



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**Estimación del valor en riesgo VaR en un portafolio de inversión
de renta variable de una compañía aseguradora en Colombia bajo
el modelo MonteCarlo**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Maestra en Finanzas

Presenta:

Judy Andrea Rocha Izquierdo

Tutor:

M.F. Gabriel Alejandro Malpica Mora
Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, agosto de 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Contenido

Resumen.....	4
Introducción	5
Estado del Arte	5
Justificación	8
Planteamiento del problema	9
Matriz de Congruencia	10
Metodología de Investigación.....	11
Marco Conceptual.....	12
Resumen Capitular	15
Capítulo 1: Contexto del mercado asegurador en Colombia.....	16
1.1. Los inicios de la industria aseguradora en Colombia	16
1.2. El sector asegurador colombiano en los años 30 a los 80	18
1.3. Década de los años 90 “Apertura económica”.....	20
1.4. Las dos últimas décadas.....	23
1.5. Marco legal del seguro en Colombia	29
Capítulo 2: Riesgo de mercado y VaR.....	33
2.1. Contextualización del riesgo de mercado	33
2.2. Normas de suficiencia del capital.....	37
2.3. El VaR como medida de riesgo de mercado.....	39
2.4. Calculo del VaR	44
2.5. Metodologías más utilizadas para el cálculo del VaR.....	48
3. Metodologías de estimación del VaR.....	49
3.1. Método delta normal	49
3.2. Método de simulación Histórica	53
3.3. Modelo simulación Monte Carlo.....	56
4. Ventajas y desventajas de los modelos VaR	59
4.1. Modelo Delta normal	60
Ventajas.....	60
Desventajas	60

4.2. Modelo simulación histórica	61
Ventajas.....	61
Desventajas	61
4.3. Modelo simulación Montecarlo	62
Ventajas.....	62
Desventajas	62
5. Régimen de inversiones de las aseguradoras en Colombia	63
6. Aplicación de las metodologías	68
6.1. Calculo del VaR por medio de la metodología Delta Normal.....	71
6.2. Calculo del VaR por medio de la metodología de simulación histórica	74
6.3. Calculo del VaR por medio de la metodología de simulación MonteCarlo.....	75
6.4. Pruebas de Stresstesting	78
7. Comparación de las metodologías	79
Conclusiones	82
Bibliografía	83

Resumen

Actualmente, la existencia de múltiples metodologías para la medición del Valor en Riesgo VaR, hace necesario determinar cuál realiza con un mejor desempeño la estimación de esta medida de riesgo considerando, las particularidades del mercado de valores colombiano y los supuestos bajo los cuales se diseñaron las metodologías para el cálculo de esta herramienta. Seguidamente se realiza y explica la medición del VaR por medio de cada una de las metodologías seleccionadas y finalmente se realiza la evaluación final del desempeño en la estimación del VaR del portafolio para cada una de las metodologías desarrolladas. Por último, se lleva a cabo el método Montecarlo debido a que es el más completo y robusto para la medición del valor en riesgo (VaR) de un portafolio de acciones de una de las aseguradoras más representativas del país y la comparación con métodos paramétricos y de simulación histórica. Sin embargo, para su aplicación, es necesaria una cuidadosa modelación del comportamiento de las distintas variables de riesgo.

Abstract

Currently, the existence of multiple methodologies for the measurement of Value at Risk VaR makes it necessary to determine which performs with better performance the estimation of this risk measure considering the particularities of the Colombian stock market and the assumptions under which the Methodologies for the calculation of this tool. Next, the VaR measurement is performed and explained by means of each of the selected methodologies and finally the final evaluation of the performance in the estimation of the portfolio VaR for each of the developed methodologies is performed. Finally, the MonteCarlo method is carried out because it is the most complete and robust for the measurement of value at risk (VaR) of a portfolio of shares of one of the most representative insurers in the country and comparison with parametric methods and simulation simulation. However, for its application, careful modeling of the behavior of the different risk variables is necessary.

Introducción

Estado del Arte

De acuerdo a la revisión bibliográfica se puede concluir lo siguiente:

El VaR se desarrolló principalmente por los desastres financieros ocurridos a comienzos de la década de los ochenta, como por ejemplo Orange County (Estados Unidos), Daiwa (Japón), Metallgesellschaft (Alemania), Barings (Reino Unido), entre otros. Después de estos problemas financieros se llegó a la conclusión es que miles de millones de dólares se puede perder como consecuencia de un inadecuado control y administración de los riesgos financieros a los que se encuentran expuestas las diferentes instituciones.

Por lo que el cálculo del VaR se produjo por un conjunto de factores, entre los que se destacan: la presión de los entes de reguladores del sistema financiero colombiano para mejorar los controles de los riesgos financieros, la globalización de los mercados financieros, lo que ha aumentado el número de factores de riesgo a los que se exponen las empresas, y los avances tecnológicos que han hecho posible la administración del riesgo a nivel general en la empresa.

Se presentaron tres eventos, particularmente, han tenido un impacto fuerte en la adopción generalizada de la medición del riesgo de mercado en el sector financiero. El primero y más relevante fue propuesto por Robert Engle en 1982 quien planteó que, “si se mide el riesgo mediante la desviación estándar de los datos, las series financieras se comportan de una manera peculiar y además deben ser modeladas de una manera diferente”¹. Engle observó y demostró que “las series financieras generalmente tienen una varianza cambiante en el tiempo y poseen una distribución leptocúrtica”². El planteamiento principal de Engle (1982) fue que las

¹ Robert Engle, Autoregressive conditional heteroscedasticity whit estimates of the variance of United Kingdom, p.994.

² Idem

series financieras, dado sus hechos estilizados, deberían ser modeladas mediante modelos Generalizados Autorregresivo con varianza Condicional Heterocedástica.

El segundo tuvo lugar en 1995, en el Banco Internacional de Pagos (BIS), entidad que por intermedio del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea³ (Suiza) propuso nuevas políticas y procedimientos para la medición, el control y la gestión de riesgos financieros.

El tercer evento importante ocurrió en 1994, cuando el banco estadounidense J. P. Morgan hizo público en su documento técnico denominado Risk-Metrics en el que integro el concepto de valor en riesgo, conocido comúnmente como VeR (o VaR por su sigla en inglés) en este documento planteó una medida del riesgo que no sólo conjugaba la rigurosidad científica con la facilidad interpretativa, si no que encendió nuevamente la chispa de los modelos que buscaban pronosticar y analizar el riesgo financiero

Existen diversos estudios que hacen referencia al cálculo del VaR por lo que en el artículo Metodologías de medición del riesgo de mercado de la Revista Innovar Journal Revista de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Nacional de Colombia, el autor plantea que no existe una metodología que sea totalmente correcta debido a que todas tienen sus fortalezas y debilidades.

Según el autor el método de simulación Montecarlo ofrece la oportunidad de probar muchos más escenarios de potenciales cambios para las variables financieras. También permite al usuario identificar la sensibilidad del VaR a los cambios en la composición del portafolio o a cambios en los valores de los parámetros estadísticos que se usaron en la simulación, además es posible incluir el riesgo de precios no lineales y el riesgo de volatilidades. Así, se pueden incorporar

³ El comité de Basilea es la organización mundial que reúne a las autoridades de supervisión bancaria, cuya función es fortalecer la solidez de los sistemas financieros.

las variaciones de la volatilidad en el tiempo, la existencia de colas de distribuciones más altas de lo normal y escenarios extremos.

Este método es el más completo para la medición del riesgo de mercado, y es particularmente útil cuando se pretende calcular el riesgo de productos derivados, como futuros, opciones y *swaps*.

Ninguna metodología para el cálculo de VaR nos da la certeza respecto a las pérdidas que se podrían presentar ante una determinada inversión, las metodologías nos ofrecen una expectativa de resultados basada en la estadística y en algunos supuestos de los parámetros que se utilizan para el cálculo, por lo tanto, de acuerdo a los diferentes estudios en los que se plantean las diversas metodologías se concluye que la simulación Monte Carlo permite ver todos los resultados posibles de las decisiones que tomamos y evaluar el impacto del riesgo, lo cual nos permite tomar mejores decisiones en condiciones de incertidumbre

El Valor en Riesgo (VaR) es una medida de riesgo de mercados que estima la pérdida máxima que puede tener una cartera en un intervalo de tiempo con un nivel de confianza dado, bajo condiciones normales de mercado (Jorion, 2000). Si se tiene una serie de retornos históricos de un portafolio es posible visualizar la distribución de densidad de los retornos a través de un histograma. Se encuentran retornos alrededor de un valor medio que no siempre es cero y su distribución se aproxima a una normal.

Para el cálculo del VaR Vilariño (2001) se parte del supuesto de que las pérdidas de la cartera pueden ser modeladas estadísticamente, estableciendo para ello las posiciones de los activos de la cartera y sus respectivos precios de mercado, con el fin de determinar cuál es el mejor modelo estadístico que estima su comportamiento; específicamente, señala que al fijar un nivel de confianza se supone que las pérdidas de la cartera pueden modelarse utilizando la estadística.

Para esto, se parte de la posición de los precios de mercado de los activos. Bajo el supuesto de que los rendimientos siguen un comportamiento aleatorio, la valoración de mercado de la cartera también sería aleatoria. Siguiendo esta hipótesis es posible estimar el valor de la cartera que determina una pérdida máxima a un nivel de confianza dado dentro de una distribución de frecuencias.

En la década de los noventa, esta metodología se ha difundido con gran fuerza en el sector financiero como una medida precisa del riesgo de mercado. Sin embargo, muchos de los beneficios que han hecho tan exitoso el análisis del VaR entre los intermediarios financieros son aplicables a los inversionistas institucionales, ya que la herramienta les permite tener un mejor control y manejo de los riesgos financieros a los que se exponen.

En resumen, los últimos años de investigación científica han tratado de combinar teorías con el propósito de obtener medidas del riesgo cada vez más exactas, que sean útiles tanto en el mundo académico como en el cambiante y acelerado mundo de la toma de decisiones de inversión.

Justificación

La medición de riesgo de mercado para las entidades financieras de Colombia evidencio un cambio de metodología siguiendo las recomendaciones del Comité de Basilea. “La regulación colombiana adoptó el Valor en Riesgo VaR como la metodología requerida para la medición de los riesgos de mercado en las entidades financieras. El VaR tiene implicaciones directas en el cálculo de la relación de solvencia de las entidades financieras, un VaR más alto representa una relación de solvencia más baja, lo cual obliga a las entidades a reasignar sus activos riesgosos o a realizar aportes adicionales de capital”⁴.

⁴ Pamela Cardozo, valor en riesgo de los activos financieros colombianos aplicando la teoría del valor extremo, p.15

Sin embargo, no existe una metodología única para el cálculo del VaR. Bajo el marco regulatorio actual, las entidades financieras pueden medir este tipo de riesgo utilizando el método propuesto por la Superintendencia Bancaria de Colombia o modelos internos aprobados por el ente regulador.

Debido a las altas volatilidades en los precios de las acciones, los negocios no resultan de la manera que fueron diseñados lo que puede generar pérdidas no premeditadas, por lo que surge el riesgo de mercado y su medida clásica VaR. La presente investigación hace un acercamiento al cálculo del VaR bajo el modelo Montecarlo con el fin de establecer las posibles pérdidas a las que se exponen las aseguradoras.

A pesar de que existen muchos documentos de los modelos del VaR no se encontró alguno que planteara el cálculo de VaR bajo el modelo Montecarlo para el sector asegurador en Colombia

Planteamiento del problema

La Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) ha definido el VaR como la posibilidad de que una entidad financiera incurra en pérdidas y se disminuya el valor de su patrimonio técnico como consecuencia de cambios en el precio de los instrumentos financieros en los que la entidad mantenga posiciones dentro o fuera del balance.

Por lo tanto, según la normatividad colombiana se comenzó a analizar la importancia de incorporar un sistema de evaluación de riesgo en la pérdida de valor de las carteras de inversión de las Compañías de Seguros a través de Valor en Riesgo (VaR) ya que estos modelos buscan establecer las posibles pérdidas a las que se están exponiendo las instituciones y tenerlas en cuentas en el momento de hacer una inversión en determinado activo.

Este concepto nace de la necesidad de cuantificar con cierto nivel de certeza o significancia el monto de máxima pérdida probable que enfrenta un portafolio de inversión en un momento determinado del tiempo. La evaluación de manera más precisa del riesgo que enfrentan los portafolios de inversión, es materia de importancia para los inversionistas institucionales, es por ello que se habla de administrar la volatilidad de los resultados de una empresa o de realizar continuamente una gestión del riesgo. Por lo que se debe analizar las variables que afectan los resultados obtenidos, determinar cuál de estas variables o los factores que impactan de forma significativa y sistemática los resultados.

De acuerdo a la bibliografía estudiada se encontró que los estudios realizados están enfocados en el mercado de capital, pero no en el mercado asegurador por lo tanto se pretende realizar una aplicación práctica, del cálculo de VaR que corresponda a una aproximación a la realidad actual en la industria nacional de Compañías de Seguros de Colombia, utilizando para ello una de las herramientas de gestión más acertada que ha puesto en aplicación el sistema financiero como es el modelo Montecarlo.

Matriz de Congruencia

Pregunta de investigación	Objetivo	Hipótesis
¿Es el modelo Montecarlo el mejor estimador del valor en riesgo VaR en un portafolio de inversión de renta variable de una compañía aseguradora en Colombia?	Determinar si el modelo Montecarlo es el mejor estimador del valor en riesgo VaR en un portafolio de inversión de renta variable de una compañía aseguradora en Colombia	El modelo Montecarlo es el mejor estimador del valor en riesgo VaR en un portafolio de inversión de renta variable del sector asegurador en Colombia debido a que podría determinar la pérdida

		máxima que puede tener una compañía del sector asegurador
--	--	---

Metodología de Investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se definieron los siguientes tipos estudios y métodos de investigación

Descriptivo: esta investigación posee un enfoque descriptivo en la medida que su desarrollo está ligado a mencionar los aspectos y características fundamentales de un portafolio de inversión de renta variable y su relación con el VaR, realizando una detallada metodología a implementar con el fin de construir y valorar portafolios de acciones de una compañía aseguradora en Colombia.

Explicativo: la finalidad de esta investigación es explicar la importancia del cálculo del VaR bajo el modelo MonteCarlo

Correlacional: porque se desea saber la mejor combinación de variables con el fin de poder obtener el valor en riesgo más óptimo para el de una compañía aseguradora en Colombia bajo el modelo Montecarlo.

Inductivo: se buscará las diferentes variables para el cálculo del VaR bajo el modelo MonteCarlo para analizar los diferentes resultados con el fin de tener la perdida máxima que puede tener un portafolio de inversión del mercado asegurado en Colombia.

Analítico: debido a que se analizara cada una de las variables y de los resultados del modelo MonteCarlo, con el fin de determinar las posibles ventajas y desventajas de dicho modelo para el cálculo del VaR.

Marco Conceptual

- VALOR EN RIESGO VaR

El VaR de una cartera puede definirse como la cantidad de dinero tal que la cartera perderá menos de esa cantidad durante un determinado periodo de tiempo con una probabilidad específica. Es decir, si para una determinada cartera de valor 100, se obtiene como VaR para una semana 42, con una probabilidad del 95%, significa que existe una probabilidad del 5% de incurrir en pérdidas superiores a 42 en el periodo de una semana.

Según Jorion (2004) el VAR, permite medir el riesgo agregado de mercado, definiendo riesgo de mercado a la incertidumbre en los beneficios que provocan los cambios en las condiciones del mercado, es decir, cuanto podría perderse en el caso de que el mercado se moviera en contra de nuestros intereses. Para una posición única o simple, la cuantificación del riesgo vendrá determinada por el tamaño de la posición y la volatilidad del precio.

Por tanto, el VAR es interesante para la dirección de la empresa puesto que valora los riesgos de las operaciones de mercado y de inversión; proporciona información a los accionistas respecto a los riesgos financieros de su empresa; se puede utilizar para determinar límites posicionales de los operadores y para la asignación de los recursos escasos de capital; los inversionistas utilizan el VAR para controlar lo mejor posible los riesgos financieros; el VAR ha creado una metodología para hacer frente al riesgo permitiendo evitar posibles desastres financieros; el VAR da a conocer la posible pérdida máxima (PM) en un determinado horizonte temporal dentro de un determinado intervalo de confianza.

- RIESGO

En un mundo de incertidumbre puede que no se realice el rendimiento esperado de un valor. El riesgo puede considerarse como la posibilidad de que el rendimiento real proveniente de poseer un valor se desvíe del rendimiento esperado.

- RIESGO DE MERCADO

Es la pérdida potencial por cambios en los factores de riesgo que inciden sobre la valuación de las posiciones por operaciones activas, pasivas o causantes de pasivo contingente, tales como tasas de interés, tipos de cambio, índices de precios, acciones, entre otros.

Esto se refiere a la volatilidad en los ingresos generados por la variación de precio de activos intercambiados en los mercados financieros, los cuales, a su vez, inciden en el valor de las posiciones de activos y/o pasivos. De este modo se encuentra que, el riesgo de mercado es “el riesgo de pérdidas potenciales de valor como consecuencia de fluctuaciones en los precios de mercado: los tipos de interés, de cambio, de renta variables, de materias primas y otros instrumentos.

Se define también como la contingencia de pérdida o ganancia potencial en el valor de las posiciones activas, pasivas o contingentes de una sociedad comisionista, por cambios en variables tales como las tasas de interés, la tasa de cambio y precios, bien sea en pesos o en moneda extranjera.

Por su parte, Philippe Jorion señala que “el riesgo de mercado se deriva de cambios en los precios de los activos y pasivos financieros (o volatilidades) y se mide a través de los cambios en el valor de las posiciones abiertas”.

El riesgo de mercado se cuantifica, en términos de Administración de Riesgos, con un valor: Value at Risk o Valor en Riesgo (VaR).

- MERCADO DE RENTA VARIABLE

Es donde la rentabilidad de la inversión, está ligada a las utilidades obtenidas por la empresa en la cual se invirtió y por las ganancias de capital obtenidas por la diferencia entre el precio de compra y venta. Este mercado está compuesto por acciones, bonos convertibles en acciones, derechos de suscripción y títulos provenientes de procesos de titularización donde la rentabilidad no está asociada a una tasa de interés específica.

- **MODELO MONTECARLO**

El método Montecarlo es un método numérico que permite resolver problemas físicos y matemáticos mediante la simulación de variables aleatorias. El método Montecarlo fue bautizado así por su clara analogía con los juegos de ruleta de los casinos, el más célebre de los cuales es el de Montecarlo, casino cuya construcción fue propuesta en 1856 por el príncipe Carlos III de Mónaco, siendo inaugurado en 1861.

La importancia actual del método Montecarlo se basa en la existencia de problemas que tienen difícil solución por métodos exclusivamente analíticos o numéricos, pero que dependen de factores aleatorios o se pueden asociar a un modelo probabilístico artificial (resolución de integrales de muchas variables, minimización de funciones, etc.). Gracias al avance en diseño de los ordenadores, cálculos Montecarlo que en otro tiempo hubieran sido inconcebibles, hoy en día se presentan como asequibles para la resolución de ciertos problemas. “En estos métodos el error $\sim 1/\sqrt{N}$, donde N es el número de pruebas y, por tanto, ganar una cifra decimal en la precisión implica aumentar N en 100 veces”⁵. La base es la generación de números aleatorios de los que nos serviremos para calcular probabilidades. Conseguir un buen generador de estos números, así como un conjunto estadístico adecuado sobre el que trabajar son las primeras dificultades con la que nos vamos a encontrar a la hora de utilizar este método. Las pruebas realizadas, algunas de las cuales se propondrán como ejercicio, verifican su calidad a la hora de calcular números aleatorios sin tendencia aparente a la repetición ordenada.

Este método (Ramírez, 2004) mide el VaR reconstruyendo las distribuciones de precios o factores de mercado a partir de la historia. Para ello, se simulan escenarios futuros sobre el comportamiento de las variables financieras seleccionadas, por ejemplo: tasas de interés, los tipos de cambio, entre otros, que afectan la valuación de los instrumentos del portafolio, con base en una estructura o distribución

⁵ José Ramírez, Usos y limitaciones de los procesos estocásticos

determinada, que involucra la media, la volatilidad y la relación existente entre estas variables. La distribución se calcula utilizando la cartera actual aplicándole los cambios en precios y rendimientos que se estimaron. Posteriormente, las observaciones se ordenan de mayor a menor pérdida y se determina cuál escenario corresponde al nivel de confianza deseado.

Resumen Capitular

En el capítulo 1: Contexto del mercado asegurador en Colombia, en este capítulo se abordará la evolución del sector asegurador en Colombia a través de los años, su importancia en la economía y como ha afectado el marco legal para el desarrollo de esta actividad. Por otra parte, tiene como fin mostrar la importancia del seguro para las empresas y para las personas y su relación con el riesgo.

El Capítulo 2: Riesgo de mercado y VaR en este capítulo se analizará de una forma más detallada el Marco legal que involucra el sector asegurador, el contexto del riesgo de mercado y El VaR como medida de riesgo de mercado, así como sus Variables, el objetivo de este capítulo es crear y promover una cultura de riesgos tanto de las compañías como del sector y presentar la importancia del VaR para la toma de decisiones financieras con el fin de optimizar las inversiones reduciendo el riesgo.

En el capítulo 3: Modelos estimación del VaR, el objetivo de este capítulo es presentar las diferentes metodologías más representativas en el sector asegurador para el cálculo del VaR, el cual permitirá una valoración objetiva del nivel de riesgo. Por otra parte, se analiza los elementos del ciclo económico del sector asegurador y los riesgos a los que está expuesto.

El Capítulo 4: Ventajas y desventajas de los modelos de estimación del VaR, en este capítulo se analizará cada una de las ventajas y desventajas de los modelos de estimación del VaR con el fin de dar a conocer una perspectiva amplia de dichos modelos con el fin de adoptar el modelo más óptimo para el sector asegurador.

En el capítulo 5: Régimen de inversiones de las aseguradoras en Colombia, en este capítulo se abordará lo relacionado a la regulación a las aseguradoras va enfocado principalmente al control de riesgo debido a que por este medio se protegen los intereses de los asegurados por lo tanto se vigila con mayor detalle la solvencia de las compañías con el fin de que puedan cumplir con sus obligaciones en cualquier momento o al menos en la mayoría de las circunstancias.

Capítulo 6: Aplicación de las metodologías, en este capítulo se trabajará el objetivo principal de esta investigación el cual es determinar si el modelo Montecarlo es el mejor estimador del valor en riesgo VaR en un portafolio de inversión de renta variable de una compañía aseguradora en Colombia, se realizará una comparación entre las metodologías expuestas anteriormente.

En el Capítulo 7: Comparación de las metodologías, en este capítulo se realizará una comparación de las tres metodologías con el fin de determinar si el modelo de simulación monte Carlo es el más apropiado para determinar el VaR de una compañía aseguradora en Colombia.

Capítulo 1: Contexto del mercado asegurador en Colombia

1.1. Los inicios de la industria aseguradora en Colombia

La evolución de los seguros en Colombia se dio inicio con compañías extranjeras alrededor del año 1857 la pionera fue una empresa chilena, la cual estableció sucursales en diferentes partes del territorio nacional. Para esta época el sector de los seguros no presentaba un crecimiento importante debido a las dificultades que presentaba la economía por las limitaciones en comercio que se reflejaban la baja demanda de seguros.

En el año 1874 se constituyó la primera aseguradora en Colombia llamada “Compañía Colombiana de Seguros” (Colseguros) inicio vendiendo pólizas de

seguros del ramo de transportes, dicha póliza cubría el transporte fluvial por el río Magdalena hasta la ciudad de Bogotá, pero en el año de 1876 se vio en la necesidad de incrementar el valor de sus primas debido a los problemas de orden público del país, en 1877 se inició el proceso de negociación con tres reaseguradoras de Francia con el fin de poder ampliar la cobertura de riesgos de los ramos de transportes e incendio.

De acuerdo con Junguito (2009) la idea de tener una compañía de capital nacional a pesar de las diferentes conflictos civiles que atravesaba el país en esa época era aprovechar el desarrollo regional de las ciudades en zonas montañosas, con ríos caudalosos dependientes del clima lo cual hacía que los riesgos fueran más difíciles de evaluar, por otra parte los riesgos políticos eran más conocidos por los accionistas de la compañía nacional lo que les permitía realizar una tarificación adecuada a los diferentes riesgos.

García (1973) menciona que los seguros de vida no se desarrollaron con se esperaba después del logro de la paz en 1903 por lo que surgió la idea de fusionar la Sociedad Nacional de Seguros de Vida con la Compañía Colombiana de Seguros, lo que se llevaría a efecto en 1904. La condición para dicha fusión fue que la compañía que resultara con menos capital (Sociedad Nacional de Seguros de Vida), estaría obligada a venderle a la contraparte (Compañía Colombiana de Seguros) todos sus bienes y derechos.

A partir de 1912 se establecen nuevos ramos en la parte de daños como lo fueron los seguros de terremoto, de hogar, de acuerdo a Mejía (2010) en la revisión de las actas de accionistas de la aseguradora se plantea que con el surgimiento de la primera guerra mundial no se vio afectada la actividad de la compañía pero si se debió incrementar las tarifas de las pólizas de seguros de transporte internacional que estaba respaldado por un reaseguro, la compañía para evitar la competencia lo que hizo fue realizar la fusión de la compañía de seguros de vida con la de seguros generales.

A inicios del siglo XX la economía colombiana comenzó a mostrar recuperación lo que ayudo al crecimiento y desarrollo del sector asegurador en el

país. Bravo Reyes (2006) expone que en el año de 1930 creció el ramo de incendio y da inicio a los seguros de rotura de vidrios, sustracción y automóviles, y para el año de 1939 da inicio a los ramos de cumplimiento y manejo.

1.2. El sector asegurador colombiano en los años 30 a los 80

Durante la época de la segunda guerra mundial el gobierno se encargó de promover el desarrollo de la industria aseguradora de capital nacional, según Plata (2010) la Superintendencia Bancaria estableció en 1938 “Este despacho se vio en la necesidad de solicitar de la oficina de Control de Cambios y Exportaciones que restrinja las licencias para pago de primas a compañías radicadas en el exterior por motivo del incremento tomado últimamente por tales negocios los cuales en nada benefician la economía nacional” con el fin de proteger el mercado nacional demostrando la necesidad de crear la política nacionalista en el sector asegurador.

Debido a esta política dio origen a La Andina de Seguros en el ramo de daños y en 1939 Seguros Bolívar. Bolívar recibió autorización de la Superintendencia Bancaria para operar el 30 de junio de 1940

Para los años sesenta esta industria presento un crecimiento importante debido a la constitución de nuevas compañías nacionales y el desplazamiento a las compañías extranjeras para esta época la economía presentaba crecimientos del PIB cercanos al 5%, crecimiento que siguió en la década de los setenta dando al país estabilidad y oportunidad de créditos externos debido a la bonanza cafetera, los ramos que más impulsaron el sector fueron el de automóviles, cumplimiento y manejo; para esta década de acuerdo a Cortés (1992) explica la decisión de la industria en dos una parte fue ASECOLDA quien estaba encargada de mantener un esquema de estandarización de tarifas pero otra parte del sector no estaba de acuerdo con dicho esquema por lo cual dio surgimiento a FASECOL, ya para 1976 acabaron fusionando esas dos agremiaciones dando origen a FASECOLDA , la cual estaba conformada por todas las compañías aseguradoras cuyo objetivo es promover la industria frente al gobierno y congreso

Fasecolda (1988) expresa que el país atraviesa por una crisis económica y social con altas tasas de desempleo e inflación, con un contante problema de orden público y corrupción, lo cual se ve reflejado en el incremento en la criminalidad «En efecto, si se mide la criminalidad como el conjunto de los delitos denunciados se observa que entre 1960 y los inicios de los años 80 se registraron un aumento continuo del número de los mismos, ya que de 70.000 casos denunciados en 1960 se pasó a 210.000 en 1980, según información del Gobierno. Cifras de la Policía Nacional y algunos cálculos elaborados en un estudio provisional del Departamento Nacional de Planeación, corroboran el hecho de que la criminalidad viene creciendo. Además, el costo que ello genera para el país es algo que, no solo desde el punto de vista de convivencia humana sino desde el punto de vista macroeconómico, debe analizarse y enfrentarse en el menor tiempo posible ...».

En los años ochenta la industria se vio frenada por la recesión económica que atravesaba el país dada la crisis de la deuda externa y la finalización de la bonanza cafetera lo cual hizo perder el dinamismo de crecimiento y por otra parte se estaba enfrentando a un proceso de liberación con el que buscaban competencia en el mercado con el fin de tener uniformidad en cobertura y precios.

Infortunadamente para esta época se presentaban falencias en la institución situación que obligó al Gobierno a adoptar una serie de medidas que abarcaron desde sanciones por conductas impropias hasta la intervención, nacionalización o liquidación de bancos y compañías de financiamiento comercial.

La Comisión Económica para América Latina CEPAL (2003) indica que la “transferencia neta de capitales, constituido por deuda más inversiones, de América Latina hacia el Norte alcanzó entre 1983 y 1991 más de 200 mil millones de dólares. Los países de América Latina trasladaron a los acreedores del Norte grandes sumas. Entre 1982 y 2000, América Latina devolvió como servicio de la deuda 1.452.000 millones de dólares, es decir más de cuatro veces el stock total de su deuda, que se elevaba a 333.200 millones de dólares en 1982”

Para la década de los ochenta las aseguradoras tenían como fin principal mantener su solvencia por lo que la Superintendencia Bancaria buscó que las

compañías aumentaran sus capitales con el propósito de que las asumieran riesgos que eran cedidos a las reaseguradoras.

1.3. Década de los años 90 “Apertura económica”

El proceso de apertura económica en Colombia comenzó en el año de 1989, en esta apertura se contemplaba la negociación de los acuerdos de libre comercio, los acuerdos que más involucraron el sector asegurador fueron el Pacto Andino y el Grupo de los Tres, dichos pactos aplicaron normativas en la vía de la libre competencia, tanto en productos como en tarifas con el fin de eliminar el monopolio estatal de la compañía Previsora S.A sobre los seguros que contrataba el Estado.

La década de los noventa se caracterizó por la introducción de reformas dirigidas a consolidar la estabilidad macroeconómica, orientar la economía hacia el exterior, mediante la apertura comercial, la flexibilización laboral, la liberalización financiera, la eliminación de las distorsiones de precios, la apertura a la tecnología moderna y costos de capital competitivos, y la inversión en capital humano.

La apertura comercial y la reforma financiera de 1990 fueron los acontecimientos de mayor trascendencia para la industria aseguradora en varias décadas. Permitieron que nuevas compañías internacionales entraran con capital mayoritario al país y se introdujo un régimen de libre competencia para el desarrollo de nuevos productos y, ante todo, libertad para la fijación de las tarifas, eliminando los controles de las autoridades sobre las tarifas de los seguros. Estas reformas generaron un choque estructural que representó un cambio en el comportamiento de largo plazo de la industria.

Este período se caracterizó, asimismo, por el desarrollo acelerado de la seguridad social en Colombia el cual se afianzo mediante la ley 100 de 1993, en la cual se establecieron los seguros obligatorios en áreas como la salud, riesgos profesionales, accidentes de tránsito y el desarrollo de esquemas de seguros previsionales y rentas vitalicias para ahorradores y pensionados de las Administradoras de Fondos Privados de Pensiones; Colombia llevó a cabo su

primera gran reforma pensional a principios de la década de los noventa. Esta primera gran reforma hoy conocida como la Ley 100 permitió la participación del sector privado en la oferta de productos pensionales, en conjunto con el sector estatal a través del Instituto de Seguros Sociales (ISS).

La ley 100 de 1993 buscaba la mayor eficiencia a través de la participación del sector privado en la Seguridad Social; cumplir con el principio de solidaridad con una serie de subsidios cruzados que aumentarían la cobertura en la población más vulnerable y perseguía el principio de universalidad dando cumplimiento al mandato constitucional de ampliar la cobertura a través del establecimiento de un esquema de ahorro individual con solidaridad.

También, se buscaba el fortalecimiento de la actividad aseguradora mediante el establecimiento de capitales mínimos y niveles adecuados de solvencia, que lo vincularon al nuevo esquema de competitividad, y la modificación del régimen de inversiones y la introducción del sistema de valoración de las mismas, el cual modificó sustancialmente la composición de los portafolios de las aseguradoras. Por último, el incremento de la inversión extranjera, toda vez que permitió la libre entrada de capitales al sector. Entre los años 1990 y 1991 se evidenció un decrecimiento en la producción del sector, debido al proceso de ajuste al nuevo régimen y la disminución del precio de algunos ramos asociado a la mayor competencia. Los siguientes años de los noventa fueron, principalmente, importantes para la industria aseguradora por la incursión en los ramos de seguridad social, que permitió la participación del sector en ese importante mercado, el crecimiento de las primas durante la década fue notablemente importante.

Aunque a mediados de los noventa los ramos de daños estaban atravesando por una importante desaceleración, debido a la fuerte competencia de tarifas por la apertura, los ramos tradicionales de vida y seguridad social jaló el crecimiento de la industria en el total.

La crisis financiera de finales de los noventa afectó nuevamente en forma directa a la industria aseguradora, de acuerdo a cifras del mercado presentadas por FASECOLDA en 1998 el sector creció únicamente al 3%, sin embargo, la

disminución en el crecimiento fue inferior al de la economía, que para ese año creció únicamente 0.6%. En plena agudización de la crisis para el año 1999 la industria creció 2.8%, mientras que el producto nacional decreció 4.2%.

A pesar de ese leve crecimiento en las primas emitidas, los resultados de utilidades de las compañías aseguradoras durante esta crisis, principalmente, financiera fueron fuertemente afectados por los resultados negativos en términos de inversiones, mientras que en el año 98 los resultados de inversiones permanecieron positivos, pero fueron mucho menores a los del año inmediatamente anterior. Ya para el año 99 los resultados de inversiones pasaron a los resultados negativos, con lo que se generó una pérdida neta de \$129 mil millones de pesos, que a su vez se trasladó y agudizó durante el año 2000.

Otra modificación importante fue el régimen de reservas técnicas y su inversión para las compañías de seguros. Se establecieron las condiciones para el cálculo de la reserva de riesgos en curso, la reserva matemática, la reserva de siniestro pendientes, la reserva de desviación de siniestralidad, y los depósitos retenidos a reaseguradores del exterior. Además, se reglamentaron las inversiones para las reservas y los límites de diversificación.

De acuerdo a la revista FASECOLDA (1992) concluyen que la apertura y la reforma financiera representaron un choque al funcionamiento de la industria aseguradora, que registró, inicialmente, un año negativo en términos de crecimiento de las primas emitidas al caer el 1,6%. El comportamiento del sector asegurador durante 1991, en virtud de la nueva reglamentación, estuvo marcado por una guerra de tarifas, que llevó a una reducción en las primas. Aunque vale la pena destacar que la economía venía creciendo un 4% y el sector asegurador crecía al 8.1%.

A partir del año de 1991 fue favorable para la inversión extranjera directa debido a la entrada de AGF Grupo Allianz, una de las compañías extranjeras más importantes a nivel mundial, compró el 60 por ciento de la Colombiana de Seguros, para entonces COLSEGUROS, dejando el 40% restante en cabeza de los accionistas de Colseguros. Ya sobre finales de los años noventa, la crisis asiática hizo que las condiciones financieras internacionales desmejoraran de manera

abrupta. Lo anterior, combinado con desbalances macroeconómicos fiscales y externos desfavorables, ubicó a la economía colombiana en una posición vulnerable a la crisis internacional. El crecimiento económico de 1998 fue del 0,6%, y la caída en 1999 del 4,2%. Las primas de seguros crecieron a tasas del 3% y del 2,8% respectivamente, gracias al aumento registrado en los ramos de la seguridad social, y personas, pues, al igual que en la crisis de 1982, pues los seguros de automóviles, transporte, cumplimiento y terremoto presentaron caídas en el valor de las primas emitidas durante los dos años más agudos de la crisis.

La crisis tuvo otros efectos adversos sobre la industria aseguradora. El producto de inversiones de portafolio se vio reducido, al registrarse pérdidas en el mercado de valores y el conjunto de la industria reportó cuantiosas pérdidas en sus resultados netos. Una reflexión importante durante este periodo es que las compañías de capital nacional se vieron más afectada por la crisis, al decrecer incluso por debajo del PIB. La crisis económica y financiera de 1999 indujo a las autoridades a introducir cambios regulatorios para el sector financiero. En el sector asegurador se introdujo el decreto 094 del 2000 que modificó el Régimen de Inversiones de las Compañías de Seguros e hizo menos flexibles las inversiones de las reservas técnicas. ante al Grupo Empresarial Bavaria.

1.4. Las dos últimas décadas

La crisis de fines de los noventa causada por el excesivo endeudamiento público y privado con unas tasas de interés elevadas por lo que la demanda se contrajo la gente no tenía recursos económicos para comprar, generando un efecto domino, no hay recursos para inversión, no hay demanda, sobran empleados y así el desenlace final: cierre de empresas, incremento en el desempleo y caída de la producción nacional.

El promedio anual de crecimiento del PIB entre los años 2000-2007 se aceleró y fue de 4.6%. Como consecuencia, se dio una recuperación en la actividad aseguradora, en los ramos de cumplimiento, terremoto y los otros ramos de daños. Los ramos de seguridad social y personas impulsaron el crecimiento entre el año

2000 y 2007, y con ello se logró que los seguros crecieran por encima del PIB durante el periodo. La desaceleración de la economía colombiana en 2008-2010, originada en el impacto adverso de la crisis financiera internacional, puso fin a la temporada de crecimiento que experimentó el país. El choque negativo de la actual crisis sobre la economía colombiana ha sido significativo sobre todo en el sector manufacturero, el comercio y el empleo. Por estas mismas razones los ramos de seguros más golpeados con la crisis han sido los ramos de daños.

Por otra parte, los ramos de la seguridad social mantienen desde el cierre del año 2008 un crecimiento exponencial explicado por los ramos de rentas vitalicias. Dado el adecuado esquema de regulación y supervisión vigente, la apertura de la economía colombiana, su solidez macroeconómica, el favorable entorno social y político y la consolidación de la seguridad democrática, las perspectivas del sector asegurador son favorables.

Los cálculos de Fasecolda indican que la tasa media anual de crecimiento de la industria aseguradora en el período 2006-2015 fue del 13 % y del PBI total de la economía llegó a un 4,6%. Por otro lado, la tasa de crecimiento real de la industria aseguradora para 2015 fue del 5,8 %, superior al crecimiento del PBI (3,1 %). En tanto, el monto total de las primas emitidas por la industria aseguradora ascendió el año pasado a 21,5 billones de pesos colombianos. A 2015, las primas representaban el 2,7 % del PBI.

De acuerdo a la revista FASECOLDA (2016) se llegó a la conclusión que uno de los ramos que más desarrollo tuvo es el seguro de desempleo con un crecimiento del 209 % en los últimos cinco años (de 2010 a 2015).

En segundo lugar, el seguro del hogar alcanzó un crecimiento del 143 % en el mismo período. Adicionalmente, la mejor proyección está estipulada para el seguro de cumplimiento y concesiones de cuarta generación 4G. Este es el proyecto más ambicioso que se adelantó históricamente en Colombia en materia de infraestructura. Son 47 billones de pesos colombianos que serán invertidos en 40 proyectos viales. Esto permitirá que, para 2020, los 12 mil kilómetros de vías más

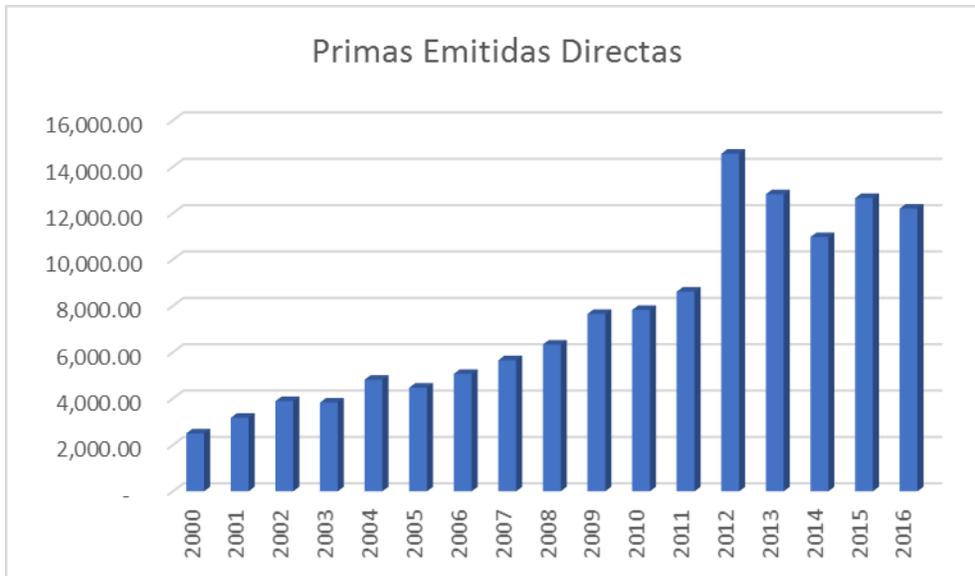
importantes del país estén construidos bajo las más altas especificaciones. Además, son más de diez países, en asociación con empresas colombianas, los interesados en estas obras: España, Italia, Austria, Israel, México, Brasil, Ecuador, Perú, China, India y Francia.

Por otra parte, en los seguros de daños, el riesgo climático también forzaría al Estado a implementar políticas públicas más agresivas para disminuir su vulnerabilidad fiscal, haciendo que las coberturas para el agro, la infraestructura y la población menos favorecida alcancen su punto más alto, y así como en la actualidad existe una norma de construcción sísmo resistente, en 20 años tendremos en el país una norma de construcción que tenga seguros obligatorios para incendios e inundaciones.

El desarrollo de la tecnología informática continuará siendo un factor transformador y tendrá efectos positivos en el desarrollo de la sociedad y del seguro; de esta forma, la nanotecnología permitirá nuevos métodos de diagnóstico en medicina, entenderemos la composición del universo con los avances en la física de partículas, el conocimiento detallado del genoma humano facilitará una adecuada selección de riesgos y tarificación en seguros de vida, y los desarrollos en el campo automotor reducirán la siniestralidad de ramos como el de autos, con la existencia de mecanismos automatizados de conducción que le permitan al conductor definir la ruta sin manejar, permitiéndole incluso ‘conducir’ con tragos y sin riesgo. Bajo el último escenario, en el caso del seguro de autos, se debería migrar a esquemas de protección diferentes a los actuales.

Un informe elaborado por Fundación MAPFRE, sobre la evolución del mercado latinoamericano de seguros entre 2003 y 2013, destaca el crecimiento sostenido experimentado por el sector asegurador colombiano durante el periodo, que registra subidas reales superiores al 10 por ciento anual en la emisión de primas.

Grafica 1: Primas emitidas



Fuente: elaboración propia cifras formato 290 SFC

El seguro colombiano ha sido capaz de crecer incluso en los dos años más afectados por la crisis financiera internacional, 2008 y 2009, cuando el sector experimentó incrementos del 10 por ciento, influido por un desarrollo positivo de las diferentes modalidades de Vida, principalmente los seguros colectivos y los productos destinados a la previsión social, así como por el extraordinario desarrollo que experimentó el seguro de Accidentes de Trabajo, que ha superado el volumen de primas al seguro de Automóviles

En 2012 la industria aseguradora colombiana ingresó un volumen de primas de 14.565 miles de millones de pesos frente a los 8.613 miles de millones de pesos de 2011. El ramo de Vida en su conjunto y el seguro de Accidentes de Trabajo han sido los principales motores del crecimiento, mientras que Incendio y Transportes han sido los que han mostrado un menor desarrollo, con decrecimiento de primas en el caso de Transportes.

Grafica 2: Siniestros Liquidados



Fuente: elaboración propia cifras formato 290 SFC

Grafica 3: Resultado técnico



Fuente: elaboración propia cifras formato 290 SFC

Grafica 4: Resultado del ejercicio



Fuente: elaboración propia cifras formato 290 SFC

Las perspectivas para los próximos años son optimistas, ya que la región en conjunto sigue teniendo una enorme proyección de desarrollo, y además el mercado asegurador está experimentando aumentos superiores al PIB, conforme crecientes capas de la población mejoran su nivel adquisitivo y acceden a productos y servicios antes no utilizados, como los que ofrece el mercado asegurador.

La rentabilidad de las aseguradoras está expuesto a la dinámica del mercado. En la industria en general se observa la dependencia de las utilidades de los resultados de sus portafolios de inversiones con un desempeño técnico constantemente negativo.

Grafica 5 Total Pólizas Vigentes final del ejercicio



Fuente: elaboración propia cifras formato 290 SFC

1.5. Marco legal del seguro en Colombia

De acuerdo a Isaza (2011) considera conveniente definir el derecho público y el derecho privado de los seguros:

“Derecho Público de Seguros: es aquella ciencia del derecho que, fundamentada en el derecho administrativo, constitucional y en las funciones de inspección, vigilancia y control del Estado en la actividad aseguradora, brinda un marco jurídico que reglamenta a las entidades aseguradoras y el estudio normativo del mismo (entidades).

Derecho Privado de Seguros: la ciencia del derecho que con fundamento en el derecho comercial y procesal se encarga del estudio del contrato de seguros y su legislación, así como de las acciones y procedimientos judiciales que pueden sucederse con relación a los efectos de la relación contractual del seguro (particulares).”

En los inicios de los seguros en Colombia estos contratos se contemplaban en el código de indias hasta 1863 cuando surgió los Estas Unidos de Colombia lo cual dio paso al desarrollo del Código de Comercio Marítimo del Estado de Panamá

en 1887 y El Código de Comercio Terrestre de Cundinamarca de 1886. Estos códigos sustentaron dichos contratos haciéndolo parte del derecho privado de seguros, pero no contenían la supervisión de la actividad financiera por parte del Estado, lo cual daba libertad legal a las aseguradoras.

Santos (2010) en la revista Credencia Historia relata que “después de la terrible crisis comercial y financiera de 1920-21, que obligó a renunciar al presidente Marco Fidel Suárez, se llegó al convencimiento de que la causa de esa, y de las anteriores crisis colombianas desde 1886, residía en la carencia de un sistema administrativo y financiero. El Congreso resolvió, por una Ley de 1922, crear el Banco de la República y facultar al gobierno para traer una Misión de técnicos extranjeros que se le midiera al milagro de estructurar nuestra organización administrativa mediante el destierro perpetuo del satánico papel moneda, considerado el culpable principal de nuestras desgracias económicas.”

Se contrató entonces al economista Edwin Walker Kemmerer junto a otros expertos internacionales, para crear el Banco de la República. La norma que creó a dicha entidad es la Ley 25 de 1923, y en un desarrollo posterior, la Ley 45 creó la “sección bancaria del Estado”, posteriormente la Ley 68 de 1924 en su artículo 55 afirmó “Quedarán sometidas a la vigilancia de la Superintendencia Bancaria las instituciones de seguro de cualquier clase.” Esta expresión se reglamentó con el decreto 655 de 1925.

Por las anteriores reformas dio paso a la historia normativa del derecho público de seguros con la ley 105 de 1927, que había sido propuesta desde 1921 en el Congreso de la República. Esta norma fue la primera en la historia jurídica nacional.

Galindo (2006) concluye que esta ley “gobernó los seguros durante 63 años, en primer lugar, fue un estatuto rígido que se dictó con la finalidad de proteger, antes que todo, a las compañías de seguros y de prohibir modificaciones o reformas a las pólizas o tarifas, sin la autorización previa de la Superintendencia Bancaria.

En segundo lugar, esta ley marco, compuesta de tan solo 31 artículos, se refería en términos perentorios a la organización de las compañías de seguros; a los informes que tenían que suministrar a la Superintendencia; a los depósitos o seguridades para atender los reclamos; al capital, reservas e inversiones de las compañías; a la obligación de someter los modelos de pólizas a la previa aprobación y a la prohibición de ofrecer ventajas o condiciones o hacer rebajas o concesiones, que no estuvieran incluidas en los respectivos amparos; a las sanciones por incumplimiento, y al título ejecutivo de la póliza.

Por último, como las condiciones de sus coberturas y tarifas aplicadas eran aprobadas de manera uniforme, los asegurados no encontraban alternativas en los amparos y en la liquidación de las primas, pues en teoría el costo de los seguros tenía que ser igual para todos, lo mismo que el alcance de las protecciones otorgadas.”

En el año de 1959 surge la ley 155 de 1959 con la cual se establece los antimonopolios en el país, excepto aquellos que por su importancia se decidiera excluir de esta norma general. Fue así como el sector asegurador quedó consagrado en decreto como un sector excluido de la competencia, y se designó a Asecolda para la fijación de tarifas de los seguros, cuyos estudios técnicos debían enviarse a la Superintendencia según Isaza (2010).

Para el año de 1959 la Superintendencia Bancaria (hoy Superintendencia Financiera de Colombia), tomó posesión de dos entidades aseguradoras en desarrollo de su función de vigilancia. Se requería que las compañías enviaran de manera trimestral un informe de su situación financiera (vale la pena aclarar que dichos requerimientos aún son vigentes, pero de manera mensual), pero para el año de 1960 la labor de supervisión se dificultaba ya que para ese entonces existían 74 compañías aseguradoras.

Con la ley 410 de 1971 dio origen al código de comercio en materia de derecho privado de seguros.

La Ley 100 de 1993 es una de las normas de seguros más importante en el país, objeto principal de esta ley, es que el Estado garantice el correcto funcionamiento de la seguridad social. Durante muchos años en Colombia existieron seguros de salud y esquemas de cubrimiento en salud que dependían principalmente de los empleadores, en contraposición al Instituto Colombiano de Seguros Sociales, que desde 1951 se había encargado de cubrir las contingencias de salud, vejez e invalidez, mediante una prestación que se asimilaba a un seguro, pero que en la práctica debería ser garantizado por el Estado.

La ley 964 de 2005 es la ley marco del mercado de valores la cual implicó la fusión de las Superintendencias. El 4327 de 2005, se unificó la vigilancia de la Superintendencias de Valores y Bancaria, en la nueva Superintendencia Financiera, la vigilancia institucional está basada en la observación de solvencia dinámica por entidad, a una supervisión basada en riesgos por actividad.

La función de la superintendencia Financiera de Colombia es vigilar a las entidades y su marco de estabilidad, vigilar su actividad como inversionistas, la consolidación de sus riesgos, potenciando el desarrollo de los sistemas de administración de riesgo para la totalidad de las entidades del sistema financiero según las potestades dadas a la entidad en el artículo 326 del Estatuto Orgánico. De esta manera es que surgieron los famosos Sistemas de Administración de Riesgos (SAROS) de los cuales actualmente operan 5 para las entidades aseguradoras (Crédito, Mercado, Lavado de Activos, Operativo y SEARS).

Durante 2010, se actualizaron los regímenes de inversiones y de patrimonio adecuado de las entidades aseguradoras, y se compiló toda la normatividad de la materia en el Decreto 2555, lo que resulta acorde con los tiempos modernos y facilita, como sucedió con el Estatuto Orgánico de 1993.

Capítulo 2: Riesgo de mercado y VaR

2.1. Contextualización del riesgo de mercado

El riesgo es el segundo elemento clave del binomio rentabilidad-riesgo y se convierte en un parámetro esencial cuando se trata de la formación, selección o gestión de carteras de valores.

El sector financiero ofrece mayores y más sofisticadas herramientas tecnológicas, las cuales permiten aprovechar las oportunidades de inversión que se derivan del nuevo entorno. Sin embargo, provoca también un aumento en la incertidumbre y en los riesgos, debido a la interconexión e interdependencia de los países; en este sentido, se presenta una mayor exposición a efectos dominó que amenazan con afectar negativamente a todos los agentes de la economía (personas, empresas y Estados). De esta manera plantea De Lara (2004), la globalización ocasiona que las pérdidas de un agente en particular produzcan efectos negativos, no sólo en el medio económico nacional, sino también en el internacional.

Toda actividad, sin importar su naturaleza, tamaño, sector o idiosincrasia tiene implícito uno o varios tipos de riesgos.

El riesgo de mercado recae sobre las compañías de seguros debido a al desempeño de las inversiones con las que respaldan los recursos de los clientes las cuales son las reservas de las compañías, dichas reservas son con el fin de pagar los posibles siniestros que se presenten a lo largo de la vigencia del seguro. Adicionalmente, estas compañías deben cumplir con un nivel mínimo de capital, para cubrir la eventualidad en que las primas y los retornos de las inversiones no sean suficientes para cumplir con el pago de esas pólizas. Esta condición se refiere a la relación de solvencia que las compañías de seguros deben cumplir, la cual es establecida por la regulación. Para ello se busca que las entidades tengan una

posición financiera sólida que las haga poco vulnerables a cambios en las condiciones económicas (evitar una excesiva exposición al riesgo), pero simultáneamente permitiéndoles obtener una rentabilidad adecuada que asegure la solvencia en el tiempo y que conduzca a un desarrollo del sector.

Algunos riesgos constituyen familias completas de las cuales se desprenden otros y la actividad financiera es una en donde más se ha estudiado el tema dada la sensibilidad que representa para un ahorrador o cliente de una institución el tema.

La eficacia en la mitigación y tratamiento de los riesgos, no depende exclusivamente de un adecuado seguimiento y control por parte de un área específica, sino constituye una responsabilidad del gerente y los funcionarios de una entidad.

Es necesario recordar que los riesgos no vienen solos, siempre concurren de manera simultánea, de forma que la misma cartera de créditos tiene además del riesgo de crédito, el riesgo de mercado, el riesgo operativo, el riesgo administrativo, el riesgo legal, etc.

La Superintendencia Financiera de Colombia define el riesgo de mercado como: la posibilidad de que las entidades incurran en pérdidas asociadas a la disminución del valor de sus portafolios, las caídas del valor de las carteras colectivas o fondos que administran, por efecto de cambios en el precio de los instrumentos financieros en los cuales se mantienen posiciones dentro o fuera del balance.

Riesgo de mercado: Constituye otra familia de riesgos. Se define como la probabilidad de incurrir en pérdidas originadas por variaciones adversas en las condiciones del mercado, tales como tasa de interés, tasa de cambio y precio. Entre todos este es el riesgo menos perverso, toda vez que no siempre significan probables pérdidas sino también ganancias.

Los movimientos en la tasa de interés, tasas de cambio y precio tienen un impacto negativo o positivo en la entidad, dependiendo de si tiene una posición en el activo o en el pasivo. Un incremento de la tasa de cambio origina pérdidas si la entidad tiene obligaciones en moneda extranjera, pero ganancias si en cambio posee activos en moneda extranjera.

El riesgo de mercado incluye los siguientes riesgos:

Riesgo de desfase: consiste en la probabilidad de pérdida cuando las variables de tasa de interés o tasa de cambio se encuentran desfasadas entre posiciones del activo y pasivo. Ejemplo: Algunas entidades financieras tienen carteras de créditos hipotecarios las cuales están indexadas a la UVR, la cual depende del comportamiento del IPC, mientras que el pasivo se encuentra asociado al comportamiento de la tasa de interés. En este caso existe un desfase en la variable, dado que la inflación y tasa de interés, aun cuando tienen algún grado de asociación o correlación, constituyen variables de mercado diferentes.

Riesgo de reprecio: Es la probabilidad de pérdidas originadas por la velocidad con que se recompone la tasa de interés. Por ejemplo: En un préstamo a un año a una tasa de interés DTF más 10 por ciento, la tasa se reprecia o recompone en forma trimestral. Significa que el trimestre vencido, determina de alguna manera la velocidad de recomposición del costo, si se trata de un pasivo o la velocidad de recomposición del ingreso si es un activo. En un comportamiento alcista de la tasa de referencia DTF, un préstamo con modalidad de pago mensual tendrá una mayor velocidad de reprecio y en consecuencia mayor impacto negativo en la situación del deudor. En tasa fija el reprecio normalmente se produce al vencimiento de la operación o mediante refinanciacines o reestructuraciones de las condiciones iniciales.

Riesgo de desfase del reprecio: es la probabilidad de incurrir en pérdidas originadas por el descalce que tienen las entidades en los tiempos de reprecio del activo y del pasivo. Aquellas entidades que colocan cartera de créditos a tasa variable y captan recursos a tasa fija o viceversa tienen riesgo de Desfase de Reprecio. Inclusive si el activo y pasivo está asociado a la misma tasa de referencia, se tiene cobertura natural de la tasa de interés, pero se encuentra descubierto el riesgo de Desfase, si los Reprecios de tasa se encuentran descalzados.

El nivel de exposición a dicho riesgo es mayor cuando las entidades no cuentan con políticas claras en materia de manejo de tasas de interés de sus activos y pasivos o cuando se desconoce la magnitud del problema.

De acuerdo a la ASOBANCARIA (2004) la regulación del riesgo de mercado en el mundo exige un nivel de capital y provisiones para las entidades financieras, suficiente para cubrir los riesgos financieros a los que éstas están expuestas, una inadecuada gestión del riesgo produce una disminución de los fondos totales para el crédito y la inversión en terceros, además de constituirse en grandes pérdidas, producidas por los costos de oportunidad que implica mantener un nivel de capital y provisiones mayores que los realmente necesarios, minando así, la competitividad de las entidades.

Los mayores niveles de riesgo de mercado tienen impactos negativos en la seguridad del sistema económico, en la competitividad de las entidades financieras nacionales ante la competencia extranjera y en la disminución de fondos totales para el crecimiento económico en los diferentes sectores. De esta forma, la importancia del riesgo de mercado es macroeconómica, convirtiéndose en una preocupación de Estado, más que de firmas particulares.

De acuerdo al decreto 2555 de 2010 las entidades vigiladas deberán diseñar y adoptar un Sistema de Administración de Riesgo de Mercado (SARM). Dicha entidad define el SARM “es el sistema de administración de riesgo que deben

implementar las entidades vigiladas con el propósito de identificar, medir, controlar y monitorear el riesgo de mercado al que están expuestas en desarrollo de sus operaciones autorizadas, incluidas las de tesorería, atendiendo su estructura y tamaño. El SARM se instrumenta a través de las etapas y elementos establecidos en el presente capítulo”

2.2. Normas de suficiencia del capital

Las normas de suficiencia de capital surgen a partir de las diferentes crisis que se han venido presentando lo que dio origen al Comité de Basilea, el cual ha tenido actualizaciones dadas las diferentes condiciones en las que se han presentado las crisis. Por ejemplo, El Comité de Basilea se originó en 1974 luego de la crisis financiera en Alemania por el cierre del BANKHAUS HERSTATT dadas las pérdidas por las operaciones de moneda extranjera por lo que se quedaron diversas operaciones sin realizarse. Esta desestabilización financiera obligo a los gobernadores del G-10 a emitir un mensaje de respaldo a la liquidez del sistema de pagos internacionales para poder recuperar la confianza y estabilidad del sistema financiero internacional.

Kluwer Law (2001) expresa que el Comité se encargó de temas relacionados con operaciones en moneda extranjera y de crear mecanismos de detección temprana que evitaran la ocurrencia de nuevas crisis como la de 1974. De igual manera, la metodología utilizada, así como la composición de sus miembros permitió que los supervisores conocieran las experiencias de otros países. Así, aprendieron uno del otro mejorando los mecanismos de regulación y supervisión utilizados a la fecha a nivel doméstico, procurando al mismo tiempo, con su trabajo común, alcanzar de alguna manera la estabilidad financiera internacional.

En 1988, el Acuerdo de Capital de Basilea (Basilea I) introdujo un sistema de medida del capital de las instituciones financieras, este sistema planeo un estándar de capital mínimo de 8% para el riesgo de crédito a partir de 1992.

En 1995 el Comité de Basilea les concede a los bancos calcular su exposición al riesgo de mercado por medio de modelos de VaR construidos por ellos mismos, para poder aplicar sus modelos (Basilea I) debe tener en cuenta lo siguiente:

- a. El cálculo del VaR debe basarse en datos cuantitativos y uniformes.
- b. Las correlaciones pueden establecerse en instrumentos de deuda o especificar entre las categorías.
- c. El cargo del capital deberá ser fijado con base al VaR promedio de los últimos 60 días multiplicando por un factor multiplicativo, el fin de este factor es cubrir a la institución contra diversos eventos.
- d. Las pruebas de Back - Testing verifican que el modelo interno hace un pronóstico correcto del riesgo de mercado, en caso de que no ocurra se deberá ajustar el factor multiplicativo.

En 1999, de acuerdo a Araujo (2007) el Comité publicó una propuesta para un marco de adecuación de capital revisado, el cual tenía tres principios: el de requerimientos de capital mínimo, el de la revisión supervisora de la adecuación de capital y de su proceso de asignación interna, y el del uso eficaz de la divulgación para consolidar la disciplina de mercado como complemento a los esfuerzos de supervisión bancaria.

En el año de 2004 se publicó Nuevo Acuerdo de Capital (Basilea II) el cual surgió de una relación con los bancos, los grupos del sector y las autoridades de supervisión que no son miembros del Comité.

A lo largo del origen del Comité de Basilea se ha venido publicando y actualizando diversas recomendaciones para promover la adopción de sanas prácticas tanto para la mejor forma de alcanzar una supervisión bancaria eficaz como para una serie de temas particularmente críticos en las instituciones financieras que son materia de supervisión. De estos temas se puede destacar el buen gobierno corporativo, el manejo del riesgo de crédito, el manejo del riesgo de tasas de interés, el manejo de la liquidez, el manejo del riesgo operativo, el marco de los sistemas de control interno, la continuidad operativa, entre otros.

El fundamento de los principios básicos del Comité es aportar para una mejor estabilidad financiera nacional e internacional, al tiempo que sentaría las bases para un mayor desarrollo de sistemas de supervisión eficaces. De acuerdo al Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2006) la experiencia ha demostrado que las autoevaluaciones del cumplimiento de los Principios Básicos en distintos países en general, y en instituciones individuales en particular, han resultado ser de utilidad para identificar deficiencias e inclusive para establecer prioridades a la hora de subsanarlas.

El comité de Basilea no le exige a un país cumplir con los requerimientos de capital de Basilea I o de Basilea II, excepto a los bancos con actividad internacional. El Comité no considera la implementación de cualquiera de estos dos marcos de adecuación de capital como un requisito para el cumplimiento de los Principios Básicos, sino que su cumplimiento sólo se exige a aquellos países que hayan decidido voluntariamente la implementación de alguno de ellos o de ambos.

2.3. El VaR como medida de riesgo de mercado

El sistema financiero colombiano ha enfrentado diversas crisis, es por esto que durante las últimas décadas se han experimentado importantes transformaciones, entre estas sobresalen los esfuerzos de liberalización financiera de los años 70 con la creación del sistema UPAC, y la reducción de encajes.

La importancia del riesgo de mercado para las economías se genera dado en el entorno de globalización que se ha vivido durante las tres últimas décadas en Colombia ya que genera una diversidad de impactos en lo económico, lo político, lo social y lo cultural, entre otros. Pero esta globalización también genera incertidumbre por la interdependencia y conexión de los países ya que puede ocasionar el efecto domino de manera negativa lo que conlleva a un contagio de incertidumbre de la región.

De acuerdo al Banco de pagos Internacionales (BIS 2005) plantea que la regulación el riesgo de mercado en el mundo exige un nivel de capital y provisiones para las entidades financieras, suficiente para cubrir los riesgos financieros a los que éstas están expuestas, esto es dado a que el sistema de precios depende de

muchas variables lo que conlleva a desarrollar diversas maneras de gestionar la volatilidad de los precios.

El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea por medio de sus disposiciones regula el riesgo de mercado por medio del Valor en Riesgo (VaR), De Lara (2004) menciona que El VaR es calculado a través de diferentes herramientas matemáticas y estadísticas y permite estimar cuál es el riesgo de mercado que tiene una inversión o un portafolio de inversiones, es decir, “estima la pérdida máxima que podría registrar un portafolio en un intervalo de tiempo con cierto nivel de probabilidad o confianza”

En el año 2001 la medición de riesgo de mercado para las entidades financieras de Colombia presentó un cambio de metodología bajo el decreto 1720 de 2001, siguiendo las recomendaciones del Comité de Basilea, las cuales han tenido una amplia aplicación en el plano internacional. La regulación colombiana adoptó el Valor en Riesgo, como la metodología requerida para la medición de los riesgos de mercado en las entidades financieras,

Según Solís (2009) Los orígenes del VaR se da a finales de los años 70 cuando una serie de importantes instituciones financieras comenzaron a trabajar en modelos internos de gestión del riesgo. El más conocido de estos sistemas fue el desarrollado por JP Morgan, que estaba en funcionamiento alrededor de 1990. Este sistema se basaba en la teoría de la cartera estándar utilizando estimaciones de las desviaciones estándar y las correlaciones entre los rendimientos de los diferentes instrumentos negociados, obteniendo una medida de riesgo de toda la empresa. La medida utilizada fue la noción hasta entonces casi desconocida de valor en riesgo diario (o VaR), que era la pérdida máxima probable en el próximo día de negociación.

La principal herramienta de regulación del riesgo de mercado es el Valor en riesgo o VaR, la cual es una medida cuantitativa del monto máximo que puede perder una persona (natural o jurídica) cuando invierte en un activo financiero por efectos de la volatilidad de precios (Riesgo de mercado).

El VaR es calculado a través de diferentes herramientas matemáticas y estadísticas y permite estimar cuál es el riesgo de mercado que tiene una inversión o un portafolio de inversiones, es decir, De Lara (2004) “estima la pérdida máxima que podría registrar un portafolio en un intervalo de tiempo con cierto nivel de probabilidad o confianza”.

El VaR es importante desde dos puntos de vista, el del inversionista (o quien lo represente) y el del mercado. Desde el punto de vista del inversionista es importante ya que le permite decidir cuál es la inversión apropiada según su perfil de riesgo y la relación riesgo-rentabilidad del activo antes de tomar una posición; y una vez la ha tomado, le permite cuantificar en teoría la máxima pérdida que podría obtener ante los cambios de precio de dicho activo, además, le ayuda a adoptar una decisión acerca de cuál será el momento indicado para liquidar dicha posición limitando las pérdidas. El papel del Estado se centra en el impacto que puede tener el riesgo en el mercado; de esta manera, el VaR le permite a los organismos reguladores (superintendencias o afines) garantizar que el capital y las provisiones de las entidades vigiladas sea lo suficientemente alto para cubrir sus riesgos financieros

La medición del VaR debe cumplir con los siguientes estándares según la SFC

- a) El modelo debe capturar los principales factores de riesgo a que se encuentre expuesta la entidad y considerar cuando menos los factores de riesgo contemplados en el modelo estándar.
- b) El valor en riesgo debe ser calculado diariamente.
- c) Para calcular el valor en riesgo debe utilizarse un intervalo de confianza de noventa y nueve por ciento (99%) de un extremo de la distribución, este nivel de confianza es probabilidad de que no se alcance el nivel de pérdidas definida por el VaR.
- d) El modelo debe emplear un cambio en los precios para un período de diez (10) días hábiles de negociación (trading), es decir, el período de tenencia a emplear

por los modelos será de mínimo diez (10) días. Se pueden utilizar valores en riesgo calculados para un periodo de tenencia menor a diez (10) días, debiendo en todo caso escalarlos por la raíz cuadrada del múltiplo correspondiente. El período de tenencia mínimo a emplear por las entidades de seguros generales será de veinte (20) días hábiles de negociación.

e) Para la estimación de los parámetros estadísticos empleados por los modelos se debe considerar un período de observación efectivo de por lo menos un (1) año. Cuando la periodicidad de las series no sea diaria, se deben considerar por lo menos doscientos cincuenta (250) observaciones.

f) Para la estimación del valor en riesgo se pueden adoptar tanto enfoques paramétricos como no paramétricos (simulaciones históricas, simulaciones de Monte Carlo, etc.).

g) Las bases de datos requeridas para la estimación deben estar permanentemente actualizadas.

h) Los modelos utilizados deben capturar adecuadamente el riesgo de mercado de posiciones en opciones teniendo en cuenta lo siguiente:

i. Deben capturar las características no lineales del precio de las posiciones.

ii. Deben capturar la sensibilidad de estas posiciones a la volatilidad del valor del instrumento subyacente.

iii. Los choques contemplados deben tener un horizonte mínimo de (diez) 10 días.

i) El modelo debe estar en capacidad de efectuar mediciones que contemplen escenarios extremos (stress testing) en los diferentes factores de riesgo. Así mismo, cuando se presenten cambios estructurales en el mercado que no estén reflejados adecuadamente en las series históricas empleadas, el modelo debe contemplar estos movimientos en los factores de riesgo.

j) En el caso del riesgo de precio de acciones de baja, mínima o ninguna bursatilidad o no inscritas en una bolsa de valores, el modelo debe emplear

escenarios de stress debidamente documentados y basados en análisis propios de la entidad.

k) El modelo puede contemplar correlaciones entre los diferentes factores de riesgo y entre las principales categorías de riesgos (v.g. tasa de interés y tasa de cambio) siempre y cuando la metodología de estimación sea técnicamente consistente y las pruebas de desempeño (backtesting) corroboren los resultados obtenidos.

El VAR es importante para la dirección de la empresa puesto que valora los riesgos de las operaciones de mercado y de inversión; proporciona información a los accionistas respecto a los riesgos financieros de su empresa; se puede utilizar para determinar límites posicionales de los operadores y para la asignación de los recursos escasos de capital; los inversionistas utilizan el VAR para controlar lo mejor posible los riesgos financieros; el VAR ha creado una metodología para hacer frente al riesgo permitiendo evitar posibles desastres financieros; el VAR da a conocer la posible pérdida máxima (PM) en un determinado horizonte temporal dentro de un determinado intervalo de confianza.

Vilariño (2001) señala que al fijar un nivel de confianza se supone que las pérdidas de la cartera pueden modelarse utilizando la estadística. Para esto, se parte de la posición de la cartera o los precios de mercado de los activos. Bajo el supuesto de que los rendimientos siguen un comportamiento aleatorio, la valoración de mercado de la cartera también sería aleatoria. Siguiendo esta hipótesis es posible estimar el valor de la cartera que determina una pérdida máxima a un nivel de confianza dentro de una distribución de frecuencias.

El VaR tiene auge como medida de riesgo debido a las siguientes características según Dowd & Blake (2006):

“El VaR proporciona una medida común de riesgo a través de diferentes posiciones y factores de riesgo. Se puede aplicar a cualquier tipo de cartera, y permite comparar los riesgos a través de diferentes carteras (por ejemplo, de renta fija y renta

variable). Los métodos tradicionales son más limitados, por ejemplo, las medidas de duración se aplican sólo a las posiciones de renta fija.

El VaR permite agrupar los riesgos de los activos teniendo en cuenta las formas en que los factores de riesgo se correlacionan entre sí, mientras que la mayoría de las medidas de riesgo tradicionales no permiten la agregación de los componentes de riesgo.

El VaR se expresa en la unidad de medida más simple y fácil de entender, es decir, "dinero perdido." Muchas otras medidas se expresan en unidades menos entendibles"

2.4. Calculo del VaR

El VaR, es una herramienta de medición del riesgo. No está limitada ni a determinadas categorías de activos ni a ciertas fuentes de riesgo de mercado, sino que están incluidos todos los activos y fuentes de riesgo de mercado que contribuyen a la distribución de probabilidad de los resultados de una cartera.

El VaR tiene cinco parámetros iniciales:

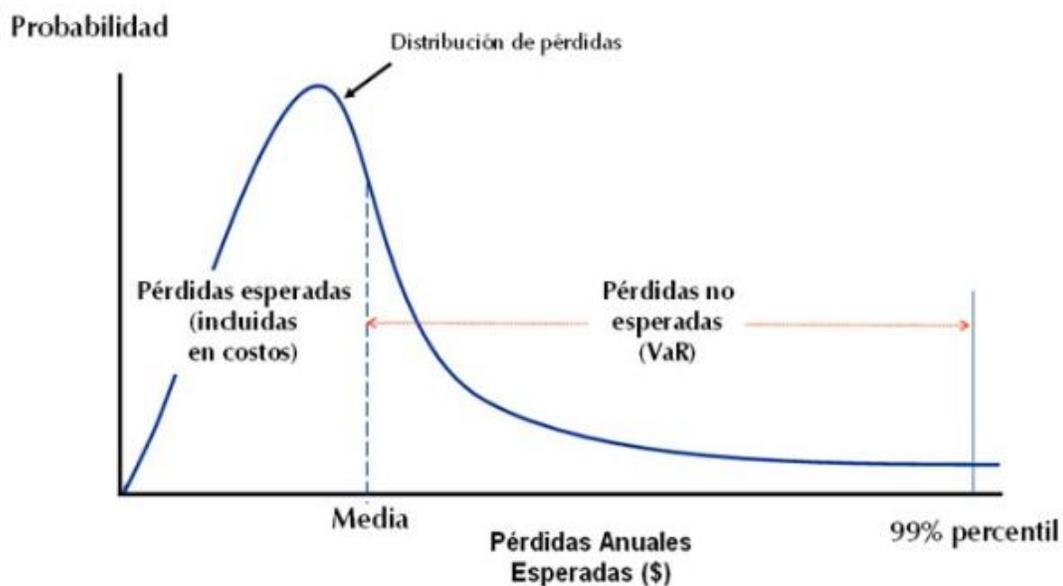
- Un intervalo o nivel de confianza asociado a su cálculo. El nivel de confianza corresponde a la probabilidad que la pérdida o menos valor de la cartera de inversiones, sea igual o inferior a la pérdida máxima estimada determinada de acuerdo al modelo del VaR, por lo tanto, las compañías deberán considerar la estimación del VaR a un nivel de confianza del 95%. El Comité de Basilea establece que el cálculo del VaR debe realizarse diariamente sobre un horizonte de planificación de dos semanas (diez días de negociación), utilizando un nivel de confianza del 99% ($c=0.99$) y un periodo de observación mínimo de un año.

- Un plazo, o unidad de tiempo, para la estimación. Es el tiempo sobre el cual es calculad la máxima pérdida probable. El Comité de Basilea establece un periodo de dos semanas, aunque en la práctica se utilizan periodos de un día, siendo posible trabajar con periodos inferiores a éste. En la elección del periodo de mantenimiento deben considerarse diversos aspectos, como la liquidez de los mercados en los que

opera la institución o la posibilidad de que la entidad reajuste las posiciones de la cartera.

- Una moneda de referencia. El VaR deberá calcularse en una unidad monetaria que sea autorizada por la Superintendencia Financiera de Colombia
- Una hipótesis sobre la distribución de la variable analizada.
- Una metodología de estimación.

El VaR_{α} corresponde al α -ésimo cuantil de la distribución de pérdidas y ganancias de un activo. Es decir, representa la máxima pérdida en que incurre un activo en el $\alpha * 100\%$ mejor de los casos. Para el caso colombiano, el VaR tiene implicaciones directas en el cálculo de la relación de solvencia de las entidades financieras, un VaR más alto representa una relación de solvencia más baja, lo cual obliga a las entidades a reasignar sus activos riesgosos o a realizar aportes adicionales de capital. Sin embargo, no existe una metodología única para el cálculo del VaR. Bajo el marco regulatorio actual, las entidades financieras pueden medir este tipo de riesgo utilizando el método propuesto por la Superintendencia Financiera de Colombia o modelos internos aprobados por el ente regulador.



Fuente: Feria y Jiménez (2007). p.10

Jorion (2004) define el VaR analíticamente por “el límite superior de la integral de la función de los rendimientos esperados $r(s)$, en donde el valor esperado de r es cero llegando a la conclusión que:

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

En donde:

α es el área de pérdida de los rendimientos.

σ^2 es la varianza de los rendimientos

y Δt el horizonte de tiempo para el cual se calcula el factor de riesgo VaR”

De acuerdo a Mori (1996) se deben llevar a cabo tres etapas para la determinación del VaR:

1. Identificación e introducción en el modelo de la información sobre cambios en el entorno, que afecten al valor de la cartera. Para este primer paso es necesario identificar los factores de riesgo, esto es, aquellas variables que puedan afectar al mencionado valor. Dependiendo del grado de complejidad de la estrategia de gestión del riesgo, y de la importancia relativa de la posición mantenida, se utilizarán como factores de riesgo los rendimientos concretos de los activos que conforman la cartera (tipos de interés, tipos de cambio, etc.), o bien se recurrirá a un precio que aglutine información relativa a una categoría de instrumentos o activos, como puede ser el caso de un índice bursátil.
2. Medición de la sensibilidad de la cartera: En esta segunda etapa se determina en qué medida cambia el valor de la cartera ante una variación unitaria en cada uno de los factores de riesgo identificados en la fase anterior.
3. Estimación de la pérdida máxima que puede experimentar la cartera, con un determinado nivel de fiabilidad estadística, ante los cambios en el entorno esperados. Esta estimación dependerá de cual haya sido el método elegido

para la predicción de la volatilidad futura y de las hipótesis estadísticas que hayan sido realizadas al respecto.

Existen distintas formas de cálculo del VaR. Una clasificación muy importante las divide según la forma de evaluar la cartera de activos con riesgo. En este sentido, se puede dividir en dos grandes grupos:

Métodos de evaluación local: El VaR se determina evaluando la cartera de una sola vez, en la posición inicial, y luego se usan derivadas parciales para inferir los posibles cambios de valor de la cartera. En este grupo se encuentra la forma de cálculo denominada Modelización o Varianza-Covarianza.

Métodos de evaluación completa: El VaR se determina evaluando la cartera en todo rango de escenarios posibles. En este grupo se encuentran las formas de cálculo denominadas Simulación Histórica y Simulación de MonteCarlo.

La clasificación anterior refleja un trade-off entre velocidad y exactitud. La velocidad de cálculo es importante cuando la cartera es muy grande y está expuesta a muchos factores de riesgo, los cuales involucran muchas correlaciones. En este caso, el enfoque de Modelización (Evaluación local) es apropiado.

No obstante, cuando la cartera incluye muchos contratos no lineales, como las opciones, el enfoque de Modelización no es muy exacto en la medición del VaR. En estos casos es conveniente recurrir a la Simulación Histórica o Simulación de MonteCarlo (Evaluación completa). Estos enfoques mejoran notoriamente la exactitud del cálculo del VaR.

Las tres formas mencionadas de cálculo del VaR son muy utilizadas por empresas tanto financieras como no financieras, no existiendo un consenso general sobre cuál de ellas es la mejor en términos absolutos. Cada una tiene ventajas y desventajas relativas, por lo que las firmas suelen utilizar las tres al mismo tiempo, al menos las líderes en el campo de la administración de riesgos.

2.5. Metodologías más utilizadas para el cálculo del VaR

El VaR se puede calcular por medio de diferentes metodologías entre las cuales se destaca:

Los métodos de valoración local, este método mide el riesgo valorando la cartera en la posición inicial y utilizando los derivados locales para inferir los movimientos posibles. Como por ejemplo el método delta normal el cual utiliza derivadas lineales o delta y supone las distribuciones normales. Debido a que el enfoque “delta-normal” es fácil de poner en práctica, algunas veces, se utiliza, una variante, llamada las “Griegas”

Según Bancolombia (2006) este método consiste en aproximaciones analíticas a las derivadas del primer y segundo orden y es el más apropiado para carteras con fuentes de riesgo limitadas. El segundo grupo utiliza la valoración total. Los “métodos de valoración total” miden el riesgo revalorizando totalmente la cartera sobre un rango de escenarios. Los pros y contras de la valoración local versus global los discutimos a continuación. Inicialmente, consideramos una cartera sencilla dirigida por un solo factor de riesgo.

Y por otra parte se encuentra el método de valoración global que de acuerdo a Martin (2000) es un método más exacto porque tiene en cuenta pagos de la renta no-lineales e incluso efectos de cadencia temporal que generalmente se ignoran en el enfoque delta-normal, este requiere un conjunto de precios completos, tal como curvas de rendimiento, en lugar de rendimientos exactos. Este modelo no trata de definir una relación explícita entre el valor del portafolio y los factores de riesgo, sino que simplemente trata de estimar el valor del portafolio en distintas situaciones o escenarios, utilizando la siguiente igualdad (Martin 2000):

Pérdida/ganancia potencial = valor de la posición después del cambio potencial del mercado - valor de la posición actual. En este método encontramos la simulación histórica y simulación Montecarlo las cuales se abordarán de una forma más específica en el siguiente capítulo.

3. Metodologías de estimación del VaR

El VaR estima las pérdidas máximas esperadas sobre un horizonte objetivo en un intervalo de confianza determinado, las metodologías son herramientas con las que se representa el comportamiento de diversos fenómenos, estas tratan de aproximarse a la realidad teniendo en cuenta los factores principales de dicho fenómeno, una metodología nos ayuda a entender de una manera práctica una determinada situación que resultaría compleja analizarla en su conjunto total.

Hay varias metodologías para calcular el VaR el paramétrico que es el delta normal y el no paramétrico que es el histórico y la simulación Monte Carlo.

3.1. Método delta normal

También llamado VaR de varianza y covarianza el cual supone que el rendimiento de todos los activos está distribuido normalmente caracterizada por su valor medio μ y su desviación estándar σ , la cual se tomará como medida de volatilidad de la rentabilidad de los activos. Este modelo parte de la teoría del portafolio de Markowitz en el cual se plantea que si una cartera de inversión se conforma de dos activos que tiene factores de riesgo respectivamente y la relación entre el cambio en el valor del portafolio y de los factores de riesgo es lineal, es decir que supone que el rendimiento de los activos está distribuido normalmente.

El supuesto de normalidad facilita la estimación de la distribución de probabilidad de los cambios en el valor del portafolio, debido a que los niveles de confianza son un número específico de desviaciones estándar que representa el rango donde el valor del portafolio va a estar fluctuando.

Hendricks (1996) estableció que el supuesto dual entre normalidad e independencia de la serie de datos con los que se mide la volatilidad, crea facilidad de uso por dos razones. Primero, la normalidad simplifica los cálculos de valor en riesgo porque requiere sólo la estimación de la desviación estándar para medir los cambios de valor de un portafolio durante el periodo en el que se mantengan las posiciones en los instrumentos financieros que lo conforman. Segundo, la independencia de los datos históricos de la serie suponen que un movimiento del

precio en un día no afectará estimaciones de movimientos del precio en cualquier otro día.

Por lo tanto, con los dos planteamientos anteriores, se podrían obtener las medidas de valor en riesgo para cualquier periodo de tenencia, multiplicando la desviación estándar diaria por la raíz cuadrada del número de días del periodo por analizar. Pero reconoce también que existe gran evidencia que sugiere que algunas series de cambio en precios no se comportan como una distribución normal.

De acuerdo a Johnson (2001) Este método implica una aproximación local de los movimientos de los precios; por lo que un beneficio esencial de éste es que requiere calcular el valor del portafolio sólo una vez, con los valores actuales de mercado. Por ello, permite manejar un gran número de activos y es fácil de implementar.

Además, se puede trabajar con una hoja de cálculo y es una buena aproximación cuando se utilizan lapsos de tiempo muy cortos en condiciones normales del mercado. Sin embargo, presenta serias limitaciones, entre ellas las siguientes: cuantifica de manera pobre el riesgo de evento o de condiciones extremas, no mide adecuadamente los instrumentos no lineales y subestima el cálculo cuando la serie tiene colas anchas, o sea cuando las distribuciones no son normales.

Monge (2003) La implementación de este método es bastante sencilla debido a que el algoritmo para calcularlo inicia con la definición de la matriz de varianzas y covarianzas, y con la ponderación actual de los instrumentos se procede a calcular el VaR para el portafolio especificado, considerando el nivel de significancia establecido Este modelo tiene en cuenta las fluctuaciones pasadas en los precios de todos los instrumentos financieros del portafolio, las cuales están linealmente relacionados con un número reducido de factores de riesgo.

Este método asume que los rendimientos de los factores de riesgo del mercado se distribuyen independientemente e idénticamente como variables aleatorias normales multivariadas, con volatilidades y correlaciones estables

durante el horizonte de tiempo establecido. Así, el VaR de un portafolio se puede calcular directamente con sólo obtener la distribución de probabilidad acumulada conjunta normal de los cambios instantáneos en los factores de riesgo, y un argumento muy ad hoc que facilita la interpretación estadística del VaR por medio de niveles de confianza (J. P. Morgan, 1995; Jorion, 2000).

Para los portafolios que incluyen solamente factores de riesgo lineales como como títulos de capital, bonos, materias primas (commodities), forwards, futuros y swaps, el VaR se calcula fácilmente a partir de la matriz de varianza-covarianza y de los vectores de las posiciones tomadas en cada instrumento, lo cual presenta una gran ventaja en términos de simplicidad para los grandes portafolios institucionales (Beltrán y Perilla, 2002:17).

En el riesgo de mercado la variable aleatoria es la tasa de rendimiento de un activo financiero, que es:

$$R_t = 100 \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Donde:

R_t : rendimiento del activo en el período (t-1, t), generalmente un día.

P_t : precio del activo en el momento "t".

P_{t-1} : precio del activo en el momento "t-1".

El VaR del portafolio bajo esta metodología es:

$$VaR = Z_c \sqrt{\delta^T \Sigma \delta} * \sqrt{\Delta t}$$

Donde:

Σ : Es la matriz de varianza – covarianza del portafolio de los factores de riesgo

δ : Es el vector de posición de los factores de riesgo

Z_c : Valor crítico de la distribución normal

Esta ecuación muestra que los portafolios están contruidos de tal manera que la relación entre los instrumentos que lo componen hace que el riesgo agregado del portafolio sea menor que la suma de los riesgos individuales. En este caso las correlaciones son importantes porque ayudan a diversificar el riesgo; por esto se da el nombre de valor en riesgo "diversificado" a aquel que se calcula utilizando las correlaciones entre los factores de riesgo, siendo este menor que la suma de los VaR individuales, siempre y cuando las correlaciones sean menores que 1.

El cambio en el valor del portafolio puede ser positivo o negativo, es decir una ganancia o pérdida en el valor del portafolio. Las instituciones financieras que utilizan niveles de confianza del 95% y 99% pueden capturar eventos hasta por 1.645 y 2.326 desviaciones estándar respectivamente.

Si optamos por un nivel de confianza del 99% significaría que los cambios diarios en el valor del portafolio no excederán el nivel del valor en riesgo estimado. Mientras que el caso inverso también debe ser considerado por las entidades financieras, esto es, existe una probabilidad del 1% de que los cambios diarios en el valor del portafolio excederán el nivel del VaR. Es decir, las pérdidas ocurrirán en promedio, una vez cada cien días con datos diarios.

Este método retoma los conceptos de la teoría de cartera clásica, procedente de autores como Markowitz y Sharpe. Para Jorion (2000), el concepto de valor en riesgo no es algo nuevo; lo que sí lo es tiene que ver con la aplicación sistemática del VaR a múltiples fuentes de riesgos financieros, incluyendo los derivados, y culminando con un número que se aplica a toda la empresa. Pero, más que encontrar este número, es de interés poder utilizarlo con el fin de tomar decisiones para manejar y controlar el riesgo.

El uso del término \sqrt{t} supone que los rendimientos se distribuyen idéntica e independientemente (Jorion, 2000:103); "estos no están correlacionados en intervalos sucesivos de tiempo", es decir, covarianzas iguales a cero. Por tanto, el rendimiento esperado y la varianza se incrementan linealmente con el tiempo. La volatilidad, en contraste, crece con la raíz cuadrada del tiempo; en otras palabras,

según Campos (2002:13): "La volatilidad de un periodo largo puede considerarse la suma de la volatilidad de periodos más cortos".

"Nótese que, dado que la volatilidad crece con la raíz cuadrada del tiempo y la media con el tiempo, la media dominará a la volatilidad en horizontes largos. En horizontes cortos, tales como un día, la volatilidad domina" (Jorion, 2000:104). Este planteamiento proporciona una razón para concentrarse en mediciones del VaR basadas sólo en la volatilidad e ignorando los rendimientos esperados.

Vale la pena tener en cuenta que el tiempo se suele asumir como el plazo necesario para poder deshacer o cubrir una posición del portafolio, si no es posible cerrarla. Es decir, que los modelos de valor en riesgo asumen que la composición del portafolio no cambia durante el periodo de tenencia, lo cual puede exagerar las pérdidas probables cuando un inversionista está en capacidad de liquidar un instrumento durante un periodo de tiempo más corto, o cuando es posible usar derivados para cubrirse de eventuales pérdidas. Este último caso complicaría los cálculos del VaR, pues se debe recordar que este método mide inadecuadamente el riesgo de los instrumentos no lineales, tales como las opciones y otros derivados cuyos precios varían en magnitud diferente a la del mercado. Por lo anterior, se deben asignar horizontes temporales cortos a portafolios trading o especulativos y largos a portafolios más estructurados cuya intención no sea la de liquidación en el corto plazo.

La gran diferencia entre la distribución normal y la real de las series financieras es el fenómeno de colas gruesas (también presentan asimetría). El segundo problema de este método tradicional es que utiliza todas las observaciones de la serie financiera. Debido a esto, la distribución estimada se ajusta bien a las observaciones centrales, pero deja a un lado las observaciones extremas dado que estas son muy pocas; sin embargo, son estas observaciones las que realmente son de interés en la medición del VaR (Cardozo, 2004:3).

3.2. Método de simulación Histórica

Este método a diferencia del Delta normal no requiere ningún supuesto en la distribución de probabilidad de los rendimientos por lo que es posible reflejar la distribución de rentabilidades completa. Este modelo consiste en retroceder en el tiempo durante un periodo de tiempo suficientemente amplio, Peña (2002) y Jorion (1997) muestran que lo usual es tomar los últimos 250 días aproximadamente, aunque no se puede dejar de darle importancia al tamaño de la muestra, debido a que puede tener mucha influencia en la valoración y la predicción de este método, y aplicar ponderaciones, a esta muestra se debe aplicar ponderaciones actuales a una serie temporal de rendimientos históricos de activos, de acuerdo al comité de Basilea el modelo de simulación histórica se deben tener observaciones de por lo menos un año.

Una segunda alternativa consiste en aplicar el vector de ponderadores de inversión vigentes a una serie representativa de retornos históricos, de manera de generar una secuencia de valores de portafolio que pueden ser representados estadísticamente por un histograma. A partir de esta secuencia de valoración histórica que define una cierta distribución de probabilidades, se procede a calcular el VaR (Johnson 2001)

Lo que hace este modelo es que toman valores actuales y, por tanto, este rendimiento no representa el de una cartera real, sino que reproduce el pasado de una cartera hipotética utilizando las ponderaciones de hoy; este enfoque en ocasiones se denomina bootstrapping porque supone la utilización de la distribución real de los datos históricos recientes (sin reemplazamiento), es decir que se utilizan datos del pasado como guía de lo que sucederá en el futuro.

El periodo muestral hace referencia al uso de tamaños muestrales más largos y más cortos, por lo tanto, los intervalos más grandes incrementan la precisión de la estimación, pero el inconveniente es que se pueden tener en cuenta datos irrelevantes que pueden distorsionar los cambios en la tendencia.

Simulación Histórica hace uso de la distribución empírica de los rendimientos. La premisa detrás de la Simulación Histórica es que los cambios potenciales en los factores de riesgo subyacentes son idénticos a los cambios observados en esos

factores de riesgo sobre un periodo definido históricamente. Esto significa que realizar una Simulación Histórica es realizar un “muestreo” sobre los rendimientos del pasado, y aplicarlos al nivel actual de los factores de riesgo para obtener escenarios evaluados de riesgo. Finalmente se usan estos escenarios para obtener los escenarios de pérdidas y ganancias del portafolio.

Este método tiene la ventaja de reflejar la distribución histórica multivariada de los factores de riesgo en los rendimientos, además de que incorpora la información sobre los rendimientos extremos siempre que estos sean incluidos en el periodo de muestra.

En la práctica se trabajan con rendimientos históricos en el escenario correspondiente a un histórico de al menos tres años de datos diarios, en el caso que se trabaje con tipos de cambio, tasas de interés e índices accionarios por lo tanto se puede definir la matriz de rendimientos históricos:

$$R = \begin{pmatrix} r_{t,1} & r_{t,2} & \dots & r_{t,n} \\ r_{t-1,1} & r_{t-1,2} & \dots & r_{t-1,n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{t-m,1} & r_{t-m,2} & \dots & r_{t-m,n} \end{pmatrix}$$

El VaR para el portafolio para T días lo obtendríamos:

1. Tome un renglón r de R correspondiente a un escenario de rendimientos de los factores de riesgo.
2. Calcular el precio de cada factor de riesgo a T días con la fórmula $P_T = P_0^{(r \sqrt{T})}$ esto se multiplica el escenario de un día de rendimiento (r) por \sqrt{T} para obtener un escenario de T días de los rendimientos.
3. Evalué cada instrumento usando los actuales precios P_0 y los precios P_T del escenario a T días.

4. Encuentre las pérdidas y ganancias del portafolio: $\sum_j V_j (P_T) - V_j (P_0)$

5. Ordene la serie de pérdidas y ganancias de menor a mayor y de acuerdo al nivel de confianza, obtenga el VaR correspondiente.

Gutiérrez (2008) expone que el método de simulación histórica comenzó a tener popularidad como medida de riesgo en la industria financiera, después de que ocurrió la crisis del caso de Long Term Capital Management (por sus siglas en inglés, LTCM), ocasionada por el contagio de la moratoria de pagos de Rusia ocurrida en el año de 1998. Esta crisis catastrófica dejó claro que el supuesto de normalidad asumido en el modelo de varianza-covarianza introducido por J. P. Morgan (1995), suele ser insuficiente para capturar el efecto de las colas pesadas exhibido en la distribución de rendimientos y la no linealidad de los portafolios ocasionada por las posiciones de productos derivados. En este sentido, la aproximación histórica estima el VaR como un percentil de la distribución empírica discreta. Esta aproximación convencional simple ha sido utilizada ampliamente por varias instituciones financieras e inversionistas individuales para el análisis del riesgo.

3.3. Modelo simulación Monte Carlo

El método Monte Carlo, se denomina así por la capital del Principado de Mónaco, donde las principales atracciones son los casinos y los juegos de azar, como la ruleta o las máquinas tragamonedas, las cuales se muestran en un comportamiento aleatorio. El inventor del método Monte Carlo fue Stanislaw Ulam, un matemático polaco que trabajó en Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial en el diseño de la bomba de hidrógeno, mientras ponderaba las posibilidades de ganar al juego de cartas “solitario” en 1946. Se dio cuenta que era más sencillo tener una idea del resultado general del juego si hacía varias pruebas con las cartas y contaba las proporciones de los resultados, que tener que contar todas las posibles combinaciones de resultados posibles.

Esta metodología se ha utilizado durante décadas para modelar todo tipo de fenómenos complejos desde el diseño de reactores nucleares, exploración de pozos

petrolíferos, mecánica cuántica, econometría y es útil también para modelar el comportamiento de activos de los que carecemos de información histórica o para los que siguen distribuciones muy diferentes a la normal (Ross 1999).

Curiosamente la base teórica del método era bien conocida desde hacía tiempo. Algunos problemas de estadística se resolvían a veces empleando muestras aleatorias, es decir, aplicando el método de Montecarlo. A pesar de ello, hasta la aparición de las máquinas calculadoras electrónicas, este método no encontraba aplicaciones amplias ya que la simulación a mano de variables aleatorias es un proceso muy laborioso. Gracias a la modernización se pudo mejorar el método más fácilmente.

La aleatoriedad de los juegos de azar es parecida a la forma con que este método selecciona los valores de las variables para simular el modelo, es decir, que se conoce el rango de valores, pero existe incertidumbre del valor particular para un momento o evento determinado del tiempo, como pueden ser los riesgos de mercado, los de crédito y los operacionales. Para cada variable se definen los posibles valores, que tienen un determinado rango cada una, con una distribución de probabilidad seleccionada en función de las condiciones generadas alrededor de la variable.

La metodología de simulación histórica Monte Carlo es una combinación de los métodos varianza/covarianza y de la simulación histórica. Mientras la simulación estocástica trata de modelizar valores esperados, asumiendo que siguen una distribución específica con unos parámetros determinados y tomando información histórica de una serie de valores, el método de Monte Carlo se fundamenta en desarrollar una serie de escenarios aleatorios. Partiendo de la distribución de volatilidades y correlaciones entre los factores de riesgo, se generarán miles y decenas de miles de escenarios hipotéticos y se determinan los resultados para cada escenario. Los escenarios no son totalmente aleatorios, sino estructurados, ya que se mantienen las características estimadas iniciales de correlación y volatilidad de dichos factores de riesgo. Una vez obtenidos los resultados para cada escenario,

se puede formar un histograma de frecuencias y determinar cuál es el VaR a partir de esta distribución.

Según (Johnson 2001) establece que este método se basa en la generación de múltiples realizaciones para los retornos de un activo con un horizonte predefinido, como por ejemplo una semana o un mes (T). Estas realizaciones deben ser generadas a partir de una función de distribución de probabilidades que represente al proceso estocástico simulado, una vez simuladas las diversas trayectorias de tamaño T se obtienen los valores del retorno para el horizonte de inversión o análisis preestablecido. Con estos datos se procede a calcular la desviación estándar del retorno del activo, de manera de generar su VaR

La simulación por Monte Carlo es especialmente válida para modelizar el comportamiento de variables de las que no se dispone de información histórica o que siguen distribuciones muy diferentes de la normal. Para calcular el VaR a través del método de Monte Carlo es necesario disponer tanto de las series históricas de los factores de riesgo subyacentes para poder calcular volatilidades y correlaciones, así como de las funciones que describen la dependencia de las distintas variables de los factores de riesgo subyacentes. A través de las series históricas de los factores de riesgo se calculan las volatilidades y correlaciones esperadas para así capturar la incertidumbre de la variación de las variables. Los modelos de valoración permiten determinar la exposición de las variables a los distintos factores de riesgo o incertidumbre.

La simulación de Montecarlo consiste en generar una serie de escenarios aleatorios y evaluarlos en el portafolio, a diferencia de considerar la información histórica de las series de rentabilidades como se hacía en la simulación histórica y el método paramétrico.

El primer paso es la creación de los escenarios a través de la generación de números aleatorios. Dichos números para efecto del cálculo del VaR se calculan empleando el método de Box-Muller¹⁵, el cual es un método de generación de pares de números aleatorios independientes con distribución normal con media 0 y varianza 1, a partir de una fuente de números aleatorios uniformemente distribuidos.

A continuación, se muestra paso a paso el procedimiento de generación de los pares de números aleatorios normalizados.

De acuerdo a Ross (1999) plantea el modelo de la siguiente manera:

Sean X e Y variables aleatorias normales unitarias independientes y sean R y θ , las coordenadas polares del vector (x, y).

X y Y son independientes la función es la siguiente:

$$F_{(x,y)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}}$$

Al multiplicar los dos términos obtenemos:

$$F_{(x,y)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2}}$$

Este método por su complejidad al desarrollar se sugiere que se realice en alguna herramienta como por ejemplo Crystal Ball debido a que este programa ofrece diversas ayudas para determinar las distribuciones de las variables aleatorias de los modelos a través de herramientas complejas para ser aplicadas en el ambiente de hojas de cálculo de EXCEL.

4. Ventajas y desventajas de los modelos VaR

El cálculo del VaR se aplica como regulación a partir del acuerdo de Basilea en 1988 el cual se enfocaba en los requerimientos mínimos de capital a los bancos comerciales, pero tenía la desventaja que no cubría el riesgo del portafolio debido a que las correlaciones entre los activos del portafolio puede hacer variar el riesgo total del portafolio.

A lo largo del capítulo anterior se revisó detenidamente cada una de las metodologías planteadas en esta investigación, por lo cual podemos llegar a las siguientes deducciones de las ventajas y desventajas que presentan cada una de ellas.

4.1. Modelo Delta normal

Ventajas

Este es uno de los métodos más sencillos debido a que se puede estimar fácilmente en una hoja de cálculo, sin requerir mayor inversión en un programa de computo.

Permite manejar una gran cantidad de activos; ya que para su implementación únicamente se requiere de los valores de mercado, las posiciones actuales del portafolio y la matriz de varianzas y covarianzas.

Este método es ideal cuando se trabaja con lapsos de tiempo muy cortos presentando una medida adecuada del riesgo.

Este modelo se basa en la teoría del portafolio lo que permite entender y evaluar las medidas de riesgo.

Desventajas

De acuerdo a Jorion (1999) este método cuantifica de manera pobre el riesgo de evento; es decir, la posibilidad de que se presenten circunstancias inusuales o extremas, tales como: desplomes en los mercados accionarios o colapsos en el tipo de cambio, estas situaciones no ocurren con suficiente frecuencia como para que sean representadas adecuadamente por una distribución de probabilidad basada en datos históricos recientes.

Este modelo al no tener en cuenta los eventos extremos generaría pérdidas que podrían observarse, pero no se reflejarían en la distribución estimada a partir de la matriz de varianza – covarianza, es decir que este modelo solo considera los cambios en los factores de riesgo de los niveles vigentes de las posiciones financieras.

Esta metodología presenta el problema que dada la existencia de colas anchas en la distribución de los rendimientos en la mayoría de los activos financieros. Estas colas anchas son en particular preocupantes porque el VaR pretende capturar precisamente el comportamiento del rendimiento del portafolio en la cola izquierda. Con colas anchas, un modelo basado en la aproximación normal

subestima la proporción de datos aberrantes (atípicos) y, por lo tanto, el verdadero valor en riesgo” (Jorion, 1999, p.202)

4.2. Modelo simulación histórica

Ventajas

Este método tiene la ventaja de reflejar la distribución histórica multivariada de los factores de riesgo en los rendimientos, además de que incorpora la información sobre los rendimientos extremos siempre que estos sean incluidos en el periodo de muestra.

También es simple de implementar a diferencia del delta normal es que no se debe calcular la matriz de varianza – covarianza.

Como se basa en los cambios realmente observados, el método no supone ninguna distribución y no se afecta por distribuciones que no son normales o que tienen colas anchas.

Desventajas

La principal desventaja del modelo histórico para calcular el VaR es que se asume que las rentabilidades obtenidas en el pasado se van a repetir en el futuro.

Otra de las desventajas de este modelo es que depende en gran parte del periodo seleccionado, ya que es posible que incorpore información de hechos que probablemente no volverán a ocurrir o, por la misma causa, desconozca otros que pueden repetirse.

Asume que el pasado representa adecuadamente el futuro inmediato; sin embargo, no siempre esto se cumple, por lo que los datos históricos podrían omitir riesgos inminentes en el mercado.

La calidad de los resultados depende del período histórico considerado. En caso de utilizar períodos largos, se podrían incorporar comportamientos que ya no se observan en las variables; mientras que los períodos cortos pueden generar errores de muestreo.

Se pueden generar medidas incorrectas si los días que se toman no son representativos. El último aspecto a tomar en cuenta en el caso de las opciones es que sus volatilidades son aleatorias y sus precios cambian con movimientos de dichas variables.

4.3. Modelo simulación Montecarlo

Ventajas

Una de las ventajas principales de utilizar el modelo Montecarlo es su flexibilidad que nos permite modelar adecuadamente todos los factores de riesgo que pueden afectar el valor de un activo o un portafolio, realizar simulaciones a plazos amplios e incluir las interrelaciones entre los activos del portafolio (Jorion, 2001), con esta flexibilidad se refiere que puede simular el valor de estos activos en aquellos casos en los que se presentan discontinuidades o volatilidad Heterocedástica; inclusive, en esos casos en los cuales todo lo que se conoce es la distribución empírica del valor del activo o de sus retornos.

Este método es uno de los mas completos debido a que toma en cuenta los factores que omiten los otros enfoques tales como: riesgos no lineales, riesgos de volatilidad, cambios del riesgo en el tiempo, colas anchas y escenarios extremos.

De acuerdo a estudios de Dancourt y Sotelo (2004) rescatan del modelo que admite la posibilidad de que las variables riesgosas subyacentes tengan efectos no lineales sobre los instrumentos del portafolio, además permite trabajar con funciones de distribución diferentes de la normal u otras funciones conocidas, y, en consecuencia, deja abierta la posibilidad de realizar análisis que asocian los eventos extremos con mayor probabilidad de ocurrencia.

Desventajas

Este método requiere de mucha información lo cual puede tener problemas para ser implementado. Además, requiere de hardware con una alta capacidad de procesamiento y software especializado.

depende de la distribución estadística asumida para las variables relevantes y las estimaciones de sus parámetros. Por ello, si los supuestos son incorrectos se pueden generar medias sesgadas del VaR.

5. Régimen de inversiones de las aseguradoras en Colombia

El objetivo de los reguladores es promover un manejo adecuado de las inversiones que asegure la solvencia de las instituciones, y con ello garantice el respaldo de los derechos de los beneficiarios, por lo que el riesgo de mercado recae sobre las compañías de seguros, además estas compañías deben cumplir con un nivel mínimo de capital, con el fin de poder cubrir la eventualidad en que las primas y los retornos de las inversiones no sean suficientes para cumplir con el pago de esos contratos. Es decir que debe haber una relación de solvencia que las compañías de seguros deben cumplir, la cual es establecida por la regulación. Por lo tanto, se busca que las entidades tengan una posición financiera sólida que las haga poco vulnerables a cambios en las condiciones económicas evitando una excesiva exposición al riesgo, pero simultáneamente permitiéndoles obtener una rentabilidad adecuada que asegure la solvencia en el tiempo y que conduzca a un desarrollo del sector.

La regulación a las aseguradoras va enfocado principalmente al control de riesgo debido a que por este medio se protegen los intereses de los asegurados por lo tanto se vigila con mayor detalle la solvencia de las compañías con el fin de que puedan cumplir con sus obligaciones en cualquier momento o al menos en la mayoría de las circunstancias. En términos generales, el margen de solvencia de una compañía de seguros está determinado por la capacidad de los activos Para respaldar los pasivos, por lo cual es necesario que la regulación contemple una evaluación prudente de las reservas técnicas, reglas cualitativas y cuantitativas Para la inversión de los activos correspondientes a las reservas técnicas y un margen de solvencia adecuado.

De acuerdo al decreto 2953 del 6 de agosto de 2010 en el artículo 2.31.3.1.1 se plantea que las decisiones de inversión que efectúen las entidades aseguradoras

para respaldar las reservas técnicas que sean necesarias constituir, deben contar con la debida seguridad, rentabilidad y liquidez. Por otra parte, se reglamentó la obligación de calificar las inversiones que realizan las compañías. Todo esto con el fin de evitar la concentración de riesgos en determinadas instituciones que puedan influir negativamente en su estabilidad y de otro, impedir el "riesgo de contagio" en el evento en que alguna de las entidades integrantes del grupo entre en una coyuntura crítica.

Por lo tanto, las reservas solo se deben tener invertidas en los siguientes instrumentos:

1 . Instrumentos de entidades nacionales:

1.1 Títulos de deuda pública Interna y Externa.

1.1.1 Emitidos o garantizados por la Nación.

1.1.2 Emitidos sin garantía de la Nación.

1.2 Títulos emitidos o garantizados por el Banco de la República.

1.3 Títulos emitidos o garantizados por el Fondo de Garantías de Instituciones Financieras, Fogafín.

1.4 Títulos emitidos o garantizados por el Fondo de Garantías de Entidades Cooperativas, Fogacoop.

1.5 Títulos de renta fija emitidos, aceptados, garantizados o avalados por entidades vigiladas por la Superintendencia Bancaria, incluyendo bonos obligatoria u opcionalmente convertibles en acciones.

1.6 Bonos y títulos hipotecarios emitidos en desarrollo de la Ley 546 de 1999 y otros títulos de contenido crediticio derivados de procesos de titularización de cartera hipotecaria.

1.7 Títulos de renta fija, incluyendo bonos obligatoria u opcionalmente convertibles en acciones, emitidos por entidades no vigiladas por la Superintendencia Bancaria.

1.8 Derechos o participaciones en fondos comunes ordinarios y en fondos comunes especiales administrados por sociedades fiduciarias y en fondos de valores y de inversión administrados por entidades vigiladas por la Superintendencia de Valores, que inviertan exclusivamente en títulos inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios de la Superintendencia de Valores y distintos a los contemplados en el numeral 1.9 del presente artículo y de aquellos destinados a realizar inversiones en activos del exterior.

1.9 Derechos o participaciones en fondos comunes especiales administrados por sociedades fiduciarias y en fondos de valores y de inversión administrados por entidades vigiladas por la Superintendencia de Valores, que inviertan más del 10% del valor del portafolio en emisores que presentan relación de vinculación con la entidad inversionista.

1.10 Títulos derivados de procesos de titularización cuyos activos subyacentes sean distintos a cartera hipotecaria.

1.11 Títulos de Renta variable.

1.12 Derechos o participaciones en fondos comunes especiales administrados por sociedades fiduciarias y en fondos de valores y de inversión administrados por entidades vigiladas por la Superintendencia de Valores, destinados a realizar inversiones en fondos del exterior de renta fija o de acciones que cumplan con la condición establecida en el numeral 2 del presente artículo.

1.13 Los préstamos con garantía en las pólizas de seguro de vida o títulos de capitalización hasta por su valor de rescate. No serán computables como inversión de las reservas técnicas los préstamos con garantía en las pólizas de seguros de pensiones.

1.14 Depósitos en cuentas corrientes y cuentas de ahorro. Para este propósito se deducirán los descubiertos en cuenta corriente registrados en el pasivo de acuerdo con las normas del Plan Único de Cuentas de la Superintendencia Bancaria.

1.15 Saldos disponibles en caja.

2. Instrumentos emitidos o garantizados por entidades del Exterior

2.1 Títulos de renta fija emitidos o garantizados por gobiernos extranjeros o bancos centrales extranjeros, de países cuya deuda soberana presente grado de inversión.

2.2 Títulos de renta fija emitidos o avalados por organismos multilaterales de crédito.

2.3 Títulos de renta fija emitidos por entidades no bancarias del exterior, cuyos emisores se encuentren localizados en países cuya deuda soberana presente grado de inversión.

2.4 Títulos de renta fija emitidos, garantizados o aceptados por bancos comerciales o de inversión, cuyos emisores se encuentren localizados en países cuya deuda soberana presente grado de inversión.

2.5 Derechos o participaciones en fondos de inversión internacionales, que inviertan exclusivamente en títulos de renta fija y cuya deuda soberana del país de origen del administrador del fondo presente grado de inversión.

2.6 Derechos o participaciones en fondos de inversión internacionales que inviertan en títulos de renta fija y en títulos de renta variable, con garantía del capital y cuya deuda soberana del país de origen del administrador del fondo presente grado de inversión.

2.7 Derechos o participaciones en fondos de inversión internacionales que inviertan en acciones de entidades con una capitalización de mercado no menor a dos billones de dólares de los Estados Unidos de América (US\$2 billones) y cuya deuda soberana del país de origen del administrador del fondo presente grado de inversión.

2.8 Derechos o participaciones en fondos de inversión índice, cuya deuda soberana del país de origen del administrador del fondo presente grado de inversión.

2.9 Derechos o participaciones en fondos internacionales de mercado monetario llamados "Money Market", cuya deuda soberana del país de origen del administrador del fondo presente grado de inversión.

2.10 Depósitos a la vista o títulos de renta fija emitidos por filiales del exterior de establecimientos de crédito colombianos, localizados en países cuya deuda soberana presente grado de inversión.

2.11 Depósitos a la vista en entidades bancarias del exterior localizadas en países cuya deuda soberana presente grado de inversión.

El objetivo de esta investigación se centrará en el numeral 1.11 debido que es lo concerniente a la renta variable.

Las inversiones de las reservas técnicas deben cumplir con los siguientes límites de acuerdo al decreto 2779 de 2001 en el artículo 7:

Límites globales. Los siguientes son los límites máximos que se deberán cumplir permanentemente, con respecto al valor del portafolio que respalda las reservas técnicas para la inversión en los títulos o instrumentos que se enumeran a continuación:

1. Hasta el 30% del valor del portafolio en cada una de las alternativas señaladas en los numerales 1.3, 1.4, 1.6, 1.7, 1.11 y 2 del artículo 2º de este decreto.
2. Hasta el 5% del valor del portafolio, en cada una de las alternativas señaladas en los numerales 1.9, 1.10 y 1.12 del artículo 2º de este decreto.
3. Hasta el 3% del valor del portafolio en la alternativa señalada en el numeral 1.15 del artículo 2º de este decreto.

De acuerdo a un estudio de Fedesarrollo (2001) en la década de los ochenta hubo una preferencia por los papeles de renta fija frente a las acciones, debido a la baja rentabilidad de estas últimas. En contraste, durante los noventa las acciones recuperaron importancia dentro del portafolio de las compañías de seguros. Adicionalmente, mientras en los años ochenta los recursos del sector asegurador se dirigían a financiar a la industria y al sector financiero, en los noventa estos sectores fueron desplazados por la construcción, el comercio y el transporte.

En el transcurso de los años las regulaciones de inversión de las aseguradoras han sido más flexibles permitiéndole a las aseguradoras invertir en

diferentes instrumentos, es el momento en el cual el sector comenzaron a mostrar interés por las acciones debido a las bajas tasas de interés de los bonos frente a la rentabilidad presentada por las acciones. Este cambio en la composición del portafolio de las aseguradoras genero un incremento en las utilidades del sector. El cambio de la legislación permitiéndole al sector invertir en acciones fue condicionado a determinados requisitos de bursatilidad.

6. Aplicación de las metodologías

De acuerdo al objetivo que tiene esta investigación el cual es determinar si el modelo Montecarlo es el mejor estimador del valor en riesgo VaR en un portafolio de inversión de renta variable para una de las aseguradoras más representativas del sector asegurador en Colombia, se realizara una comparación entre las metodologías expuestas anteriormente.

Las compañías de seguros en Colombia deben reportar a la superintendencia financiera de Colombia la relación de inversiones que forman parte de la cartera de la aseguradora, para este caso se analizó la cartera de una de las aseguradoras más representativas del mercado en cuanto a sus primas emitidas como a sus inversiones.

La cartera de renta variable está compuesta por las siguientes acciones:

EMISOR	NEMOTECNICO	CODIGO SUPERVALORES	ISIN	VALOR NOMINAL
Avianca	PFAVH	PAI69PAAD005	PAI69PA00017	100,000.00
Banco de Bogota	BOGOTA	COB01PAAO006	COB01PA00030	954.00
BanColombia	BCOLOMBIA	COB07PAAO012	COB07PA00078	92,150.00
Bco Davivienda	DAVIVIENDA	COB51PAAD096	COB51PA00076	18,500.00
Celsia	CELSIA	COT60PAAO005	COT60PA00038	247,759.00
Cementos Argos	CEMARGOS	COD38PAAO005	COD38PA00046	63,000.00
Cemex Latam	CLH	EST01PAAO007	EST01PA00013	26,300.00
CF Colombiana	CORFICOLCF	COJ12PAAO007	COJ12PA00048	95,968.00
Concreto	CONCONCRET	COF02PAAO006	COF02PA00039	354,563.00
Ecopetrol S.A.	ECOPETROL	COC04PAAO008	COC04PA00016	593,111.00
Exitos S.A.	ÉXITO	COG31PAAO003	COG31PA00010	36,560.00
Grupo Argos S.A.	GRUPOARGOS	COT09PAAO003	COT09PA00035	72,500.00
Grupo Aval S.A.	PFAVAL	COT29PAAD012	COT29PA00058	1,082,151.00
Grupo Nutresa	NUTRESA	COT04PAAO003	COT04PA00028	52,974.00
ISA	ISA	COE15PAAO001	COE15PA00026	51,653.00
Suramerican Inv	GRUPOSURA	COT13PAAO004	COT13PA00086	30,873.00

Fuente: Elaboración propia con datos de la Bolsa de Valores Colombia

De acuerdo a la Bolsa de Valores de Colombia se debe tener en cuenta lo siguiente:

El Nemotécnico: Con este se indicará que se trata de una operación de venta con pacto de recompra o simultánea, la clase de título genérico, sin identificar las condiciones financieras específicas del mismo. No obstante, el vendedor, al ingresar la oferta deberá señalar el nemotécnico del título específico que ofrece, pero la difusión y el calce se realizarán por genérico.

Código Supervalores: es el código con el que se identificara al emisor de la acción.

Código ISIN: es el número de identificación de valores internacionales el cual aplicará para todas las emisiones de títulos que estén vigentes en el mercado.

Para el cálculo del VaR del portafolio de renta variable por cada una de las metodologías se hace la aclaración que se realiza diariamente con un histórico de 641 días desde el 2 de enero de 2015 al 18 de agosto de 2017.

El VaR bajo las diferentes metodologías se estimó con un rendimiento esperado, bajo la metodología de precio objetivo por consenso de mercado.

EMISOR	PRECIO DE CIERRE A 18-08-2017	VALOR MERCADO	% DE PARTICIPACIÓN	PRECIO OBJETIVO	RENDIMIENTO ESPERADO
Avianca	2,735.00	360,000,000.00	2.21%	2,824.00	3.25%
Banco de Bogota	68,020.00	57,430,800.00	0.35%	62,812.50	7.66%
BanColombia	31,160.00	2,359,303,000.00	14.47%	31,369.00	0.67%
Bco Davivienda	33,380.00	555,000,000.00	3.40%	34,954.17	4.72%
Celsia	4,775.00	997,229,975.00	6.12%	5,220.00	9.32%
Cementos Argos	11,940.00	691,740,000.00	4.24%	11,987.14	0.39%
Cemex Latam	10,900.00	297,190,000.00	1.82%	10,995.00	0.87%
CF Colombiana	28,460.00	3,558,493,440.00	21.82%	28,320.00	0.49%
Concreto	1,020.00	393,564,930.00	2.41%	1,086.00	6.47%
Ecopetrol S.A.	1,370.00	818,493,180.00	5.02%	1,401.55	2.30%
Exito S.A.	15,300.00	544,744,000.00	3.34%	17,084.29	11.66%
Grupo Argos S.A	21,540.00	1,370,440,000.00	8.40%	20,638.50	4.19%
Grupo Aval S.A.	1,315.00	1,314,813,465.00	8.06%	1,300.71	1.09%
Grupo Nutresa	27,300.00	1,319,052,600.00	8.09%	27,537.39	0.87%
ISA	13,600.00	515,496,940.00	3.16%	14,100.00	3.68%
Suramerican Inv	41,380.00	1,154,301,000.00	7.08%	40,200.00	2.85%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Bolsa de Valores Colombia

El objetivo que se tiene cuando se realiza inversiones es que se obtenga una alta rentabilidad con un riesgo bajo y más en el caso de las aseguradoras debido a que sus inversiones son con fondos provenientes de las reservas técnicas, para los cual debemos obtener los siguiente:

Rentabilidad esperada de cada instrumento:

$$\overline{\Delta P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta P_t$$

Varianza: esta determina la dispersión de los datos

$$Varianza = \frac{1}{n-1} (x_i - \bar{x})^2$$

Riesgo (desviación estándar): es el riesgo de cada acción.

$$Riesgo = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} (x_i - \bar{x})^2}$$

Z (Límite del área de posibilidad de pérdida): Calcular el límite de posibilidad de pérdida Z para cada una de las acciones

$$Z = \frac{X_{esp} - \bar{X}}{\sigma}$$

De acuerdo lo anterior el resultado de las acciones de la aseguradora es el siguiente:

	Avianca	Banco de Bogota	BanColombia	Bco Davivienda	Celsia	Cementos Argos	Cemex Latam	CF Colombiana
R ANUAL	0.00%	0.01%	0.03%	0.04%	-0.01%	0.04%	-0.05%	-0.04%
SD ANUAL	2.54%	1.27%	1.54%	1.40%	1.72%	1.62%	1.66%	1.35%
RIESGO	0.15926	0.11291	0.12392	0.11850	0.13110	0.12712	0.12867	0.11618
Z	0.00023	-0.00095	-0.00241	-0.00379	0.00096	-0.00307	0.00361	0.00351

Fuente: Elaboración propia

	Concreto	Ecopetrol S.A.	Exito S.A.	Grupo Argos S.A.	Grupo Aval S.A.	Grupo Nutresa	ISA	Suramerican Inv
R ANUAL	-0.04%	-0.03%	-0.08%	0.03%	0.01%	0.00%	0.08%	0.02%
SD ANUAL	1.65%	2.18%	1.88%	1.63%	1.21%	1.11%	1.55%	1.36%
RIESGO	0.12853	0.14755	0.13727	0.12762	0.11021	0.10533	0.12464	0.11673
Z	0.00298	0.00216	0.00590	-0.00199	-0.00116	-0.00011	-0.00660	-0.00135

Fuente: Elaboración propia

6.1. Calculo del VaR por medio de la metodología Delta Normal.

Como se explicó anteriormente, el cálculo de VaR por medio de esta metodología tiene el supuesto de distribución normal, por otra parte, se hace uso de la matriz de varianzas – covarianzas para este proceso es necesario contar con la serie de datos históricos de cada una de las acciones que componen la cartera de renta variable de la aseguradora.

Supuestos de la metodología:

- Asume que la distribución de los rendimientos sigue un comportamiento normal.
- Se fundamenta en la matriz de Varianzas-Covarianzas para el cálculo del VaR total del portafolio.
- Las posibles pérdidas en el portafolio son proporcionales a la desviación estándar

Luego de contar con los datos históricos⁶ de cada acción, se calcula los rendimientos diarios de la acción por medio de la siguiente formula (De Lara 2005):

$$R_t = Ln \left(\frac{P_i}{P_{i-1}} \right)$$

Donde:

R_i = Rendimiento logarítmico

⁶ Los datos se obtuvieron de la página web de la Bolsa de Valores de Colombia (www.bvc.com.co) para cada una de las acciones

P_i = Precio

P_{i-1} = Precio anterior

Luego de que se obtienen los rendimientos diarios se calcula la desviación estándar de dichos rendimientos, por otra parte, se debe definir el nivel de confianza con el que se trabajara, el Z asociado a ese nivel de confianza y el horizonte de tiempo para el cálculo del VaR.

Factores para el cálculo de VaR Delta Normal:

A	0.05
$1 - \alpha$	0.95
Z	1.6449
T	1

Después de calcular los rendimientos, se calcula la desviación estándar de dichos rendimientos, por otra parte, se determina el nivel de confianza y el horizonte de tiempo.

Se tiene en cuenta el índice Colcap debido a que es un índice de capitalización que refleja las variaciones de los precios de las acciones más líquidas de la Bolsa de Valores de Colombia, donde la participación de cada acción en el índice está determinada por el correspondiente valor de capitalización bursátil.

	Avianca	Banco de Bogota	BanColombia	Bco Davivienda	Celsia	Cementos Argos	Grupo Argos S.A	Grupo Aval S.A.	Grupo Nutresa	ISA	Suramerican Inv	COLCAP
R ANUAL	-0.91%	2.69%	7.51%	11.31%	-3.16%	9.84%	6.39%	3.23%	0.29%	20.75%	3.97%	0.84%
SD ANUAL	40.26%	20.24%	24.38%	22.29%	27.28%	25.65%	25.86%	19.28%	17.61%	24.66%	21.63%	14.30%
CV	-44.10553118	7.5196	3.2457	1.9705	-8.6403	2.6073	4.0484	5.9652	60.6869	1.1888	5.4427	16.9379
Rmax-diario	21.53%	7.13%	7.50%	5.11%	10.00%	6.77%	9.45%	8.49%	4.37%	11.05%	5.84%	3.98%
Rmin-diario	-9.89%	-8.47%	-6.93%	-8.98%	-8.33%	-9.92%	-5.33%	-6.19%	-4.86%	-9.35%	-6.07%	-4.39%
BETA	0.7767	0.4550	1.0872	0.8974	0.9488	1.0996	1.2379	0.8164	0.6785	0.9801	1.1242	1
ALFA	-0.0001	0.0001	0.0003	0.0004	-0.0002	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0008	0.0001	0
JENSEN	-0.0137	0.0001	0.0003	0.0004	-0.0002	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0008	0.0001	0
α_i^2	0.162122019	0.040958	0.0594302	0.0496873	0.074435	0.065807	0.066854	0.037177	0.031013	0.060819	0.046795211	0.020436
$\beta_i^2 \alpha_{ii}^2$	0.012329055	0.004232	0.0241546	0.0164557	0.018398	0.024711	0.031314	0.01362	0.009409	0.019632	0.025828649	0.020436
α_{ei}^2	0.149792964	0.036726	0.0352755	0.0332316	0.056037	0.041096	0.035541	0.023556	0.021604	0.041187	0.020966562	0
TLR	6.12%											
SHARPE	-17.47%	-16.94%	5.71%	23.29%	-34.01%	14.50%	1.03%	-14.98%	-33.10%	59.30%	-9.92%	-36.91%
TREYNOR	-9.05%	-7.53%	1.28%	5.79%	-9.78%	3.38%	0.22%	-3.54%	-8.59%	14.92%	-1.91%	-5.28%

Fuente: Elaboración propia

EMISOR	MONTO	% PART.	REND. ESP.	RIESGO	COEF. VAR.	VaR INDIV.
Avianca	360,000,000	3.37%	-0.91%	40.26%	44.11	21,149,949.44
Banco de Bogota	57,430,800	0.54%	2.69%	20.24%	7.52	1,695,894.53
BanColombia	2,359,303,000	22.06%	7.51%	24.38%	3.25	83,921,462.75
Bco Davivienda	555,000,000	5.19%	11.31%	22.29%	1.97	18,051,011.50
Celsia	997,229,975	9.32%	-3.16%	27.28%	8.64	39,698,084.77
Cementos Argos	691,740,000	6.47%	9.84%	25.65%	2.61	25,891,887.34
Grupo Argos S.A	1,370,440,000	12.81%	6.39%	25.86%	4.05	51,702,418.61
Grupo Aval S.A.	1,314,813,465	12.29%	3.23%	19.28%	5.97	36,989,993.26
Grupo Nutresa	1,319,052,600	12.33%	0.29%	17.61%	60.69	33,894,025.98
ISA	515,496,940	4.82%	20.75%	24.66%	1.19	18,549,482.37
Suramerican Inv	1,154,301,000	10.79%	3.97%	21.63%	5.44	36,433,895.30
	10,694,807,780	100.00%				367,978,106

Fuente: Calculos propios

	MONTO	% PART.	REND. ESP.	RIESGO	COEF. VAR.	VaR INDIV.
Banco de Bogota	57,430,800.00	0.35%	7.66%	1.27%	0.17	1,208,083
Bancolombia	2,359,303,000.00	14.47%	0.67%	1.54%	2.29	59,782,062
Celsia	997,229,975.00	6.12%	9.32%	1.72%	0.18	28,279,218
Concreto	393,564,930.00	2.41%	6.47%	1.65%	0.26	10,778,498
Colficolombiana	3,558,493,440.00	21.82%	0.49%	1.35%	2.74	79,251,322
Davivienda	555,000,000.00	3.40%	4.72%	1.40%	0.30	12,858,769
Ecopetrol	818,493,180.00	5.02%	2.30%	2.18%	0.95	29,403,176
Grupo Aval	1,314,813,465.00	8.06%	1.09%	1.21%	1.12	26,350,090
Nutresa	1,319,052,600.00	8.09%	0.87%	1.11%	1.28	24,144,655
ISA	515,496,940.00	3.16%	3.68%	1.55%	0.42	13,213,858
Avianca	360,000,000.00	2.21%	3.25%	2.54%	0.78	15,056,320
Cemex	297,190,000.00	1.82%	0.87%	1.66%	1.90	8,118,669
Grupo Argos	1,370,440,000.00	8.40%	4.19%	1.63%	0.39	36,830,592
Cemargo	691,740,000.00	4.24%	0.39%	1.62%	4.09	18,444,273
Suramericana	1,154,301,000.00	7.08%	2.85%	1.36%	0.48	25,953,949
Éxito	544,744,000.00	3.34%	11.66%	1.88%	0.16	16,936,270
	16,307,293,330	100.00%				192,107,951

Nivel de Confianza	95%
Horizonte de tiempo (días)	30
Número de Desviaciones Est.	1.65

Desviación Estándar Diaria del Port.	0.8837%
Desviación Estándar Anual del Port.	0.88%
Rendimiento Anual del Portafolio	2.56%

VaR del Portafolio	237,783,097
---------------------------	--------------------

Fuente: Elaboración Propia

Por medio de la metodología delta normal se concluye que con un portafolio de COL\$16.307'293.330 la máxima pérdida es de col\$237.783.097 con una probabilidad del 5% que sea mayor.

6.2. Calculo del VaR por medio de la metodología de simulación histórica

La principal hipótesis de esta metodología es que la historia se repetirá, así que se generan posibles escenarios simulando sobre los cambios que se han observado en el mercado durante un periodo de tiempo, como consecuencia las variaciones más grandes que se podrán observar estarán dadas por unas variaciones que se han presentado con anterioridad en este activo y por un periodo de tiempo que varía de seis meses a dos años. Para el cálculo del VaR por esta metodología según Jaureguizar Francés (2009) “se crean series temporales hipotéticas y se calculan los cambios que habría experimentado el valor actual de la cartera en cada periodo, construyendo así una distribución potencial de los rendimientos futuros a partir de los de cambios históricos en los rendimientos”

Para calcular el VaR para cada una de las acciones que compone el portafolio de la aseguradora por medio de Simulación Histórica, se inicia obteniendo los datos históricos de cierre de los precios de la acción. Luego se debe calcular el rendimiento histórico de estos precios, seguidamente los datos se deben ordenar de menor a mayor. Después se selecciona el valor en la posición K , a un 95% de confianza. Del rendimiento de las tasas organizados de menor a mayor, para esto. Esta cifra corresponde al VaR Porcentual de la acción, para obtener el valor en unidades de dinero, se debe multiplicar el valor hallado por el nominal invertido en el instrumento.

Un estimador del VaR por esta metodología esta dado por:

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

Donde j^* es el numero entero que satisface $\frac{j^*-1}{n} < 1 - p \leq \frac{j^*}{n}$

A continuación, se muestra el VaR calculado para las acciones, estos valores van desde el día 01 de enero de 2015 al día 18 de agosto de 2016.

	MONTO	% PART.	VaR Individual
Avianca	57,430,800	0.35% -	16,395,202
Banco de Bogota	2,359,303,000	14.47% -	5,398,049
BanColombia	997,229,975	6.12% -	8,992,089
Bco Davivienda	393,564,930	2.41% -	8,470,431
Celsia	3,558,493,440	21.82% -	12,804,100
Cementos Argos	555,000,000	3.40% -	10,264,574
Cemex Latam	818,493,180	5.02% -	11,902,128
CF Colombiana	1,314,813,465	8.06% -	11,882,366
Concreto	1,319,052,600	8.09% -	6,492,337
Ecopetrol S.A.	515,496,940	3.16% -	10,845,884
Exito S.A.	360,000,000	2.21% -	15,066,510
Grupo Argos S.A	297,190,000	1.82% -	10,264,574
Grupo Aval S.A.	1,370,440,000	8.40% -	6,581,275
Grupo Nutresa	691,740,000	4.24% -	7,427,317
ISA	1,154,301,000	7.08% -	6,763,074
Suramerican Inv	544,744,000	3.34% -	8,099,358
	16,307,293,330	100.00% -	62,324,445
		Valor en Riesgo del Portafolio -	97,738,388

Fuente: Elaboración propia

6.3. Calculo del VaR por medio de la metodología de simulación MonteCarlo

El VaR bajo esta metodología los rendimientos se obtienen mediante la generación de escenarios de números aleatorios. Debido a que los precios de los activos en mercados eficientes se comportan de acuerdo con un proceso estocástico (De Lara, 2005) la ecuación matemática que representa este proceso en el caso de las acciones está dada por el Movimiento Browniano Geométrico.

$$\frac{dP}{p} = \mu dt + \sigma dz$$

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

Donde:

μ = es la media de los rendimientos

σ = es la desviación estándar de los mismos

En este modelo se indica que los rendimientos de un activo $\frac{dP}{p}$ están determinados por un componente determinístico μdt y un componente estocástico que contiene un choque aleatorio.

Debido a que el mercado de estudio de esta investigación es el de renta variable, el movimiento Browniano geométrico es principalmente implementado para simular los rendimientos en este mercado.

Para iniciar con este modelo se debe obtener los datos históricos de las acciones, seguidamente se calculan los rendimientos.

De acuerdo a (Cheung & Powell, 2013) el retorno esperado es:

$$\text{Restorno esperado} = \text{Media anualizada} - \left(\frac{\text{Desviación anualizada}^2}{2} \right)$$

Después de la identificación de las variables anteriormente expuestas, se prosigue con la generación del choque aleatorio ε_t . Para lo anterior, primero se debe comenzar generando números aleatorios, uno de los generadores de números aleatorios más conocido es el método congruencia lineal desarrollado por Lehmer (Cheung & Powell, 2013). La ecuación utilizada es la siguiente:

$$x_{i+1} = \frac{[(ax_i) \bmod m]}{m}$$

Donde:

x_{i+1} = Aleatorio generado

α = Multiplicativo, número muy grande, 7^5 es el numero recomendado

x_i semilla aleatoria $0 < x_i < 1$

m = Modulo $2^{31} - 1$ es el número más utilizado como multiplicador

mod = es el residuo de la relación entre $\frac{a + x_i}{m}$

Para la generación del choque aleatorio ε_t , vale la pena aclarar que los números aleatorios x_{i+1} generados por la ecuación se distribuyen uniformemente al azar, estos números deben ser transformados para convertirlos en números normalmente distribuidos antes de la incorporación en la ecuación del Browniano.

Para el cálculo de la ecuación Movimiento Browniano Geométrico debemos tener las siguientes variables:

Promedio: Media de los rendimientos históricos

Desviación: Desviación estándar de los rendimientos históricos

Media anualizada: Dada por la multiplicación entre el Promedio y los días tranzados por año

Desviación anualizada: Dada por la multiplicación del promedio y la raíz cuadrada de los días tranzados por año.

Retorno esperado.

	Promedio	Desviación	Media anualizada	Desviación anualizada	Retorno esperado
Banco de Bogota	0.01%	0.01275	0.0272341	0.2035813	0.0065114
Bancolombia	0.03%	0.01536	0.0760032	0.2452298	0.0459343
Celsia	-0.01%	0.01719	-0.0319520	0.2744468	-0.0696125
Concreto	-0.04%	0.01652	-0.0977950	0.2638206	-0.1325957
Corficolombiana	-0.04%	0.01350	-0.1039507	0.2155393	-0.1271793
Davivienda	0.04%	0.01404	0.1144669	0.2242294	0.0893275
Ecopetrol	-0.03%	0.02177	-0.0814478	0.3476685	-0.1418845
Grupo Aval	0.01%	0.01215	0.0327077	0.1939564	0.0138981
Nutresa	0.00%	0.01109	0.0029364	0.1771516	-0.0127549
ISA	0.08%	0.01554	0.2099214	0.2480788	0.1791498
Avianca	0.00%	0.02536	-0.0092378	0.4050334	-0.0912638
Cemex	-0.05%	0.01656	-0.1185258	0.2643850	-0.1534755
Grupo Argos	0.03%	0.01629	0.0646288	0.2600967	0.0308036
Cemargo	0.04%	0.01616	0.0995581	0.2580506	0.0662630
Suramericana	0.02%	0.01363	0.0402187	0.2176058	0.0165425
Éxito	-0.08%	0.01884	-0.2063667	0.3008926	-0.2516349

Fuente: elaboración propia

Luego se calculan los rendimientos simulados para poder calcular el VaR para esto se especifica un nivel de confianza del 95% al multiplicarlo por la

simulación obtendremos la posición en la que se encuentra el VaR dentro de los retornos simulados, estos se deben organizar de menor a mayor de cada una de las acciones.

El VaR total del portafolio de renta variable es la suma del VaR individual calculado de cada instrumento.

$$\text{VaR}_{\text{SM}} = 97.668.620$$

Esto quiere decir que existe un 5% de probabilidad de perder al menos col\$97.668.620 y un 95% de que esa pérdida sea menor.

Este modelo se basa en los siguientes supuestos:

- La distribución de los rendimientos se obtiene mediante una generación de escenarios a partir de números aleatorios, en este caso se utilizó el Movimiento Browniano Geométrico para la generación de los rendimientos de las acciones.
- El VaR es una posición dentro de los datos simulados, dependiente del nivel de confianza utilizado.
- Para el cálculo del VaR total del portafolio se suma cada uno de los Valores individuales de los instrumentos financieros que componen el portafolio.

6.4. Pruebas de Stresstesting

De acuerdo a los requerimientos de la Superintendencia Financiera de Colombia luego de la estimación del VaR en un portafolio de inversiones utilizando cualquier metodología, es necesario evaluar el desempeño del modelo para saber qué tan bien se está estimando el VaR por medio de la metodología seleccionada.

Estas pruebas consisten fundamentalmente en un proceso de revisión permanente por parte de la entidad sobre el modelo interno utilizado y de la validación de los supuestos, parámetros y juicios expertos que subyacen para el cálculo del Indicador de Riesgo.

El comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2009) plantea que una de las pruebas para evaluar el desempeño en los SARM, es la prueba de Stresstesting o

pruebas de tensión. Las pruebas de tensión “son de gran ayuda para la gestión de riesgos interna en los bancos y su utilización es promovida por los supervisores a través del marco de suficiencia de capital de Basilea II. Estas pruebas alertan a la gerencia sobre resultados adversos imprevistos causados por distintos riesgos e informan sobre el capital necesario para absorber pérdidas en caso de alteraciones mayores”.

Estas pruebas consisten en crear escenarios de desastres financieros o depresión económica, con el fin de evaluar y predecir las pérdidas en las organizaciones bajo estas condiciones, siendo una herramienta de gran valor para la gestión de riesgo.

7. Comparación de las metodologías

Las metodologías para el cálculo del VaR poseen grandes ventajas, debido a que ayudan a realizar cálculos los cuales buscan proporcionar la pérdida máxima esperada a lo largo de un horizonte de tiempo objetivo dado un intervalo de confianza, aclarando que esta sea la única alternativa para el cálculo del riesgo.

Provee una única medida, que resume el riesgo total en una cartera de activos financieros ya que condensa todas las variables del mercado en una única cifra, es decir, entrega una medida estándar para las distintas clases de riesgo.

La metodología para el cálculo del VaR tiene en cuenta tanto los factores asociados con el comportamiento de los precios de los activos, como las características específicas de cada instrumento (acciones).

El VaR es útil debido a que facilita la explicación de los resultados a la administración y al público, lo cual es de importancia ya que las aseguradoras utilizan el VaR para la valoración de los riesgos de las operaciones de mercado e inversión, permitiendo a los inversionistas controlar de la mejor forma posible los riesgos financieros.

Los empleadores del VaR enfrentan el problema que éste es reportado sólo para un nivel de confianza específico bajo condiciones normales del mercado y la

cifra puede ser excedida en algunos casos. Su modelo es útil sólo en la medida en que predice eficientemente el riesgo. Si existen pérdidas mayores que lo esperado, se debe indagar la fuente del error con una metodología diferente, como puede ser el C-VaR el cuál satisface el principio financiero que a mayor rentabilidad mayor riesgo.

Según Jorion (2000) El VaR es un estimado estadístico y puede estar sujeto a un error de estimación si el tamaño de la muestra es muy corto, lo cual hace la exigencia de que se debe contar con varios años para poder obtener resultados más confiables.

Los métodos utilizados en esta investigación fueron el Paramétrico delta normal, Simulación histórica y Simulación MonteCarlo, por lo que podemos analizar de cada modelo es lo siguiente:

El método Delta Normal es un modelo que al basarse en la teoría del portafolio y tener en cuenta tanto el riesgo como la rentabilidad a través de la varianza y la media permite el cálculo del VaR.

Para desarrollar este método se requieren los valores de mercado y la exposición de las posiciones actuales, combinados con los datos de riesgo, razón por la cual, a diferencia de los demás métodos, éste es de fácil implementación computacional. Permite rapidez en el cálculo del VaR cuando se están evaluando portafolios de gran tamaño, donde la opcionalidad no es un factor dominante.

La posibilidad de que se presenten eventos inusuales o extremos como desplomes de los mercados accionarios o colapsos en el tipo de cambio son insuficientemente cuantificadas con este método, debido a que el “riesgo evento” no ocurre con la suficiente frecuencia para que se pueda modelar adecuadamente con una distribución de probabilidad basada en datos históricos recientes.

Este modelo subestima la proporción de datos atípicos (y, por lo tanto, el valor en riesgo) pues dichos datos pueden provocar la existencia de “colas anchas” en las distribuciones correspondientes a los rendimientos de los activos financieros,

situación que es preocupante ya que el VaR busca detectar el comportamiento del portafolio en la cola izquierda de la distribución.

La distribución de los retornos esperados se concentra alrededor de la media generando una gráfica con un gran pico (leptocúrtica), lo que puede ocasionar que se subestime el valor del VaR.

En cuanto a la metodología de la simulación histórica permite realizar estimaciones de los parámetros básicos para la medición del VaR como los promedios y desviaciones estándar a partir de una serie histórica de observaciones las cuales no son estimaciones exactas puesto que están afectadas por el error de estimación, el cuál es la variabilidad natural de muestreo ocasionada por el tamaño limitado de la muestra, lo que afecta la calidad de los resultados ya que están altamente asociados a la longitud del periodo histórico.

El método a diferencia del delta normal permite no linealidades y distribuciones no normales, cuantifica las “colas anchas” y no es afectado por el riesgo de modelo; así como también es intuitivo, robusto y fácil de instrumentar por lo que hace que su explicación sea más sencilla.

El inconveniente que tiene este modelo es que las observaciones se concentran en el centro de la distribución y que sólo se utiliza un patrón muestral, por lo que no tiene en cuenta la volatilidad temporalmente elevada de las acciones, debido al supuesto en que el pasado representa apropiadamente el futuro inmediato, sin tener en cuenta que el riesgo varía en el tiempo.

Por último, el modelo de simulación de Montecarlo abarca un amplio margen de posibles valores en las variables financieras y consideran totalmente las correlaciones, es el de mayor exactitud para la cuantificación del VaR debido a que considera un extenso rango de riesgos involucrados: el riesgo precio no lineal, el riesgo de volatilidad e incluso el riesgo de modelo; incorpora variaciones de la volatilidad, colas amplias y escenarios extremos. (Philippe Jorion)

Su distribución resulta muy abierta el rango de fluctuación del valor esperado de la variable que se halló es relativamente amplio ocasionando una disminución en la precisión de la estimación.

Se debe tener presente que no se puede modelar sobre valores que tengan tendencia y se debe trabajar con variaciones positivas y negativas debido a que el futuro es aleatorio.

Las variaciones hipotéticas de los precios son originadas aleatoriamente a través de un proceso estocástico, por lo tanto, el método está sujeto al riesgo de que los modelos estén equivocados.

Conclusiones

La normatividad referente a la medición de riesgo de mercado por la que se deben regir las aseguradoras, esta expedida a nivel internacional por el Comité de Basilea, con sede en Suiza. El comité expide acuerdos con respecto a la adecuada gestión del riesgo de mercado y otros tipos de riesgos financieros, y cada país está en la libertad de acoger o no esta normatividad a su sistema financiero. Para el caso de Colombia, la Superintendencia Financiera es la entidad encargada de reglamentar, regular, vigilar, controlar y legalizar los Sistemas de Administración de Riesgos de mercados SARM en el país que, entre otros países, ha acogido gran parte de la normatividad de Basilea. Respecto a la normatividad en Colombia, se puede afirmar, después de la revisión en el presente trabajo, que hay poca normatividad y lineamientos respecto a los SARM para las entidades no vigiladas del país.

El mayor beneficio que posee el cálculo del VaR para, es que su resultado presenta en un solo número de sencilla interpretación el riesgo del mercado al que una aseguradora se expone al invertir en un portafolio determinado, es por esto que su implementación toma cada día mayor fuerza al convertirse en una herramienta esencial entre directores, ejecutivos de la compañía aseguradora para la presentación de los riesgos de mercado.

Actualmente, en el contexto académico existe una gran variedad de metodologías que permiten estimar el valor en riesgo (VaR). Generalmente, los métodos más utilizados para realizar esta medición son la Metodología Delta Normal, la Simulación histórica y la Simulación Montecarlo, para el caso específico colombiano, existe la Metodología Estándar propuesta por la Superintendencia Financiera de Colombia. Estas metodologías son llamadas como técnicas tradicionales para la estimación del VaR, cada una de estas toman diferentes supuestos para efectuar la medición de la exposición al riesgo.

Al efectuar el cálculo del VaR diario a un portafolio de conservador diversificado de una aseguradora colombiana, a través de las metodologías: Delta Normal, Simulación Histórica, Simulación MonteCarlo; se puede afirmar que la metodología de simulación Montecarlo presenta un mejor desempeño, frente la metodología delta normal y Simulación Histórica para estimar el VaR en un portafolio de inversiones conservador diversificado de la aseguradora colombiana.

Se logró desarrollar cada una de las metodologías expuestas para el cálculo del VaR de una compañía aseguradora utilizando las técnicas de Delta normal, Simulación Histórica y simulación MonteCarlo.

El método MonteCarlo puede considerarse como la mejor opción para cuantificar el VaR entre los tres métodos estudiados, debido a que es el más exacto pues posee el enfoque más completo si la modelación se desarrolla correctamente.

Las herramientas utilizadas para el cálculo del VaR bajo cada una de las metodologías fueron el Excel y el cristal Ball, en Excel se pudieron calcular los métodos de delta varianza y simulación histórica y para el caso de la simulación Montecarlo se utilizó Cristal Ball lo cual no quiere decir que en Excel no se pueda desarrollar simplemente que el cristal Ball ofrece mayor facilidad para el cálculo de dicha metodología.

Bibliografía

Alonso, J. C., & Chaves, J. M. (2013). Valor en riesgo: evaluación del desempeño de diferentes metodologías para 5 países latinoamericanos. *Estudios Gerenciales*, 29(126), 37–48. Retrieved from http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/1597/HTML

Bolsa de Valores de Colombia. (2017). Bolsa de Valores de Colombia. Retrieved from <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home>

CARDOZO, Pamela, *valor en riesgo de los activos financieros colombianos aplicando la teoría del valor extremo*, Borradores de Economía, Banco de la República, 2004, No. 304.

Comité de Basilea. (2016). Marco regulador internacional para bancos (Basilea III). Retrieved from http://www.bis.org/bcbs/basel3_es.htm Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. (2009). Principios para la realización y supervisión de pruebas de tensión.

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, B. (2004). Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Banco de Pagos Internacionales, Basilea. <http://doi.org/10.1017/S0250569X00016873>

DE LARA, Alfonso. *Medición y Control de riesgos financieros. Incluye Riesgo de Mercado y Riesgo Financiero*. Tercera edición. Editorial Limusa, S.A. 2004. 219 pg

DING, Zhuixin, Clive W.J. GRANGER y Robert ENGLE. *A long memory property of stock market returns and a new model*, *Journal of Empirical Finance*, 1993. pp. 83-106.

ENGLE, Robert, *Autoregressive conditional heteroscedasticity whit estimates of the variance of United Kingdom*, *Econometrica*, Volume 50, 1982 pp. 987-1005

FERIA, José, *El riesgo de Mercado: su medición y control*, España. Delta Publicaciones, 2005.

FERIA José, Enrique, JIMENEZ y José MARTÍN, *El Modelo de Distribución de Pérdidas Agregadas (LDA), una Aplicación al Riesgo Operacional*. Departamento de Dirección de Empresas, Universidad Pablo de Olavide, 2007.

Fernando, L., & Velandia, M. (2010). Regulación y valor en riesgo. Borradores De Economía.

GRUBISIC, Elena y Guillermo ESCUDE, *Modelización de la tasa de interés para la evaluación del riesgo de tasa de interés mediante modelos de Valor a Riesgo (VaR)*. Documento de trabajo No. 9, 1999, Banco Central de la República Argentina.

HULL, John C. Introducción a los mercados de Futuros y Opciones. Cuarta Edición. Madrid: Prentice Hall. 2002. 547 pag.

JORION, Philippe, Value at Risk: el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados, Editorial Limusa, México, 2004, pp. 345.

RAMÍREZ, José, Usos y limitaciones de los procesos estocásticos, Revista de Análisis Económico, 2004 pp. 51-76.

RODRÍGUEZ, Romel, *Colocar menos cartera e invertir en TES: ¿una decisión óptima? Análisis de las inversiones en la banca colombiana, 1995-2003*, Documento CEDE 2005-1. Universidad de los Andes, 2005.

VILARIÑO, Ángel, *Turbulencias financieras y riesgos de mercado*, Financial Times - Prentice Hall, 2001

XIII Jornadas de ASEPUMA, Julio García Villalón y Josefina Martínez Barbeito. Enfoques diferentes para medir el valor en riesgo (VaR) y su comparación. Aplicaciones. Formato PDF. 15 pag.

Sitios de internet

www.superfinanciera.gov.co

www.bvc.com.co

www.eco-finanzas.com/diccionario

<http://www.expansion.com/diccionario-economico/simulacion-de-monte-carlo.html>

<http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra343.pdf>