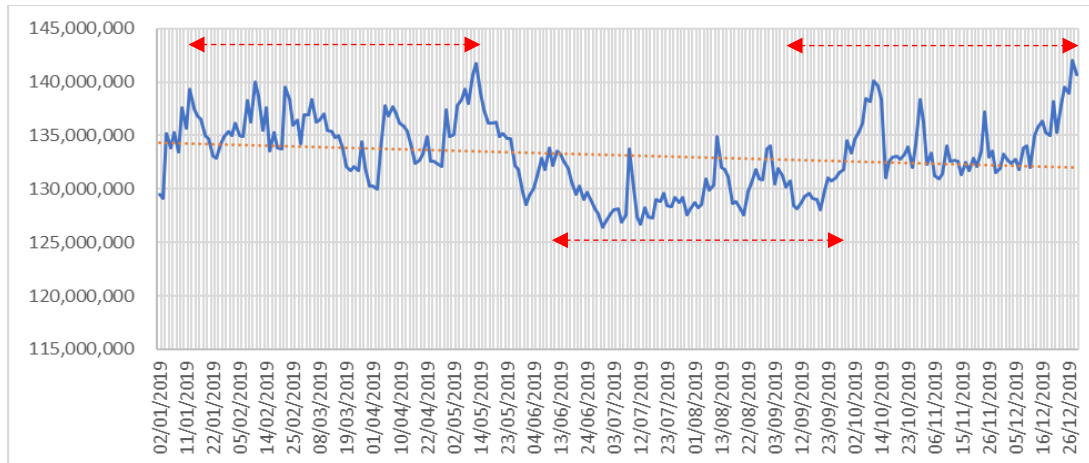


Tabla 2

Análisis de CC

Media	Desv Estándar	Min	Máx
133,152,954	3,429,546	126,400,473	142,003,796

Gráfico temporal. Se puede observar que los saldos diarios de la entidad no presentan valores extremos, por otro lado, se evidencia que el saldo de las cuentas no es constante en el tiempo, por ejemplo, al inicio del primer semestre los saldos decrecen y en septiembre crecen de nuevo al nivel de los saldos del inicio del año.

Tendencia. Por otro lado, analizaremos también la tendencia de la cuenta en la cual se observa que mantiene una tendencia constante registrando principalmente que la línea de tendencia aumenta y disminuye en un periodo constante.

Mínimos y Máximos. Los valores mínimos y máximos registrados en las cuentas corrientes no se encuentran muy alejados, puesto que la posición central (media) es de USD 133,152,954, lo que indica que no se registra en este período de tiempo valores extremos.

Desviación estándar. La cuantificación de la dispersión es baja lo que indica que no se registran variaciones significativas en este tipo de cuentas.

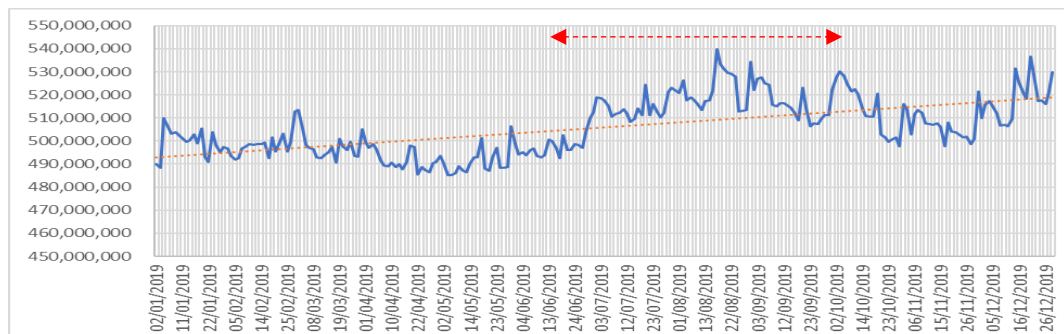
Análisis del comportamiento de las cuentas de AHO (Ahorro)

Las cuentas de ahorro presentan saldos diarios extraídos de los balances diarios de la entidad durante el año 2019, se analizará el comportamiento de las cuentas con la finalidad de elegir un método que mejor se ajuste a la cuantificación del riesgo conforme a su comportamiento y posteriormente a corroborar los resultados de las metodologías aplicadas.

Para lo cual se construirá un gráfico temporal que ubique los saldos de la serie en el eje de ordenadas y los instantes temporales en el eje de las abscisas.

Figura 5

Saldos diarios de las cuentas de ahorro del año 2019

**Tabla 3**

Análisis cuentas de AHO

Media	Desv Estándar	Min	Máx
505,854,965	12,373,722	485,052,547	539,752,518

Gráfico temporal. Se puede observar que los saldos diarios de la entidad no presentan valores extremos, por otro lado, se evidencia que el saldo de las cuentas no es constante en el tiempo, por ejemplo, al final del primer semestre los saldos se incrementan y se mantienen por encima de los saldos del inicio del año. Las cuentas de ahorro mantienen los saldos bajos al principio del año lo que podría indicar que los clientes o el factor colocador de recursos no se dispone al principio de año como al final. Un factor importante podría ser el sobresueldo de los meses de agosto y diciembre que hacen que los clientes mantengan niveles más elevados en sus saldos de cuentas de ahorro.

Tendencia. Por otro lado, analizaremos también la tendencia de la cuenta en la cual se observa que mantiene una tendencia creciente registrando principalmente que la línea de tendencia disminuye y aumenta a un ritmo constante.

Mínimos y Máximos. Los valores mínimos y máximos registrados en las cuentas de ahorro no se encuentran muy alejados, puesto que la posición central (media) es de USD 505,854,965, lo que indica que no se registra en este período de tiempo valores extremos.

Desviación estándar. La cuantificación de la dispersión es baja lo que indica que no se registran variaciones significativas en este tipo de cuentas.

Análisis del comportamiento de los DPF (Depósitos a plazo fijo)

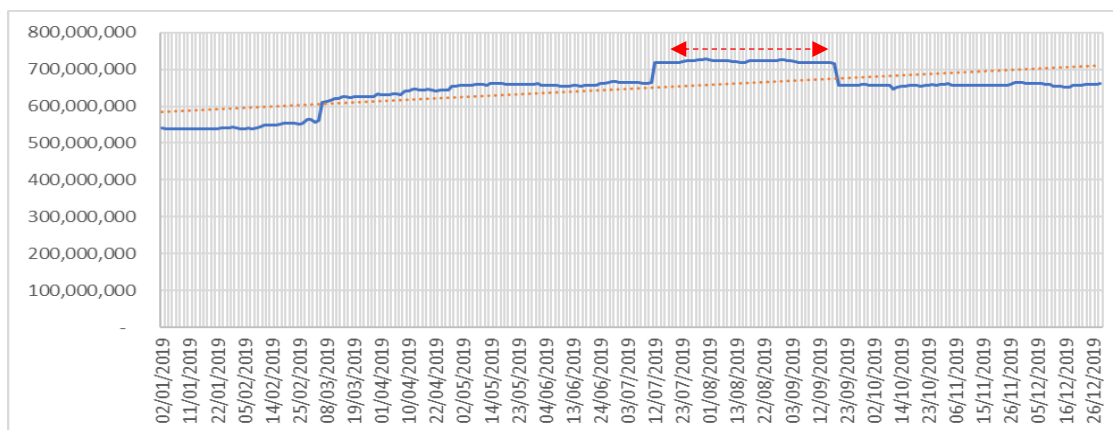
Este tipo de depósitos constituyen un instrumento de ahorro o inversión, puesto éstos representan una rentabilidad financiera luego de un tiempo a cambio de inmovilizar los recursos en la institución financiera. La principal característica de estos depósitos es que tienen una fecha de vencimiento, el cual facilita en gran medida a la hora de simular salida de recursos de la institución.

Se presentan saldos diarios de los depósitos a plazo fijo extraídos de los balances diarios de la entidad durante el año 2019, se analizará el comportamiento de las cuentas con la finalidad de elegir un método que mejor se ajuste a la cuantificación del riesgo conforme a su comportamiento y posteriormente a corroborar los resultados de las metodologías aplicadas.

Para lo cual se construirá un gráfico temporal que ubique los saldos de la serie en el eje de ordenadas y los instantes temporales en el eje de las abscisas.

Figura 6

Saldos diarios de los depósitos a plazo fijo del año 2019

**Tabla 4**

Análisis cuentas de DPF

Media	Desv Estándar	Min	Máx
647,947,349	54,783,079	537,633,998	727,913,115

Gráfico temporal. Se puede observar que los saldos diarios de la entidad no presentan valores extremos, sin embargo, se evidencia que durante el tercer trimestre el saldo de los depósitos a plazo fijo incrementa por una captación nueva.

Tendencia. Por otro lado, analizaremos también la tendencia de la cuenta en la cual se observa que mantiene una tendencia constante.

Mínimos y Máximos. Los valores mínimos y máximos registrados en los depósitos a plazo fijo no se encuentran muy alejados, puesto que la posición central (media) es de USD 647,947,349, lo que indica que no se registra en este período de tiempo valores extremos.

Desviación estándar. La cuantificación de la dispersión es baja lo que indica que no se registran variaciones significativas en este tipo de cuentas.

Análisis del comportamiento de las FF (Fuentes de Fondo)

Se presentan saldos diarios de las fuentes de fondeo extraídos de los balances diarios de la entidad durante el año 2019, se analizará el comportamiento de las cuentas con la finalidad de elegir un método que mejor se ajuste a la cuantificación del riesgo conforme a su comportamiento y posteriormente a corroborar los resultados de las metodologías aplicadas. Para lo cual se construirá un gráfico temporal que ubique los saldos de la serie en el eje de ordenadas y los instantes temporales en el eje de las abscisas.

Figura 7

Saldos diarios de las fuentes de fondeo del año 2019

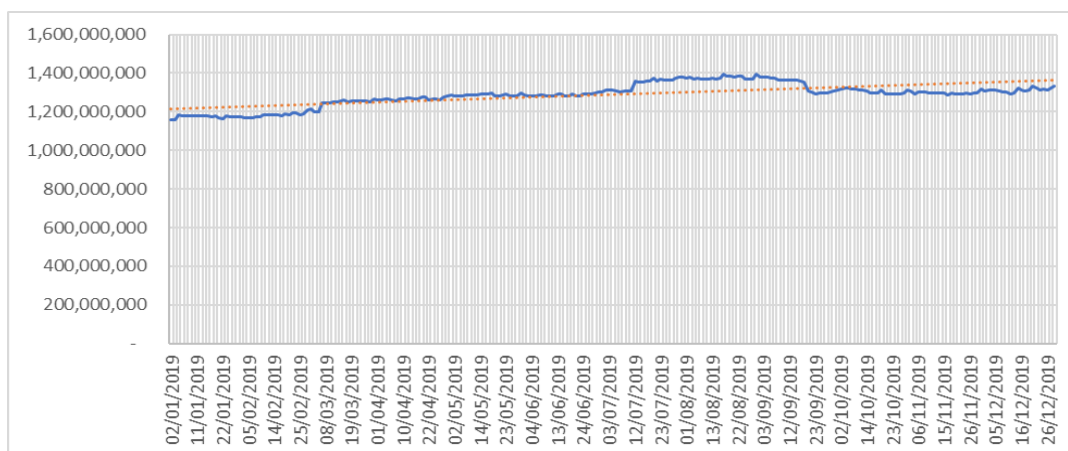


Tabla 5

Análisis de los saldos agregados FF

Media	Desv Estándar	Min	Máx
1,286,955,268	60,185,242	1,156,942,365	1,395,149,868

Gráfico temporal. Se puede observar que los saldos diarios de la entidad no presentan valores extremos, se evidencia saldos constantes.

Tendencia. Por otro lado, analizaremos también la tendencia de los saldos agregados en la cual se observa que mantiene una tendencia constante.

Mínimos y Máximos. Los valores mínimos y máximos registrados en los saldos agregados no se encuentran muy alejados, puesto que la posición central (media) es de USD 1,286,955,268, lo que indica que no se registra en este período de tiempo valores extremos.

Desviación estándar. La cuantificación de la dispersión es baja lo que indica que no se registran variaciones significativas en este tipo de cuentas.

Análisis de la aplicación de los modelos

El concepto de VaR se introdujo con el fin de cuantificar el riesgo relacionado con una pérdida grave, a un nivel de confianza escogido por el agente de mercado, entre el 95% y 99% (Charnes, 2007). Este método ofrece una cuantificación de la máxima variación que puede experimentar el valor de una cartera a lo largo de un periodo de tenencia determinado, con un nivel de fiabilidad estadística preestablecido” (Cabedo, 2000, pág. 61)

El primer paso para la aplicación de los métodos del VaR es la determinación del nivel de confianza y el horizonte de tiempo para los dos casos la teoría no define ninguno de estos parámetros, lo deja un tanto discrecional o subjetivo. Usualmente los niveles de confianza más utilizados son entre 90% y 99%. El Bank of International Settlement y el Derivates Policy Group recomiendan utilizar niveles de confianza del 99%; sin embargo, la evidencia empírica ha determinado que un 95% funciona mejor dado que las observaciones no siempre se distribuyen normalmente (Minnich, 2002)

El nivel de confianza del VAR, en este proyecto de estudio depende del nivel de seguridad de BanEcuador B.P.; sin embargo, considerando que las variaciones de los saldos diarios de las cuentas y por ende el saldo agregado no se distribuyen como una normal perfecta, se aplicará con el intervalo de confianza del 95%.

Mientras que para el horizonte de tiempo se determina que, por la naturaleza de las cuentas y la política de gestión de estas, se considera el tiempo de 1 día. Lo que resultará al momento de la aplicación de las metodologías, la máxima reducción esperada de las cuentas corrientes, cuentas de ahorro, depósitos a plazo y saldos agregados del día siguiente.

Finalmente, en la serie de datos se aplicará con saldos histórica de las fuentes de fondeo de un banco público, entre las cuentas que se utilizarán están: las cuentas corrientes, cuentas de ahorro, depósitos a plazo fijo y saldo agregado de las fuentes de fondeo de los saldos diarios del año 2019 (enero- diciembre). Por cada de uno de los métodos: paramétrico, simulación histórica y simulación Montecarlo. En el capítulo siguiente, se presenta en el orden indicado los resultados de estos:

Capítulo IV

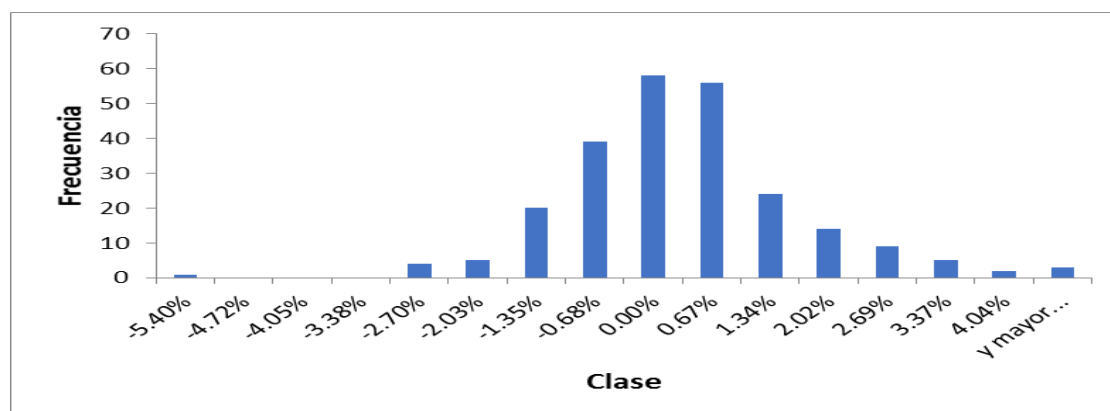
Resultados

Aplicación de los métodos en las cuentas corrientes (CC)

Método paramétrico Delta-Normal. Como ya se ha indicado en capítulos anteriores, este método tiene como el principal supuesto que los datos se distribuyen en una probabilidad normal, lo que no se podría tener una certeza completa, pues depende de la naturaleza de los datos con los que se está trabajando, es por ello por lo que el método paramétrico arrojará resultados aproximados.

Figura 8

Distribución de las variaciones de los saldos de las CC



Nota: La figura quiere demostrar la distribución que mantiene las cuentas corrientes de BanEcuador en el año 2019.

Como se puede observar las variaciones de los saldos de las cuentas corrientes no se ajustan totalmente a una distribución normal puesto que existen valores extremos que podrían influir en los resultados de esta metodología.

A continuación, se aplica la ecuación del VaR paramétrico:

Tabla 6

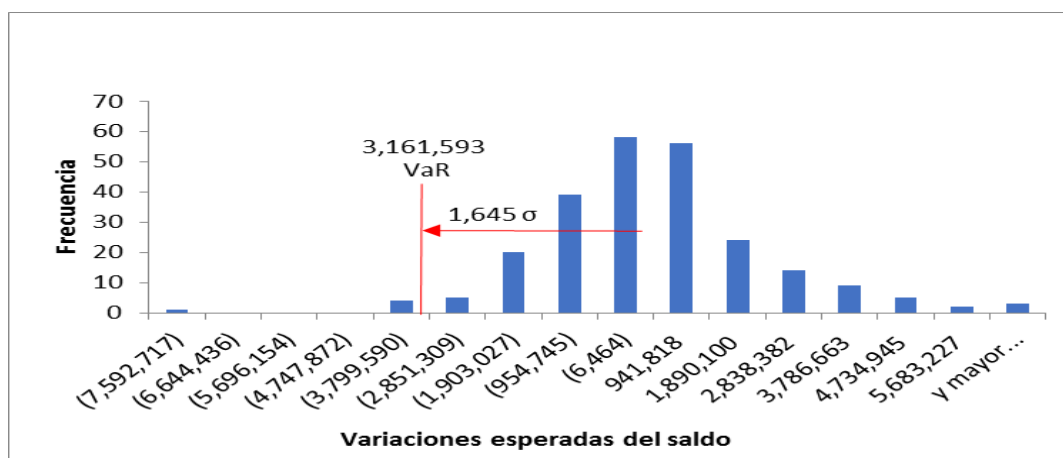
VaR paramétrico de las cuentas corrientes

VaR	Saldo	σ	NC	raiz(t)
3,161,592.99	140,652,101	1.37%	1.645	1

Con la aplicación de este método el resultado de la máxima reducción esperada en 1 día, de los saldos de la cuenta corriente al 95% de confianza es de USD 3,161,592.99.

Figura 9

Distribución de las variaciones de los saldos de las CC con el resultado del VaR Paramétrico



En el gráfico anterior y en los resultados obtenidos se puede observar que los saldos de esta cuenta siguen una distribución normal, y se ha graficado el punto del VaR calculado en las variaciones esperadas que podrían darse en los saldos de la cuenta, lo que resulta que al 95% de confianza el saldo esperado o proyectado como máxima reducción para el siguiente día será de USD 3,161,593.

Método simulación histórica. Para la aplicación de este método se debe indicar que éste no supone ninguna función de distribución y se apoya únicamente en el comportamiento de la base de información histórica observada, basada principalmente en la suposición de que la historia se replicará en el futuro lo que indica que estadísticamente será similar.

Para la cual se determinó una serie de tiempo de pérdida y ganancia simulada: $P_o - P$ en función de los rendimientos periódicos (diarios) calculados como conceptualmente señala este método, sin embargo en este proyecto al no hablar de un portafolio de activos sino de saldos diarios de la cuenta corriente se determinará una serie de 240 variaciones de retiros y depósitos en las cuentas corrientes en función de las variaciones calculadas $= Ln \left[\frac{S_t}{S_{t-1}} \right]$. A continuación, se presentan los 240 escenarios simulados en función del comportamiento de los saldos diarios y el gráfico de los saldos ordenados de retiros a depósitos de las cuentas corrientes:

Tabla 7

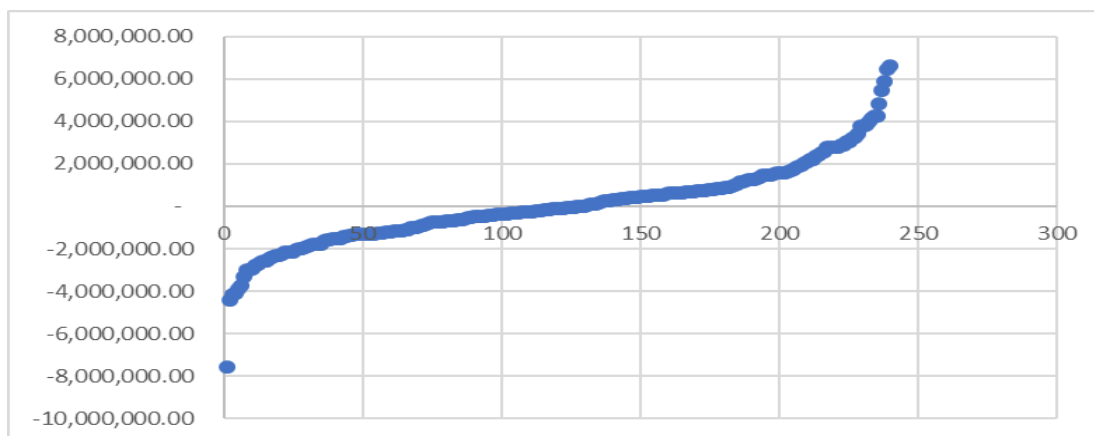
Variaciones del saldo simulado para el VaR SH de las CC

No	Variaciones LN CC	Variac saldo día simulado
1	-0.31%	-429,503.48
2	4.61%	6,482,341.88
3	-0.99%	-1,395,315.85
4	1.10%	1,552,435.51
5	-1.40%	-1,965,032.22
6	3.04%	4,272,138.22
7	-1.41%	-1,988,510.88
8	2.71%	3,814,876.43
9	-1.35%	-1,903,820.43
10	-0.46%	-647,560.78
11	-0.24%	-340,863.66
12	-1.10%	-1,543,455.38
13	-0.20%	-285,873.86
14	-1.29%	-1,809,626.49
228	-1.54%	-2,166,645.96
229	2.26%	3,182,251.69
230	0.56%	785,832.94
231	0.44%	617,295.76
232	-0.80%	-1,123,135.98
233	-0.26%	-368,333.18
234	2.33%	3,273,858.81
235	-2.11%	-2,966,015.27
236	1.96%	2,757,418.45
237	1.12%	1,575,926.94
238	-0.38%	-536,250.65
239	2.17%	3,057,357.50
240	-0.96%	-1,345,241.90

Nota: En la tabla indica un extracto de la simulación de los saldos con las variaciones históricas por lo que las posiciones que faltan en la tabla están ocultas.

Figura 10

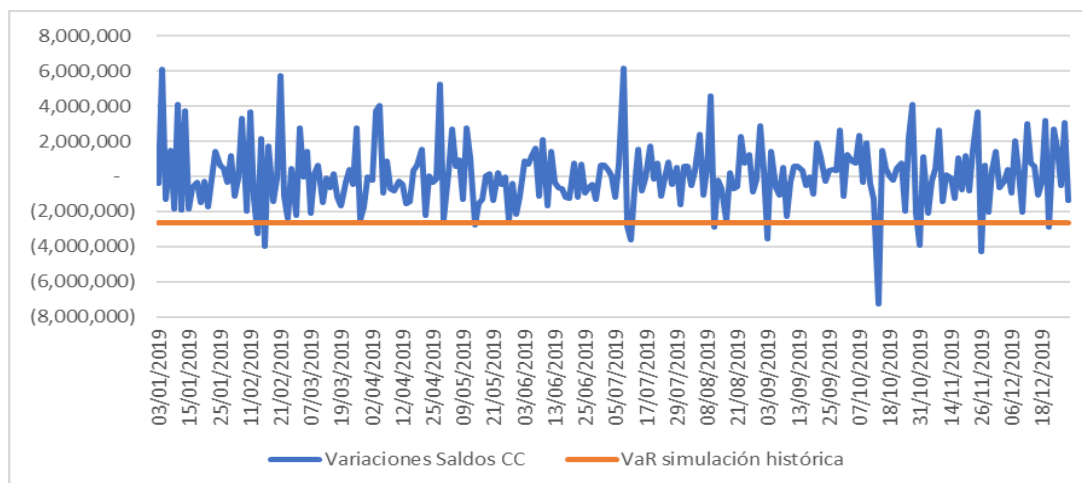
Escenarios ordenados en retiros y depósitos de los saldos de las CC



Lo que resulta que la máxima reducción esperada en 1 día, del saldo de la cuenta corriente, calculada con el método de simulación histórica al 95% de confianza es de USD 2,645,596.50. Es así como para el próximo día la predicción de la salida de recursos en estas cuentas será del valor en riesgo calculado.

Figura 11

Distribución de las variaciones de los saldos de las CC con el resultado del VaR SH



Método simulación Montecarlo. Cómo ya se ha indicado esta metodología permite crear escenarios múltiples en el cual cubrirá un extenso rango de valores posibles, generando saldos de la cuenta corriente que podrán fluctuar entre depósitos y retiros. Con esta premisa se debe indicar que este método permite acoger exactamente la naturaleza de la cuenta con respecto a las múltiples variaciones en función de los depósitos y retiros de los clientes del banco lo que indica que el saldo del día estará dividido por fracciones de tiempo.

La simulación de Montecarlo recogerá las fluctuaciones de la cuenta por medio de la generación de intervalos de confianza aleatorios. Aplicando la ecuación del cálculo del VaR para simulación Montecarlo:

Tabla 8

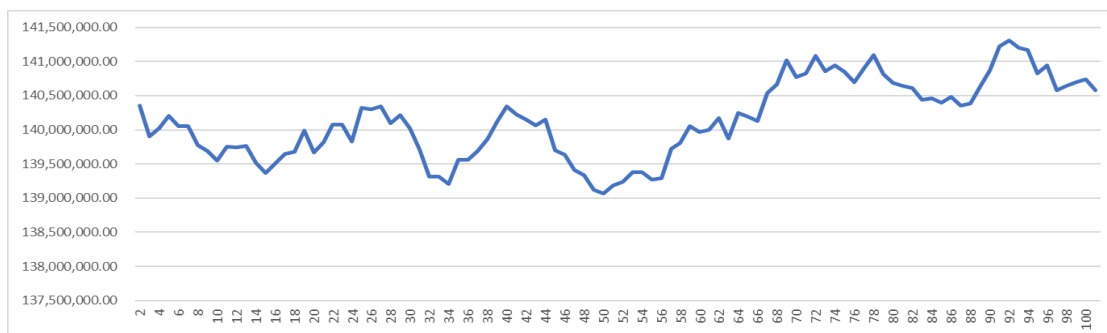
Variaciones del saldo simulado para el VaR de MC de las cuentas CC

Saldo actual	media	desv_est	pasos	Δt
140,652,100.73	0.035%	1.367%	100	0.01

Lo indicado en la tabla es el cálculo para la generación de 1 escenario aleatorio, como indica la gráfica lineal posterior, es escenario aleatorio indica una tendencia creciente, sin embargo, al utilizar el número aleatorio se debe considerar que será un número independiente, lo que en la aplicación de los 16 370 escenarios se tendrá un diferente resultado posible.

Figura 12

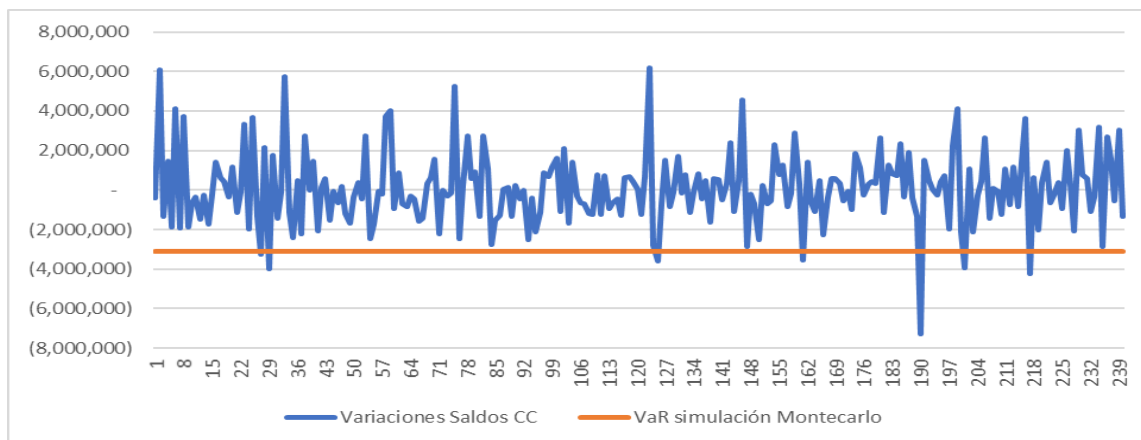
Escenario aleatorio generado con el método VaR de SMC



Luego de la generación de 16370 escenarios de posibles comportamientos diarios de los saldos de las cuentas corrientes, se determinó las variaciones del saldo al final del día con respecto al saldo de inicio del día, aplicando el intervalo de confianza propuesto se obtiene que la máxima reducción esperada en 1 día, calculada con el método de simulación Montecarlo al 95% de confianza es de USD -3,111,280.92.

Figura 13

Distribución de las variaciones de los saldos de las CC con el resultado del VaR MC

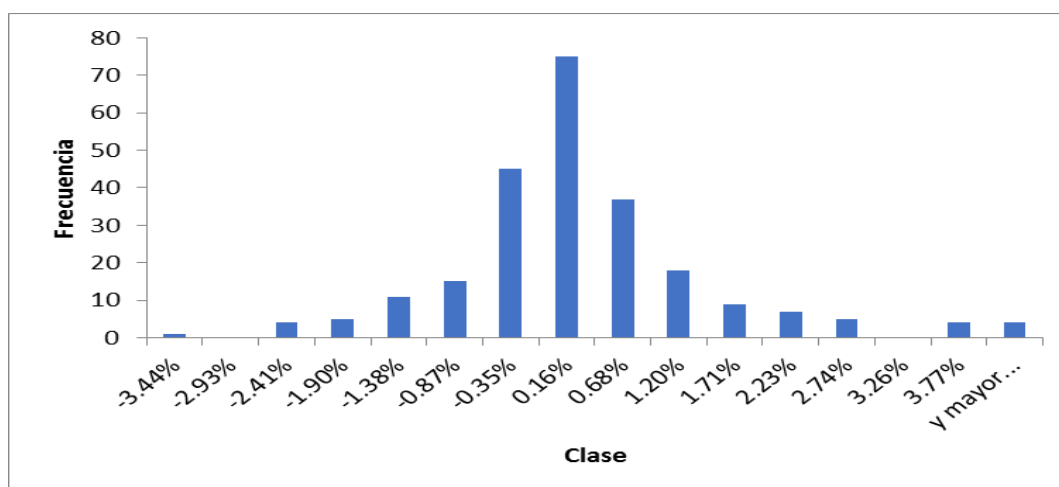


Aplicación de los métodos en las cuentas de ahorro (AHO)

Método paramétrico Delta-Normal. A continuación de mostraré la distribución de las variaciones de los saldos de las cuentas de ahorro:

Figura 14

Distribución de las variaciones de los saldos de las AHO



Nota: El gráfico quiere demostrar la distribución que mantiene las cuentas de ahorro de BanEcuador en el año 2019.

Como se puede observar las variaciones de los saldos de las cuentas de ahorro presentan datos extremos en la cola de valores positivos, lo que eventualmente podrían influir en los resultados de esta metodología.

A continuación, la aplicación de la ecuación del VaR paramétrico, indicada anteriormente:

Tabla 9

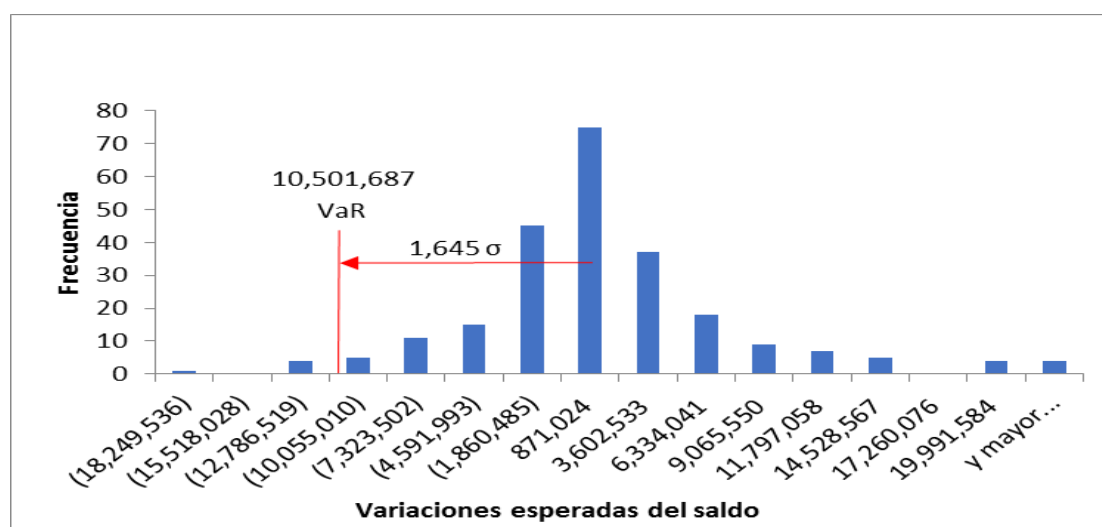
VaR paramétrico de la cuenta de AHO

VaR	Saldo	σ	NC	raiz(t)
10,501,686.81	529,790,650	1.21%	1.645	1

Con la aplicación de este método el resultado de la máxima reducción esperada en 1 día, de los saldos de la cuenta de ahorro, calculada con el método paramétrico al 95% de confianza es de USD 10,501,686.81.

Figura 15

Distribución de las variaciones de los saldos de AHO con el resultado del VaR Paramétrico



En el gráfico anterior y en los resultados obtenidos se puede observar que los saldos de esta cuenta siguen una distribución normal, y se ha graficado el punto del VaR calculado en las variaciones esperadas que podrían darse en los saldos de la cuenta, lo que resulta que al 95% de confianza el saldo esperado o proyectado como máxima reducción para el siguiente día será de USD 10,501,687.

Método simulación histórica. Se determinó los saldos diarios de los depósitos a plazo fijo se determinará una serie de 240 variaciones de retiros y depósitos en función de las variaciones calculadas = $Ln \left[\frac{S_t}{S_{t-1}} \right]$. A continuación se presentan los 240 escenarios simulados en función del comportamiento de los saldos diarios y el gráfico de los saldos ordenados de retiros a depósitos de las cuentas de ahorro:

Tabla 10

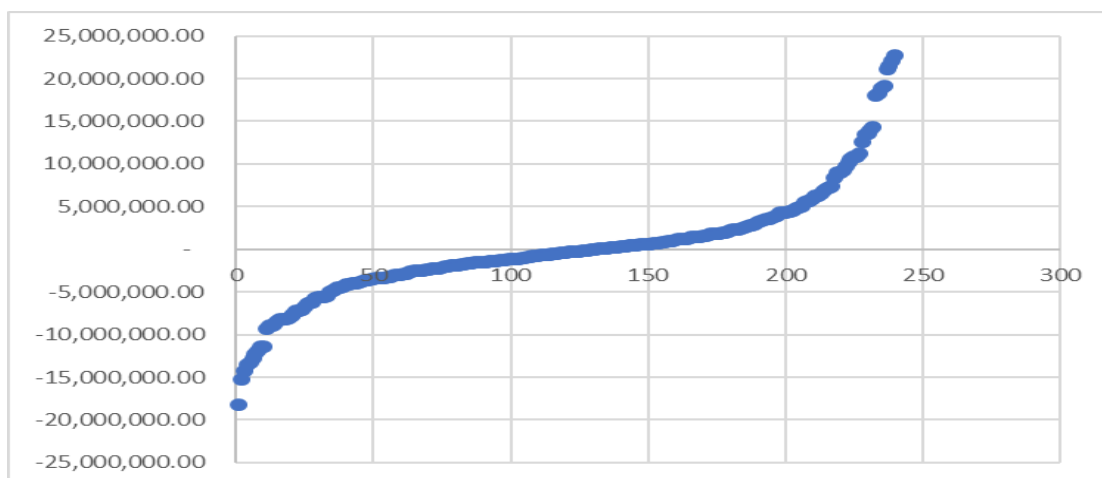
Variaciones del saldo simulado de las cuentas de AHO para el VaR de SH

No	Variaciones Ln AHO	Variac saldo día simulado
1	-0.30%	-1,610,265.71
2	4.29%	22,723,092.68
3	-0.75%	-3,979,259.02
4	-0.54%	-2,877,727.18
5	0.14%	761,960.22
6	-0.27%	-1,454,350.04
7	-0.27%	-1,407,596.62
8	-0.33%	-1,723,841.65
9	0.13%	701,322.20
10	0.53%	2,802,515.60
11	-0.78%	-4,151,818.05
12	1.30%	6,874,921.44
13	-2.49%	-13,210,669.57
14	-0.43%	-2,255,545.87
228	-0.09%	-500,743.54
229	0.62%	3,275,911.97
230	4.18%	22,162,042.26
231	-1.07%	-5,688,506.92
232	-0.84%	-4,471,097.03
233	-0.56%	-2,966,297.35
234	3.46%	18,316,045.14
235	-1.48%	-7,846,322.39
236	-2.17%	-11,474,019.13
237	0.04%	219,630.18
238	-0.32%	-1,691,574.90
239	1.07%	5,650,608.06
240	1.58%	8,380,815.50

Nota: En la tabla indica un extracto de la simulación de los saldos con las variaciones históricas por lo que las posiciones que faltan en la tabla están ocultas.

Figura 16

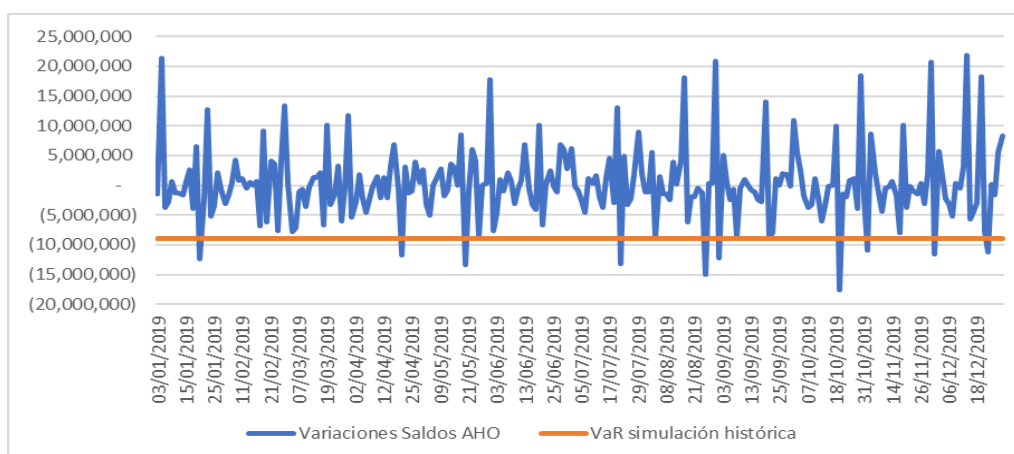
Escenarios ordenados en retiros y depósitos de los saldos de las AHO



Lo que resulta que la máxima reducción esperada en 1 día, del saldo de la cuenta corriente, calculada con el método de simulación histórica al 95% de confianza es de USD 8,908,105.81. Es así como para el próximo día la predicción de la salida de recursos en estas cuentas será del valor en riesgo calculado.

Figura 17

Distribución de las variaciones de los saldos de AHO con el resultado del VaR SH



Método simulación Montecarlo. La simulación de Montecarlo recogerá las fluctuaciones de la cuenta de ahorros por medio de la generación de intervalos de confianza aleatorios. Aplicando la ecuación del cálculo del VaR para simulación Montecarlo, indicada anteriormente:

En donde para las cuentas de ahorro:

Tabla 11

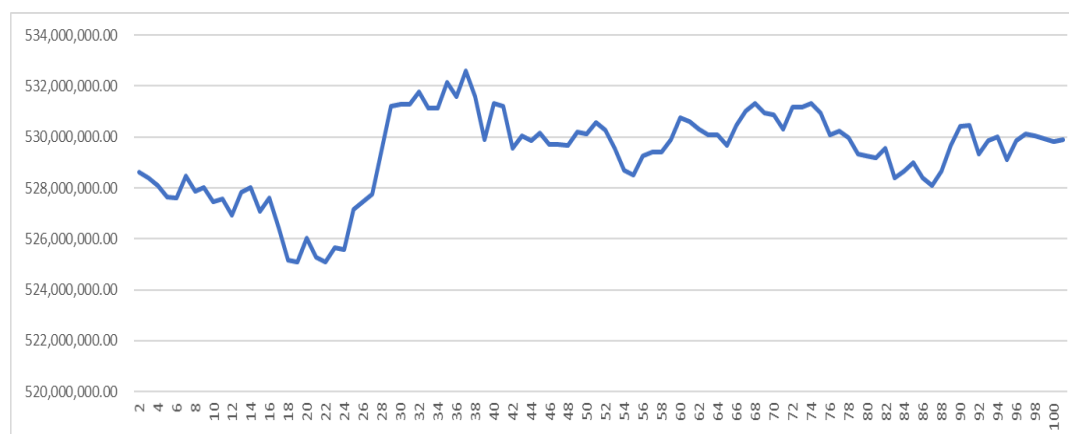
Variaciones del saldo simulado para el VaR de MC de las cuentas de ahorro

Saldo actual	media	desv_est	pasos	Δt
529,790,650.03	0.033%	1.205%	100	0.01

Lo indicado en la tabla es el cálculo para la generación de 1 escenario aleatorio, como indica la gráfica lineal posterior, dicho escenario aleatorio indica una tendencia creciente, sin embargo, al utilizar el número aleatorio se debe considerar que será un número independiente, lo que en la aplicación de los 16 370 escenarios se tendrá un adecuado espectro de resultados posibles.

Figura 18

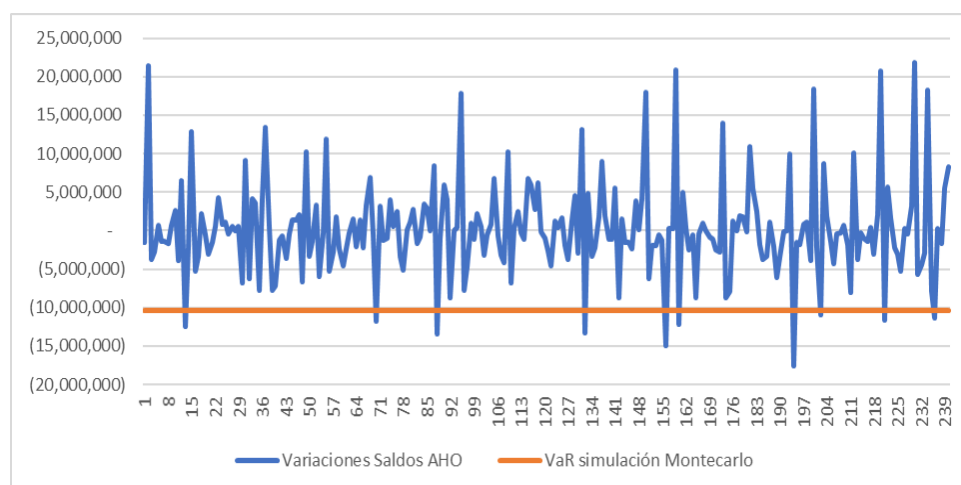
Escenario aleatorio de las cuentas de AHO generado con el método VaR de MC



Luego de la generación de 16370 posibles resultados de las cuentas de ahorro se determinó las variaciones del saldo al final del día con respecto al saldo de inicio del día, aplicando el intervalo de confianza propuesto se obtiene que la máxima reducción esperada en 1 día, calculada con el método de simulación Montecarlo al 95% de confianza es de USD 10,256,189.44.

Figura 19

Distribución de las variaciones de los saldos de las AHO con el resultado del VaR MC

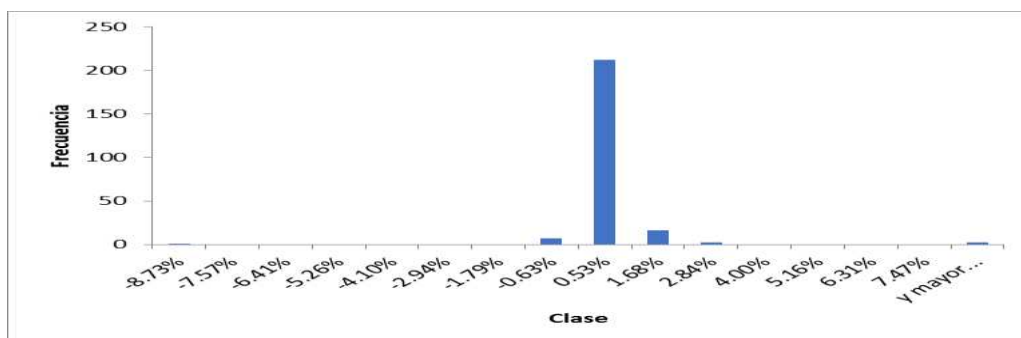


Aplicación de los métodos en los depósitos a plazo fijo (DPF)

Método paramétrico Delta-Normal. A continuación se mostrará la distribución de las variaciones de los saldos de los depósitos a plazo fijo:

Figura 20

Distribución de las variaciones de los saldos de los DPF



Nota: El gráfico quiere demostrar la distribución que mantiene los depósitos a plazo de BanEcuador en el año 2019.

Como se puede observar las variaciones de los saldos de los depósitos a plazo no siguen del todo una distribución normal generado por la certeza de los plazos de la cuenta lo que podrían afectar los resultados de esta metodología.

A continuación, se aplica la ecuación del VaR paramétrico, indicada anteriormente:

En donde:

Tabla 12

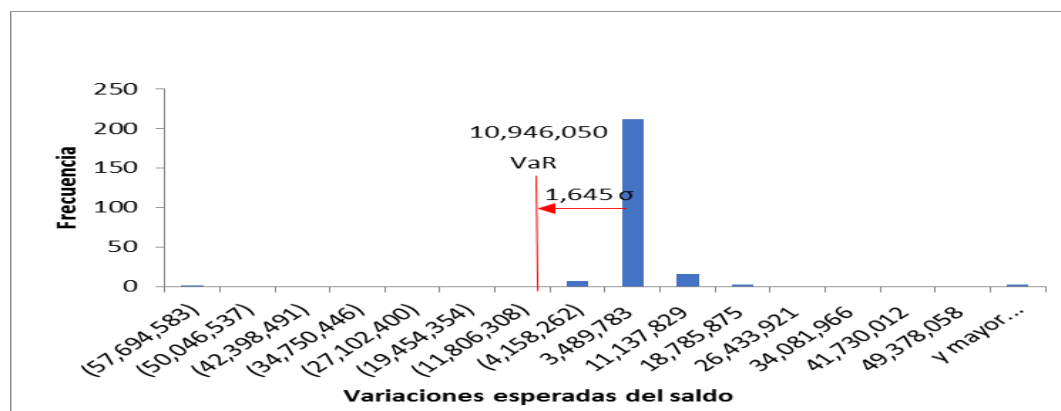
VaR paramétrico de los depósitos a plazo fijo

VaR	Saldo	σ	NC	raiz(t)
10,946,049.85	661,090,280	1.01%	1.645	1

Con la aplicación de este método el resultado de la máxima reducción esperada en 1 día, de los saldos de los depósitos a plazo fijo, calculada con el método paramétrico al 95% de confianza es de USD 10,946,049.85.

Figura 21

Distribución de las variaciones de los saldos de DPF con el resultado del VaR Paramétrico



En el gráfico anterior y en los resultados obtenidos se puede observar que los saldos de esta cuenta siguen una distribución casi normal, y se ha graficado el punto del VaR calculado en las variaciones esperadas que podrían darse en los saldos de la cuenta, lo que resulta que al 95% de confianza el saldo esperado o proyectado como máxima reducción para el siguiente día será de USD 10,946,050.

Método simulación histórica. Se determinó los saldos diarios de la cuenta de ahorro se determinará una serie de 240 variaciones de retiros y depósitos en función de las variaciones calculadas = $Ln \left[\frac{S_t}{S_{t-1}} \right]$. A continuación, se presentan los 240 escenarios simulados en función del comportamiento de los saldos diarios y el gráfico de los saldos ordenados de retiros a depósitos de los depósitos a plazo fijo:

Tabla 13

Variaciones del saldo simulado de las cuentas de DPF para el VaR de SH

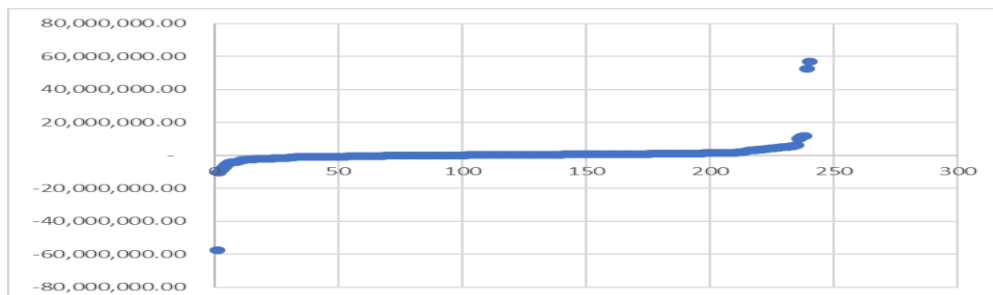
No	Variaciones Ln DPF	Variac saldo día simulado
1	-0.14%	-938,423.69
2	0.01%	37,446.62
3	-0.16%	-1,048,846.64
4	-0.12%	-796,079.27
5	0.14%	898,091.42
6	-0.08%	-554,913.67
7	0.20%	1,292,576.88
8	-0.32%	-2,111,019.59
9	0.23%	1,527,938.58
10	0.03%	198,038.42
11	0.02%	112,405.47
12	-0.07%	-470,185.56
13	-0.06%	-369,379.65
14	0.13%	848,237.90
228	-1.07%	-7,057,680.86
229	-0.04%	-273,311.29
230	0.01%	35,729.52
231	-0.16%	-1,089,989.14
232	0.03%	179,024.02
233	0.78%	5,137,534.35
234	-0.01%	-93,920.54
235	0.09%	568,499.18
236	0.05%	351,294.93
237	0.16%	1,081,531.17
238	0.05%	363,426.34
239	0.06%	397,209.16
240	0.14%	919,120.91

Nota: En la tabla indica un extracto de la simulación de los saldos con las variaciones históricas

por lo que las posiciones que faltan en la tabla están ocultas.

Figura 22

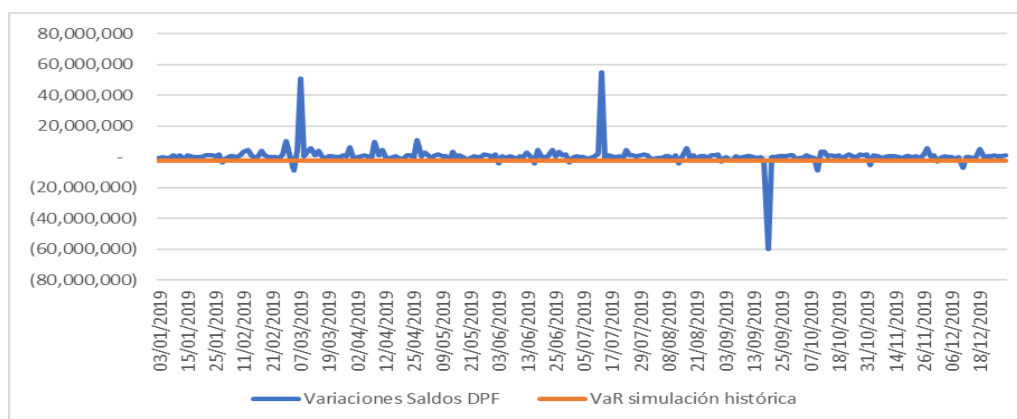
Escenarios ordenados en retiros y depósitos de los saldos de los DPF



Lo que resulta que la máxima reducción esperada en 1 día, del saldo de los depósitos a plazo fijo, calculada con el método de simulación histórica al 95% de confianza es de USD 2,605,924.90. Es así como para el próximo día la predicción de la salida de recursos en estas cuentas será del valor en riesgo calculado.

Figura 23

Distribución de las variaciones de los saldos de DPF con el resultado del VaR SH



Método simulación Montecarlo. La simulación de Montecarlo recogerá las fluctuaciones de los depósitos a plazo fijo por medio de la generación de intervalos de confianza

aleatorios. Aplicando la ecuación del cálculo del VaR para simulación Montecarlo, indicada anteriormente:

En donde para los depósitos a plazo fijo:

Tabla 14

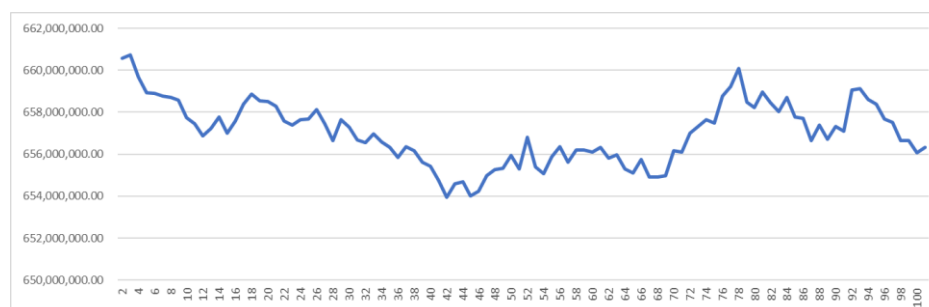
Variaciones del saldo simulado para el VaR de MC de los depósitos a plazo fijo

Saldo actual	media	desv_est	pasos	Δt
661,090,280.00	0.084%	1.007%	100	0.01

Lo indicado en la tabla es el cálculo para la generación de 1 escenario aleatorio, como indica la gráfica lineal posterior, es escenario aleatorio indica una tendencia estable, sin embargo, al utilizar el número aleatorio se debe considerar que será un número independiente, lo que en la aplicación de los 16 370 escenarios se tendrá un diferente resultado posible.

Figura 24

Escenario aleatorio de las cuentas de DPF generado con el método VaR de MC

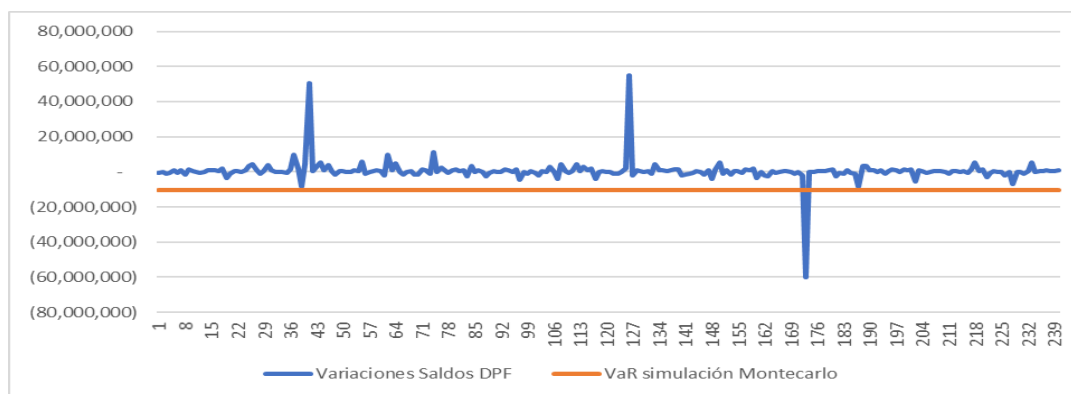


Luego de la generación de 16370 posibles resultados de los depósitos a plazo fijo se determina las variaciones del saldo al final del día con respecto al saldo de inicio del día, aplicando el intervalo de confianza propuesto se obtiene que la máxima reducción esperada en

1 día, calculada con el método de simulación Montecarlo al 95% de confianza es de USD 10,283,819.

Figura 25

Distribución de las variaciones de los saldos de los DPF con el resultado del VaR MC

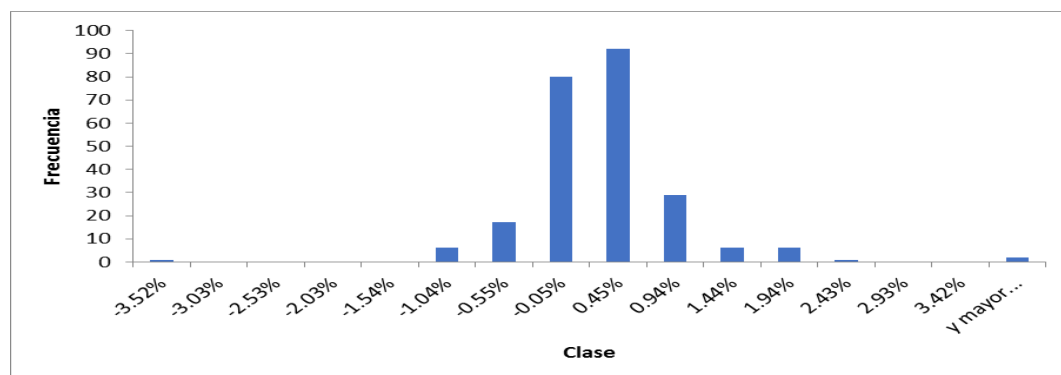


Aplicación de los métodos en los saldos agregados de las fuentes de fondeo (FF)

Método paramétrico Delta-Normal. A continuación se mostrará la distribución de las variaciones de los saldos agregados de las fuentes de fondeo:

Figura 26

Distribución de las variaciones de los saldos agregados de las FF



Nota: El gráfico quiere demostrar la distribución que mantiene los saldos agregados de las fuentes de fondeo de BanEcuador en el año 2019.

Como se puede observar las variaciones de los saldos agregados de las fuentes de fondeo no se ajustan totalmente a una distribución normal puesto que existen valores extremos en las colas lo que podrían influir en el resultado de esta metodología.

A continuación, aplicaré la ecuación del VaR paramétrico, indicada anteriormente:

En donde:

Tabla 15

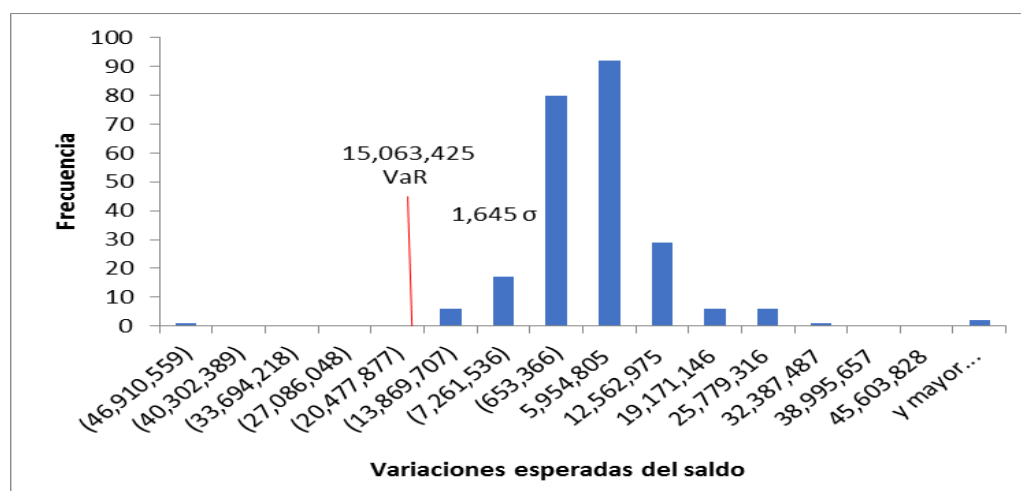
VaR paramétrico del saldo agregado de las FF

VaR	Saldo	σ	NC	raiz(t)
15,063,424.72	1,331,533,031	0.69%	1.645	1

Con la aplicación de este método el resultado de la máxima reducción esperada en 1 día, de los saldos agregados de las fuentes de fondeo, calculada con el método paramétrico al 95% de confianza es de USD 15,063,424.72.

Figura 27

Distribución de las variaciones de los saldos de FF con el resultado del VaR Paramétrico



En el gráfico anterior y en los resultados obtenidos se puede observar que los saldos de esta cuenta siguen una distribución normal, y se ha graficado el punto del VaR calculado en las variaciones esperadas que podrían darse en los saldos de la cuenta, lo que resulta que al 95% de confianza el saldo esperado o proyectado como máxima reducción para el siguiente día será de USD 15,063,425.

Método simulación histórica. Se determinó los saldos diarios de las fuentes de fondeo se determinará una serie de 240 variaciones de retiros y depósitos en función de las variaciones calculadas = $Ln \left[\frac{S_t}{S_{t-1}} \right]$. A continuación, se presentan los 240 escenarios simulados en función del comportamiento de los saldos diarios y el gráfico de los saldos ordenados de retiros a depósitos de los saldos agregados de las fuentes de fondeo:

Tabla 16

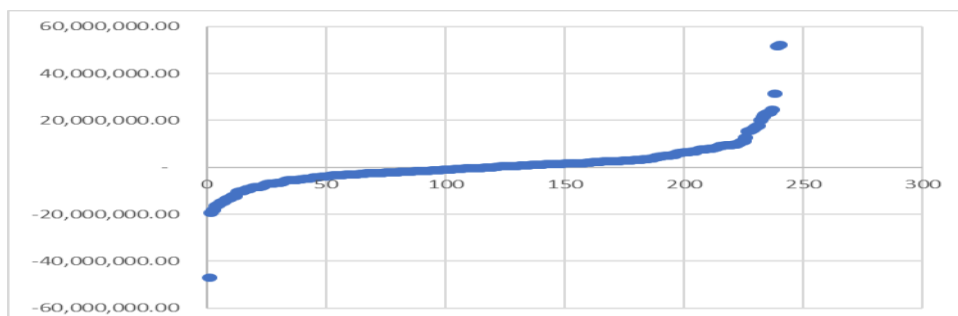
Variaciones del saldo simulado de las cuentas de FF para el VaR de SH

No	Variaciones Ln FF	Variac saldo día simulado
1	-0.23%	-3,043,835.71
2	2.35%	31,303,205.71
3	-0.51%	-6,766,799.70
4	-0.16%	-2,152,758.68
5	-0.04%	-477,343.96
6	0.19%	2,580,743.93
7	-0.19%	-2,500,642.38
8	0.03%	431,342.94
9	0.00%	36,539.99
10	0.19%	2,468,421.12
11	-0.35%	-4,713,384.66
12	0.39%	5,254,129.40
13	-1.11%	-14,787,653.96
14	-0.27%	-3,573,794.00
228	-0.74%	-9,798,573.40
229	0.45%	6,058,460.58
230	1.72%	22,946,653.76
231	-0.47%	-6,219,891.17
232	-0.41%	-5,406,626.12
233	0.14%	1,855,745.62
234	1.61%	21,481,464.85
235	-0.77%	-10,239,895.24
236	-0.63%	-8,386,612.27
237	0.22%	2,882,167.50
238	-0.14%	-1,840,215.05
239	0.68%	9,066,622.25
240	0.59%	7,905,080.98

Nota: En la tabla indica un extracto de la simulación de los saldos con las variaciones históricas por lo que las posiciones que faltan en la tabla están ocultas.

Figura 28

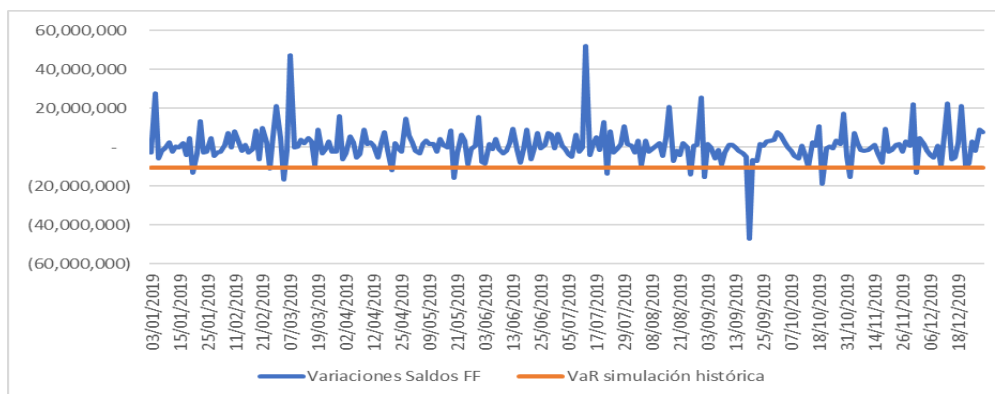
Escenarios ordenados en retiros y depósitos de los saldos de las FF



Lo que resulta que la máxima reducción esperada en 1 día, del saldo agregado de las fuentes de fondeo, calculada con el método de simulación histórica al 95% de confianza es de USD 10,436,549.90. Es así como para el próximo día la predicción de la salida de recursos en estas cuentas será del valor en riesgo calculado.

Figura 29

Distribución de las variaciones de los saldos de la FF con el resultado del VaR SH



Método simulación Montecarlo. La simulación de Montecarlo recogerá las fluctuaciones de los saldos agregados de las fuentes de fondeo por medio de la generación de intervalos de confianza aleatorios. Aplicando la ecuación del cálculo del VaR para simulación Montecarlo, indicada anteriormente:

En donde para los saldos agregados de las fuentes de fondeo:

Tabla 17

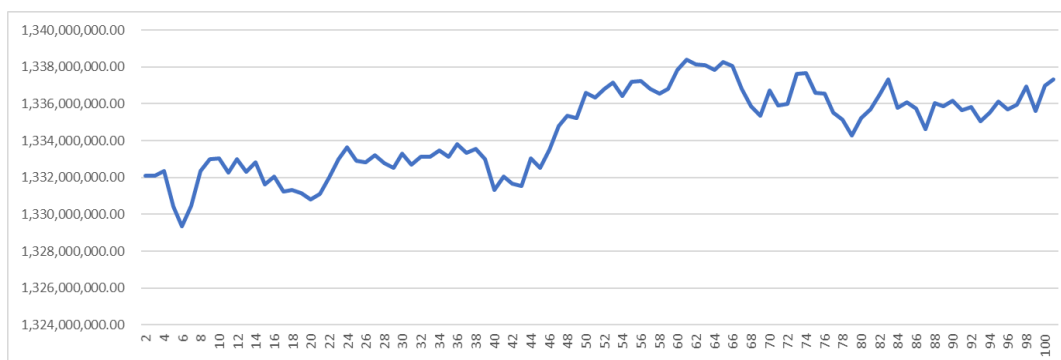
Variaciones del saldo simulado para el VaR de MC de las FF

Saldo actual	media	desv_est	pasos	Δt
1,331,533,030.76	0.058%	0.688%	100	0.01

Lo indicado en la tabla es el cálculo para la generación de 1 escenario aleatorio, como indica la gráfica lineal posterior, es escenario aleatorio indica una tendencia estable, sin embargo, al utilizar el número aleatorio se debe considerar que será un número independiente, lo que en la aplicación de los 16 370 escenarios se tendrá un diferente resultado posible.

Figura 30

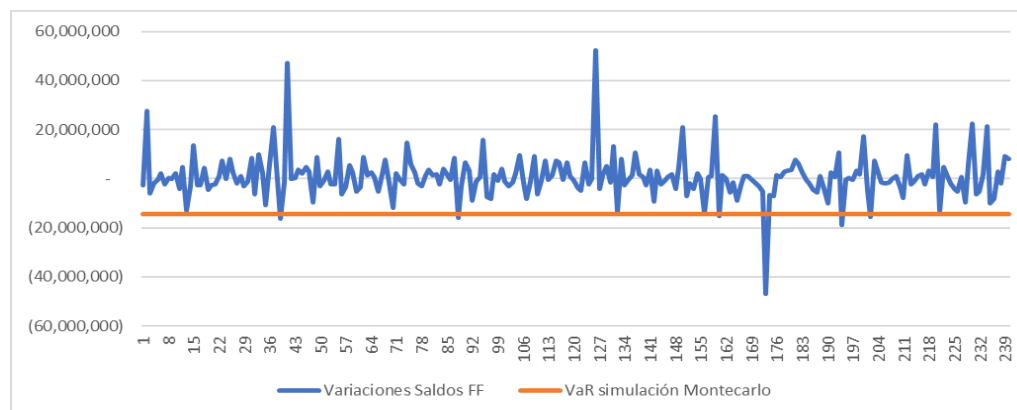
Escenario aleatorio de las cuentas de FF generado con el método VaR de MC



Luego de la generación de 16370 posibles resultados de los saldos agregados de las fuentes de fondeo se determina las variaciones del saldo al final del día con respecto al saldo de inicio del día, aplicando el intervalo de confianza propuesto se obtiene que la máxima reducción esperada en 1 día, calculada con el método de simulación Montecarlo al 95% de confianza es de USD 14,339,241

Figura 31

Distribución de las variaciones de los saldos de los FF con el resultado del VaR MC



Determinación del modelo VaR más ajustado a las fluctuaciones de las fuentes de fondeo del banco

Para determinar el modelo más ajustado a las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P., primero indicaré algunas ventajas y luego desventajas de los métodos usados en este proyecto de investigación.

La principal ventaja del método paramétrico-Delta normal es que es de rápida implementación ya que utiliza la distribución normal de las variaciones de la serie analizada con la fuente de información que proviene de la data histórica, en este caso los saldos diarios de las fuentes de fondeo de todo el año 2019. Tal es así que no necesita algún software especializado que incurra en altos costos para la institución financiera. Por otro lado, el método no paramétrico por simulación histórica al igual que el anterior es de fácil implementación, pero éste puntualmente requiere una data histórica y por tanto no requerirá de supuestos paramétricos sino se base en el cálculo de las pérdidas y ganancias de los datos históricos de las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P., por lo que tampoco se necesitará incurrir en costos adicionales para la adquisición de software especializados. Finalmente, el método no

paramétrico por simulación Monte Carlo puede simular múltiples escenarios aleatorios con cambios estructurales en los rendimientos de las fuentes de fondeo, lo que evidentemente disminuirá la subjetividad en la aplicación de este método.

Adicionalmente, las desventajas del método paramétrico-Delta normal es que al asumir normalidad puede subestimar los datos que son extremos que podrían ser relevantes en sus resultados, al asumir el VaR por medio de este método dependerá de la volatilidad de los factores.

Mientras que la desventaja del método no paramétrico por simulación Histórica es que utiliza la subjetividad del investigador puesto que éste delimitará el horizonte de tiempo de la data que quiera calcular por tanto dependiendo de rango determinado se incluirá o excluirá eventos importantes en el pasado que puede afectar los resultados del futuro. Otra desventaja se deriva de la utilización de las series de tiempo pueden contener grandes volúmenes lo que implicaría dificultades en la manipulación de los datos.

El método no paramétrico por simulación Montecarlo tiene como principal desventaja la utilización de un software especializado para garantizar un cálculo con mayor ajuste, ya que se requiere la estimación de un elevado número de escenarios para estimar de mejor manera las variaciones de las fuentes de fondeo. Puede existir subjetividad por parte del investigador pues éste define la mejor distribución de probabilidad y el modelo a utilizar en el software.

Con lo expuesto, se presenta a continuación los resultados de las metodologías aplicadas de un horizonte de tiempo de saldos diarios de las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P. del año 2019, con un nivel de confianza del 95%:

Tabla 18

Comparativo de la cuantificación del valor en riesgo

	Cuentas corrientes	Cuentas de Ahorro	Depósitos a plazo fijo	Fuentes de Fondo
VaR Paramétrico	3,161,592.99	10,501,686.81	10,946,049.85	15,063,424.72
VaR Simulación Histórica	2,645,596.50	8,908,105.81	2,605,924.90	10,436,549.90
VaR Simulación Montecarlo	3,111,280.92	10,256,189.44	10,283,819.42	14,339,241.00

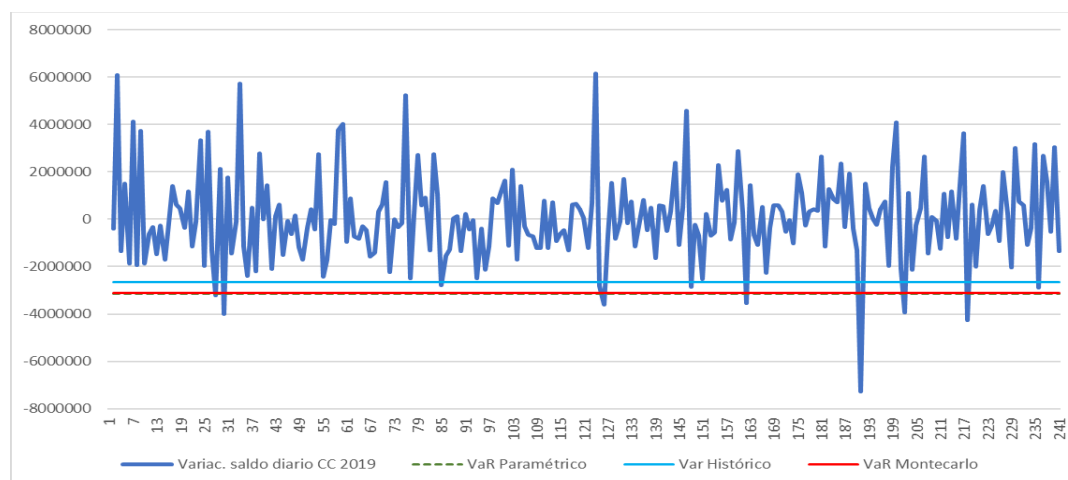
En la tabla se puede evidenciar cada una de las máximas reducciones esperadas de los saldos individuales, así como saldos agregados de las fuentes de fondeo de BanEcuador. A continuación, se presenta de manera individual cada uno de los saldos con su cuantificación de riesgo respectiva:

Resultados para las cuentas corrientes

Los resultados de las cuentas corrientes aplicados en los métodos paramétrico, simulación histórica y simulación Montecarlo son los siguientes:

Figura 32

Resultados del VaR en las cuentas corrientes



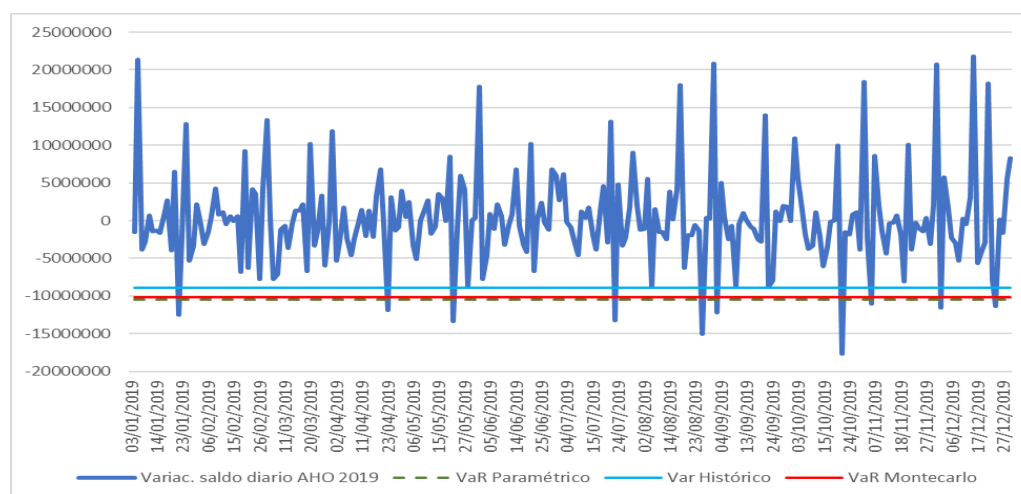
En el gráfico anterior realizado sobre las variaciones de los saldos diarios de las cuentas corrientes registra que el resultado del valor en riesgo de los métodos paramétrico y Montecarlo casi se sobreponen, mientras que el valor de riesgo por simulación histórica cubre un mayor número de observaciones en el área de error.

Resultados para las cuentas de ahorro

Los resultados de las cuentas de ahorro aplicados en los métodos paramétrico, simulación histórica y simulación Montecarlo son los siguientes:

Figura 33

Resultados del VaR en las cuentas de ahorro



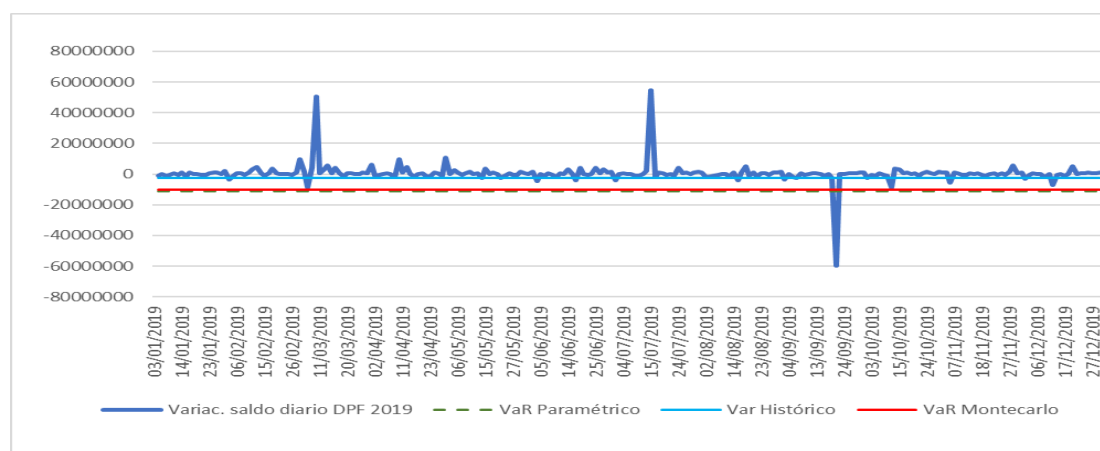
En el gráfico anterior realizado sobre las variaciones de los saldos diarios de las cuentas de ahorro registra que el resultado del valor en riesgo de los métodos paramétrico y Montecarlo son muy similares, mientras que el valor de riesgo por simulación histórica cubre un mayor número de observaciones en el área de error.

Resultados para los depósitos a plazo fijo

Los resultados de los depósitos a plazo fijo aplicados en los métodos paramétrico, simulación histórica y simulación Montecarlo son los siguientes:

Figura 34

Resultados del VaR en los depósitos a plazo fijo



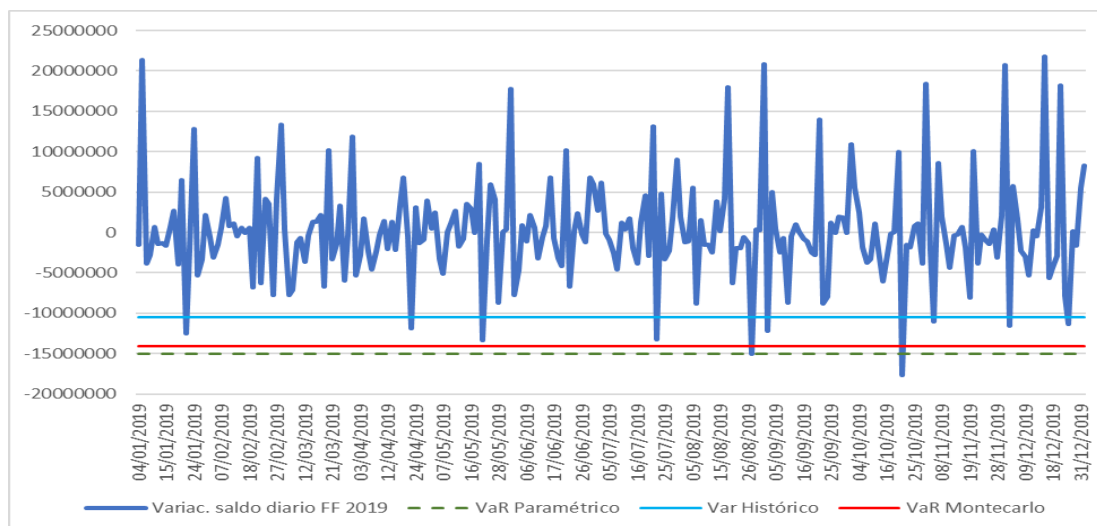
En el gráfico anterior realizado sobre las variaciones de los saldos diarios de los depósitos a plazo fijo registra que el resultado del valor en riesgo de los métodos paramétrico y Montecarlo son muy similares, mientras que el valor de riesgo por simulación histórica cubre un mayor número de observaciones en el área de error.

Resultados para los saldos agregados de las fuentes de fondeo

Los resultados de los depósitos a plazo fijo aplicados en los métodos paramétrico, simulación histórica y simulación Montecarlo son los siguientes:

Figura 35

Resultados del VaR en los saldos agregados de las fuentes de fondeo



En el gráfico anterior realizado sobre las variaciones de los saldos diarios de los saldos agregados de las fuentes de fondeo registra que el resultado del valor en riesgo de los métodos paramétrico y Montecarlo están muy cerca, mientras que el valor de riesgo por simulación histórica está sobre estos dos.

Backtesting de los resultados

Con el fin de comprobar los resultados obtenidos se elaboró una prueba de desempeño backtesting, de tal manera comprobar que las variaciones negativas o los retiros de las cuentas corrientes actuales sean coherentes con la máxima reducción esperada calculada y así ajustar el desempeño de la mejor metodología aplicada para cada una de las cuentas corrientes, cuentas de ahorro, depósitos a plazo fijo y los saldos agregados de las fuentes de fondeo.

Por tanto, cómo el cálculo del VaR se lo realizó con un nivel de confianza del 95%, deberá ser razonable que el 5% de las veces los saldos pronosticados puedan encontrarse por fuera del VaR, lo que llamaremos porcentaje de error.

Cabe indicar que, se va a considerar que un modelo ha fallado cuando no se ajuste a las fluctuaciones de cada una de las cuentas, así como el del saldo agregado, me refiero a que las máximas reducciones esperadas obtenidas superen al VaR con el intervalo de confianza del 95%, esto quiere decir que si el porcentaje de error supera el 5% del nivel de significancia el modelo será descartado, debido a que se reduce el nivel de confianza.

A continuación, se presenta los porcentajes de error de cada una de las cuentas que pertenecen a las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P. así como a nivel de saldo agregado por cada uno de los métodos propuestos:

Tabla 19

Comparativo de la prueba de backtesting

	Cuentas corrientes	Cuentas de Ahorro	Depósitos a plazo fijo	Fuentes de Fondeo
VaR Paramétrico	2.92%	4.17%	4.17%	0.42%
VaR Simulación Histórica	4.58%	4.17%	5.00%	4.17%
VaR Simulación Montecarlo	2.92%	4.17%	4.17%	0.83%

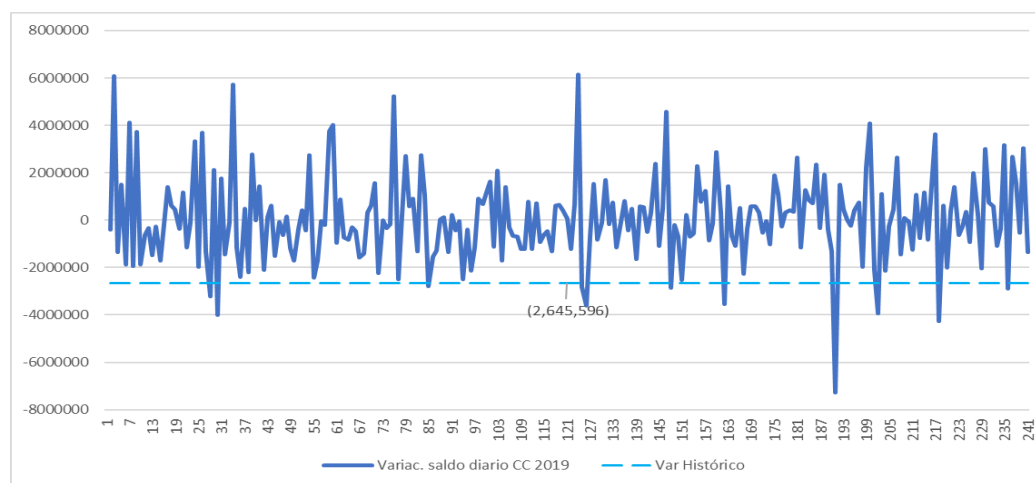
Backtesting de las cuentas de corrientes (CC)

Con lo expuesto se puede determinar que el método que más se ajusta a las fluctuaciones de las cuentas corrientes es el método de simulación histórica con un porcentaje de error del 4.6% de total de las observaciones del proyecto. Sin embargo, cabe indicar que los métodos paramétrico y simulación Montecarlo registran un porcentaje de error de 2.9% lo que indica que estos métodos sobrestiman la proyección de la máxima reducción esperada de las cuentas corrientes en un 2,1%, lo que puede llevar a un mayor nivel de recursos en caja para atender posibles mayores reducciones de los saldos de la cuenta y disminuir los niveles de inversión de estos recursos del banco, afectando sus niveles de rentabilidad, lo que llevaría a un

ineficiente en la gestión diaria de la liquidez, aunque por otro lado se tendría una mayor cobertura.

Figura 36

El método que más se ajusta a las CC



El método de simulación histórica es el que mejor se ajusta a la predicción de la máxima reducción esperada en 1 día de las cuentas corrientes, lo que indica que el pasado es un buen indicador del riesgo futuro para las cuentas corrientes de BanEcuador B.P.

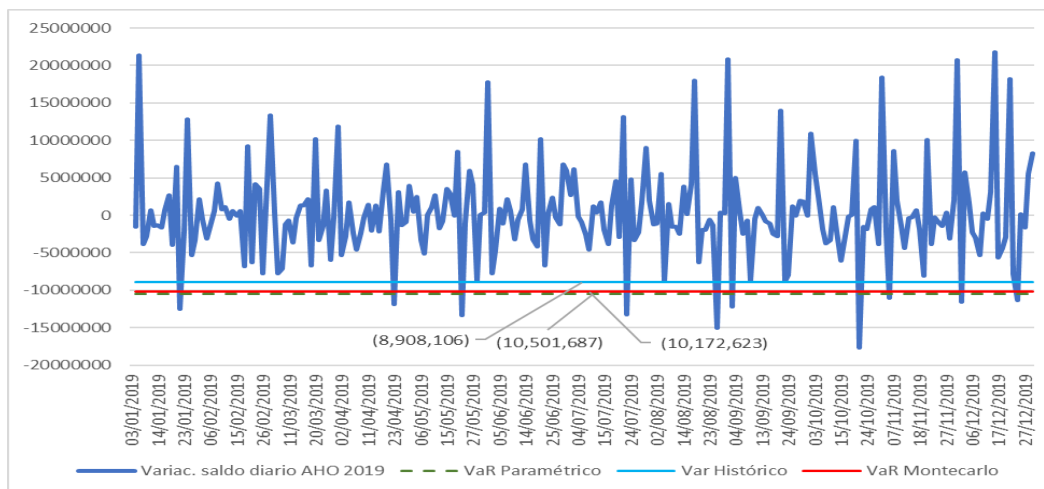
Backtesting de las cuentas de ahorro (AHO)

Se puede determinar que los métodos que más se ajusta a las fluctuaciones de las cuentas de ahorro son los tres métodos puesto que, cada uno de ellos registran un porcentaje de error del 4.2% de total de las observaciones del proyecto. Sin embargo, cabe indicar que la aplicación de cualquiera de estos métodos deberá ser considerado por el gestor de riesgos de la institución sobre los recursos que dispone para el mismo. Me refiero a que si se dispone de un acceso a la información se podría utilizar el valor en riesgo por simulación histórica, por otro lado, si existe facilidad de acceder a un sistema especializado que genere eficientemente los escenarios aleatorios que necesita el cálculo del valor en riesgo por simulación Montecarlo se

podría aplicar este método. Por tanto, la aplicación de cualquiera de estos métodos únicamente en la cuenta de ahorros podrá estar determinada por los recursos que disponga el gestor de riesgos de BanEcuador B.P.

Figura 37

El método que más se ajusta a las AHO

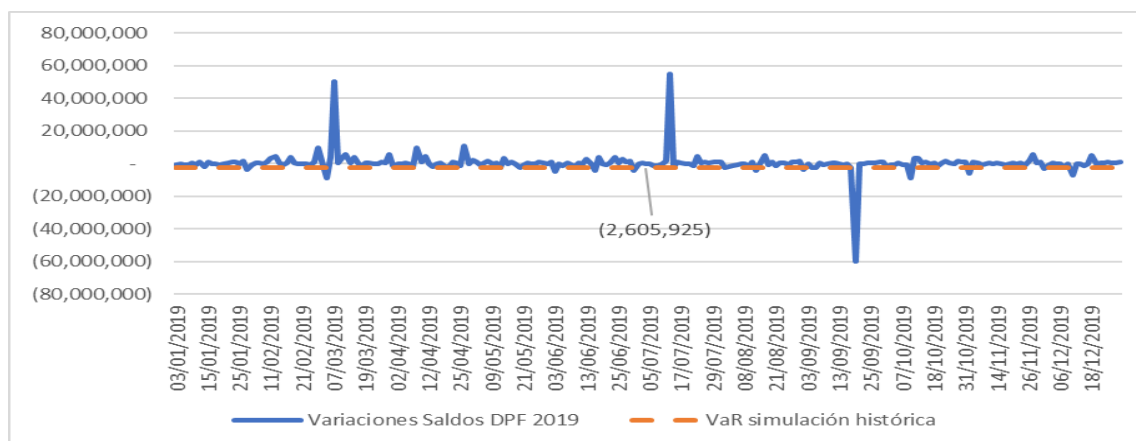


Backtesting de los depósitos a plazo fijo (DPF)

El método que más se ajusta a las fluctuaciones de los depósitos a plazo fijo es el método de simulación histórica con un nivel de error exacto al nivel de significancia del 5% del total de las 240 observaciones del proyecto. Sin embargo, cabe indicar que los métodos paramétrico y simulación Montecarlo registran un porcentaje de error de 4.7% lo que indica que estos métodos sobrestiman la proyección de la máxima reducción esperada por tan sólo 0.83 puntos porcentuales.

Figura 38

El método que más se ajusta a las DPF



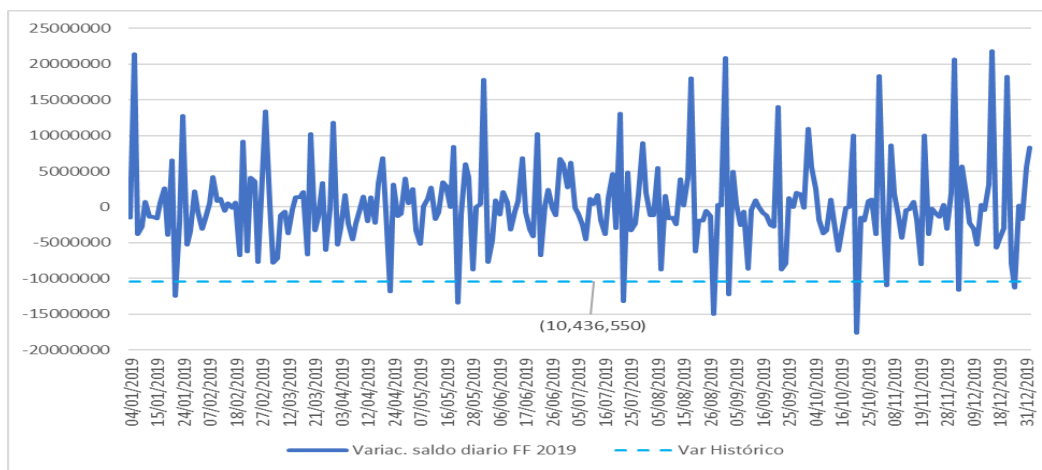
El método de simulación histórica es el que mejor se ajusta a la predicción de la máxima reducción esperada en 1 día de los depósitos a plazo fijo, lo que indica que el pasado es un buen indicador del riesgo futuro para los depósitos a plazo fijo de BanEcuador B.P.

Backtesting de los saldos agregados de las fuentes de fondeo (FF)

El método que más se ajusta a las fluctuaciones de los saldos agregados de las fuentes de fondeo es el método de simulación histórica con un porcentaje de error del 4.2% de total de las observaciones del proyecto. Sin embargo, cabe indicar que los métodos paramétrico y simulación Montecarlo registran un porcentaje de error de 0.4% y 0.8% lo que indica que estos métodos subestiman la proyección de la máxima reducción esperada de los saldos agregados de las fuentes de fondeo de BanEcuador.

Figura 39

El método que más se ajusta a las FF



El método de simulación histórica es el que mejor se ajusta a la predicción de la máxima reducción esperada en 1 día de los saldos agregados de las fuentes de fondeo.

Se debe indicar que se ha considerado cuantificar el riesgo de las fuentes de fondeo como un saldo agregado porque la administración de liquidez de la institución se la realiza en conjunto, esto quiere decir que la institución no desagrega tipo de cuenta ya que el registro de entradas y salidas de dinero está registrado en la cuenta general de fondos disponibles.

Finalmente, se puede concluir que el método que mejor se ajusta a la predicción de una máxima reducción esperada de los saldos de las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P. es la simulación histórica, lo que indica que la serie de datos del pasado pueden predecir el futuro, con la finalidad que el gestor de riesgos pueda implementar una alerta temprana en función de los recursos necesarios que permitan asegurar ésta máxima reducción esperada frente a los recursos disponibles que la institución deberá mantener para cubrir la obligación.

Capítulo V

Propuesta

Propuesta de nuevos proyectos de investigación

En la aplicación de este proyecto se han investigado un método paramétrico (Delta Normal) y dos métodos no paramétricos (Simulación Histórica y Montecarlo), y cómo se ha indicado anteriormente, el Valor en Riesgo es una medida de riesgo sencilla de aplicar, pero eficiente cuando se tratan de condiciones normales. Ahora bien, partiendo de esa premisa, al hablar de condiciones extremas se puede proponer en base a la investigación realizada, nuevos proyectos como, por ejemplo:

1. Métodos de pruebas de stress
2. Métodos de sensibilidad
3. Métodos backtesting

Método de prueba de stress. Para la implementación de este tipo de pruebas se debe mencionar que no existe un modelo estándar para la aplicación, ya que depende de la experiencia del investigador al momento de aplicar pruebas en las condiciones extremas que permitan examinar el efecto de los cambios simulados con la finalidad de analizar los escenarios generados.

Las pruebas de stress se deben investigar puesto que, cuando los supuestos para calcular un valor en riesgo normal no son los correctos, se procederá a aplicar este tipo de análisis de escenarios.

Este tipo de métodos por aplicar la subjetividad del investigador se debe tener en cuenta que la generación de escenarios inadecuados puede llevar a resultados erróneos que se traducen en toma de decisiones ineficientes.

Métodos de sensibilidad. Luego del cálculo obtenido en los tres métodos se puede determinar que una nueva propuesta de investigación podría ser los escenarios de sensibilidad, en donde se incorporarán hipótesis en el caso de activos en el portafolio para simular precios en el mercado, pero, en el caso de los pasivos como se indicó en la investigación, podría sensibilizar saldos diarios que generen variaciones extremas que afecten al resultado con la finalidad de evaluar escenarios que podrían producirse por la naturaleza de las cuentas.

Al evaluar este tipo de escenarios se debe tomar en cuenta que la aplicación de las hipótesis en las variables de la sensibilidad se deberá comparar con los valores actuales, de tal manera llegar a una conclusión que sirva para la toma de decisiones a los gestores del riesgo de la institución.

Método backtesting. Para determinar un ajuste significativo en la metodología aplicada es importante investigar la aplicación de un método backtesting en el cual se pueda determinar el nivel de eficiencia de los resultados obtenidos al momento de aplicar un tipo de metodología. A su vez se puede realizar este tipo de pruebas para calibrar la metodología aplicada, esto quiere decir ajustar las variables, o simplemente elegir otro período de tiempo en los datos históricos con los cuales se trabajará.

Es importante indicar que a diferencia de los anteriores este método comparará los datos obtenidos con resultados reales y luego de eso se determinará el ajuste a los resultados obtenidos con la metodología aplicada, en cambio los anteriores se aplicarán supuesto o hipótesis que generarían cambios en los resultados.

Los proyectos de investigación propuestos son una manera de continuar con la investigación inicial realizada en este proyecto con la finalidad de complementar los resultados obtenidos, calibrar metodologías o determinar nuevas variables importantes a la hora de cuantificar el riesgo en pasivos que fluctúen en el tiempo.

Por otro lado, se propone también la implementación de los métodos VaR para serie de datos que fluctúen en el tiempo por ejemplo en cartera de créditos el cual permita cuantificar el riesgo que se relaciona con una pérdida (portafolios) o una máxima reducción esperada (obligaciones).

Capítulo VI

Conclusiones

1. Se concluye que pese a la certeza de exigencia de fondos de las cuentas ya sea cierta (depósitos a plazo fijo) o incierta (cuentas corrientes y cuentas de ahorro), su comportamiento se mantiene estable dentro de determinados márgenes de variación durante el año 2019.
2. Si bien la existencia de factores externos (sobresueldos) o captaciones atípicas de los clientes durante el año 2019 generó que se observen ciertos saldos extremos, los cuales sin embargo no tienen mayor influencia en el comportamiento general de las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P.
3. Se determina que, pese a la conceptualización original del Valor en Riesgo sobre las predicciones de pérdidas para un portafolio, también puede ser aplicados para la estimación del riesgo que genera la incertidumbre por cualquier serie de datos que registren fluctuaciones en el tiempo.
4. Se establece que el método que mayor se ajusta a la estimación de la máxima reducción esperada de las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P. en las cuentas corrientes es la simulación histórica la cual registra un nivel de error de 4.6% de la prueba de excepción con un nivel de significancia del 5%.
5. Se determinó que, para las cuentas de ahorro los tres métodos de cuantificación del riesgo pueden ser utilizados ya que al aplicar la prueba de excepción este se ajusta con un nivel de error del 4.2% sobre las 240 observaciones con un intervalo de confianza del 95%.

6. Para los depósitos a plazo fijo se establece que el método de simulación histórica es el que mejor se ajusta a la predicción de la máxima reducción esperada con un nivel de error exacto al nivel de significancia del 5%.
7. Existen modelos para cuantificar el riesgo mediante el VaR, sin embargo, se determinó que el cálculo del Valor en Riesgo a través de simulación histórica se ajusta de mejor manera a la evolución de los saldos agregados de las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P., ya que mantienen su comportamiento en el tiempo.
8. Se establece que, para la predicción del riesgo en los saldos agregados de las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P., el comportamiento pasado de los clientes del banco son un buen predictor de su comportamiento futuro, para un horizonte temporal de 1 día con un intervalo de confianza del 95%.
9. La máxima reducción esperada de las fuentes de fondeo de BanEcuador B.P. para el siguiente día (año 2020) es de USD 10,436,550, lo que indica que el requerimiento posible de liquidez será máximo ese valor para el siguiente día con a un intervalo de confianza del 95%.

Capítulo VII

Recomendaciones

1. En BanEcuador B.P. se podría aplicar los métodos de Valor en Riesgo sobre cualquier serie que mantenga fluctuaciones en el tiempo el cual genere incertidumbre, con la finalidad de pronosticar y cuantificar el riesgo de pérdidas (portafolios) o máximas reducciones esperadas (obligaciones).
2. Los métodos de Valor en Riesgo para las fuentes de fondeo se deben aplicar sobre variaciones o rentabilidades logarítmicas, ya que la evaluación de riesgos por medio de estos métodos se basan en la distribución normal de la serie de datos, lo que permitirá estimar la máxima reducción esperada que contribuya al requerimiento mínimo de liquidez que deberá mantener la institución para el pago de las obligaciones con sus clientes.
3. Debido al comportamiento de las cuentas de las fuentes de fondeo y la necesidad de liquidez operativa y estructural de BanEcuador B.P., se deberá considerar un horizonte temporal corto, con series diarias o semanales.
4. Se recomienda a BanEcuador B.P. que para la aplicación de estos métodos de estimación se aplique por tipo de cuenta únicamente para generar alertas tempranas para el área de captaciones y colocaciones del banco, con la finalidad de implementar estrategias de negocios para mejorar los servicios sin descuidar los niveles de fondeo de la institución.

Bibliografía

- H. R. (Enero de 2019). *SciElo*. Recuperado el 01 de agosto de 2018, de <http://scielo.sld.cu>:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000300014
- 18001:OHSAS. (2007). *OHSAS 18001:2007*.
- Abbas Tashakkori, C. T. (2003). *Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research*. Luisiana: Sage.
- Albuja, J., & Giovanni, H. (2018). *Manual para elaboración del plan de trabajo de conclusión de carrera*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE".
- Alvarez, G. R. (15 de Julio de 2016). *www.elcomercio.com*. Obtenido de www.elcomercio.com:
<https://www.elcomercio.com/opinion/opinion-gonzaloruz-cultura-seguros-latinoamerica.html>
- ASFI. (29 de Febrero de 2008). *Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <http://gestionriesgosbolivia.blogspot.com>
- BanEcuador B.P. (2016). El Sistema Financiero Nacional y el Rol de la Superintendencia de Bancos. *Programa de Educación Financiera - Módulo 3, 2-27*.
- BanEcuador B.P. (2017). Obtenido de <https://www.banecuador.fin.ec/institucion/historia/>
- Baray, H. L. (1999). *Introducción a la Metodología de Investigación*. eumed net.
- BBVA. (14 de 02 de 2019). <https://www.bbva.com/es/podcast-tiene-tu-hijo-que-tomar-mas-azucar-en-epoca-de-examenes-j-m-mulet/>. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/podcast-tiene-tu-hijo-que-tomar-mas-azucar-en-epoca-de-examenes-j-m-mulet/>: <https://www.bbva.com/es/podcast-tiene-tu-hijo-que-tomar-mas-azucar-en-epoca-de-examenes-j-m-mulet/>
- Becker, V. (2001). *Economía elementos de micro y macroeconomía*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Bueno, R. (s.f.). *Compilación de Seguros*.
- Cabedo, J. y. (2000). *Valor en Riesgo y recursos propios en las entidades bancarias*. Castellón de la Plana: Publicaciones de la Universidad Jaume I.
- Calvo, A., Cuervo, Á., Parejo, J. A., & Rodríguez, L. (2008). *Manual del sistema financiero español*.
- Charnes, J. (2007). *Financial modeling with Crystal Ball and Excel*. New Jersey: John Wiley.

- Coelho, F. (10 de Diciembre de 2019). *Significados.com*. Obtenido de Metodología de la investigación: <https://www.significados.com/metodologia-de-la-investigacion/>
- Cóndor, Jorge. (15 de Abril de 2020). *Superintendencia de Bancos_ Estadísticas*. Obtenido de <http://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/>
- Conti, C., & Arnaldo, M. (2003). *Corporate Financial Risk Management: Governance and Disclosure post IFRS 7*. ISSN 0972-916X, Vol. V, n. 2.
- Crouhy, M., Dan, G., & Robert, M. (2001). *The Essentials of Risk Management*. McGraw-Hill.
- Ekosnegocio. (2018). Ofertas del Mercado de Seguro. *Ekosnegocio*, 90. Obtenido de http://www.emarketer.com/Reports/All/Emarketer_2000567.aspx
- Fernández, V. (s.f.). *VaR histórico*.
- García, F., & Benjamin, L. (2016). *Big Data Management*. Philadelphia: Springer.
- Gómez, M. M. (2006). Introducción a la metodología de la investigación científica. En M. M. Gómez, *Introducción a la metodología de la investigación científica* (pág. 65). Córdova: Brujas. Recuperado el 05- de 05 de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/143316491/Investigaciones-in-Situ>
- Johnson, C. (2001). "Value at Risk: Teoría y aplicaciones" *Estudios de Economía* 28, n°2.
- Jorion, P. (2003). *Financial Risk Manager Handbook*. John Wiley & Sons, Inc.
- Jorion, P. (2009). *Financial Risk Manager Handbook*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Korntheuer, R. (2016). *SEO Quito*. Recuperado el 02 de 08 de 2018, de <https://seoquito.com/comercio-electronico-en-ecuador/>
- Krugman, P. (30 de Enero de 2010). *Eco- finanzas*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <https://www.eco-finanzas.com>
- Krugman, P. (2010). *Economía Internacional: Política y Economía*. Mexico: Prentice-Hall.
- Laparra, C. H. (s.f.). *Aspectos teoricos y practicos del reaseguro*.
- LEY GENERAL SEGUROS. (2014). En *LEY GENERAL SEGUROS* (pág. 1). Quito.
- Marcos, M. E. (2017). *Operaciones auxiliares de gestión de tesorería*. Madrid: Paraninfa.
- Markowitz. (1952). *Valor en riesgo*.
- Martínez, F. (16 de 10 de 2014). *Funds people*. Obtenido de <https://es.fundspeople.com/news/las-diferentes-metodologias-para-medir-el-var-y-como-utilizar-esta-herramienta-de-cuantificacion-del-riesgo>
- Martínez, M. (2004). *Los grupos focales de discusión como método de investigación*. Mexico: Heterotopía.

- Martínez, M. A. (1994). La función Económico Social del Seguro. *Jornadas sobre la Fución Social del Seguro Privado* (pág. 2). Feración Estatal de Seguros.
- Matute, B. R. (2001). *El reaseguro*. Bogota: Fundacion Cultural Javeriana.
- Ministerio de Finanzas. (18 de Mayo de 2018). *Reporte Financiero Mayo 2018*. Quito, Ecuador: Ministerio de Finanzas.
- Minnich, M. (2002). *Perspectives on Interest Rate Risk Management for Money managers and Traders*.
- Ohlin, B. (20 de Junio de 2010). *Eco- finanzas*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <https://www.eco-finanzas.com>
- Palacios, J. (2020). Riesgo de Mercado El VaR. 2-12.
- Parkin, M. (2010). *Macroeconomía*. Mexico: Pearson Educacion.
- Roberto Hernández Sampieri, C. F. (1991). *Metodología de la investigacion*. Mexico: MCGRAW-HILL.
- Salinas, J. (2009). *Metodologías de medición del riesgo de mercado*. Innovar.
- Sevilla, A. (17 de Mayo de 2015). *Economipedia*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <http://economipedia.com/definiciones/valor-en-riesgo-var.html>
- simple, E. (2016). *Economía simple. net*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <https://www.economiasimple.net/glosario/riesgos-financieros>
- Stevens, R. (2003). *Rankia*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <https://www.rankia.com/analisis-colcap/-valor-riesgo-var-calculo-ejemplos>
- Superintendencia de Bancos, d. (20 de Junio de 2020). *Superintendencia de Bancos*. Obtenido de <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/>
- Vicente Quesada Paloma, A. G. (1988). *Lecciones de cálculo de probabilidades*. Madrid : Diaz de Santos .