



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias  
Económicas  
Escuela de Estudios de Posgrado

---



TRABAJO DE TESIS FINAL

---

TUTOR A CARGO: PROF. MAURO EDGARDO SPERANZA

---

Gestión de riesgo de liquidez en una entidad bancaria del sector privado en el Perú  
(2001-2016) - Metodologías de cálculo para estimar la volatilidad de los pasivos

---

Alumno: CUNO SOSA WILLIAM

POGRADO: MAESTRÍA EN GESTIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DE  
RIESGOS

ABRIL 2018

---

## **RESUMEN**

Este trabajo tiene como propósito evaluar los métodos de cuantificación de la volatilidad en las fuentes de fondeo a efectos de recomendar el procedimiento y metodología de valor en riesgo adecuado que permita estimar con mayor predictibilidad el requerimiento mínimo de liquidez. Deriva de un estudio de enfoque cuantitativo, del tipo descriptivo y explicativo aplicado al caso de una entidad bancaria particular en el Perú. Para este estudio, se realizará una aplicación metodológica de modelos sobre un caso en particular en un periodo de tiempo del cual se tomará datos y se aplicará los principales métodos de cálculo de Valor en Riesgo para analizar la hipótesis. Se encuentra que la metodología propuesta por la Superintendencia de Banca y Seguros no estima bien el requerimiento mínimo de capital que debería mantener la entidad para evitar un escenario de iliquidez, por lo que este modelo es mejorable tal como se propone en este estudio, mediante metodologías estadísticas. De esta forma se busca que los administradores de riesgos puedan contar con información y reportes de liquidez que permitan establecer mecanismos de alerta temprana para la gestión adecuada de riesgo de liquidez y consecuentemente un buen monitoreo en las operaciones bancarias.

Palabras clave: Riesgo de liquidez, capital mínimo, valor en riesgo, volatilidad.

<b>RESUMEN</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1. RESEÑA HISTÓRICA DEL SISTEMA FINANCIERO EN EL PERÚ</b>	<b>9</b>
1.1. LA SUPERINTENDENCIA DE BANCA SEGUROS AFP Y LA REGULACIÓN EN LA GESTIÓN DE RIESGOS DE LIQUIDEZ	10
1.2. MARCO NORMATIVO Y DE REGULACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO EN EL PERÚ	11
1.3. REGULACIÓN Y SUPERVISIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	11
1.3.1. PRINCIPIOS Y DIRECTRICES ESTABLECIDOS POR EL COMITÉ DE BASILEA	12
1.3.2. REGULACIÓN PRUDENCIAL	13
<b>2. LA GESTIÓN DE RIESGOS, MÉTODOS-HERRAMIENTAS E IMPORTANCIA</b>	<b>16</b>
2.1. RIESGO DE LIQUIDEZ	16
2.2. GESTIÓN DEL RIESGO DE LIQUIDEZ	20
2.3. PROCEDIMIENTO Y PRINCIPIOS PARA LA GESTIÓN DE RIESGO DE LIQUIDEZ	21
2.3.1. BUEN GOBIERNO EN LA GESTIÓN DE RIESGO DE LIQUIDEZ	21
2.3.2. MEDICIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE LIQUIDEZ	22
2.3.3. DIFUSIÓN PÚBLICA DE INFORMACIÓN	22
2.4. LA VOLATILIDAD EN LOS PASIVOS	23
2.5. VARIABLES A ANALIZAR	24
2.6. INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE SERIE DE DATOS	25
<b>3. METODOLOGÍAS Y MODELOS DE MEDICIÓN DEL RIESGO DE LIQUIDEZ ESTABLECIDAS POR LA AUTORIDAD REGULADORA</b>	<b>26</b>
3.1. CONCENTRACIÓN DE PASIVOS	26
3.2. LÍMITES INTERNOS E INDICADORES DE ALERTA	26
3.2.1. REQUERIMIENTO MÍNIMO EXIGIDO POR LA AUTORIDAD REGULADORA	27
3.2.2. ACTIVOS LÍQUIDOS	28
3.2.3. PASIVOS DE CORTO PLAZO	28
3.3. TRATAMIENTO DEL RIESGO DE LIQUIDEZ	29
3.4. NOTA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO DE LIQUIDEZ	29
3.5. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL SALDO VOLÁTIL DE DEPÓSITOS	31
<b>4. METODOLOGÍAS ALTERNAS PARA EL CÁLCULO DE VOLATILIDAD DE LAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO</b>	<b>33</b>
4.1. EL VALOR A RIESGO (VAR)	33
4.2. COMPARACIÓN DE ENFOQUES SOBRE EL VALOR EN RIESGO VAR	35
4.2.1. VAR POR VARIANZA Y COVARIANZA	35
4.2.2. VAR HISTÓRICO O SIMULACIÓN HISTÓRICA	38
4.2.3. VALOR A RIESGO POR SIMULACIÓN DE MONTE CARLO	40
4.3. FACTORIZACIÓN DE CHOLESKY	42
4.4. BACKTESTING	45
4.5. PRUEBA INCONDICIONAL DE KUPIEC	47
<b>5. ESTUDIO EMPÍRICO</b>	<b>49</b>
5.1. METODOLOGÍA PROPUESTA POR LA SBS	49

5.2. ANÁLISIS DE PROPUESTA PLANTEADA POR LA SUPERINTENDENCIA DE BANCA SEGUROS	50
5.3. ANÁLISIS AMPLIADO DE LA METODOLOGÍA DE LA SUPERINTENDENCIA DE BANCA SEGUROS Y AFP	54
5.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DEL VALOR EN RIESGO SIN DIVERSIFICACIÓN DE CARTERA	57
5.5. COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DEL VALOR EN RIESGO DE PORTAFOLIO O CON DIVERSIFICACIÓN DE CARTERA	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
<b>ANEXOS</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>66</b>

## Introducción

La presente investigación en principio estudia la concentración de los depósitos del público y la volatilidad en las fuentes de fondeo constituidas por las obligaciones con el público, obligaciones financieras y fondos de administración. La importancia de los depósitos radica en que constituyen la principal fuente de fondeo que tiene una institución financiera, sin embargo, cada entidad tendrá diferentes modalidades y accesos a otras fuentes y dependerá de cada institución la capacidad para acceder a los mismos. Una de las dificultades es tratar de determinar en qué proporción son realmente estables estas fuentes, debido a situaciones o eventos de riesgo que producen salidas de dinero, como es el caso del riesgo reputacional<sup>1</sup>,

En este contexto, cada entidad calcula a diario el dinero que debe mantener en efectivo para cumplir con sus obligaciones de liquidez de fondeo a tiempo. Por tanto, la medición de los requerimientos mínimos de capital corresponde a una estimación eficiente de la volatilidad de los pasivos. Para ello, la entidad bancaria cuenta con herramientas como modelos estadísticos, recursos humanos que le permitirá analizar la información con la que cuenta y en base a esas observaciones adoptará medidas pertinentes con la finalidad de evitar un escenario de iliquidez.

La metodología establecida por la Superintendencia de Banca y Seguros es una herramienta que estima el requerimiento mínimo de capital que deberían mantener las entidades para evitar un escenario de iliquidez. Surge el cuestionamiento sobre si el modelo estimado a través de la propuesta hecha por la autoridad reguladora se encuentra bien definido y que como consecuencia de la aplicación metodológica evite un escenario de iliquidez atípico en cualquier entidad bancaria. Con este objetivo es que se analizará los métodos de estimación de la volatilidad a efectos de recomendar los procedimientos de cálculo y metodología de Valor en Riesgo (VaR)<sup>2</sup> más adecuado que estime con mayor predictibilidad el requerimiento mínimo por riesgo de liquidez en función de la volatilidad de los depósitos para una entidad bancaria en el Perú.

El acuerdo de Basilea exige a toda institución financiera un mejor manejo respecto al cálculo del requerimiento mínimo de liquidez, cuyo objetivo es realizar sus operaciones

---

<sup>1</sup> Riesgo reputacional. es otra clase de riesgo que se define como el riesgo asociado a los cambios de percepción del Grupo, o de las marcas que lo integran, por parte de los grupos de interés (clientes, accionistas, empleados, etc.)

<sup>2</sup> Valor en Riesgo (VaR), por sus siglas en inglés –*Value at Risk*– es una medida de riesgo ampliamente utilizada del riesgo de mercado en una cartera de inversiones de activos financieros.

de manera normal a través del uso de metodologías propias o las establecidas por el ente regulador en el que se exige saldos mínimos en un horizonte de tiempo determinado. Por esta razón se justifica la dotación de una reserva de liquidez –dinero en efectivo– para contrarrestar los efectos sistémicos y que permitan tomar medidas prudenciales en resguardo a las amenazas que se encuentra la banca privada por el retiro de los recursos de los clientes.

El riesgo de liquidez se refiere a las “pérdidas que puede sufrir una institución al requerir una mayor cantidad de recursos para financiar sus activos a un costo, este riesgo también se refiere a la imposibilidad de transformar un activo en efectivo en situaciones de crisis”.(Haro, 2005, p. 16). En esta misma línea Delfiner, Lippi y Pailhé (2006) indican que disponer de una mayor cantidad de activos líquidos o mejorar el calce de flujos entre activos y pasivos reduciría el riesgo de liquidez, pero también la rentabilidad de la empresa.

Como consecuencia de una mala gestión de riesgos se producen pérdidas potenciales para la empresa debido a la incapacidad de la entidad para disponer de fondos necesarios para realizar sus operaciones habituales. Este riesgo es inherente a todas las entidades crediticias en donde los activos y pasivos que tienen deben ser tratados con cierta precaución y cuidado. De hecho, el pasivo representado por las obligaciones con el público bajo las modalidades de depósito a la vista, depósito de ahorro, depósitos a plazo y depósitos por compensación de tiempo de servicios CTS<sup>3</sup>, son obligaciones que deben estar disponibles en cualquier momento si el público quiere acceder a ellos.

En este sentido el propósito de este trabajo es encontrar un método simple y robusto que apoye la propuesta metodológica de la autoridad reguladora para una mejor gestión del riesgo de liquidez. Para lo cual haremos uso de metodologías como la Simulación Histórica, VaR Paramétrico y la Simulación de Montecarlo por factorización de Cholesky, los cuales nos permitirán calcular, obtener y comparar diferentes valores de VaR y tomar una decisión respecto a los capitales mínimos que una institución financiera debe mantener.

Con este objetivo, se observará que el cálculo del Valor en Riesgo (VaR) mediante Simulación de Montecarlo corrige estas dificultades lo que permitirá a la institución

---

<sup>3</sup> Compensación por tiempo de servicio en adelante depósitos CTS, corresponde a saldos de depósitos de los trabajadores, de acuerdo con las normas laborales vigentes en el país. Resolución S.B.S N° 9075-2012

financiera cumplir con los requerimientos mínimos de capital exigido por autoridad tanto en moneda nacional y extranjera, todo ello, bajo el supuesto de normalidad en la distribución y condición normal del mercado. De esta manera, se considera que la herramienta propuesta mejorará la calidad de las estimaciones exigiendo el incremento del capital mínimo. Por lo que se proponen mecanismos que sustentan la comparación entre las metodologías definidas que permitan la elección de la más eficiente.

El aporte de este trabajo será la aplicación de una metodología ya existente que contribuya y complemente al cálculo del VaR propuesto por la Superintendencia de Banca Seguros y Asociación de Fondo de Pensiones (SBS)<sup>4</sup>, que permita la comparación y calibración de metodología, para así obtener un capital mínimo óptimo que genere menor vulnerabilidad a los movimientos del mercado. La Unidad de análisis es el riesgo de liquidez en una entidad bancaria del sector privado en el Perú para el periodo (2001-2016) cuya información se toma del comportamiento histórico mensual reportado mensualmente a la SBS. La empresa en estudio pertenece al rubro financiero dedicada a la intermediación entre agentes superavitarios y deficitarios compuestas por personas naturales y jurídicas que mantienen relación institucional con la misma.

En conclusión, al obtener los resultados y ver los movimientos en la serie de tiempo podemos ver que existe indicios de diferencias en las estimaciones propuestas por la Superintendencia de Banca y Seguros. La prueba de Backtesting<sup>5</sup> en particular aquella proporcionada por el test incondicional de Kupiec nos muestra que durante el año 2016 en tres oportunidades la entidad cayó por debajo del límite regulatorio requerido por la autoridad, esto significa que los sistemas y mecanismos de control interno no funcionan adecuadamente o no proporcionan información suficiente para mantener o incrementar los niveles de capital. En ese sentido se hace necesario calibrar la metodología del cálculo de Valor en Riesgo a través de factorización de Cholesky el cual mostró una estimación más eficiente entre los otros métodos analizados, con esto se espera mantener un capital mínimo óptimo que al mismo tiempo rentabiliza los ingresos de la empresa.

El trabajo se divide en cinco capítulos. En el primero se hace una introducción al tema y una breve reseña teórica e histórica del sistema financiero peruano, el marco normativo y

---

<sup>4</sup> Sociedad de Banca Seguros y Asociación de fondo de pensiones en adelante (SBS) es el organismo encargado de la regulación y supervisión del sistema financiero, de seguros y del sistema privado de pensiones en el Perú.

<sup>5</sup> El backtesting se refiere a una metodología que se utiliza para verificar y diagnosticar la eficiencia y los resultados de un modelo en particular. Esta metodología intenta determinar si las conclusiones del modelo o los cálculos de las variables estimadas son acertadas. (Stevens, 2017)

el de regulación en materia de riesgo de liquidez requerida por la SBS. En el segundo capítulo realizamos una introducción a los conceptos de riesgos de liquidez, gestión del riesgo de liquidez, volatilidad, monitoreo y cuantificación del mismo, seguidamente definiremos las variables. En el tercer capítulo se exponen los requerimientos mínimos exigidos por la autoridad reguladora, indicadores de alerta, concentración de los pasivos y los activos líquidos que permitirá determinar el capital mínimo a través de la metodología propuesta por la SBS. En el capítulo cuarto definiremos las principales metodologías a aplicarse en el estudio empírico como el valor en riesgo, comparación de enfoques, ilustración de la factorización de Cholesky en la simulación de Montecarlo para estimar el VaR. Finalmente en el último capítulo realizamos una aplicación empírica sobre un banco particular en donde comparamos los resultados entre la metodología propuesta por la SBS y los métodos alternativos que complementan al planteado por la autoridad reguladora, conclusiones y sugerencias.

## **1. Reseña histórica del sistema financiero en el Perú**

En los años posteriores a 1950 se dio una expansión de los depósitos y colocaciones en el sistema financiero peruano y con ello el sistema bancario fue modernizándose al amparo del restablecimiento de la libertad de cambios y de importaciones dictadas durante el gobierno de turno. Durante el período 1956-1968 el sistema financiero creció notablemente, al constituirse 18 nuevos bancos, 7 empresas de seguros y 17 asociaciones mutuales de créditos para vivienda.

La Superintendencia asumió el control de los límites sobre el cobro y pago de intereses. El ámbito de control se amplió a las Empresas Financieras y a las Mutuales de Vivienda. En este período se creó la Banca Asociada formada por empresas que, salvo algunas limitaciones en su manejo, funcionaban bajo un régimen privado permaneciendo bajo el control del Estado, al tener éste una participación mayoritaria en el capital.

Por su parte, la Banca de Fomento experimentó en este período un fuerte crecimiento. En efecto, se creó la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE)<sup>6</sup>, y se le dio impulso al Sistema Mutual y a los Bancos Privados de Fomento de la Industria de la Construcción. Uno de los objetivos del gobierno era impulsar el desarrollo económico de las distintas regiones del país, y la herramienta para lograr este objetivo fue el impulso a la creación de la Banca Regional.

En 1972 se volvió a ampliar el ámbito de supervisión de la Superintendencia, incluyéndose las Cajas de Ahorro y Préstamo para Vivienda; y en 1978 las Cooperativas de Ahorro y Crédito y Cooperativas de Seguros. Además, en este periodo, al crearse el Mercado Único de Cambios, se le encargó a la Superintendencia establecer el tipo de cambio diario para las principales monedas extranjeras de acuerdo con la cotización del mercado.

La Superintendencia de Banca, Seguros y Asociación de fondo de pensiones (SBS) adquirió rango constitucional al ser incluida en la Constitución de 1979, la cual le otorgó autonomía funcional y administrativa. En 1981 se dictó la primera Ley Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros, en el que se consideró a la SBS como institución pública con personería jurídica de derecho público y con autonomía respecto del Ministerio de Economía y Finanzas. Además, la SBS adquirió la facultad de interpretar

---

<sup>6</sup> COFIDE (antes Corporación Financiera de Desarrollo) es el banco de desarrollo del Perú. Su sede se encuentra en la ciudad de Lima. Fue fundado en 1971. Desde 1992 se desarrolla como banco de segundo piso.

administrativamente la normatividad bancaria y de seguros y el personal de la SBS pasó a ser comprendido dentro del régimen laboral de la actividad privada<sup>7</sup>.

### **1.1. La Superintendencia de Banca Seguros AFP y la regulación en la Gestión de Riesgos de Liquidez**

La Superintendencia de Banca Seguros y Asociación de fondos de pensión, nació como institución en el año 1931. Sin embargo, la supervisión bancaria en el Perú se inició en 1873 con un decreto que estableció requerimientos de capital mínimo, un régimen de emisión y cobertura de los billetes y publicación mensual de informes con indicación detallada de las cantidades de moneda acuñada o de metales preciosos existentes en las cajas bancarias.

En julio del 2000 fue promulgada la Ley 27328, en virtud de la cual se amplía el ámbito de acción de la SBS, al incorporar bajo su control y supervisión a las Asociaciones de fondos de pensiones. De esta manera, a partir del 25 de julio del 2000 la Superintendencia de Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones cambiaron su nombre, a Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (AFP)<sup>8</sup>.

Asimismo, el 12 de junio del 2007, mediante la Ley N° 29038, la Unidad de Inteligencia Financiera del Perú (UIF-Perú) fue incorporada a la SBS, sumándose a sus funciones, la labor de prevenir y detectar el lavado de activos y financiamiento del terrorismo. Al asumir este nuevo reto, la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP reafirma su compromiso de promover la estabilidad y solvencia de las instituciones supervisadas conforme a los principios y prácticas internacionalmente aceptados.

En resumen, la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) es el organismo encargado de la regulación y supervisión del sistema financiero, de seguros y del sistema privado de pensiones en el Perú, cuyo objetivo primordial es preservar los intereses de los depositantes, de los asegurados y de los afiliados al sistema privado de pensiones.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> <http://www.sbs.gob.pe/acerca-de-la-sbs/resena-historica>

<sup>8</sup> Las AFP administran fondos de pensiones bajo la modalidad de Cuentas Individuales de Capitalización (CIC), en favor de trabajadores incorporados al Sistema Privado de Administradoras de Fondos de Pensiones.

<sup>9</sup> <http://www.sbs.gob.pe/acerca-de-la-sbs/filosofia-de-regulacion-y-supervision>.

## **1.2. Marco normativo y de regulación del sistema financiero en el Perú**

Como antecedente internacional sobre regulación de sistema financiero tenemos que “El gobierno de los EE.UU., en la protección del sistema financiero y la seguridad de los fondos de los depositantes (...) incluyó el establecimiento de redes de seguridad regulatoria que incluye supervisión gerencial y restricciones indirectas sobre la actividad.” (Eastburn & Sharland, 2017, p. 25)<sup>10</sup>. Muchos reclamaron como excesivo tal intervención pero dicha protección gubernamental supone limitación al incentivo para soportar un mayor riesgo por parte de los bancos.

En el Perú se estableció la Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Ley Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros N° 26702 y sus normas modificatorias, en adelante Ley General del sistema financiero, señala en el artículo 178° que las empresas deberán establecer un adecuado proceso de administración de activos y pasivos, el cual debe incluir la identificación, medición, control y reporte de los riesgos a los que se encuentren expuestas por la prestación de servicios financieros, tales como riesgo de liquidez, de crédito, de tasa de interés entre otros. El marco normativo relacionado con la gestión de riesgos debe ser complementado con normas específicas, que establezcan lineamientos para cada tipo de riesgo significativo.

Entre los riesgos que enfrentan las empresas supervisadas en el desarrollo de sus actividades se encuentra el riesgo de liquidez, el cual puede generarse por la posibilidad de pérdidas por incumplir con los requerimientos de financiamiento y de aplicación de fondos que surgen de los descalces de flujos de efectivo, así como por no poder cerrar rápidamente posiciones abiertas, en la cantidad suficiente y a un precio razonable; con el objeto de promover la mejora de la gestión del riesgo de liquidez de las empresas, y adecuar el marco regulatorio a los estándares internacionales sobre la materia, en particular las recomendaciones del Comité de Basilea en Supervisión Bancaria, resulta conveniente actualizar los requerimientos mínimos para su adecuada gestión.

## **1.3. Regulación y Supervisión del sistema financiero**

La actividad regulatoria del sistema financiero se define como una actividad de interés público, como quiera que bancos, financieras, cajas de ahorro y cooperativas captan, administran y usan esos fondos a través del otorgamiento de créditos, se justifica la

---

<sup>10</sup> La traducción es propia: “The US Government’s role in protecting the financial system and safety of depositor funds has paved the way for the establishment of a regulatory safety-net which includes managerial oversight and indirect restraints on bank risk taking activity”

regulación y supervisión de estas entidades que manejan fondos, por lo que debe estar transcrito tácitamente en el ordenamiento jurídico y disposiciones gubernamentales que promuevan condiciones de igualdad y transparencia puesto que el interés público en la actividad bancaria es justamente la de los depositantes e inversores para que no se lesionen ni se ponga en peligro sus fondos.

“La opción regulatoria importa decisiones de orden político y jurídico con el propósito de establecer un marco legal que brinde seguridad, adopte los mecanismos que el mercado necesita y minimice las deficiencias de la acción pública” (González, 2003, p. 438). Como referencia tenemos la crisis financiera del año 2008 de los Estados Unidos en la que se detectaron fallas en la supervisión de alguna de esas instituciones, en donde los bancos habían tenido un denodado incremento en sus carteras de crédito que promovían potenciales riesgos de carácter sistémico, lo cual evidencia una débil regulación al cual se encontraban sometidos.

El informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL<sup>11</sup> refiere que:

Aún no se encuentra suficientemente difundida la práctica de publicar periódicamente indicadores del nivel de riesgo promedio de las carteras de los bancos (por ejemplo, niveles de morosidad, riesgo ponderado de la cartera), condición considerada como indispensable para que los depositantes posean información acerca de los riesgos que asumen y, de esa forma, reducir la garantía implícita del Estado. (Correia, Manuelito, & Jiménez, 2009, p. 20).

### **1.3.1. Principios y directrices establecidos por el Comité de Basilea**

Con el fin de subrayar la importancia del riesgo de liquidez el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea<sup>12</sup> publicó en febrero del 2008 el documento Liquidity Risk Management and Supervisory Challenges. En este documento se evidenciaba la problemática de omisión a los principios básicos de gestión de riesgo de liquidez. Muchos bancos con alta exposición carecían de un marco adecuado de gestión de riesgo de

---

<sup>11</sup> La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) es el organismo dependiente de la Organización de las Naciones Unidas responsable de promover el desarrollo económico y social de la región.

<sup>12</sup> El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea es un comité de supervisores bancarios creado en 1975 por los gobernadores de los bancos centrales de los países del G-10. Lo integran representantes de alto nivel de las autoridades supervisoras del sector bancario y de los bancos centrales de Alemania, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Luxemburgo, los Países Bajos, Suecia, Suiza y el Reino Unido.

liquidez en relación al producto y la línea de negocio observándose una alta tolerancia al riesgo por lo que descartaron realizar pruebas de tensión.

Con el fin de reflejar la evolución de los mercados financieros y asimismo recoger las lecciones aprendidas de la inestabilidad de éstos, el Comité de Basilea ha acometido una revisión de calado de su documento *Sound Practices for Managing Liquidity in Banking Organisations*, publicado en el año 2000, cuyas directrices se amplían ahora notablemente en una serie de aspectos básicos relativos a la liquidez. (Comité de Basilea, 2008, p. 2)

En concreto, se ofrecen directrices más detalladas como. (Comité de Basilea, 2008):

- La importancia de establecer la tolerancia al riesgo de liquidez.
- El mantenimiento de un nivel de liquidez adecuado, que incluya la creación de un colchón de activos líquidos.
- La necesidad de asignar costes, beneficios y riesgos de liquidez a todas las actividades de negocio relevantes.
- La identificación y medición de la gama completa de riesgos de liquidez, incluidos los riesgos de liquidez contingentes.
- El diseño y utilización de rigurosos escenarios de pruebas de tensión.
- La necesidad de un plan de financiación contingente robusto y operativo.
- La gestión intradiaria del riesgo de liquidez y de las garantías.
- La difusión pública de información encaminada a promover la disciplina del mercado.

### **1.3.2. Regulación Prudencial**

Con el objeto de disminuir el riesgo en el sistema financiero el gobierno establece diferentes medidas preventivas, para ello la autoridad supervisora evalúa el cumplimiento de las normas.

De acuerdo con (Mishkin, 2001, pp. 9-17)<sup>13</sup> la regulación prudencial comprende los siguientes aspectos.

---

<sup>13</sup> La traducción es propia: "Prudential supervision takes on eight basic forms: 1) Restrictions on asset holdings and activities, 2) Separation of the banking and other financial industries like securities, insurance, or real estate, 3) Restrictions on competition, 4) Capital requirements, 5) Risk-based deposit insurance premiums, 6) Disclosure requirements, 7) Bank chartering, 8) Bank examination, and 9) A supervisory versus a regulatory approach".

- Restricciones en las actividades y activos de la matriz. Incluso en ausencia del gobierno, los bancos tienen el suficiente incentivo para asumir demasiado riesgo. El autor refiere en este apartado que los gobiernos deben imponer a los bancos regulaciones estrictas encaminadas a centrarse en la línea de su negocio y limitar la exposición de los activos de la matriz.
- Separación de la banca del sector real. Un tipo de actividad en particular que involucra mayor riesgo para los bancos son las actividades que involucran la participación en el sector real de la economía y en la medida que los bancos asuman inversiones en empresas del sector real podrían verse involucrados inevitablemente con un sistema financiero débil.
- Restricciones competitivas. El incremento de la competencia en el sistema financiero puede aumentar en estas entidades el riesgo moral y de esta manera forzarlos a tomar mayor riesgo. Una alternativa a este problema podría ser la restricción a la apertura de nuevas sucursales.
- Requerimientos de capital. Cuando un banco se encuentra limitado a mantener una cantidad suficiente de capital en reserva, la entidad tiene más que perder y esto puede incentivarlo a que realice actividades menos riesgosas.
- Seguros de depósito. Como se mencionó en el segundo párrafo, si el riesgo que asumieran los depositantes y ahorradores de una entidad estuviera cubierto en su integridad por una prima de riesgo, el riesgo moral desaparecería, para ello es preciso que cada país cuente con mecanismos de esa naturaleza.
- Requerimientos de divulgación de información. Los problemas descritos párrafos arriba no genera incentivos a los bancos y las entidades no bancarias acerca de la proporción de información financiera de calidad. Por lo que los reguladores deben requerir a que los bancos se adhieran a principios estándares de contabilidad y de esta manera revelen un amplio rango de información que facilite al mercado medir la exposición de riesgo.
- Supervisión bancaria. No basta con contar con una regulación propiciada por el gobierno que minimice el riesgo, sino que los bancos requieren ser vigilados en salvaguarda al cumplimiento con las disposiciones propias de la regulación.
- El enfoque de supervisión versus la regulación de gobierno. La supervisión prudencial se ha centrado principalmente en la evaluación de la calidad de los balances financieros y los préstamos de los bancos en un momento dado y determina

si el banco cumple con los requisitos de capital y las restricciones sobre las tenencias de los activos. Los reguladores bancarios se centran menos en el cumplimiento de reglas regulatorias específicas y los riesgos de los instrumentos financieros, y se centran más en analizar la solidez de las prácticas de gestión del banco con respecto al control de riesgo.

## **2. La gestión de riesgos, métodos-herramientas e importancia**

La mitigación de los riesgos siempre fue y será un tema que preocupa a la banca comercial y adquirió mayor significado principalmente por lo acontecido en la crisis financiera de los años 2007–2009 en la que se puso de manifiesto grandes fallas en la gestión de riesgos y nos referimos a las practicas realizadas por el gobierno corporativo y los entes reguladores. “Identificar, medir y analizar el riesgo es lo que los banqueros deben hacer mejor. Sin embargo, los resultados obtenidos están lejos de ser coherentes (...) respecto a las prácticas de mitigación del riesgo”.(Eastburn & Sharland, 2017, p. 22).

Existen varios tipos de riesgos que una entidad bancaria debe gestionar, por ejemplo:

La gestión bancaria define tres fuentes de riesgo que afectan a los bancos: riesgo crediticio, el riesgo de tipo de interés y el riesgo de liquidez. Esta distinción útil desde el punto de vista práctico sin embargo se torna cada vez más importante el tratamiento del riesgo operacional en las últimas décadas.(Freixas & Rochet, 1999, p. 7)

Bajo este escenario de enormes proporciones de incertidumbre y dado el papel vital que desempeña el manejo y control de riesgo, existe la necesidad de identificar las deficiencias dentro del marco de gestión de riesgos de un banco. La premisa subyacente de esta investigación es que los bancos deben ser conscientes de que el éxito acarrea pérdidas y pueden sufrir consecuencias negativas por las decisiones adoptadas, "nadie se arriesga en la expectativa de que fracasará" (Bernstein, 1998, p. 12). Como resultado directo de la penetración de los riesgos, el reto que se plantea a la administración es contemplar los riesgos que prevalecen y disminuir sus implicaciones negativas.

De acuerdo con (Veiga, s. f.), el proceso de gestión de riesgo comienza por el órgano rector de la empresa el cual debe aprobar el nivel aceptable de riesgo, esto implica: Identificar la exposiciones y sus orígenes, evaluar cada exposición para seleccionar los riesgo relevantes, gestión el riesgo para decidir la cobertura de las exposiciones, finalmente controlar los resultados de la gestión para evaluar su eficacia y el costo de los instrumentos utilizados a fin de aprender para mejorar la gestión futura.

### **2.1. Riesgo de liquidez**

De acuerdo con la normativa peruana se define al riesgo de liquidez como la posibilidad de pérdidas por incumplir con los requerimientos de financiamiento y de aplicación de fondos que surgen de los descalces de flujos de efectivo, así como por no poder cerrar

rápidamente posiciones abiertas, en la cantidad suficiente y a un precio razonable.(Resolución S.B.S. N° 9075, 2012, p. 2). Esto nos indica que el riesgo de liquidez está relacionado con la potencial pérdida en una entidad debido a su incapacidad para cumplir con sus obligaciones o para financiar aumentos de activos a medida que llega a su vencimiento sin incurrir en costos o pérdidas.

“Los bancos realizan actividades valiosas en cualquier lado del balance. Por el lado de los activos, hacen préstamos a prestatarios ilíquidos, mejoran así el flujo de crédito en la economía. Por el lado de los pasivos, brindan liquidez a los depositantes”. (Diamond & Rajan, 2001, p. 287)<sup>14</sup>.

“En los mercados financieros modernos, los bancos tienen que gestionar su liquidez a través de operaciones de mercado monetario que ofrecen una gama de opciones y en cualquier punto dado tienen proveedores que les proporcionará liquidez”. (Akhtar, 2007, p. 3)<sup>15</sup>.

“En caso de escasez de liquidez temporal, los bancos pueden recurrir a operaciones de descuento de ventanilla, y en una situación en la que amenaza la solvencia bancaria, pueden recurrir al prestamista de último recurso”. (Akhtar, 2007, p. 3)<sup>16</sup>

La fortaleza del sistema bancario es un requisito esencial para asegurar la estabilidad económica y el crecimiento, es por ellos que las empresas deberán contar con manuales de gestión del riesgo de liquidez que deberán considerar: las políticas, responsabilidades de comités, metodologías y modelos para la medición, simulación del riesgo de liquidez, estructura de límites internos y un plan de contingencia de liquidez.

Puede ocurrir que si el banco no está en posibilidad de realizar pagos o realizar su operatoria diaria, entonces:

Un banco puede perder la confianza de sus depositantes si los fondos no son oportunamente proporcionados a ellos. La reputación del banco puede estar en

---

<sup>14</sup> La traducción es propia: “Banks perform valuable activities on either side of their balance sheets. On the asset side, they make loans to difficult, illiquid borrowers, thus enhancing the own of credit in the economy. On the liability side, they provide liquidity on demand to depositors. That banks can transform illiquid assets into more liquid demand deposits.”

<sup>15</sup> La traducción es propia: “In the modern financial markets, banks have to manage their liquidity through money-market operations which offer a range of options and at any given point has ready providers and buyers of liquidity”.

<sup>16</sup> La traducción es propia: “In case of temporary liquidity squeeze banks can resort to discount window operation, and in situation where it threatens bank solvency they can resort to the lender of the last resort facility”

juego en esta situación. Además de esto, una mala posición de liquidez puede causar sanciones por parte del regulador. (Arif & Anees, 2012, p. 183).

Los costos de iliquidez se pueden evitar si la relación prestamista y prestatario está sujeto a regulaciones que salven de corridas, por lo que la fragilidad compromete a los bancos a crear liquidez, permitiendo a los depositantes retirarse cuando sea necesario, mientras que amortigua a los prestatarios de las necesidades de liquidez de los depositantes. Las políticas de estabilización, como las exigencias de capital, la restricción bancaria entre otros pueden reducir la creación de iliquidez.

El autor (Buchner, 2016) destaca que la iliquidez hace que los pesos de la cartera sean procesos estocásticos. Desde el punto de vista económico, este es un resultado intuitivo, ya que los pesos de la cartera ya no pueden ser totalmente controlados por el inversor cuando parte de los activos en el conjunto son ilíquidos en el sentido de que no pueden ser vendidos.

Jeanne & Svensson (2007) citados por (Arif & Anees, 2012, p. 187)<sup>17</sup> mencionan que los depósitos son el salvamento del negocio bancario. La mayoría de las operaciones bancarias se realizan a través de depósitos. Si los depositantes comienzan a retirar sus depósitos del banco, crearán una trampa de liquidez para el banco.

Esto implica que si los bancos tienen suficientes depósitos y de manera permanente en la cuenta no tendrán los problemas descritos antes, por lo que se pueden dar las siguientes hipótesis:

H1: El aumento de los depósitos aumenta las ganancias del banco.

H2. El aumento en las reservas de efectivo disminuye las ganancias del banco.

H3. Aumento de la brecha de liquidez causa una reducción en los ingresos del banco.

H4. El alto aprovisionamiento de NPLs<sup>18</sup> causará una disminución en las ganancias del banco.

---

<sup>17</sup> La traducción es propia: "The deposits are the lifeline of the banking business. Most of the banking operations are run through deposits. If the depositors start withdrawing their deposits from the bank, it will create a liquidity trap for the bank."

<sup>18</sup> Se traduce de "non-performing loans" que significa no realizar préstamos.

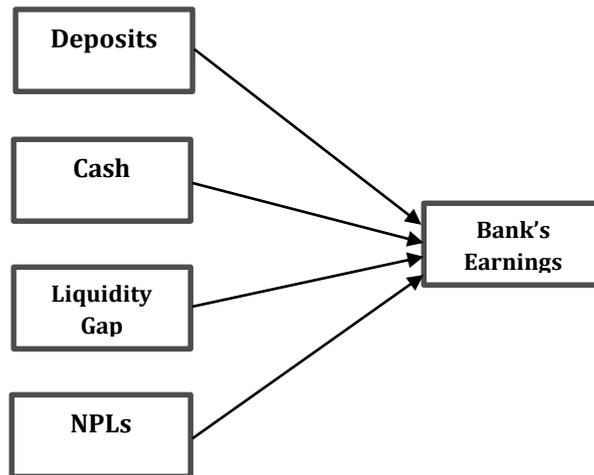


Figura 2.1.  
Resumen de modelo de hipótesis de riesgo de liquidez  
Fuente: (Arif & Anees, 2012, p. 188). Elaboración propia.

En donde:

**Los depósitos.** Son cuentas de los clientes de los bancos. Los datos de los depósitos se toman del lado del pasivo de los balances sin ninguna clasificación de cuentas corrientes o de otro tipo.

**El efectivo.** Se toman del lado de los activos de los balances de los bancos. Esto incluye "efectivo y saldo con el banco central o de tesoro".

**La brecha de liquidez.** Se obtienen de la tabla de vencimiento de los activos y pasivos. La brecha de liquidez de un mes ha sido tomada, ya que una brecha negativa en un mes puede crear dificultades para que el banco cubra las crecientes demandas de los depositantes.

**El NPLs.** Los NPL –mayor aprovisionamiento de recursos– afectan adversamente el desempeño de un banco. El aprovisionamiento de NPLs se toma del "estado de pérdidas y ganancias" de los bancos para el análisis en este estudio.

**La rentabilidad.** Este beneficio se calcula antes de impuestos, ya que los bancos tienen diferentes escudos fiscales.

En síntesis, sí un banco que tiene problemas de liquidez, tiene dificultades para satisfacer las demandas de los depositantes y esto puede ser mitigado manteniendo suficientes reservas de efectivo (capital mínimo), estas pueden darse a través del aumento en la base de los depósitos, disminuyendo la brecha de liquidez y los NPLs. Las reservas de efectivo adecuadas disminuirán la dependencia del banco en el mercado de repos.

“Se podría decir que el capital mínimo y la adecuación administrativa pueden equipararse a la capacidad de una empresa para soportar la severidad predecible de su entorno operativo cotidiano.” (Abbink, 2011, p. 433)

## **2.2. Gestión del riesgo de liquidez**

De acuerdo la definición que nos proporciona la autoridad reguladora en el Perú la gestión del riesgo de liquidez consiste en la identificación, medición, evaluación, tratamiento, control, información y monitoreo del riesgo de liquidez. Este proceso tiene como objetivo asegurar que la empresa cuente con suficientes recursos para enfrentar un conjunto de eventos inesperados que afecten su liquidez, como puede ser la pérdida o disminución de fuentes de financiamiento. (Resolución S.B.S. N° 9075, 2012)

La gestión tiene que ver con la capacidad que debería tener una institución financiera en mantener niveles adecuados de liquidez tal que pueda gestionar cambios no planeados en sus principales fuentes de financiamiento y que al mismo tiempo le permita reaccionar ante cambios en la condiciones de mercado provocados por shocks internos o externos y que ello le permita transformar activos con la menor pérdida posible.

El banco deberá gestionar de forma activa sus posiciones y riesgos de liquidez intradía a fin de cumplir con sus obligaciones de pago y liquidación, tanto en circunstancias normales como en situaciones de tensión, contribuyendo así al fluido funcionamiento de los sistemas de pagos y liquidación de acuerdo con el principio 8 del mencionado documento. (Comité de Basilea, 2008, p. 4)

“Desde esta perspectiva el riesgo de liquidez aumentará a mayor concentración entre productos/ monedas y en mercados de escasa profundidad (...) esta modalidad de riesgo es muy difícil de cuantificar y de incorporar a los modelos de valoración y gestión del riesgo”. (Pra, Ríos, Arguedas, & Casals, 2010, p. 21).

Para medir el riesgo de liquidez las entidades utilizan diferentes métodos, por ejemplo:

Las entidades cuantifican este riesgo con la utilización de *gap* de vencimientos. Estos *gaps* se realizan con carácter estático, estudiando sólo las posiciones de la fecha de análisis, también se analizan desde un punto de vista dinámico, donde incluyen proyecciones patrimoniales futuras y su incidencia en este tipo de medidas. (Cáceres & Zaballos, 2002, p. 117)

Como se observa existe variados métodos para la gestión del riesgo de liquidez, pero cada una de ellas requiere una atención especial, lo que ha de aplicarse en función del modelo de negocio desarrollado por cada entidad. De acuerdo a la experiencia se conoce que el distinto grado de distribución de las pérdidas en las entidades no tuvo el mismo comportamiento.

Entre las políticas propuestas sobre la gestión de riesgo de liquidez deben estar dirigidas en que en todo momento y que bajo distintos escenarios se debe tener fuentes adecuadas de liquidez, esto implica que mínimamente se pueda:

- Responder a problemas complejos sobre el volumen de operaciones.
- Definir los responsables del manejo de riesgo de liquidez, tales como determinar el perfil de riesgo la metodología y los parámetros a considerar.
- Determinar fondos que contravengan escenarios adversos y realizar la diversificación en las fuentes de fondeo, entre otros.

### **2.3. Procedimiento y principios para la gestión de riesgo de liquidez**

El banco es el encargado de realizar una adecuada gestión de riesgo de liquidez para ello el establece un marco metodológico de gestión bastante robusta, garantice sus operaciones con activos líquidos de alta calidad, por otro lado los supervisores deberán evaluar con suficiente criterio el marco de gestión de riesgo de liquidez del banco, también de deberán adoptar medidas oportunas si se detectan deficiencias.

El proceso de gestión de riesgo de liquidez debe contemplar algunos parámetros mínimos que le permita manejar situaciones negativas a la institución financiera, así se contempla en (Comité de Basilea, 2008) los que se detallan a continuación:

#### **2.3.1. Buen gobierno en la gestión de riesgo de liquidez**

Esto implica que la entidad deberá:

Establecer con claridad una tolerancia al riesgo de liquidez adecuada a su estrategia de negocio y a su papel en el sistema financiero.

Desarrollar estrategias, políticas y prácticas para gestionar el riesgo de liquidez con arreglo a su tolerancia al riesgo para garantizar que el banco mantiene suficiente liquidez.

Identificar el riesgo de liquidez: esto permite conocer el nivel de exposiciones de la entidad, sucursales y filiales de las jurisdicciones en las que opera.

Deberá incluir los costes, beneficios y riesgos de liquidez en los procesos de formación interna de precios, medición de resultados y aprobación de nuevos productos.

### **2.3.2. Medición y gestión del riesgo de liquidez**

Medir el riesgo de liquidez: es conocer la cuantía de las posibles obligaciones, puesto que las obligaciones podrían exigir que el banco prestase respaldo fuera de balance en periodos de tensión.

Vigilar de forma activa las exposiciones al riesgo de liquidez y las necesidades de financiación dentro de cada entidad jurídica.

Controlar el riesgo de liquidez: es establecer límites a fin de reconocer la exposición, vulnerabilidad y revisar periódicamente dichos límites y sus correspondientes procedimientos de refuerzo.

Establecer una estrategia de financiación que ofrezca una eficaz diversificación de las fuentes y plazos de vencimiento de la financiación.

Gestionar de forma activa sus posiciones y riesgos de liquidez intradía a fin de cumplir puntualmente con sus obligaciones de pago y liquidación.

Realizar pruebas de tensión periódicas que contemplen una gama de escenarios de tensión a corto y más largo plazo.

### **2.3.3. Difusión pública de información**

El banco deberá difundir información al público de forma periódica a fin de que los participantes en el mercado puedan mantener una opinión informada sobre la idoneidad de su marco de gestión del riesgo de liquidez y de su posición de liquidez.

Esto también implica informar de los excesos de depósitos de acuerdo con las metas y los que serán responsables de otorgar las autorizaciones de las excepciones; los medios por los que se va a informar y autorizar los mismos; y el área encargada de documentarlos con el objetivo de gestionar y controlar su evolución en el tiempo.

Existe información que se difunde diariamente como son los ratios de liquidez, en este caso las entidades calculan de manera diaria las razones financieras más importantes como el ratio de liquidez en moneda nacional y moneda extranjera así como los ratios de inversión y los de cobertura de liquidez. De acuerdo a la normativa vigente en el Perú estos ratios de liquidez deben ser calculados considerando los activos más líquidos.

“La autoridad reguladora monitorea las actividades de negociación y controla las operaciones con información privilegiada al apuntar a la restricción de la excesiva volatilidad.” (Messis & Zapranis, 2014, p. 575)<sup>19</sup>

#### **2.4. La volatilidad en los pasivos**

En este estudio se analiza la existencia de la volatilidad en las fuentes de financiamiento y los métodos que mejor los predice para así examinar si su presencia influye en los niveles de capital que debe tener una institución bancaria para evitar insuficiencia de capital y no tener problemas de operatoria. Con este estudio se pretende comprender fenómenos complejos como la auto-correlación de la volatilidad, las colas anchas en las distribuciones entre otros, que pueden producir cálculos erróneos y generar inestabilidad en el sistema financiero.

Para calcular la volatilidad se usa el valor total de pasivos por cada rubro es decir los depósitos a la vista, depósitos de ahorro y depósitos a plazo en moneda nacional y extranjera, esta manera de calcular la volatilidad es útil para todos los bancos. También se puede usar el nivel de pasivos asociados a los límites regulatorios de adecuación de capital, para calcular un umbral regulatorio, o la fracción de pasivos a corto plazo. Sin embargo, algunos autores opinan que “desde el punto de vista regulatorio, el total de los pasivos de un banco no es el único umbral relevante de problemas de insolvencia, existiendo en la práctica varias medidas de problemas financieros de los banco” (Gray, Echeverría, & Luna, 2007, p. 76)

Existen depositantes que mantienen su dinero de manera estable y otros de manera esporádica, este último hecho provoca las variaciones en los depósitos de la entidad el que genera descalces en las fuentes de fondeo, a esto se le conoce como volatilidad de los depositantes o acreedores bancarios, esta variable es importante al momento de analizar el riesgo de liquidez.

Los descalces del fondeo neto, sin embargo, también dependen del comportamiento que exhiben los depositantes. En particular, aquellos depositantes o acreedores cuyo comportamiento es más sensible a cambios en las

---

<sup>19</sup> La traducción es propia: “However, the regulatory authority monitors trading activities and controls insider trading by targeting on the restriction of excessive volatility.”

condiciones de mercado, tienden a incrementar el riesgo de iliquidez en el fondeo bancario. (León & Laserna, 2008, p. 86)

Por otro lado los depósitos que provienen de inversionistas institucionales como fondos de pensiones, fondos mutuos, inclusive tienden a ser mucho más volátiles esto se debe a los diferentes grados y decisiones de inversión dado la sofisticación del mercado, no sucede así con los fondos de ahorros de los hogares ya que tienden a ser menos volátiles debido a la existencia de seguros de depósitos y poco conocimientos de las opciones de inversión.

## **2.5. Variables a analizar**

Las variables necesarias para realizar esta investigación se detallan a continuación:

**Depósitos a la vista:** Corresponde al saldo de obligaciones con el público en la modalidad de depósitos en cuenta corriente y cheques certificados más depósitos a la vista de empresas del sistema financiero del país y del exterior.

**Depósitos de ahorro:** Corresponde al saldo de obligaciones con el público en la modalidad de ahorro y obligaciones de ahorro con empresas del sistema financiero del país y del exterior.

**Depósitos a plazo:** Corresponde al saldo de obligaciones con el público en la modalidad de plazo fijo y depósitos CTS, y obligaciones a plazo con empresas del sistema financiero del país y del exterior.

Estos depósitos incluyen plazos de 30, 90, 180, 360 a más días.

**Depósitos por compensación de tiempo de servicio CTS:** Corresponde a los saldos de depósitos por compensación por tiempo de servicio que les corresponde a los trabajadores, de acuerdo con las normas laborales vigentes en el país.

Variable	Descripción	Clasificación	Escala	Indicador
Depósitos a la vista	depósitos en cuenta corriente y cheques certificados	Cuantitativa	Numero real en nuevos soles y dólares	Valor monetario
Depósitos de ahorros	obligaciones con el público en la modalidad de ahorro y obligaciones con empresas	Cuantitativa	Numero real en nuevos soles y dólares	Valor monetario
Depósitos a plazo	obligaciones con el público en la modalidad de plazo fijo y depósitos CTS	Cuantitativa	Numero real en nuevos soles y dólares	Valor monetario
Depósitos CTS	depósitos por compensación por tiempo de servicio que les corresponde a los trabajadores	Cuantitativa	Numero real en nuevos soles y dólares	Valor monetario

Tabla 2.1 Distribución de las variables e indicadores  
Fuente: Elaboración propia a partir del diseño metodológico.

## 2.6. Instrumentos para recolección de serie de datos

Los datos están constituidos por un gran volumen de información extraídos del portal de la Superintendencia de Banca Seguros y AFP en el Perú para el periodo 2001-2016 datos con periodicidad mensual de las cuentas de depósitos que involucra asimismo la salida de depósitos que han ocurrido en el periodo de análisis detallados arriba.

### **3. Metodologías y modelos de medición del riesgo de liquidez establecidas por la autoridad reguladora**

La Superintendencia de Banca, seguro y AFP ha establecido metodologías para evaluar el riesgo de liquidez. De acuerdo con el Reglamento para la Gestión del Riesgo de Liquidez 9075 -2012 en el artículo 14 del reglamento, menciona las metodologías y modelos de medición del riesgo de liquidez, en el cual la medición requiere de una metodología integral, dado que éste se produce como consecuencia de la interacción de los otros tipos de riesgos; y prospectiva, porque depende de la ocurrencia de posibles eventos futuros adversos. Así, las empresas deben contar con herramientas de medición que les permitan evaluar su exposición al riesgo de liquidez, abarcando tanto la liquidez operativa en el corto plazo, como la liquidez estructural en el largo plazo. Asimismo, dichas herramientas deberán considerar el modo en que otros riesgos, como los riesgos de crédito, de mercado, operacional y reputacional, pueden afectar a la estrategia de liquidez global.

Asimismo, en el artículo 16 y 17 detalla los ratios de liquidez en donde las empresas deberán calcular diariamente los ratios de liquidez: ratios de liquidez en moneda nacional y extranjera, ratios de inversiones liquidas y ratios de cobertura de liquidez, que en todo momento deben cumplirse.

#### **3.1. Concentración de pasivos**

En el artículo 22 del reglamento de gestión de riesgo de liquidez nos indica que la unidad de riesgos deberá identificar las contrapartes, divisas, mercados y tipos de instrumentos más importantes sobre los cuales descansa el fondeo de la empresa. Asimismo, deberá identificar los principales factores que afectan la capacidad de captar fondos de la empresa, vigilándolos estrechamente para asegurarse de la vigencia de los supuestos utilizados en la estimación de la capacidad para obtener financiamiento.

Asimismo, refiere que la empresa deberá establecer una estrategia de fondeo que permita garantizar una apropiada diversificación de las fuentes de financiamiento, mediante el acceso a recursos de diferentes proveedores, debiendo verificar periódicamente su capacidad de obtener recursos de tales proveedores.

#### **3.2. Límites internos e indicadores de alerta**

Según la entidad reguladora se deberán establecer límites, por lo menos, en los siguientes indicadores: el ratio de liquidez ajustado por recursos prestados; descalses por plazo y

moneda; encaje exigible sobre activos líquidos, y el nivel de concentración de pasivos por contraparte y por tipo de pasivo.

La Superintendencia de Banca Seguros y AFP ha establecido como parte del control de su reporte de liquidez multiplicar las volatilidades por 1,65 en el corto plazo y en el largo plazo, con el fin de determinar la estabilidad de las diferentes fuentes de fondeo, debido a que a mayor volatilidad la probabilidad de retiros se incrementa, lo que conlleva al aumento del riesgo de liquidez en las entidades crediticias.

### **3.2.1. Requerimiento mínimo exigido por la autoridad reguladora**

De acuerdo con el reglamento de gestión de riesgo de liquidez en el Artículo 30 nos indica que los límites regulatorios que las empresas deben cumplir para los ratios definidos en los literales a, b, c y d del artículo 16° estos son:

- a)  $RL_{MN} \geq 8\%$ . Este límite se incrementará a 10% cuando la concentración de pasivos del mes anterior (deuda con 20 principales depositantes respecto del total de depósitos, definido en el Anexo 16-A Indicadores del Reglamento de Riesgo de Liquidez N° 9075) sea mayor a 25%.
- b)  $RL_{ME} \geq 20\%$ . Este límite se incrementará a 25% cuando la concentración de pasivos del mes anterior (deuda con 20 principales depositantes respecto del total de depósitos definido en el Anexo 16-A Indicadores del Reglamento de Riesgo de Liquidez N° 9075) sea mayor a 25%.
- c)  $RIL_{MN} \geq 5\%$ .
- d)  $RCL_{MN} \geq 100\%$  y  $RCL_{ME} \geq 100\%$

Donde:

$RL_{MN}$  Representa el requerimiento de liquidez en moneda nacional.

$RL_{ME}$  Representa el requerimiento de liquidez en moneda extranjera.

El cumplimiento de los límites establecidos en los literales a), b) y c), se realizará sobre la base del promedio mensual de los saldos diarios. Para el límite establecido en el literal d), el cumplimiento será diario. Para el análisis de nuestro caso tomaremos datos mensuales debido a que sólo este tipo de información es de carácter público y que el lector los podrá encontrar libremente en el Portal Institucional ([www.sbs.gob.pe](http://www.sbs.gob.pe)), de la Superintendencia de Banca, Seguro y AFP.

### **3.2.2. Activos líquidos**

Son definidos como aquellos que pueden convertirse en el corto plazo en dinero en efectivo sin perder valor y que siendo bienes sin tener postergación se los puede transformar en efectivo. Un activo líquido está relacionado con la liquidez es decir la facilidad con la cual un activo se puede convertir al medio de cambio de una economía.

En cambio el ratio de liquidez es el proceso de creación de un índice, así lo afirma (Linares Mustarós et al., 2013, p. 60) este índice mide la sensibilidad al aumento o disminución de la porción de pasivo corriente que las empresas pueden devolver.

Para el cálculo de los ratios de liquidez se deben considerar como activos líquidos los siguientes conceptos, así como sus rendimientos devengados:

- a) Caja.
- b) Fondos disponibles en el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP)<sup>20</sup>
- c) Fondos disponibles en empresas del sistema financiero nacional.
- d) Fondos disponibles en bancos del exterior de primera categoría.
- e) Fondos interbancarios netos activos.
- f) Valores representativos de deuda emitidos por el BCRP.
- g) Valores representativos de deuda emitidos por el Gobierno Central.
- h) Certificados de depósito negociables y certificados bancarios emitidos por empresas del sistema financiero nacional.
- i) Valores representativos de deuda pública y de los sistemas financiero y de seguros del exterior, calificados con grado de inversión por al menos una clasificadora de riesgo a satisfacción de la Superintendencia, y que coticen en mecanismos centralizados de negociación .
- j) Otros que determine la Superintendencia mediante normas de carácter general.

Es necesario diferenciar las fuentes de fondeo, en este caso el regulador divide en dos grupos: Pasivos de corto y largo plazo:

### **3.2.3. Pasivos de Corto Plazo**

Para el cálculo de los ratios de liquidez se deben considerar como pasivos de corto plazo los siguientes conceptos, así como los intereses por pagar asociados con ellos:

---

<sup>20</sup> El Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) es una institución autónoma fundada en 1922 mediante la Ley N° 4500. En el marco de la constitución política, este organismo se encarga de preservar la estabilidad monetaria dentro del país.

- a) Obligaciones a la vista
- b) Obligaciones con instituciones recaudadoras de tributos
- c) Fondos interbancarios netos pasivos
- d) Obligaciones por cuentas de ahorro
- e) Obligaciones por cuentas a plazo, cuando el vencimiento ocurra dentro de los trescientos sesenta (360) días siguientes, excluyendo el saldo de los depósitos CTS
- f) Adeudos y obligaciones financieras con instituciones del país, con vencimiento residual de hasta 360 días
- g) Adeudos y obligaciones financieras con instituciones del exterior, con vencimiento residual de hasta 360 días
- h) Valores, títulos y obligaciones en circulación cuyo vencimiento ocurra dentro de los trescientos sesenta (360) días siguientes
- i) Cuentas por pagar por ventas en corto

### **3.3. Tratamiento del riesgo de Liquidez**

Según el ente regulador la empresa deberá contar con inversiones en instrumentos líquidos como política de gestión de liquidez, diversificar sus fuentes de financiamiento, diversificar los depósitos de inversionistas institucionales, contar con financiamiento a través del mercado de capitales, tener acceso adecuado a líneas interbancarias y de instituciones del exterior, entre otros.

Este plan permitirá a que la unidad de riesgos y el área de negocios diseñen e implementen un plan de contingencia en el que se establezca la estrategia para administrar una crisis de liquidez. Este plan debe ayudar a que la Gerencia y el personal clave tengan un marco para la ejecución de acciones que permitan a la empresa responder a una crisis de liquidez, y debe considerar, como mínimo, los siguientes aspectos: Señales de alerta, Equipo de gestión de crisis, identificación de fuentes de financiamiento, estrategia de gestión de activos y pasivos, escenarios de estrés y plan de acción entre otros.

### **3.4. Nota metodológica para el cálculo del riesgo de liquidez**

Las empresas deben mantener a disposición de la Superintendencia las metodologías y/o supuestos empleados para estimar el riesgo de liquidez concordante con (Resolución S.B.S. N° 9075, 2012) y esto implica tomar al menos los siguientes criterios:

- a) Los fondos disponibles con plazo contractual se deben distribuir de acuerdo con el vencimiento residual.

- b) Los fondos interbancarios se deben reportar de acuerdo con el vencimiento residual. Considerar los saldos brutos.
- c) Las inversiones a valor razonable con cambios en resultados deben reportarse en la primera banda temporal (1 mes). Ente otros.
- d) En el caso de obligaciones a la vista, se deberá estimar el saldo volátil de depósitos en el horizonte de uno a tres meses, empleando la metodología descrita en las presentes notas metodológicas. El resultado obtenido se reportará de la primera a la tercera banda temporal. El saldo restante se reportará en la última banda temporal (más de 12 meses). Asimismo, la empresa deberá diferenciar el “fondeo estable” del “fondeo menos estable” y del “fondeo grandes acreedores” de acuerdo con lo señalado en el numeral 13 de las notas metodológicas del anexo 15-B.
- e) En el caso de las obligaciones por cuentas de ahorro, se deberá estimar el saldo volátil de depósitos en el horizonte de uno a tres meses, empleando la metodología descrita en las presentes notas metodológicas. El resultado obtenido se reportará de la primera a la tercera banda temporal. El saldo restante se reportará en la última banda temporal (más de 12 meses). Asimismo, la empresa deberá diferenciar el “fondeo estable” del “fondeo menos estable” y del “fondeo grandes acreedores” de acuerdo con lo señalado con en el numeral 13 de las notas metodológicas del anexo 15-B.
- f) Si la obligación tiene plazo de vencimiento contractual se debe distribuir de acuerdo con su vencimiento contractual. En caso contrario se deberán elaborar supuestos.
- g) Para determinar la lista de los 20 principales depositantes tomar en cuenta los saldos totales por depositante, es decir, la suma de sus depósitos en moneda nacional MN y moneda extranjera ME.<sup>21</sup>
- h) Se debe considerar la suma de los depósitos cubiertos total y parcialmente por el FSD.
- i) El Financiamiento volátil está dado por la suma de: fondeo menos estable; fondeo grandes acreedores; depósitos del sistema financiero y OFI; adeudados con vencimiento residual menor o igual a un año; y los fondos interbancarios netos pasivos.

---

<sup>21</sup> Nota modificada por Resolución S.B.S. N° 3225-2014, del 29-05-2014.

### 3.5. Metodología para el cálculo del saldo volátil de depósitos

De acuerdo con el método propuesto por la autoridad reguladora se resumen los pasos para implementar la metodología que permite a cualquier entidad calcular el saldo volátil de los depósitos (Resolución S.B.S. N° 9075, 2012) los que se detallan a continuación:

- a) Generar una serie de los últimos 273 saldos diarios de los depósitos, contados a partir de la fecha del anexo (no considerar sábados ni domingos).
- b) Calcular las variaciones porcentuales mensuales ( $r$ ) en un periodo de 21 días de la siguiente forma:

$$r_t = \frac{S_t - S_{t-21}}{S_{t-21}} \quad (1)$$

Donde  $S_t$  es el saldo de depósitos en  $t$ . A partir del saldo  $t$  se cuentan 21 observaciones hacia atrás y se obtiene el saldo  $S_{t-21}$ .

- c) Se obtiene una serie de 252 datos de las variaciones porcentuales en un periodo de 21 días.
- d) Calcular la desviación estándar de la serie de variaciones porcentuales.
- e) Calcular el saldo volátil de depósitos o la Liquidez en Riesgo (LaR) de la siguiente manera:

$$LaR_t = S_t * Z_{0.05} * \sigma_t * \sqrt{t} \quad (2)$$

Dónde:

Z: Score de la distribución normal estándar correspondiente al percentil 5 (-1.645)

$\sigma_t$ : Desviación estándar de las variaciones porcentuales mensuales de los saldos de depósitos

t: Horizonte temporal (en meses)

Para el primer mes ( $t=1$ ), el retiro de los depósitos equivaldrá a la fórmula de saldo volátil de depósitos cuando  $t=1$ . Para las bandas de 2 y 3 meses, las salidas de depósitos serán calculadas de la siguiente manera:

$$\Delta LaR_t = LaR_t - LaR_{t-1}$$

$$\Delta LaR_t = (S_t * Z * \sigma_t * \sqrt{t}) - (S_t * Z * \sigma_t * \sqrt{t-1}), \text{ para } t=2,3$$

(3)

El saldo restante será ubicado en la última banda de más de 12 meses.

Para el cálculo de la desviación estándar de las variaciones porcentuales mensuales de los saldos de depósitos ( $\sigma_t$ ) definido anteriormente, no será necesario diferenciar el fondeo estable, menos estable y grandes acreedores de las cuentas Vista, Ahorro y Plazo, hasta el 30 de noviembre del 2014.

A partir del 31 de diciembre del 2014, luego de contar con la información diaria necesaria para identificar el fondeo estable, menos estable y grandes acreedores de las cuentas Vista, Ahorro y Plazo, la empresa deberá calcular las desviaciones estándar diferenciando cada tipo de fondeo.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Párrafos modificados por Resolución SBS N° 5760-2013, del 19/09/2013.

#### **4. Metodologías alternas para el cálculo de volatilidad de las fuentes de financiamiento**

La metodología aprobada y propuesta por el ente regulador para calcular la volatilidad de las fuentes de fondeo, por consiguiente la liquidez en riesgo se puede complementar con las metodologías Valor en Riesgo VAR existentes como: el VAR histórico, VAR paramétrico o simulación monte Carlo, de acuerdo al perfil financiero de cada entidad, en lugar del paramétrico definido por el regulador. La aplicación de una u otra metodología representa una mayor extensión de posibilidades tanto para el ente supervisor, como para las entidades reguladas respecto al mejor ajuste a los intereses de cada institución.

##### **4.1. El valor a riesgo (VaR)**

El presente trabajo resume algunas investigaciones realizadas sobre la temática del VaR, los aspectos teóricos tienen el propósito de comprender que esta técnica no solo es aplicable en la gestión de riesgo de crédito o tasa de interés como convencionalmente se hace, sino reenfocar esta técnica a otras áreas en las cuales pueden ser plausibles de aplicar y ver las implicancias sobre otra visión en la gestión y administración de riesgos.

El VaR se ha convertido en los últimos años en el punto de referencia más importante para la medición y estimación del riesgo en carteras de instrumentos diversos y a menudo complejos. El VaR es una sola medición estadística resumida de posibles pérdidas de cartera debido a los movimientos normales del mercado. (Rogachev, 2007, p. 72)<sup>23</sup>

Las instituciones financieras requieren medir los niveles de reserva de dinero provenientes de las principales fuentes de fondeo tanto a corto y a largo plazo para mantener la solvencia en las operaciones con las contrapartes, durante mucho tiempo las entidades intentan proyectar el nivel idóneo de dinero que deben tener como reserva, para ello hacen uso de importantes métodos estadísticos que les permite llegar a tal resultado, un ejemplo de ello es la aplicación propuesta por JP Morgan, cuya metodología “Risk Metrick” divulgado en el año 1995 proporcionó un método moderno en las gestión de riesgos conocido seguidamente como el Valor en Riesgo “Value at Risk”.

---

<sup>23</sup> La traducción es propia: “VaR has become in recent years the most important benchmark for the measuring and estimation of risk in portfolios of diverse and often complex instrument. VaR is a single summarising statistical measure of possible portfolio losses due to normal market movements. Moreover, VaR aggregates all of the risks in a portfolio into a single number suitable for use in the boardroom, reporting to regulators, or disclosure in an annual report.”

En la línea de este escenario haremos una comparación de algunas metodologías aplicadas en la gestión de riesgo de crédito y de tasa de interés pero llevado el riesgo de liquidez basado en datos de una serie de tiempo sobre fuentes de fondeo administradas por la entidad, el resultado de esta comparación nos dará la posibilidad de cuantificar el riesgo de liquidez y ver si la técnica recomendada por el ente regulador se ajusta a las necesidades de la entidad en particular.

“El Valor en Riesgo,  $Var_{t|t-k}^{\alpha}$ , corresponde a la mínima pérdida esperada en el  $(1-\alpha)\times 100\%$  de los peores casos, con la información disponible hasta  $t-k$ , donde  $k$  es el horizonte de pronóstico del activo sobre el cual se calcula el VaR.” (Melo & Granados, 2010, p. 2)

El valor en riesgo se define como la máxima pérdida esperada en un portafolio con cierto nivel de confianza en un determinado periodo de tiempo. Por tanto, el VaR para el siguiente periodo de negociaciones dada la información disponible en el actual periodo ( $VaR_{t+1|i}$ ) está definido por:  $Pr(Z_{t+1} < VaR_{t+1|i}) = \alpha$ . Donde  $Z_{t+1}$  representa el cambio futuro en el valor del portafolio en un periodo de tiempo determinado y  $\alpha$  es uno menos el nivel de confianza del VaR.

El VaR está estimado de la siguiente manera:

$$VaR_{t|t-1}(\alpha) = T \times E(r) + z(\alpha) \times \sqrt{T \times h_t(r)}, \quad (4)$$

Donde:

$T$ : Horizonte de tiempo.

$E(r)$ : Retorno promedio.

$Z(\alpha)$ : Cuantil que depende del nivel de confianza.

$h_t(r)$ : Volatilidad ( $\sqrt{h_t}$  en caso de estimación de volatilidad del tipo GARCH)

Por tanto, la fórmula de VaR considerada es:

$$VaR_{t|t-1}(\alpha) = z(\alpha) \times \sqrt{T \times h_t(r)} \quad (5)$$

Para este estudio se evaluarán los riesgos en las principales fuentes de fondeo (pasivos), se consideran diferentes tipos de VaR. La diferencia se hace sobre el cuantil y el modelo de volatilidad considerado.

## 4.2. Comparación de enfoques sobre el valor en riesgo VaR

De acuerdo con (Vasileiou, 2016) existen tres enfoques principales para calcular el VaR: (i) simulación histórica, (ii) el enfoque delta normal y (iii) la simulación de Monte Carlo.<sup>24</sup>

En (Jorion, 1999) citado por (Vasileiou, 2016, pp. 214-215) nos muestra una tabla de comparación de estos enfoques en el que nos detalla sus principales características como:

Características	Delta normal	Histórico	Monte Carlo
Valuación	Lineal	Completo	Completo
<b>Distribución</b>			
Forma	Normal	Actual	General
Evento extremo	Baja probabilidad	En datos recientes	General posible
<b>Implementación</b>			
Fácil de calcular	Si	Intermedio	No
Comunicabilidad	Fácil	Fácil	Difícil
Precisión VaR	Excelente	Pobre con ventana de datos corta	Bueno con muchas iteraciones
Mayor dificultad	No linealidad, con colas anchas	Variación de riesgo en el tiempo, eventos inusuales	Riesgo de modelo

Tabla 3.1 Comparación de enfoques de valor en riesgo

Fuente (Jorion, 1999) citado por (Vasileiou, 2016, pp. 214-215). Elaboración propia.

Existe otros métodos econométricos mucho más avanzados como: El método general de momentos, análisis multivariado mediante GARCH, Régimen de conmutación de Markov entre otros. Pero existe poco incentivo por usar estas técnicas en la industria financiera principalmente por la practicidad, el tiempo de estimación y por los costos que estos acarrear.

### 4.2.1. VaR por Varianza y Covarianza

Se observa que “este método usa una base de datos histórica para construir una matriz de correlaciones para un periodo de tenencia. Las posiciones en los instrumentos son descompuestos de acuerdo a sus factores de riesgo o mapeados en sus posiciones delta equivalentes.” (Zambrano, 2003, p. 241)

De acuerdo con (Ramírez & Ramírez, 2007, p. 182), para calcular el VaR de un portafolio se utilizan técnicas de estadística para portafolios de activos:

<sup>24</sup> La traducción es propia: There are three main approaches to calculating the VaR: (i) historical simulation, (ii) the delta normal approach and (iii) the Monte Carlo simulation “

$$\Sigma = \sigma * C * \sigma \quad (6)$$

Donde:

$\Sigma$  = es la matriz de Varianza- Covarianza que incluye las correlaciones entre los factores que afectan el valor del portafolio (n x n);

$\sigma$  = es la matriz diagonal de desviaciones estándar de los cambios porcentuales de los factores de riesgo; y

$C$  = es la matriz de correlaciones.

Es decir la desviación estándar del cambio porcentual del valor del portafolio es:

$$\sigma_P = \sqrt{w^T * \Sigma * w} \quad (7)$$

Donde:

$\sigma_P$  = es la volatilidad del cambio porcentual del valor del portafolio (1 x 1);

$w^T$  = es la vector transpuesto de los pesos de las posiciones del portafolio (1 x n); y

$w$  = es la vector de los pesos de las posiciones del portafolio (n x 1).

Una vez conocida la desviación estándar del cambio porcentual del valor del portafolio, el VaR es simplemente una constante que depende del nivel de confianza  $c$ , multiplicada por la desviación estándar del portafolio  $\sigma_P P$ .

$$VaR = -Z_{1-c} \sigma_P P \quad (8)$$

Donde:

$Z_{1-c}$  = corresponde al cuantil apropiado de la distribución normal estándar.

En definitiva, dentro de esta metodología, “la predicción para el valor de la varianza correspondiente a un instante futuro al cuadrado se obtiene como una combinación lineal del valor de dicha varianza en el instante anterior, y del error de predicción al cuadrado al último instante”. (Cabedo & Moya, 2001, p. 136)

Por tanto, el riesgo es generado por una combinación de exposiciones lineales a múltiples factores, que se asumen están distribuidas normalmente y por el pronóstico de la matriz de covarianza  $\Sigma_{t+1}$ . Este método implica una aproximación local a los movimientos del precio. Con esto se puede manejar un gran número de activos y es fácil de implementar. Es decir, “en los métodos matriciales o varianzas-covarianzas, se asume que cada factor de riesgo varía en un importe equivalente a su desviación típica, obtenida en base a información histórica. El Valor en Riesgo se estima de modo proporcional a dicha variación.” (Semper & Clemente, 2003, p. 232)

Para obtener la mínima varianza a través de este modelo es necesario formar un portafolio y al mismo tiempo esté diversificado, esto decir, mediante la diversificación la media varianza de riesgo de cartera disminuye con niveles decrecientes de las correlaciones de rendimiento de los activos.

El VaR diversificado tiene en cuenta el efecto de diversificación entre riesgos. El enfoque recientemente propuesto para la evaluación conjunta con el método de análisis interno de cada entidad se basa en el tratamiento integrado de estos riesgos. Bajo la técnica de VaR diversificada propuesta, de acuerdo con la teoría desarrollada por Markowitz la varianza del portafolio es:

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 \quad (9)$$

Donde rho es el coeficiente de correlación entre los principales depósitos. El VaR de portafolio es como sigue:

$$VaR = F \sigma_p S \sqrt{t} = F [w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2]^{\frac{1}{2}} S \sqrt{t} \quad (10)$$

$$VaR = [VaR_1^2 + VaR_2^2 + 2\rho_{12} VaR_1 VaR_2]^{\frac{1}{2}}$$

A este VaR se le conoce como el VaR diversificado porque toma en cuenta las correlaciones de los activos. EL VaR diversificado debe ser un valor menor a la suma aritmética de los VaR individuales. En caso de que sean muchos los activos en un portafolio tenemos:

$$VaR = F \sigma_p S \sqrt{t} = F [w \sigma C \sigma w^T]^{\frac{1}{2}} S \sqrt{t} = [VaR C \times VaR^T]^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

Donde el VaR es un vector de VaR individuales de dimensiones  $(1 \times n)$  y C es la matriz de correlaciones de dimensiones  $(n \times n)$  y VaR-transpuesto es el vector transpuesto de los VaRs individuales de dimensiones  $(n \times 1)$ . (Haro, 2005, pp. 62-63)

Entonces la medida de riesgo VaR se define como indica (Jarrow & Protter, 2005, p. 13):

Para un riesgo dado V, y un nivel de riesgo pre-especificado  $0 \leq \lambda \leq 1$ ,

$$var_{\lambda}(V) = \inf\{\alpha | \mathbb{P}(V < -\alpha) \leq \lambda\} \quad (12)$$

Dado el riesgo de liquidez, reemplazaríamos  $V_t$  por V en el cálculo del VaR. Si se usara una simulación de Monte Carlo, se ajustaría el rendimiento de cada activo  $S^i(T, 0)$  del modelo clásico por la cantidad  $[1 - \alpha_c^i(\theta^i)X_t^i]$ . Este es un cambio mínimo a la simulación.

#### 4.2.2. VaR Histórico o simulación histórica

Hay muchas metodologías diferentes disponibles para calcular el valor a riesgo y bajo el enfoque del modelo interno se ofrecen diferentes criterios por los cuales los bancos podrán optar. A primera vista, una alta fracción de entidades hacen uso de este modelo de simulación histórica para el cálculo del VaR, asimismo, una reciente encuesta muestra algunos resultados en la que indica que a menudo se hace uso de esta metodología básicamente por su practicidad y bajo costo, por otro lado, este método se encuentra aprobado por el Comité de Supervisión Bancaria.

El elemento principal de la metodología de simulación histórica es una técnica de VaR basada en datos históricamente observados (serie de datos), conocida como VaR histórico. “Matemáticamente, el VaR histórico se calcula como un percentil de la distribución de las pérdidas incurridas. Dirigidos a diferentes aspectos de la gestión financiera, El VaR se puede calcular para diferentes períodos de tenencia y diferentes niveles de confianza.” (Gubareva & Borges, 2017, p. 445)<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> La traducción es propia: “Mathematically, historical VaR is calculated as a percentile of the distribution of the incurred losses. Targeting different aspects of financial management, VaR can be calculated for different holding periods and different confidence levels.”

El método de simulación histórica estudia las variaciones de los saldos del portafolio actual, durante un período de tiempo pasado del que se tiene información. Una vez obtenidas las variaciones, para cada día del período de observación, se genera una distribución normal y, de acuerdo al nivel de confianza escogido, se toman la desviación estándar de las variaciones se pondera por el nivel de confianza escogido y este resultante multiplicado por el último saldo del portafolio analizado da el VAR del mismo.

Mientras más datos se obtenga mejor será la predicción siempre y cuando la distribución siga un comportamiento normal, los intervalos de tiempo para trabajar puede ser desde 1 día, una semana, un mes, un trimestre, un año etc., que se encuentran distribuidos en percentiles de menor a mayor. “Este método tiene en cuenta posibles distribuciones no-normales y colas pesadas; sin embargo, no tiene en cuenta la posibilidad de una volatilidad condicional.”(Alonso & Arcos, 2005, p. 7)

La técnica de simulación histórica (HS) es engañosamente simple. Consideremos de nuevo la definición de rentabilidad de la cartera:

$$R_{PF,t+1} = \sum_{i=1}^n w_i R_{i,t+1} \quad (13)$$

y al considerar la disponibilidad de una secuencia pasada de  $m$  cartera hipotética diaria calculado utilizando los rendimientos pasados de los activos subyacentes de la cartera, pero utilizando los pesos actuales de la cartera, escribimos:

$$\{R_{(PF,t+1-\tau)}\}_{\tau=1}^m = \left\{ \sum_{i=1}^n w_i R_{i,t+1-\tau} \right\}_{\tau=1}^m \quad (14)$$

La técnica de HS asume de manera simple que las distribuciones de los próximos periodos de los retornos de un portafolio,  $R_{(PF,t+1)}$  está bien aproximado por la distribución empírica del pasado en  $m$  observaciones, esto es,  $\{R_{(PF,t+1-\tau)}\}_{\tau=1}^m$  en otras palabras la distribución de  $R_{(PF,t+1)}$  que es capturado por el histograma de  $\{R_{(PF,t+1-\tau)}\}_{\tau=1}^m$ . El Valor en Riesgo (VaR) con una razón de probabilidad,  $p$ , se calcula simplemente como el percentil 100 de la secuencia de los últimos rendimientos de la cartera, como sigue:

$$VaR_{t+1}^p = -\text{Percentil}\{R_{(PF,t+1-\tau)}\}_{\tau=1}^m, 100p\} \quad (15)$$

De esta manera, ordenamos los retornos simplemente en  $\{R_{(PF,t+1-\tau)}\}_{\tau=1}^m$  en orden ascendente y elegir el  $VaR_{t+1}^p$  un número de tal manera que sólo el 100% de las observaciones son menor que el  $VaR_{t+1}^p$ . Como el VaR normalmente cae entre dos observaciones, la interpolación lineal se puede utilizar para calcular el número exacto. Cuantitativo estándar los paquetes de software tendrán el percentil o funciones similares incorporadas en que la interpolación lineal se realiza automáticamente. Christoffersen. (2003, p. 101)

En resumen, este método realiza una distribución empírica de los retornos en los depósitos del portafolio, con lo cual se estima el valor a riesgo mediante la simulación con la finalidad de construir una distribución de pérdidas y ganancias donde el valor a riesgo (VaR) se interpreta como como la pérdida que excede el  $(1 - \alpha)\%$ .

#### **4.2.3. Valor a riesgo por Simulación de Monte Carlo**

La idea básica es modelar el proceso de generación de datos, es decir, generar un conjuntos de datos artificiales a partir de ese proceso y estimar los parámetros del modelo usando uno o más estimadores y luego usar estadísticas o gráficos de resumen para comparar o estudiar el desempeño de los estimadores. “El método de Monte Carlo es utilizado extensivamente por especialistas en econometría para estudiar el funcionamiento y comparar la eficacia de las pruebas, para determinar los efectos de los diseños estadísticos en los estimadores que se utilizan comúnmente.” (Gade & Adkins, 2012, p. 430)<sup>26</sup>

En contraste con el análisis de los métodos anteriormente mencionados, las simulaciones Monte Carlo Estructurado (MCE), cubren un extenso rango de valores posibles en las variables financieras y consideran completamente las correlaciones. Este método está diseñado de tal manera que las variables se componen de distribuciones alternativas en lugar de valores específicos y rangos de valores. Estas distribuciones se introducen en la simulación de Monte Carlo, que prueba no sólo cuán sensible es una utilidad adicional a los cambios y cómo los posibles cambios pueden afectar a una utilidad adicional, sino

---

<sup>26</sup> La traducción es propia: “Monte Carlo methods are used extensively by econometricians to study the finite simple performance of statistics, compare the power of tests, and determine the effects of various statistical designs on the statistical properties of estimators that are commonly used.”

también la probabilidad de que estos cambios ocurran dentro de un período de tiempo determinado.

“Las simulaciones de Monte Carlo (MC) comenzaron en serio con el artículo de 1953 de Nicholas Metrópolis, Arianna Rosenbluth (...) desde entonces, las simulaciones MC se han convertido en una herramienta indispensable con aplicaciones en muchas ramas de la ciencia.” (Berg, 2004, p. 1)<sup>27</sup>

El método de Monte Carlo es robusto y considerado como uno de los más eficientes a comparación de otros modelos convencionales, sin embargo, el apostar por este método implica grandes costos en su implementación y el proceso de cálculo puede ser algo complejo y requerir mucho tiempo lo que implica en los riesgos financieros someterse a una probable pérdida.

La formulación básica de este método es el siguiente (Hastings, 1970, p. 97):

Sea  $P = \{p_{ij}\}$  la matriz de transición de una cadena de Markov irreducible con estados  $0, 1, \dots, S$ . Entonces, si  $X(t)$  denota el estado ocupado por el proceso en el tiempo  $t$ , tenemos

$$pr\{X(t + 1) = j | X(t) = i\} = p_{ij} \quad (16)$$

Si  $\pi = (\pi_0, \pi_1, \dots, \pi_s)$  es una distribución de probabilidad con  $\pi_i > 0$  para todo  $i$ , y si  $f(\cdot)$  es una función definida en los estados, y deseamos estimar.

$$I = E_{\pi}(f) = \sum_{i=0}^s f(i)\pi_i \quad (17)$$

Podemos hacerlo de la siguiente manera. Elegimos  $P$  para que  $\pi$  sea su distribución estacionaria única, es decir,  $\pi = \pi P$ . Simule esta cadena de Markov para tiempos  $t = 1, \dots, N$  y usamos la estimación:

$$\hat{I} = \sum_{t=1}^N f\{X(t)\} / N \quad (18)$$

---

<sup>27</sup> La traducción es propia: “Markov chain Monte Carlo (MC) simulations started in earnest with the 1953 article by Nicholas Metropolis, Arianna Rosenbluth. Since then MC simulations have become an indispensable tool with applications in many branches of science.”

“Si  $N$  es lo suficientemente grande, podemos estimar VaR ( $\hat{I}$ ), utilizando resultados apropiados para estimar la varianza de la media de un proceso estacionario. Y sea  $\rho_j$  la correlación de  $Y(t)$  y  $Y(t + j)$  y sea  $\sigma^2 = \text{VaR} \{Y(t)\}$ ”. (Hastings, 1970, p. 99)

Es bien sabido que para un proceso estacionario es:

$$\text{var}(\bar{Y}) = \frac{\sigma^2}{N} \sum_{j=-N+1}^{N-1} \left(1 - \frac{|j|}{N}\right) \rho_j \quad (19)$$

Y que tienda  $N \rightarrow \infty$

“El proceso de decisión de Markov proporciona un marco matemático para modelar y simular la toma de decisiones en situaciones donde los resultados son en parte aleatorios y en parte bajo el control del tomador de decisiones.” (Ben - Assuli & Leshno, 2013, p. 155)<sup>28</sup>

Entre las ventajas que se puede mencionar es que muestra resultados probabilísticos, es decir, muestra si un suceso puede ocurrir o que tan probable es que ocurra, a través de los gráficos y datos generados por este método se puede observar con más sencillez sobre la posibilidad de que el evento suceda.

### 4.3. Factorización de Cholesky

Esta metodología nos permite generar esquemas de simulación normal multivariado, el cual crea vectores de números aleatorios normales estándar en especial para la estimación del VaR por simulación de Montecarlo. Este modelo teórico simula el comportamiento de los instrumentos o en nuestro caso el de los depósitos y genera de manera eficiente los números aleatorios, para este último caso existen dos procedimientos que se utiliza para la transformación de los números aleatorios; el primero es el análisis de componentes principales y el segundo es la factorización de Cholesky, este último método será usado y descrito en este estudio. Aunque resulta ser complejo el cálculo de la matriz de Cholesky adaptaremos técnicas que nos permita obtener con la mayor sencillez dicha matriz para así construir el vector de valores correlacionados.

---

<sup>28</sup> La Traducción es propia: “The Markov decision process provides a mathematical framework for modeling and simulating decision making in situations where outcomes are partly random and partly under the control of the decision make”

Con la descomposición de la matriz de varianza-covarianza por el método de Cholesky se transformará  $N$  variables aleatorias independientes de  $n$  cambios correlacionados de los factores de riesgo. Para la estimación de valor a riesgo se requiere determinar el horizonte de inversión, el nivel de confianza y el número de escenarios  $n$  a simular. Para lo cual se descompondrá la matriz de varianza –covarianza en los depósitos siguiendo el método de Cholesky, cuya matriz será premultiplicada por la matriz de variables aleatorias independientes, esto generará los retornos multivariados en los depósitos, con lo cual se podrá estimar los depósitos para el periodo  $T+1$  que es igual a los depósitos en el periodo  $T$ , capitalizado continuamente con la tasa de rendimiento simulado, finalmente se estima el VaR escogiendo un percentil determinado.

De acuerdo con (Novales, 2011, p. 11) refiere que a través de la factorización de Cholesky como matriz simétrica definida positiva y la matriz de varianza-covarianza  $\Sigma_u$  existe una única matriz triangular inferior  $C$ , con 1 en su diagonal principal, y una única matriz diagonal  $D$ , con elementos positivos a los largo de su diagonal principal, tal que  $\Sigma_u$  admite una descomposición. Es decir:

$$\Sigma_u = CDC' \quad (20)$$

Si se considera la transformación lineal del vector de términos de error del modelo VaR con la matriz  $C^{-1}$ , resultará:

$$v_t = C^{-1}u_t \quad (21)$$

Del cual podremos deducir la ecuación para estimar el VaR:

$$\begin{aligned} Var(v_t) &= E(v_t v_t') \\ Var(v_t) &= E(C^{-1}u_t u_t' (C^{-1})') \\ Var(v_t) &= C^{-1} \sum_u (C^{-1})' = D \end{aligned} \quad (22)$$

En donde los elementos del vector  $v$  se encuentran incorrelacionados entre sí, en tanto los componentes del vector  $u$  si están correlacionados.

Siguiendo con (Novales, 2011) en un modelo VaR bivariante de orden 1, con dos variables, la descomposición de Cholesky será:

$$\begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ c & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m & 0 \\ 0 & n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (23)$$

Es relativamente fácil probar que debe ser  $m = \sigma_1^2$ ,  $n = \sigma_2^2 - \sigma_{12}^2/\sigma_1^2$ ,  $c = \sigma_{12}/\sigma_1^2$  por tanto, la constante  $c$  no es sino el estimador de mínimos cuadrados en la regresión de  $u_{2t}$  sobre  $u_{1t}$ . La transformación resultará:

$$\begin{pmatrix} v_{1t} \\ v_{2t} \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \hat{\varepsilon}_{1t} \\ \hat{\varepsilon}_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -c & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{pmatrix} \quad (24)$$

Con matriz de covarianzas:

$$\begin{aligned} \text{Var}(\varepsilon_t) &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -c & 1 \end{pmatrix} \cdot \text{Var} \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & -c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\ \text{Var}(\varepsilon_t) &= \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & -c\sigma_1^2 + \sigma_{12} \\ -c\sigma_1^2 + \sigma_{12} & c^2\sigma_1^2 + \sigma_2^2 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (25)$$

$$\text{Var}(\varepsilon_t) = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 - \frac{\sigma_{12}^2}{\sigma_1^2} \end{pmatrix}$$

Premultiplicando el  $\text{Var}_2(1)$  obtendremos:

$$\begin{pmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t-1} \\ y_{2t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{pmatrix} \quad (26)$$

Finalmente multiplicamos por  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\hat{c} & 1 \end{pmatrix}$  la matriz tendríamos:

$$y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11}y_{1t-1} + \beta_{12}y_{2t-1} + \hat{\varepsilon}_{1t} \quad (27)$$

$$y_{2t} = (\beta_{20} - \hat{c}\beta_{10}) + \hat{c}y_{1t} + (\beta_{21} - \hat{c}\beta_{11})y_{1t-1} + (\beta_{22} - \hat{c}\beta_{12})y_{2t-1} + \hat{\varepsilon}_{2t} \quad (28)$$

Este es un modelo estructural en la que la variable  $y_1$  tiene efectos contemporáneos sobre  $y_2$ , pero  $y_2$  no tiene efectos contemporáneos sobre  $y_1$ .

“La diagonalización de la matriz  $\Sigma$  permite evitar que choques contemporáneos puedan afectar a más de una variable, o sea, contaminar todo el sistema. Para eso se utiliza el método de descomposición de Andre-Louis Cholesky basado en Nash (1990).” (Andrade, Fernández, da Conceição Rebuge, & González, 2007, p. 154)

Uno de los planteamientos centrales de la construcción de los modelos VAR es que los términos de error estocástico no deben estar relacionados. De esta manera, se recurre a una transformación del VAR conocida como descomposición Cholesky, con la cual se logra la independencia de los errores estocásticos y se halla la forma recursiva del VaR. (Plata & Iduñate, 2017, p. 100)

La descomposición de Cholesky garantiza que los errores sean independientes entre ellos, debido a que introduce como regresores los valores contemporáneos de la variable dependiente pero de forma recursiva sobre los errores, de tal manera que  $v_t = \beta_0 \varepsilon_t = A^{-1} \varepsilon_t$ , donde  $A^{-1}$  representa a la matriz inversa triangular inferior deducible de  $\beta_0$ . Esta descomposición impone una estructura recursiva a la matriz entre las variables del modelo de modo que la primera variable no sea afectada por las demás, la segunda sea afectada sólo por la primera, la tercera sea afectada por las tres y así sucesivamente.

Mediante la descomposición se obtiene la matriz  $A$ , que cumple con la condición de matriz triangular inferior, conocida como la matriz de Cholesky positiva definida y esta es la que se usa comúnmente en el método de Montecarlo para simular sistemas con variables múltiples correlacionadas. Esta estrategia es interesante y usada en trabajos empíricos y mediante esta propuesta que utiliza la descomposición recursiva de la matriz de varianzas y covarianzas es que intentaremos obtener una estimación más exacta de los shocks. Ver Anexo 1.

#### **4.4. Backtesting**

“El Backtesting o pruebas en retrospectiva, se basa en el contraste de las mediciones de riesgo con las pérdidas y ganancias asociadas a uno o más activos financieros, resulta la de mayor utilización en el ámbito financiero internacional.” (Díaz Tinoco, 2008, p. 83)

El objetivo de un back-test es comparar la medida riesgo proyectada es decir Var ex-ante con el retorno realizado de la cartera VaR ex-post. De este modo, si el modelo es perfecto no se podrá predecir ningún hit (en donde nuestra proyección de un hit es simplemente  $100 \cdot p\%$ ). Por lo que la secuencia de hits debería ser una Bernoulli iid, es decir:

$$H_o = I_{t+1} \approx i. i. d. Bernoulli (p)$$

La secuencia de hits estará dada por:

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1 & \text{si } R_{p;t+1} < -VaR_{t+1} \\ 0 & \text{si } R_{p;t+1} \geq -VaR_{t+1} \end{cases}$$

Para una mayor precisión del modelo VaR se debe contar con una estrategia de medición, esta debe ser clara y debe detallar entradas y salidas de forma específica, un aspecto a considerar es que la estrategia a evaluar no posea excesivos indicadores. En este estudio, para la prueba de backtesting se utilizará el test de proporción de fallas de Kupiec (1995), el mismo que permitirá evaluar la precisión del VaR en los diferentes modelos.

Esta prueba retrospectiva basada en datos históricos validan un procedimiento de estimación dado una medida de riesgo que proporciona las mejores estimaciones puntuales, sin embargo, se la critica porque contiene fallos en la base de datos por el sesgo en la datos históricos que puede ser por la insuficiencia en la base, sobreoptimización del sistema debido a la mala programación por parte del operador y algunos costos relacionados con la operativa. Sin embargo, la experiencia empírica muestra que el backtesting es una buena estrategia para saber qué hubiera ocurrido si hubiésemos actuado de distinta manera en un momento pasado.

En la literatura actuarial al backtesting se le conoce como un proceso estadístico de validación de un modelo, el mismo que comprobará el funcionamiento del modelo interno y verificará que sus especificaciones sean adecuadas para comparar los resultados con los obtenidos en la realidad, que permita demostrar a la autoridad reguladora que los requisitos de capital mínimo son los adecuados.

De acuerdo con (Domínguez, 2005, p. 181) el comité de Basilea establece un marco de referencia de los resultados obtenidos tras el proceso de validación del back testing y estas deben clasificarse dentro de las tres zonas coloreadas a saber:

Zona verde: El back testing no detecta deficiencias en el modelo interno de medición de riesgo bancario, en términos de calidad y exactitud.

Zona amarilla: Los resultados parecen arrojar ciertas debilidades.

Zona roja: implica graves carencias en el modelo.

Finalmente, mediante las pruebas de backtesting al modelo interno se quiere medir la estabilidad en los depósitos, es decir que demuestren que las mediciones realizadas sean

confiables. Si bien esta prueba constituye una de las principales herramientas de análisis de validación de modelos internos, debería ser una herramienta complementaria a otros tales como las pruebas de estrés o análisis de escenarios.

#### 4.5. Prueba incondicional de Kupiec

Con el fin de evaluar el rendimiento de los modelos, utilizamos un procedimiento que actualmente es estándar en la literatura del cálculo del VaR.

“Se considera como fracaso si las pérdidas son inferiores al VaR, a dicho evento se le atribuye la probabilidad ( $p^*$ ). Por otro lado cuando el VaR es inferior a las ganancias o pérdidas, se tiene un evento de éxito con probabilidad  $(1-p^*)$ ”. (Pacheco et al., 2016, p. 98)

Por definición, la tasa de fallas es la cantidad de veces que las ganancias exceden (en valor absoluto) al VaR pronosticado con un día de anticipación. Si el modelo de VaR está especificado correctamente, la tasa de fallas debería ser igual al nivel de VaR previamente especificado  $\alpha\%$ . (Maghyreh & Al-Zoubi, 2006, p. 163)<sup>29</sup>

El test incondicional de Kupiec propuesta en 1995, testea si la fracción de violaciones, excepciones o hits,  $N$ , es significativamente diferente del esperado de acuerdo al modelo,  $p$ . Este estimador de  $N$  es el porcentaje de Hits en la muestra.

$$L(\hat{N}) = \text{Ln}[(1 - p)^{T - N} * P^N] \quad (29)$$

$$L(p) = \text{LN}[(1 - (N/T)^{(T - N)}) * (N/T)^N] \quad (30)$$

Donde:

T: Número de observaciones

p: nivel de confianza

N: Número de excepciones

Asintóticamente, el ratio de verosimilitud será:

---

<sup>29</sup> La traducción es propia: “By definition, the failure rate is the number of times returns exceed (in absolute value) the forecast one-day-ahead VaR. If the VaR model is correctly specified, the failure rate should equal the prespecified VaR level  $\alpha\%$ ”

$$LR_{uc} = -2 \ln \left[ \frac{L(p)}{L(\hat{N})} \right] \approx \chi_1^2 \quad (31)$$

Supongamos que observamos un total de  $T$  días y observamos que el límite VaR se excede en  $N$  de los días en que  $N/T > p$ . Aquí probamos dos hipótesis:

$H_0$ . La probabilidad de una excepción en un día determinado es  $p$ .

$H_A$ . La probabilidad de una excepción en un día determinado es mayor que  $p$ .

Se supone que las excepciones son independientes, se distribuyen de forma idéntica y siguen una distribución binomial. A partir de las propiedades de la distribución binomial, la probabilidad de que se exceda el límite de VaR en  $N$  o más días es:

$$= \sum_N^T \binom{T}{N} x^N a^{T-N} \quad (32)$$

En general el nivel de confianza más utilizado en las pruebas estadísticas es del 5%. Si la probabilidad (valor  $p$ ) del límite VaR excedido en más días es inferior al 5%, rechazamos la hipótesis nula de que la probabilidad de una excepción es  $p$ . Si esta probabilidad (valor  $p$ ) del límite VaR excedido en  $k$  o más días es mayor que 5 por ciento, entonces la hipótesis nula no es rechazada. (Sinha & Agnihotri, 2015, p. 229)<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> La traducción es propia: "The most often used confidence level in statistical tests is 5 per cent. If the probability (p-value) of the VaR limit being exceeded on more days is less than 5 per cent, we reject the null hypothesis that the probability of an exception is  $p$ . If this probability (p-value) of the VaR limit being exceeded on  $k$  or more days is greater than 5 percent, then the null hypothesis is not rejected"

## 5. Estudio empírico

El sistema financiero del Perú se encuentra regulado por la Superintendencia de Bancos Seguros y AFP y está compuesto por bancos, financieras, cajas de crédito y de ahorro, cajas rurales de crédito y de ahorro, y cooperativas de crédito. El mismo, tiene una marcada concentración de depósitos en dólares en su economía y las principales cuentas son los depósitos a la vista en moneda nacional y moneda extranjera en adelante (MN y ME), depósitos de ahorro en MN y ME, depósitos a plazo en MN y ME, depósitos CTS en MN y ME. Para este estudio se analizará las tres primeras fuentes de depósito.

### 5.1. Metodología propuesta por la SBS

Para aplicar la metodología propuesta por la SBS haremos uso de la base de datos proporcionado por el ente regulador el que contempla una serie de datos histórica mensual desde el 31 de enero del 2001 al 31 de diciembre del 2016 para las siguientes variables: Depósitos a la vista, depósitos de ahorro y depósitos a plazo todos en moneda nacional y extranjera.



Figura 5.1 – Depósitos del público de banco en estudio para cálculo del VaR (en millones de soles)  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Del total de depósitos captados del público la Cuenta de Depósitos a Plazo en MN es la más representativa por la cantidad percibida cuyo último valor al mes de diciembre del año 2016 supera los S/. 10 millones de soles, luego sigue los depósitos a Plazo en moneda extranjera cuyo valor supera los S/. 9 millones en conversión a moneda nacional, seguido

de los Depósitos de ahorro en moneda nacional, a continuación los Depósitos de ahorro en moneda extranjera finalmente con menor cantidad tenemos los Depósitos vista en moneda local y extranjera, tal como se muestran en la figura 5.1.

Se observa por otro lado que todas las cuentas mantienen un ritmo constante de crecimiento durante el periodo de análisis, además se observa que cada cuenta mantiene diferente nivel de volatilidad el que será materia de estudio.

## **5.2. Análisis de propuesta planteada por la Superintendencia de Banca Seguros**

A continuación aplicaremos la metodología propuesta por la entidad reguladora SBS adaptable a todas las instituciones financieras y bancarias del sistema financiero peruano. El ente regulador propone un método de cálculo para las fuentes de fondeo utilizando valores que les son reportados periódicamente por las todas las entidades reguladas en particular para la entidad en estudio, sobre los cuales se obtendrá los retornos, volatilidades, matriz de varianza y covarianza y el Valor en Riesgo en adelante (VaR) entre otros.

La composición del ratio de liquidez tanto para moneda nacional y extranjera es el dinero efectivo que se tiene en caja, fondos disponibles en el BCRP, Certificados de depósitos negociables entre otros los cuales podrán ser determinados por la SBS. La finalidad de los Ratio de Liquidez es mantener un monto mínimo que le permita cubrir sus operaciones y nos dará a conocer la posición diaria de liquidez a determinada fecha, en la figura 5.2 se puede observar que durante el año 2016 en tres oportunidades la entidad cayó por debajo del límite regulatorio requerido por la autoridad, esto significa que los sistemas y mecanismos de control interno no funcionan adecuadamente o no proporcionan información suficiente para mantener o incrementar los niveles de capital.

Este requerimiento mínimo es para moneda nacional y de acuerdo con el Reglamento de Gestión de Riesgo de Liquidez N° 9075-2012 debe de ser igual o mayor al 8%. El mismo que se incrementará a 10% cuando la concentración de pasivos del mes anterior (deuda con 20 principales depositantes respecto del total de depósitos, definido en el Anexo 16-A del mencionado reglamento) sea mayor a 25%.

Los límites antes señalados no aplican a AGROBANCO<sup>31</sup>, COFIDE<sup>32</sup>, Fondo MIVIVIENDA<sup>33</sup>, EDPYMEs, ni a las empresas especializadas comprendidas en el literal B del artículo 16° de la Ley General antes mencionada.

Por otro lado, el ratio de liquidez para moneda extranjera es  $\geq 20\%$ . Este límite se incrementará a 25% cuando la concentración de pasivos del mes anterior (deuda con 20 principales depositantes respecto del total de depósitos definido en el Anexo 16-A del reglamento N° 9075) sea mayor a 25%. Como se observa en la figura 5.3 la entidad cumple con el requerimiento mínimo de los 20%, sin embargo, cuando la cartera se concentra en los 20 principales depositantes prácticamente llega al límite regulatorio en los meses de julio, noviembre y diciembre, lo cual nos obliga a realizar una revisión sobre los requerimientos mínimos de capital en consecuencia los activos líquidos que la entidad debería mantener.

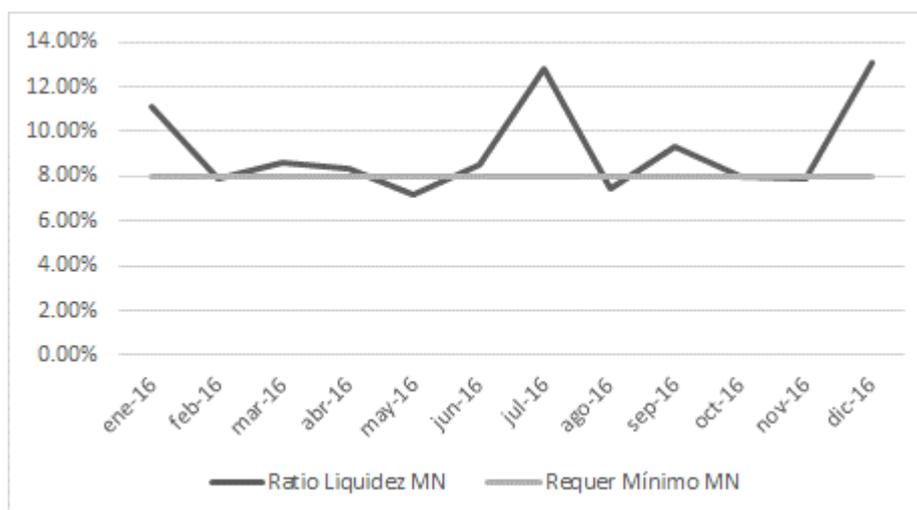


Figura 5.2 – Serie de Ratio de liquidez por mes y requerimiento mínimo en Moneda Nacional.  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

<sup>31</sup> Agrobanco es una entidad pública que presta servicios financieros, cuyo objetivo es el desarrollo de la producción, los negocios y las buenas prácticas agronómicas y ambientales, buscando la inclusión, integración y mayor rentabilidad de los productores agrario en el Perú.

<sup>32</sup> COFIDE es el banco de desarrollo del Perú, es una institución muy sólida que tiene un nivel patrimonial, de calificación crediticia y de reputación internacional alta.

<sup>33</sup> El Fondo MIVIVIENDA promueve el acceso de la población a una vivienda adecuada, en especial en los sectores medios y bajos.

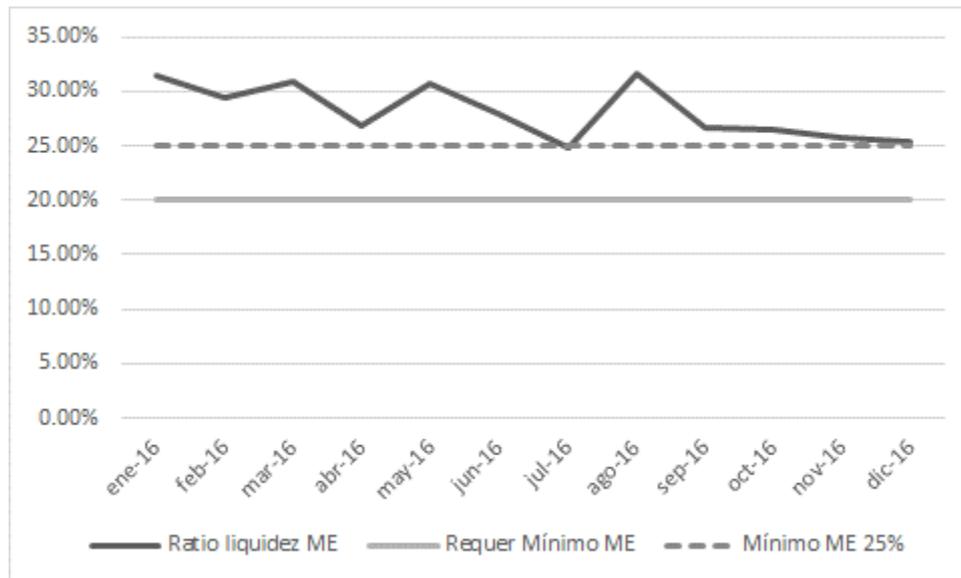


Figura 5.3 – Serie de Ratio de liquidez por mes y requerimiento mínimo en Moneda Extranjera  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

A continuación comparamos los resultados cuya metodología propuesta por la autoridad regulatoria se aplica a datos de serie de tiempo que inicia en el mes de enero del año 2001 para la activos líquidos en moneda nacional y moneda extranjera que determina el capital mínimo disponible en contraste con las fluctuaciones en las principales fuentes de fondeo.

Al obtener los resultados y ver los movimientos en la serie de tiempo podemos ver que existe indicios de probables errores en las estimaciones propuestas por la SBS, las pruebas de Backtesting, en especial aquellas proporcionadas por el test incondicional de Kupiec, nos permite comprobar la eficiencia y efectividad de los resultados obtenidos según la metodología propuesta por la autoridad reguladora, cuyo resultado se detalla a continuación:

Prueba incondicional de Kupiec para Depósitos en MN	
Nivel de Significancia	5%
Excepciones	3
To	138
$\ln[(1-p)^{T-N}] * P^N$	-16.07
$\ln[(1-(N/T)^{(T-N)}) * (N/T)$	-14.52
Lruc	3.09
Estadístico de kontras	3.84
Resultado	No se rechaza Ho.

Tabla 5.1 – Backtesting para metodología propuesta por SBS  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Prueba incondicional de Kupiec para Depósitos en ME	
Nivel de Significancia	5%
Excepciones	4
To	137
$\ln[(1-p)^{T-N} * P^N]$	-19.01
$\ln[(1-(N/T)^{(T-N)}) * (N/T)^N]$	-18.19
Lruc	1.64
Estadístico de contraste	3.84
Resultado	No se rechaza Ho.

Tabla 5.2 – Backtesting para metodología propuesta por SBS

Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

En la tabla 5.1 y 5.2 se comparan los indicadores de liquidez sobre los activos líquidos tanto en moneda nacional y extranjera para un nivel de significancia del 5% en ambos casos, en donde se encuentra 3 excepciones para los depósitos en moneda nacional y 4 excepciones para los depósitos en moneda extranjera. Estas fallas de acuerdo el test de independencia de Kupiec son altas debido a que en ambos casos no se rechaza la hipótesis nula de acuerdo a la distribución Chi cuadrada, por ejemplo, para depósitos en moneda nacional la Lruc a pesar de ser cercana al estadístico de contraste 3.09 frente al 3.84 sugerido por la distribución Chi. Sucede lo mismo con los depósitos en moneda extranjera en donde la diferencia es mucho más marcada con una Lruc de 1.64 frente al 3.84 del estadístico de contraste. Ese hecho plantea preguntas como: ¿Se está calculando correctamente el valor en riesgo?, ¿La metodología que propone la autoridad reguladora es adecuada?, ¿Existe otros métodos complementarios que sirvan como herramienta para un mejor monitoreo del riesgo de liquidez?

Si bien asumimos normalidad en nuestra distribución de serie, comprobaremos si las series obtenidas cumplen con los supuestos básicos de normalidad e independencia en los retornos (en nuestro caso en los depósitos). Es decir, si los retornos no presentan normalidad (mesocúrticas) pueden observarse distribuciones leptocúrticas o platicúrticas, por otro lado, si los retornos no son independientes entre sí, se podría caer en el problema de no independencia, esto significa que los valores del presente dependerían directamente de los valores del pasado, enfrentándonos a un problema aún mayor y que en la literatura se conoce como raíces unitarias (datos no estacionarios en la serie de datos).

### 5.3. Análisis ampliado de la metodología de la Superintendencia de Banca Seguros y AFP

Al analizar el supuesto de normalidad en las series, observamos que para los depósitos a la vista en MN tiene un coeficiente de asimetría positiva cercana a cero y una Kurtosis alta para el promedio tal como se ve en la Figura 5.4.a. En el caso de los depósitos de ahorro en MN Figura 5.5.a nos muestra un coeficiente de asimetría negativa cercana a cero con Kurtosis próximo al promedio de la industria, para el caso de los depósitos a Plazo en MN Figura 5.6.a sucede lo mismo que en el anterior incluso con Kurtosis más baja y cercana al promedio, esta información nos indica que las series en MN aparentemente siguen una distribución normal, pero queda pendiente realizar otras pruebas que confirmen tal hecho.

Depósitos vista MN		Depósitos vista ME	
Obs	191	Obs	191
Sum de obs	191	Sum de obs	191
Media	0.01323	Media	0.01327
Desv. Est.	0.06692	Desv. Est.	0.11189
Varianza	0.00448	Varianza	0.01252
Asimetría	0.39302	Asimetría	0.33486
Kurtosis	5.06790	Kurtosis	23.66932

Tabla 5.3 – Resumen de estadísticos de prueba para de depósitos en moneda nacional y extranjera  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

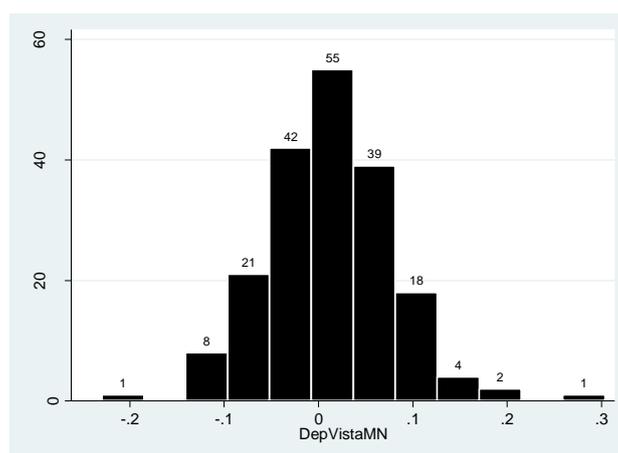


Figura 5.4.a – Resultados del test de Normalidad Depósitos a la Vista en MN  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

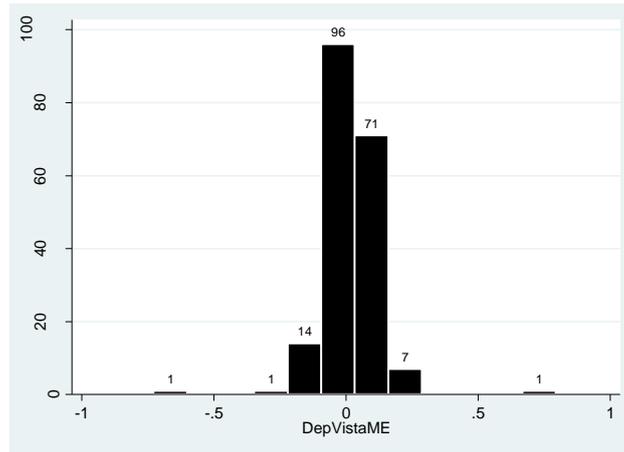


Figura 5.4.b – Resultados del test de Normalidad Depósitos a la Vista en ME  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Depósitos ahorro MN		Depósitos ahorro ME	
Obs	191	Obs	191
Sum de obs	191	Sum de obs	191
Media	0.01229	Media	0.00874
Desv. Est.	0.05269	Desv. Est.	0.04487
Varianza	0.00278	Varianza	0.00201
Asimetría	-0.21579	Asimetría	0.28878
Kurtosis	3.26582	Kurtosis	3.61474

Tabla 5.4 – Resumen de estadísticos de prueba para de depósitos en moneda nacional y extranjera  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

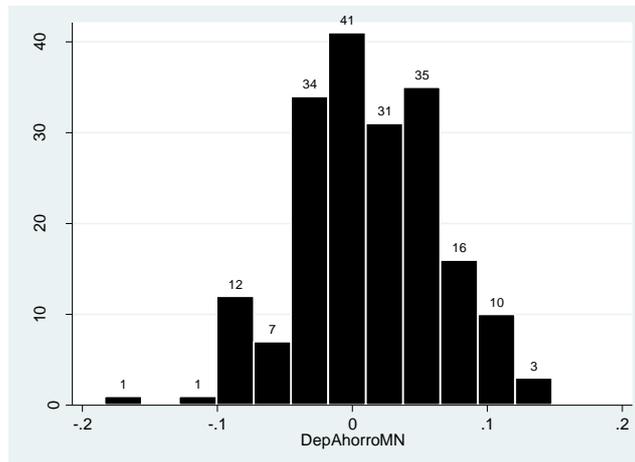


Figura 5.5.a – Resultados del test de Normalidad Depósitos de ahorro en MN  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

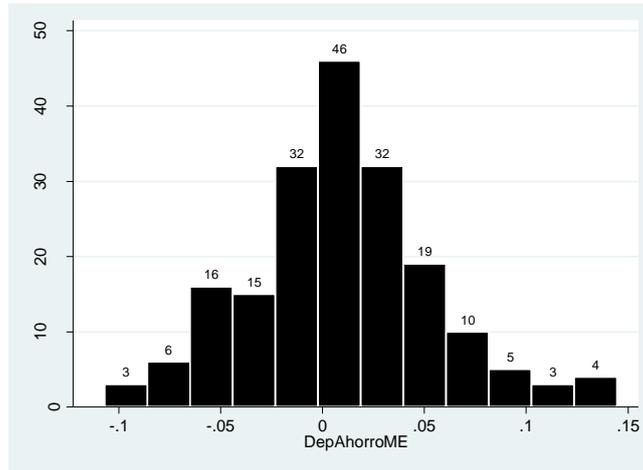


Figura 5.5.b – Resultados del test de Normalidad en Depósitos de Ahorro en ME  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Depósitos plazo MN		Depósitos plazo MN	
Obs	191	Obs	191
Sum de obs	191	Sum de obs	191
Media	0.01115	Media	0.00373
Desv. Est.	0.09733	Desv. Est.	0.09131
Varianza	0.00947	Varianza	0.00834
Asimetría	-0.04224	Asimetría	0.50349
Kurtosis	3.49954	Kurtosis	6.79134

Tabla 5.5 – Resumen de estadísticos de prueba para de depósitos en moneda nacional y extranjera  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

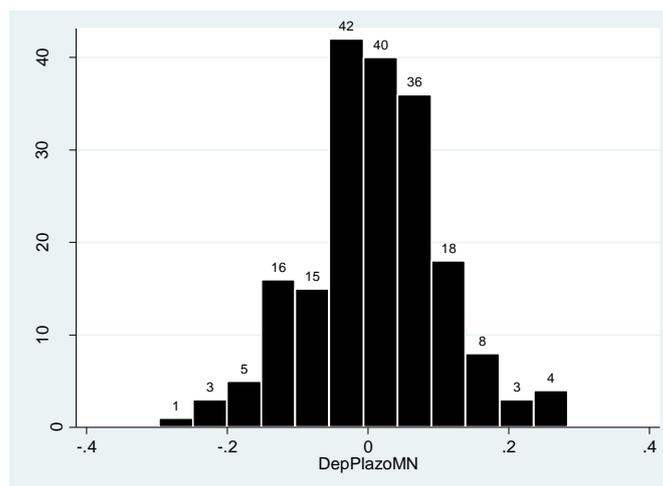


Figura 5.6.a – Resultados del test de Normalidad en Depósitos a Plazo en MN  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

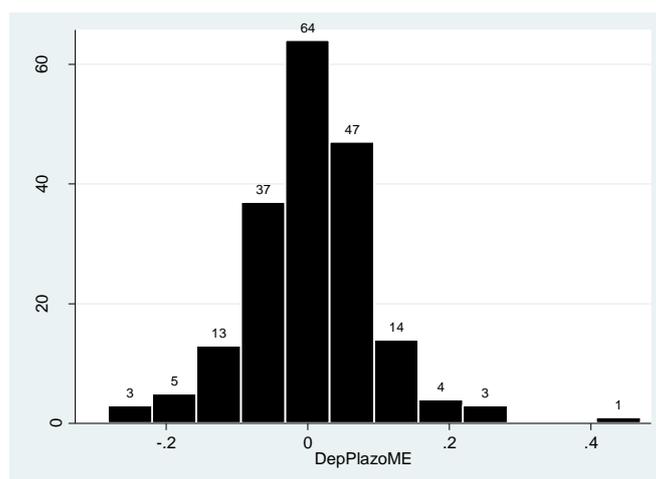


Figura 5.6.b – Resultados del test de Normalidad en Depósitos a Plazo en ME  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Para el cálculo del VaR de acuerdo con la autoridad reguladora obtuvimos los siguientes resultados en valores monetarios para el último periodo en proporción de las fallas o test de Kupiec:

Método SBS	Valor Monetario	Valor porcentual
VaR MN	1,067,730	9.27%
VaR ME	1,324,809	11.50%
Total	2,392,539	

Tabla 5.6 – Valores monetarios de VaR propuesto por SBS (en millones de soles) y valor porcentual  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Como se recordará de la figura 5.2 se observó que durante el año 2016 para los depósitos en moneda nacional, el ratio de liquidez para moneda nacional requerido por la autoridad fue superado en varias ocasiones (en los meses de febrero, mayo y agosto en tres oportunidades) – se conoce que el ratio de liquidez para moneda nacional es  $\geq 8\%$  – por lo que la entidad en análisis cayó por debajo del límite requerido por la autoridad regulatoria, esto implica que los sistemas de control interno no funcionaron adecuadamente, con lo cual estos resultados hacen prever que la metodología propuesta por la SBS no estimó bien el requerimiento mínimo de capital que debería mantener la entidad para evitar un escenario de iliquidez, por lo que este modelo es mejorable tal como se propondrá en los siguientes apartados.

#### 5.4. Análisis comparativo de metodologías de cálculo del valor en riesgo sin diversificación de cartera

A continuación se realiza una comparación de resultados en el cálculo del VaR a través de las metodologías citadas en capítulos precedentes, en esta medición incluiremos los resultados sugeridos en la presente investigación que son realizados a través la

Simulación de Montecarlo por factorización de Cholesky con un nivel de significancia del 95%

Con diferentes metodologías para calcular el VaR, surge la interrogante: ¿Cuál de estos métodos aplicados es el más adecuado? Es complicado dar una única respuesta porque dependerá de muchos otros factores porque debido a que cada metodología captura el riesgo de distinta manera va a depender por ejemplo de la facilidad en la implementación del método, en su explicación, flexibilidad y adaptabilidad a cambios en los factores de riesgo tanto interno como externo, todo esto en conjunto nos dará más certeza en si la metodología aplicada es fiable o no.

Para este estudio contamos con datos mensuales de una institución bancaria en particular del sistema financiero peruano, estos datos en serie mensual se agrupan cada uno en moneda nacional y moneda extranjera en tres segmentos (solo para el caso en estudio) porque existen otros pero que tienen poca importancia y representatividad en su participación como los depósitos por compensación de tiempo de servicio CTS.

Por ejemplo, para los depósitos a la vista con saldos mensuales desde enero del 2001 hasta diciembre del año 2017 son reportados a la Superintendencia de Banca Seguros y AFP y podemos realizar un gráfico lineal que nos permite observar el comportamiento y tendencia del mismo.

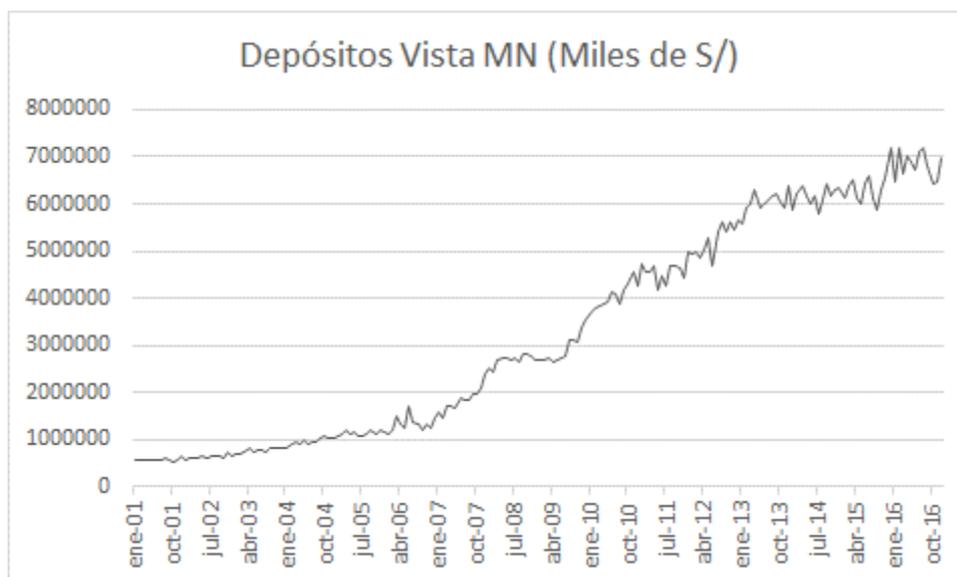


Figura 5.7 – Serie de depósitos a la vista en MN reportados a la SBS banco en estudio  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

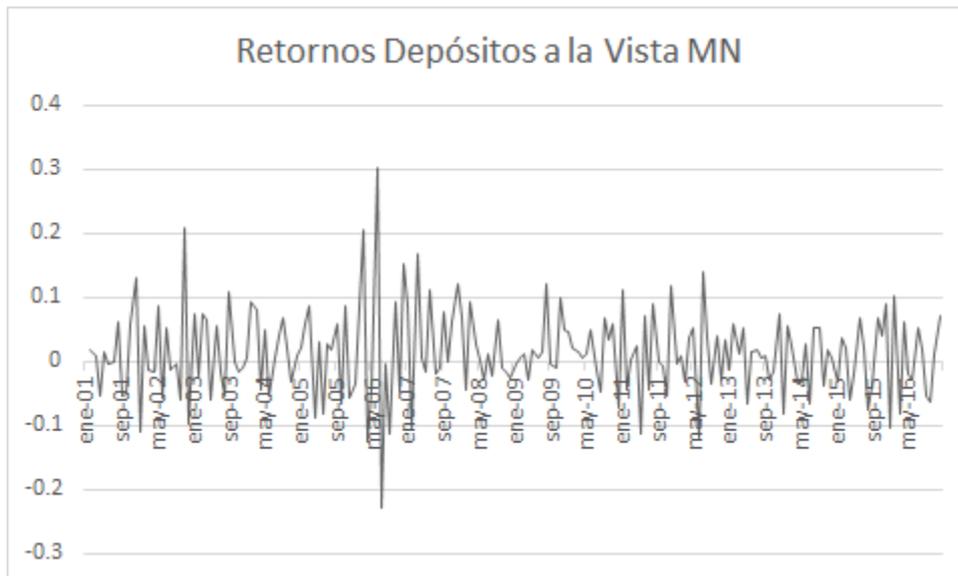


Figura 5.8 – Serie de depósitos a la vista en MN reportados a la SBS banco en estudio  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Como se observa en la Figura 5.7 durante los primeros meses se ha mantenido estable pero creciente sin mucha volatilidad, es a partir de mayo del año 2006 que las variaciones comienza a incrementarse y en enero del 2011 la volatilidad llega a ser mayor, hay periodos claramente en las cuales los niveles de depósitos disminuyeron, en tanto ese crecimiento durante el periodo de análisis mantiene una tendencia hacia el aumento.

En la Figura 5.8 se calcula los retornos de la serie de depósitos a la vista, aquí se observa que la mayor volatilidad se dio a principios del año 2006, en los otros meses se ve menor variación, este tipo de depósitos a diferencia de los otros se observa que tiene menor volatilidad.

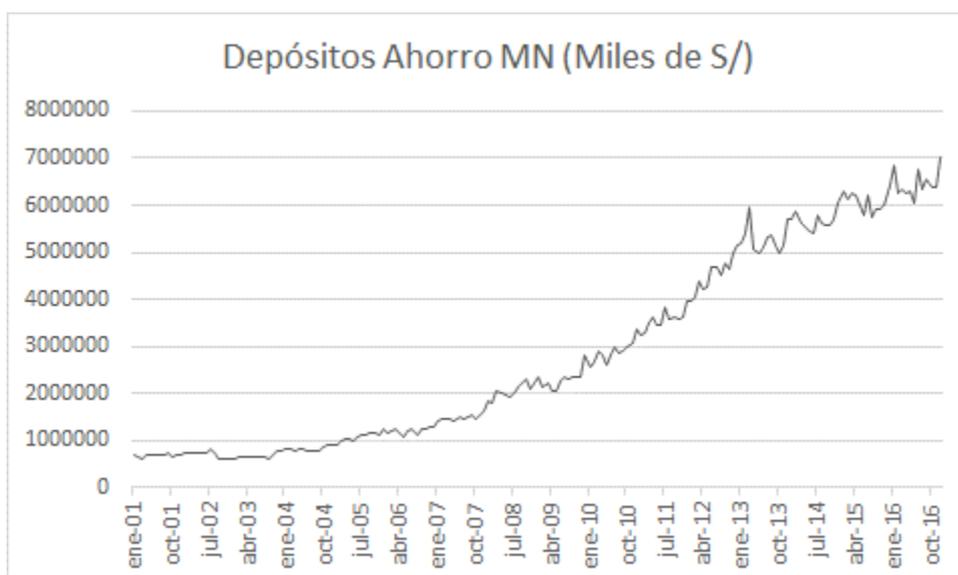


Figura 5.9 – Serie de depósitos de ahorro en MN reportados a la SBS banco particular  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

En la figura 5.9 se observa que los depósitos de ahorro tienen una tendencia creciente, con baja volatilidad y crecimiento estable, pero se observa que a finales del año 2004 comienza a crecer a un ritmo más acelerado, asimismo, se observa que la volatilidad se incrementa sobre todo en los años 2008-2009 producto de la crisis financiera, y del año 2013 en adelante, suscitándose eventos en donde hay montos altos depositados y retiros por márgenes mayores a los usuales y se repite hasta el cierre del año 2016.

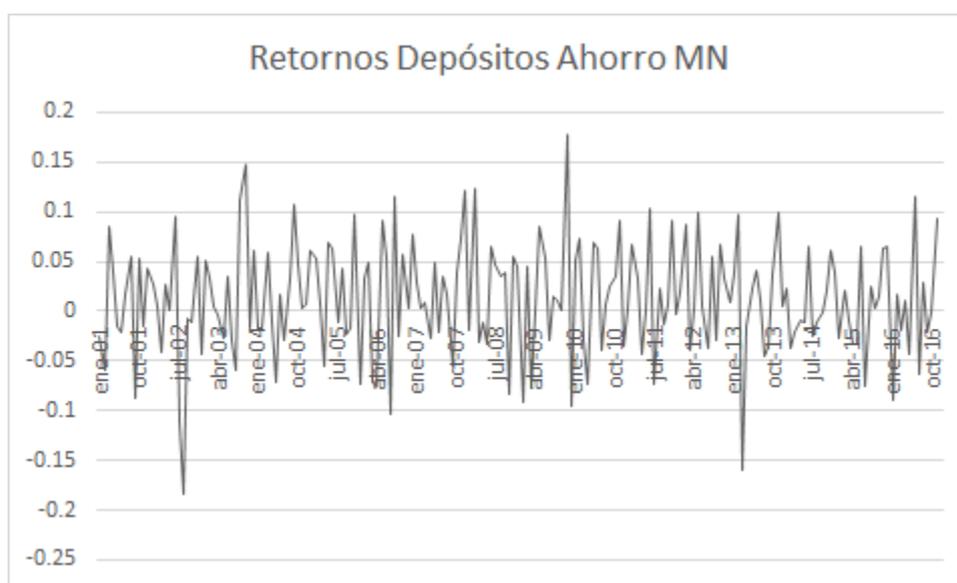


Figura 5.10 – Serie de depósitos de ahorro en MN reportados a la SBS banco particular  
Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Para tener una mejor apreciación sobre el incremento en la volatilidad en este tipo de depósito nos enfocaremos en la Figura 5.10 el cual nos muestra los retornos en MN y vemos que se produjo retiro de efectivo en grandes cantidad en los años 2002 y 2013, a diferencia de los depósitos a la vista esta clase de depósitos resulta ser mucho más volátil.

Luego de calcular las medidas de riesgo de manera unidimensional presentamos los resultados del enfoque paramétrico y no paramétrico, estos resultados no son similares pero mantienen valores cercanos entre sí, por lo que estos valores dependerán de la calidad de información, calibración y otros factores para que sean mucho más certeros:

	VaR Individual			
	Valor monetario		Valor porcentual	
	MN	ME	MN %	ME %
Nivel de confianza	95%	95%		
VaR SBS	-1,067,730	-1,324,809	-9%	-12%
VaR Simulación Histórica	-1,409,696	-1,595,128	-12%	-14%
VaR Varianza y Covarianza	-3,067,284	-3,396,956	-27%	-29%
VaR Simulación de Montecarlo	-2,564,219	-3,578,424	-22%	-31%

Tabla 5.7 – Cálculo del VaR por enfoque paramétrico y no paramétrico

Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

En la tabla 5.3 se observa que el VaR puede ser calculado por diferentes enfoques donde los valores hallados son cercanos en términos monetarios como en valores porcentuales excepto en el VaR por simulación de Montecarlo que reporta valores mayores a las metodologías anteriores.

El VaR por simulación histórica indica que la institución financiera enfrentará una salida mayor a S/. 1.234,703 millones de nuevos soles para depósitos en moneda nacional y S/. 1.538,533 millones de nuevos soles para depósitos en moneda extranjera en un mes bajo el supuesto de condición normal de mercado.

El VaR por varianza y covarianza indica que la institución enfrentará una salida mayor a S/. 1.431,398 millones de nuevos soles para depósitos en moneda nacional y S/. 1.877,497 millones de nuevos soles para depósitos en moneda extranjera en un mes.

El VaR por Simulación por Montecarlo indica que la institución enfrentará una salida mayor a S/. 2.624,334 millones de nuevos soles para depósitos en moneda nacional y S/. 3.183,822 millones de nuevos soles para depósitos en moneda extranjera en un mes.

### **5.5. Comparación de metodologías para el cálculo del valor en riesgo de portafolio o con diversificación de cartera**

Tal como se hizo en la sección anterior, a continuación se hará una presentación comparativa de los métodos de estimación del valor en riesgo basado en la conformación de portafolios. En principio agrupamos las series en dos grupos, los depósitos vista, depósitos de ahorro y depósitos a plazo tanto en moneda nacional y moneda extranjera.

Como suele suceder la conformación de portafolios genera un beneficio al obtener los resultados debido a que es una manera de diversificar la cartera de inversiones, esta combinación de instrumentos de algún modo equilibra el riesgo y hace que sea menor el mismo.

Se realiza los cálculos correspondientes para determinar la pérdida máxima que puede enfrentar la institución con niveles de significancia del 5%:

	VaR de portafolio			
	Valor monetario		Valor porcentual	
	MN	ME	MN %	ME %
Nivel de confianza	95%	95%		
VaR Simulación Histórica	-938,721	-1,119,477	-8%	-10%
VaR Varianza y Covarianza	-1,707,663	-1,932,538	-15%	-17%
VaR Simulación de Montecarlo	-1,187,394	-2,068,779	-10%	-18%

Tabla 5.8 – Cálculo del VaR por enfoque paramétrico y no paramétrico

Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

El VaR por simulación histórica indica que la institución financiera enfrentará una salida mayor a S/. 938,721 millones de nuevos soles para depósitos en moneda nacional y S/. 1.119,477 millones de nuevos soles para depósitos en moneda extranjera en un mes bajo el supuesto de condición normal de mercado.

El VaR por varianza y covarianza indica que la institución enfrentará una salida mayor a S/. 1.707,663 millones de nuevos soles para depósitos en moneda nacional y S/. 1.932,538 millones de nuevos soles para depósitos en moneda extranjera en un mes.

El VaR por Simulación por Montecarlo indica que la institución enfrentará una salida mayor a S/. 1.025,080 millones de nuevos soles para depósitos en moneda nacional y S/. 2.886,072 millones de nuevos soles para depósitos en moneda extranjera en un mes.

En base a la tabla 5.4 se muestra que al 5% la mejor medida es el VaR bajo la estimación de Montecarlo puesto que presenta una probabilidad del 95% de que las fallas observadas sean iguales a las teóricas en contraste con las otras medidas que mostraron menos del 95%.

Prueba incondicional de Kupiec para Depósitos en MN Simulado	
Nivel de Significancia	5%
Excepciones	2
To	139
$\ln[(1-p)^{T-N} * P^N]$	-13.12
$\ln[(1-(N/T)^{(T-N)}) * (N/T)^N]$	-10.50
Lruc	5.25
Estadístico de contrastes	3.84
Resultado	Se rechaza Ho

Tabla 5.9 – Backtesting para metodología de Montecarlo para depósitos simulados en moneda nacional

Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

Prueba incondicional de Kupiec para Depósitos en ME Simulado	
Nivel de Significancia	5%
Excepciones	3
To	138
$\ln[(1-p)^{T-N} * P^N]$	-16.07
$\ln[(1-(N/T)^{(T-N)}) * (N/T)]$	-14.52
Lruc	3.09
Estadístico de kontras	3.84
Resultado	No se rechaza Ho.

Tabla 5.10 – Backtesting para metodología de Montecarlo para depósitos simulados en moneda extranjera Fuente: Superintendencia de Banca Seguros y AFP. Elaboración propia

En la tabla 5.9 y 5.10 se comparan los indicadores de liquidez sobre los activos líquidos tanto en moneda nacional y extranjera con datos simulados para un nivel de significancia del 5% en ambos casos, en donde se encuentra 2 excepciones para los depósitos en moneda nacional y 3 excepciones para los depósitos en moneda extranjera. Estas fallas de acuerdo el test de independencia de Kupiec es aceptable para el caso de los depósitos simulados en moneda nacional en donde la prueba rechaza la hipótesis nula de acuerdo a la distribución Chi cuadrada, es decir, para depósitos en moneda nacional la Lruc dió 5.25 frente al 3.84 sugerido por la distribución Chi cuadrada. Por otro lado, a pesar de disminuir el número de excepciones en los depósitos en moneda extranjera en donde paso de 4 a 3 con el método de simulación existe diferencia con una Lruc de 3.09 frente al 3.84 del estadístico de contraste, con lo cual no se rechaza la hipótesis nula y no supera la prueba.

### Conclusiones y recomendaciones

La metodología del VaR es una herramienta frecuentemente utilizada en la medición de riesgos como la volatilidad de los instrumentos financieros y como se muestra en este estudio puede ser utilizado para la medición del riesgo de liquidez sobre las variaciones de los depósitos en el sistema financiero. El cálculo del VaR resulta adecuada para medir la volatilidad de los depósitos por tipo de depósito de acuerdo a la clasificación en el sistema financiero del Perú, sin embargo, no todas las series analizadas contaban con distribución normal, pero una vez calibrados, los modelos cumplieron con las pruebas de backtesting y por tanto serian adecuados para la medición del riesgo de liquidez.

La metodología propuesta por la Superintendencia de Banca Seguros y AFP calcula el riesgo de liquidez en base a la liquidez en riesgo (LaR), el mismo que mide la peor pérdida que podría enfrentar en un intervalo de tiempo dado en condiciones normales de mercado

con un nivel de confianza determinado, pero al comparar los resultados de los distintos métodos se concluye que el método de Montecarlo con factorización de Cholesky presenta los resultados más conservadores con un nivel de significancia del 95%, sin embargo, es necesario realizar pruebas adicionales que confirmen el resultado obtenido.

Al implementar la metodología propuesta por la autoridad reguladora para la aplicación de la liquidez en riesgo (LaR) requerida a las instituciones financieras y al probar su consistencia a través de la prueba incondicional de Kupiec muestra que el número de fallas observadas supera varias veces al LaR. Este hecho muestra suficientes pautas para la incorporación de nuevos modelos complementarios que sean consistentes a momento de medir el riesgo de liquidez.

Al evaluar los otros tipos de aplicaciones de VaR, paramétricos y no paramétricos, sugerimos que puede recomendarse la metodología de Varianzas y Covarianzas sólo cuando se tiene carteras poco complejas. Esto debido a que ante la crítica usual que esta metodología hace una pobre estimación de los instrumentos con opciones implícitas o explícitas u otro tipo de instrumento no lineal como en nuestro caso el de los depósitos como fuente de liquidez, puesto que este método supone ausencia de posiciones con comportamiento no lineal.

Los resultados dependen de la calidad de información, calibración y otros factores para que sean mucho más certeros, para ello se sugiere realizar hacer otros supuestos y trabajar bajo distintos escenarios de riesgo desde el no riesgoso hasta el más riesgoso conocido como pruebas de estrés, en definitiva una calibración idónea depende de la calidad de información por lo que no solo se recomienda tomar un periodo más amplio para el estudio sino conocer bien el tipo de información que se dispone.

En cualquier caso, este trabajo abre una vía para comprender cómo fenómenos complejos como la auto-correlación de la volatilidad, las colas anchas en las distribuciones pueden producir cálculos erróneos y generar inestabilidad en los mercados financieros. Esta ruta puede no ser única, pero definitivamente vale la pena continuar esta línea de investigación. Por otro lado, abre la posibilidad a hacer uso o aplicar otras medidas de riesgo desde el punto de vista actuarial más complejos como es el déficit esperado (ES) conocido como deficiencia media, el valor en riesgo condicional (CVaR) propuesto como complemento al cálculo del VaR o pruebas como el de cola esperada condicional (TCE) que permite determinar ex-ante con exactitud la distribución de pérdidas a la que se enfrentan las entidades financieras dada una situación de riesgo de liquidez.

## Anexos

### Anexo 1: Factorización de Cholesky en Visual Basic (VBA) para Microsoft Excel

Resolución de matriz de Cholesky para Visual Basic for Applications

```
Function cholesky(sigma As Range)
Dim a() As Double
Dim V() As Double
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Dim k As Integer
Dim d As Integer
d = sigma.Rows.Count

ReDim a(1 To d, 1 To d) As Double
ReDim V(1 To d) As Double
|
For j = 1 To d
    For i = j To d
        V(i) = sigma(i, j)
        For k = 1 To j - 1
            V(i) = V(i) - a(j, k) * a(i, k)
        Next k
        a(i, j) = (V(i) / V(j)) ^ 0.5
    Next i
Next j
cholesky = a
End Function
```

Figura Anexo 1.

Factorización de Cholesky en Visual Basic para Microsoft Excel

Fuente: (Speranza, 2015, p. 61). Elaboración propia.

## **Bibliografía.**

- Abbink, J. B. (2011). Constructing stress tests. *The Journal of Risk Finance*, 12(5), 421-434.  
doi:10.1108/15265941111176154
- Akhtar, S. (2007). Pakistan: changing risk management paradigm–perspective of the regulator. En *ACCA Conference-CFOs: The Opportunities and Challenges Ahead, Karachi* (p. 8).
- Alonso, J. C., & Arcos, M. A. (2005). Valor en riesgo: Evaluación del desempeño de diferentes metodologías para 7 países latinoamericanos. *Universidad Icesi, Colombia, mimeo*.
- Andrade, L. P. P., Fernández, V. A. M., da Conceição Rebuge, E. J., & González, J. J. O. (2007). Una aplicación de la metodología VAR al ámbito del marketing periodístico: el caso de la promoción de ventas. *Revista Electrónica de Comunicaciones Y Trabajos de ASEPUMA*, 8, 151-162.
- Arif, A., & Anees, A. N. (2012). Liquidity risk and performance of banking system. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 20(2), 182-195.  
doi:10.1108/13581981211218342
- Ben-Assuli, O., & Leshno, M. (2013). Implementing a Monte-Carlo simulation on admission decisions. *Journal of Enterprise Information Management*, 26(1/2), 154-164.  
doi:10.1108/17410391311289604
- Berg, B. A. (2004). Introduction to Markov Chain Monte Carlo Simulations and their Statistical Analysis. *arXiv:cond-mat/0410490*. Recuperado a partir de <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0410490>
- Bernstein, P. L. (1998). *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk*. John Wiley & Sons.
- Buchner, A. (2016). Portfolio dynamics under illiquidity. *The Journal of Risk Finance*, 17(4), 405-427. doi:10.1108/JRF-01-2016-0002
- Cabedo, J. D., & Moya, I. (2001). CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO DE CAMBIO. *Revista de Economía Aplicada*, IX(27). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=96917893006>

- Cáceres, D. G., & Zaballos, J. M. L. (2002). *Riesgos financieros y operaciones internacionales*. ESIC Editorial.
- Comité de Basilea, C. de S. B. (2008). Principios para la adecuada gestión y supervisión del riesgo de liquidez. *Septiembre de, 2008*. Recuperado a partir de Disponible en: [http://www.bis.org/publ/bcbs144\\_es.pdf](http://www.bis.org/publ/bcbs144_es.pdf)
- Correia, F., Manuelito, S., & Jiménez, L. F. (2009). Regulación y supervisión financiera: lecciones de la crisis para América Latina y el Caribe. Recuperado a partir de <http://repositorio.cepal.org//handle/11362/11326>
- Delfiner, M., Lippi, C., & Pailhé, C. (2006). La administración del riesgo de liquidez en las entidades financieras: mejores prácticas internacionales y experiencias (In Spanish).
- Diamond, D. W., & Rajan, R. G. (2001). Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking. *Journal of Political Economy*, 109(2), 287-327.
- Díaz Tinoco, J. (2008, enero 1). *Metodología de Determinación de Márgenes para Portafolios de Contratos Derivados-Edición Única*. Tecnológico de Monterrey, Ciudad de México. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/11285/572664>
- Domínguez, J. M. F. (2005). *El riesgo de mercado: su medición y control*. Delta Publicaciones.
- Eastburn, R. W., & Sharland, A. (2017). Risk management and managerial mindset. *The Journal of Risk Finance*, 18(1), 21-47. doi:10.1108/JRF-09-2016-0114
- Freixas, X., & Rochet, J.-C. (1999). *Economía bancaria*. Antoni Bosch editor.
- Gade, M. N., & Adkins, L. C. (2012). Monte Carlo Experiments Using Stata: A Primer with Examples. En *30th Anniversary Edition* (Vol. 30, pp. 429-477). Emerald Group Publishing Limited. doi:10.1108/S0731-9053(2012)0000030019
- González, L. H. U. (2003). El comité de Basilea y la supervisión bancaria. *Vniversitas*, 52(105), 431-462.
- Gray, D., Echeverría, C., & Luna, L. (2007). Una medida del riesgo de insolvencia de la banca en Chile. *Informe Estabilidad Financiera*.

- Gubareva, M., & Borges, M. R. (2017). Interest rate, liquidity, and sovereign risk: derivative-based VaR. *The Journal of Risk Finance*, 18(4), 443-465. doi:10.1108/JRF-01-2017-0018
- Haro, A. de L. (2005). *Medición y control de riesgos financieros*. Editorial Limusa.
- Hastings, W. K. (1970). Monte Carlo sampling methods using Markov chains and their applications. *Biometrika*, 57(1), 97-109.
- Jarrow, R., & Protter, P. (2005). Liquidity risk and risk measure computation. *Review of Futures Markets*, 11(1), 27-39.
- Jorion, P. (1999). *Valor en riesgo*. Limusa.
- León, C., & Laserna, J. M. (2008). Asignación estratégica de activos para fondos de pensiones obligatorias en Colombia: un enfoque alternativo. *Borradores de Economía*, 523.
- Linares Mustarós, S., Farreras Noguera, M. À., Ferrer Comalat, J. C., & Rabaseda Tarrés, J. (2013). UNA NUEVA RATIO SECTORIAL. LA RATIO DE RETORNO LÍQUIDO. *Cuadernos del CIMBAGE*, (15). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=46226414004>
- Maghyreh, A. I., & Al-Zoubi, H. A. (2006). Value-at-risk under extreme values: the relative performance in MENA emerging stock markets. *International Journal of Managerial Finance*, 2(2), 154-172. doi:10.1108/17439130610657368
- Melo, L., & Granados, J. (2010). *Regulación y Valor en Riesgo*.
- Messis, P., & Zapranis, A. (2014). Herding behaviour and volatility in the Athens Stock Exchange. *The Journal of Risk Finance*, 15(5), 572-590. doi:10.1108/JRF-04-2014-0054
- Mishkin, F. S. (2001). Prudential Supervision: Why is it Important and What are the issues? En *Prudential Supervision: What Works and What Doesn't* (pp. 1-30). University of Chicago Press.
- Novalés, A. (2011). Modelos vectoriales autoregresivos (VAR). *Universidad Complutense*.

- Pacheco, C. B., Gutiérrez, R. D. J., & Rosales, M. A. C. (2016). Valor en riesgo anual de los mercados accionarios de México y Estados Unidos: VaR tradicional vs VaR cópulas elípticas. *Estocástica: finanzas y riesgo*, 6(1), 83-114.
- Plata, M. de la P. G., & Iduñate, P. G. A. (2017). El modelo VAR y sus principales problemas. *Panorama económico*, 3(6), 23-23.
- Pra, I., Ríos, A., Arguedas, R., & Casals, J. (2010). *Gestión y control del riesgo de crédito con modelos avanzados*. Ediciones Académicas.
- Ramírez, E., & Ramírez, P. A. (2007). Valor en riesgo: modelos econométricos contra metodologías tradicionales. *Análisis Económico*, XXII(51). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=41311486010>
- Resolución S.B.S. N° 9075. (2012). Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones. En *Reglamento para la Gestión del Riesgo de Liquidez* (p. 39). Lima - Perú.
- Rogachev, A. (2007). Value-at-risk concept by Swiss private banks. *The Journal of Risk Finance*, 8(1), 72-78. doi:10.1108/15265940710721091
- Semper, J. D. C., & Clemente, I. M. (2003). El valor en riesgo de una cartera: una aproximación de simulación histórica. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 9(1), 229-250.
- Sinha, P., & Agnihotri, S. (2015). Impact of non-normal return and market capitalization on estimation of VaR. *Journal of Indian Business Research*, 7(3), 222-242. doi:10.1108/JIBR-12-2014-0090
- Speranza, M. E. (2015). *Un abordaje a la calibración de estructuras de tasa de interés con información escasa*: (Text). Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Recuperado a partir de [http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/?c=tpos&a=d&d=1502-0326\\_SperanzaME](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/?c=tpos&a=d&d=1502-0326_SperanzaME)

Stevens, R. (2017, noviembre 27). Backtesting: definición y ejemplos. Recuperado 27 de noviembre de 2017, a partir de <https://www.rankia.co/blog/analisis-colcap/3606172-backtesting-definicion-ejemplos>

Vasileiou, E. (2016). Overview of the Greek value at risk (VaR) legislation framework: Deficiencies, proposals for future revision and a new suggested method. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 24(2), 213-226. doi:10.1108/JFRC-08-2015-0043

Veiga, J. F. P.-C. (s. f.). *La gestión financiera de la empresa*. ESIC.

Zambrano, M. A. (2003). Gestión del riesgo cambiario: Una aplicación del valor en riesgo para el mercado financiero peruano. *Revista Estudios Económicos*, (9), 223-263.