Estrategia para la implementación de instrumentos de coberturas para la estabilización de los costos en el sector automotriz Colombiano

Jesús Alejandro González Aguilar

Universidad Santo Tomás
Facultad de Economía
Bogotá, Colombia
2022

Agradecimientos

A mi esposa, por ser mi soporte durante todos estos años, tener la paciencia necesaria para acompañar y proporcionar los ánimos para continuar adelante en todo momento.

A mis hijos, fuente de motivación incansable.

A mis compañeros Hugo Jiménez, Pablo González, Alejandro Rangel, y Daniel de la Fuente por acompañar este proceso formativo en la maestría, compartir sus experiencias laborales y académicas, que complementaron el proceso formativo y el entendimiento más oportuno de las diversas realidades del país.

A mis padres, quienes, a pesar de la distancia, siempre estuvieron muy atentos a todo el proceso, y me proporcionaron el empuje en los momentos en los cuales me sentí agotado.

Finalmente agradezco a la universidad Santo Tomas, proporcionando la oportunidad de ser parte de esta prestigiosa comunidad.

Resumen

Esta investigación explora la implementación de instrumentos de cobertura para la estabilización de los costos de importación en el sector automotriz colombiano. Se realiza un análisis exhaustivo del sector, identificando los niveles de exposición cambiaria y el riesgo cambiario mediante la herramienta Valor en Riesgo (VaR). Se utiliza el modelo de Black & Scholes para valorar instrumentos de cobertura, específicamente opciones, y determinar el nivel óptimo de cobertura mediante el método de Ratio de Cobertura por Mínima Varianza (RCMV). Los resultados del estudio indican que las empresas del sector automotriz importador pueden aumentar su rentabilidad entre 1,5% y 10,8% anual al implementar estrategias de cobertura con opciones para mitigar el impacto de las fluctuaciones cambiarias. Se determina el número óptimo de contratos de opciones necesarios para cubrir el riesgo de exposición monetaria de cada empresa. Se concluye que la implementación de opciones es una estrategia efectiva para estabilizar los costos de importación y mejorar la rentabilidad en el sector automotriz colombiano. Se recomienda realizar un diagnóstico preciso de la exposición cambiaria y el riesgo asociado, evaluar cuidadosamente las diferentes estrategias de cobertura disponibles y establecer un proceso de monitoreo y ajuste para asegurar su efectividad a lo largo del tiempo.

Palabras Claves: Black Scholes model, cobertura, instrumentos derivados, Valor en Riesgo
JEL: C41, G11, Q40

Abstract

This research explores the implementation of hedging instruments to stabilize import costs in the Colombian automotive sector. A comprehensive analysis of the sector is carried out, identifying levels of exchange rate exposure and exchange rate risk using the Value at Risk (VaR) tool. The Black & Scholes model is employed to value hedging instruments, specifically options, and determine the optimal hedging level using the Minimum Variance Hedging Ratio (RCMV) method. The study's findings indicate that companies in the automotive import sector can increase their profitability by 1.5% to 10.8% annually by implementing hedging strategies with options to mitigate the impact of exchange rate fluctuations. The optimal number of option contracts needed to cover each company's monetary exposure risk is determined. The conclusion is that the implementation of options is an effective strategy to stabilize import costs and improve profitability in the Colombian automotive sector. It is recommended to conduct a precise diagnosis of exchange rate exposure and associated risk, carefully evaluate the different hedging strategies available, and establish a monitoring and adjustment process to ensure effectiveness over time.

Key words: Black Scholes model, coverage, derivatives, Value in Risk
JEL: C41, G11, Q40

Tabla de contenido

Introducción 8

1 CAPITULO 1. MARCO DE REFERENCIA: RIESGOS A EXPOSICIONES CAMBIARIAS, INSTRUMENTOS DE COBERTURA CAMBIARIA, NIVELES OPTIMOS DE COBERTURA. 10

1.1 MARCO TEORICO 10

1.1.1 Taxonomía de los Riesgos financieros y cambiarios 10

1.1.1.1 Medición de la Exposición Cambiaria 12

1.1.1.2 Medición de Riesgos 14

1.1.1.3 Valor en Riesgos [VaR] – Value at Risk 15

1.1.2 Modelo de Valoración Black-Scholes para valoración de precios a instrumentos de coberturas 16

1.1.3 Niveles óptimos de Cobertura 18

1.2 MARCO CONCEPTUAL 19

1.2.1 Definiciones de Estrategias 19

1.2.2 Mercado de Divisas y Tipos de Cambio 21

1.2.3 Instrumentos Financieros o derivados financieros 23

1.3 MARCO LEGAL 24

1.4 ESTADO DEL ARTE 28

2 CAPITULO 2. DIAGNOSTICO DEL SECTOR IMPORTADOR AUTOMOTRIZ COLOMBIANO: EXPOSICIÓN Y RIESGO CAMBIARIO. 34

2.1 NIVELES DE EXPOSICION CAMBIARIA PARA EL SECTOR AUTOMOTRIZ COLOMBIANO. 34

2.1.1 Estados financieros del sector automotriz colombiano. 34

2.1.2 Determinación de la posición monetaria en moneda extranjera del sector automotriz colombiano. 37

2.1.3 Medición del Nivel de Exposición Cambiaria. 38

2.2 Medición del Riesgo Cambiario mediante la herramienta Valor en Riesgo. 41

3 CAPITULO 3. NIVEL DE COBERTURA OPTIMO Y REDUCCIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS CAUSADOS POR LAS EXPOSICIONES DE LAS FLUCTUACIONES CAMBIARIAS. 47

3.1 Modelo Black & Scholes para valoración de instrumentos de Cobertura. 47

3.1.1 Duración de la opción o del derivado a ser negociado 48

3.1.2 Precio del subyacente o valor Spot de la TRM. 48

3.1.3 Determinación del Precio Strike del instrumento de cobertura 48

3.1.4 Volatilidad del subyacente o la TRM 51

3.1.4.1 Promedio móvil con ponderaciones exponenciales 51

3.1.5 Determinación del valor de la prima con B&SM 53

3.2 Determinación del Ratio de Cobertura por mínima varianza - Nivel Optimo de Cobertura. 55

3.2.1 Determinación del número de Contratos Óptimos de cobertura por mínima varianza. 56

3.2.2 Resultados de la aplicación del nivel optimo de cobertura por mínima varianza en el sector importador automotriz colombiano. 56

3.3 Análisis de Resultados. 57

4 CAPITULO 4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTOS DE COBERTURAS BASADOS EN OPCIONES EN EL SECTOR COMERCILIZADOR DE VEHICULOS 58

4.1 Estrategia de implementación 59

4.1.1 Diagnóstico 59

4.1.2 Definición de Táctica o política de referencia que permita enfrentar el reto 60

4.1.3 Coordinación de una serie de acciones coherentes diseñadas para llevar a cabo la táctica 61

CONCLUSIONES. 62

5 Bibliografía 64

Indica de Tablas

Tabla 2–1. Marca y tipo de unidades facturadas 35
Tabla 2–2. Ventas realizadas por Compañías que solo de importan vehículos..... 36
Tabla 2–3. Niveles de exposición cambiaria del sector importador automotriz. 41
Tabla 2–4. Estadísticas descriptivas TRM 43
Tabla 2–5. Resultados Aplicación VaR y Primer percentil..... 45
Tabla 3–1 Resumen de Valores Strikes para TRM 50

Introducción

Como parte de la globalización, así como el empleo de estrategias de economías de escala y evaluaciones de ventajas comparativas, las grandes corporaciones automotrices han orientado la producción de vehículos hacia algunas locaciones de bajo costo de producción y beneficios fiscales, orientadas a mejorar la rentabilidad del Negocio. Por otro lado, las filiales que se encargan de distribuir esa producción en diversas locaciones presentan del mismo modo, otras variables a considerar, siendo una de las más relevantes las relacionadas a costos de importación y las tasas de cambio negociadas.

En Colombia, si es cierto que la tasa de cambio se ha mantenido estable, ha presentado fluctuaciones significativas a lo largo del tiempo, y como el régimen de tasa de cambio es flotante, su comportamiento ha mantenido gran volatilidad (tendencia errática con movimientos no predecibles de devaluación y revaluación). Estas fluctuaciones han causado grandes incertidumbres para el sector importador automotriz colombiano, y ha alterado de manera significativa la rentabilidad del sector. Este fenómeno cambiario, significa que la moneda colombiana estará más expuesta a las variaciones del mercado internacional y, por tanto, sujeta a una mayor volatilidad.

Si es considerado el periodo de tiempo que es empleado para las estimaciones de los planes de negocios (Business Plan) de las organizaciones del tipo importador de vehículos, partes y accesorios, es decir, periodos de cinco años, la variación de la tasa de cambio entre el periodo junio 2013 y junio 2018, fue de cercano al 55% de devaluación, cambiando de COP 1.869 en 2013 hasta COP 2.895 en 2018. En ese sentido, de acuerdo al banco de la república, durante ese mismo periodo, el incremento de precios en el sector transporte fue de 22,21%, por lo que se puede inferir que todo el incremento que sufrieron los costos de importación no fue trasladado de forma directa al precio de venta, afectando la rentabilidad del negocio.

Dado que el sector importador automotriz pudiera implementar instrumentos de cobertura cambiaria y determinar sus niveles óptimos de cobertura, sería factible administrar y limitar los riesgos asociados a exposiciones cambiarias, para lograr aumentos en los niveles de rentabilidad del sector. En este sentido, en la actualidad existen mecanismos de cobertura con

los cuales las empresas pueden reducir su exposición a los riesgos de cambiarios, donde esa protección en general no mejorará los flujos de caja esperados por la empresa, sin embargo, sí reducirá la incertidumbre respecto al flujo de caja por recibir.

Por tanto, para poder reducir los efectos sobre la rentabilidad de las empresas del sector automotriz colombiano, que generan las fluctuaciones cambiaras, la investigación persigue como principal objetivo el diseño de una estrategia que permita la adopción de instrumentos de cobertura para la estabilización de costos de importación del sector automotriz de Colombia.

Para el logro de este objetivo, es necesaria que sean identificados los niveles de exposición cambiaria que este tipo de industria posee. Del mismo modo, se determinará con estrategias de coberturas, la evaluación y administración de los riesgos por las exposiciones cambiarias que este tipo de organización pudiera presentar. Y, por último, se determinará si las rentabilidades del sector automotriz varían de forma significativa al implementar los niveles óptimos de cobertura cambiaria.

Esta investigación de tipo cuantitativa no experimental de series de tiempo, mediante recolección de datos históricos de tasas de cambio en un periodo de tiempo de 16 años, parte de la identificación de las exposiciones cambiarias del sector importador automotriz por dos periodos fiscales, y plantea un diseño de un modelo de evaluación de eficacias de los instrumentos de cobertura, y de este modo, determinar si con la cobertura cambiaria apropiada u optima, es posible estabilizar los costos de importación y por ende mejorar la rentabilidad del sector. Para ello, se utilizará como modelo teórico Black Scholes, y mediante técnicas de Valor en riesgo se evaluará la eficacia de los derivados financieros seleccionados.

CAPITULO 1. MARCO DE REFERENCIA: RIESGOS A EXPOSICIONES CAMBIARIAS, INSTRUMENTOS DE COBERTURA CAMBIARIA, NIVELES OPTIMOS DE COBERTURA.

El primer capítulo plantea una revisión de los principales axiomas teóricos que, a juicio del autor, centran sus aportes en la relación existente entre los instrumentos de cobertura, los riesgos financieros, las exposiciones cambiarias, la evaluación y análisis de esos riesgos en el desempeño financiero, del mismo modo, se identifican algunos modelos que diversos autores han planteado para mitigar esos riesgos que redundan en mejoras en el desempeño financiero de las organizaciones.

De forma complementaria, este capítulo describe las más importantes ideas expuestas por Fisher Black y Myron Scholes, donde se desarrollan los modelos que permiten valorar instrumentos de cobertura, así como permiten elaborar ratios para medir las eficiencias de las coberturas.

1.1 MARCO TEORICO

1.1.1 Taxonomía de los Riesgos financieros y cambiarios

Es de suma importancia dentro del análisis financiero, el entendimiento de dos conceptos básicos, necesarios para poder determinar de manera apropiada las decisiones en los negocios e inversiones: el rendimiento y el riesgo. Son variables que tienen una estrecha relación, y de allí la premisa financiera que plantea que en la medida en que una inversión posee más riesgo, debería esperarse mayor rendimiento y viceversa.

Por su parte, De Lara (2005) plantea que el rendimiento de un activo es el cambio de valor que registra en un periodo con respecto a su valor inicial, mientras que el rendimiento de un portafolios se define como la sumatoria promedio de crecimientos individuales de los activos que componen el portafolios, por el peso que tienen dichos activos en el portafolios.

Las organizaciones se enfrentan día a día con diversos riesgos, de los cuales, determinados riesgos pueden ser medidos con diversas técnicas y análisis, sin embargo, otros riesgos no son posibles estimarlos o medirlos.

En este sentido, Alonso (2015) plantea una clasificación del riesgo en tres segmentos, 1) financiero, 2) Operacional y 3) De negocio, donde a su vez, subdivide el riesgo financiero en tres subcategorías: a) Riesgos asociados en cambios en el mercado, b) Riesgos de Crédito o asociados a cumplimientos crediticios y c) riesgos asociados a liquidez. La investigación propuesta, se encuentra más orientada a la cobertura de riesgos financieros, por ello se realizará énfasis en este segmento.

El riesgo financiero es la probabilidad de sufrir una pérdida o daño económico, producto de la ocurrencia de un evento que modifique las condiciones normales previstas por la organización para operar o realizar una actividad económica. Por tanto, cualquier situación adversa que ocasione algún tipo de repercusión económica negativa o algún evento futuro incierto que cause una disminución en la competencia en el logro de los objetivos, representa un riesgo. Ahora bien, los riesgos asociados a los cambios en el mercado, principalmente se encuentran generados por variaciones en el mercado de divisas, llamado en este caso riesgo cambiario, variaciones en las tasas de interés, y variaciones en el mercado de instrumentos financieros.

En un nivel superficial, la exposición cambiaria es primo cercano de dos tipos de exposición financiera interna: exposición a la inflación y exposición a la estructura de tasas de interés. Los tres son productos de un desajuste. La exposición al riesgo de cambios en la estructura de plazos de las tasas de interés se produce cuando los vencimientos de las entradas y salidas de efectivo de una empresa no coinciden.

Hekman (1983) realiza un planteamiento acerca de las diversas exposiciones financieras, donde plantea que la exposición a la inflación es causada por las diferencias entre la sensibilidad de los activos y los pasivos a la inflación, mientras que la exposición al cambio se asocia cuando la denominación de la moneda de los valores de los activos no es la misma

que la denominación de la moneda de los pasivos. De hecho, la cobertura de divisas de mayor utilización, la deuda en moneda extranjera reduce o elimina la exposición cambiaria al reducir el desequilibrio entre los activos y pasivos en moneda extranjera.

Bajo este mismo análisis, toda posibilidad de cambios en el valor de la empresa originado por la posibilidad de cambios o variaciones en los tipos de cambio conceptualiza el riesgo cambiario. Este riesgo, es producto de dos componentes: La *exposición cambiaria:* esa representación de la sensibilidad del valor en divisas a los cambios en la tasa de cambio, expresada en el párrafo anterior por Hekman; y la variabilidad de los mismos tipos de cambio. En la siguiente sección, se explica en detalle la forma como se puede medir la exposición cambiaria.

1.1.1.1 Medición de la Exposición Cambiaria

Existen diversos métodos para la medición de la exposición cambiaria, sin embargo, en la presente investigación se realizará en base a dos enfoques, el enfoque desarrollado por Kozikowski, basado en la determinación de la variable beta o Forex beta, y el enfoque desarrollado por Hekman llamado coeficiente exposición financiera.

Kozikowski (2007), expresa que el nivel de la exposición cambiaria se encuentra representado por la pendiente de la línea de regresión de las variaciones de un determinado activo o un pasivo valorado en moneda local representado por Δv, en relación con el cambio no previsto del tipo de cambio representado por Δs.

La pendiente se determina mediante la siguiente formulación: $\Delta v = a + \beta \cdot \Delta s + \mathcal{E}$; donde Δv representa el cambio en moneda local del activo/pasivo o un flujo de efectivo en dólares; a está representado por la intersección vertical de la línea de regresión, que de forma regular se presupone que es igual a cero. La variable β está representado por el nivel de exposición cambiaria o Forex beta, y es la pendiente de la línea de regresión, y está concebida como $\beta = \frac{d(\Delta v)}{d(\Delta S)}$; donde los resultados posibles serían $\beta > 0$ se entendería que la posición es larga y por tanto si la variación en la tasa de cambio es incremental, el resultado sería favorable para la

organización y desfavorable si la variación en la tasa de cambio es revaluación de la moneda local, al contrario si $\beta < 0$ se entiende que la posición es corta y se obtendría resultados inversos en la posición larga. Por último, mientras que la variable Δs representa la variación inesperada del tipo de cambio y $\mathcal{E}$ representa el error de regresión.

Debido a que la pendiente de la línea de regresión representa la razón entre la covarianza de la variable dependiente con la variable independiente y la varianza de la variable independiente, la otra forma de determinar β sería de la siguiente manera:
$\beta = \frac{cov(\Delta v, \Delta s)}{var(\Delta s)} = \frac{\rho(\Delta v, \Delta s) \cdot \sigma_{\Delta v}}{\sigma_{\Delta v}}$ donde cov es el nivel de covarianza, var representa la varianza ρ representa el coeficiente de correlación y σ la desviación estándar.

Para los efectos prácticos de la presente investigación, no se empleará el valor de un activo, un pasivo o un flujo de efectivo, sino que la variable Δv se considerará como el resultado de la multiplicación de la posición monetaria neta en moneda extranjera multiplicada por la tasa de cambio, por tanto $\Delta v = a + (AME - PME) * \Delta S + \mathcal{E}$; y dada que la posición en moneda extranjera es constante, es decir, no varía, el cambio del valor en moneda local se observará solo por los cambios inesperados en la tasa de cambio.

Desde otra perspectiva, el enfoque de Christine Hekman de coeficiente de exposición financiera, plantea que, para medir la exposición económica, se debe medir los grados en los que los flujos de efectivo operativos están cubiertos de forma natural y financiera. Y, por tanto, la exposición se reduce en la medida en que los flujos de efectivo operativos extranjeros se igualan con la deuda en moneda extranjera y los contratos de divisas a plazo.

Una manera simple de medir el efecto de tales coberturas es asumir que se mantienen como proporciones constantes de los flujos de efectivo. En este caso, su efecto puede capturarse en un parámetro, que mide la proporción de flujos de efectivo nominales que permanece sin cobertura. De este modo, para determinar el coeficiente $\propto$ es requerido determinar los flujos de efectivo operativos, la deuda en moneda extranjera y la porción de deuda cubierta con contratos de cobertura, la formulación planteada por Hekman es la siguiente:

$$\propto = \frac{C_J - D_J - C_J^*}{C_J}$$

C_J = los flujos de efectivo operativos

D_J = los pagos en efectivo a los tenedores de deuda (después de impuestos) y

C_J^* = el nivel de ventas de contratos a plazo en moneda extranjera.

1.1.1.2 Medición de Riesgos

Para gestionar el riesgo de tipo de cambio inherente a las operaciones de las empresas, se debe determinar el tipo específico de exposición al riesgo actual, la cobertura y los instrumentos disponibles para hacer frente al riesgo de cambio (Papaioannou, 2006).

Las medidas de riesgo convencionales aportan una información importante, y no quiere decir que sean exactas, sino que son valiosas, permitiendo comparar el riesgo o la rentabilidad-riesgo de un activo financiero en relación a otras, ya que, en teoría, para que la comparación sea útil, la base de medición debería estar compuesta con mismos parámetros e hipótesis.

Uno de los parámetros más utilizados es el Ratio de Sharpe, que propone medir la rentabilidad que presenta un activo en relación a su riesgo. Este dato todavía es más completo porque nos da dos variables en lugar de una y además podemos compararlo mejor. Existen en adición otros métodos para la gestión del riesgo, valoración y gestión de carteras se encuentran la Teoría de carteras eficientes de Markowitz, el Modelo de valoración CAPM de Sharpe, el Modelo de valoración del riesgo Scholes-Merton, y Value at Risk (VaR) entre otros. Sin embargo, debido al tipo de riesgo que se pretende medir en esta investigación, es menester emplear el método VaR para lograr una apropiada cuantificación.

Por consiguiente, el riesgo cambiario, cuando es identificado y definido adecuada y de forma oportuna, puede reducir el riesgo general de la empresa, y este efecto de diversificación puede ser una razón más para la existencia de empresas multinacionales (Shapiro 1977).

1.1.1.3 Valor en Riesgos [VaR] – Value at Risk

Para medir el impacto de las fluctuaciones del tipo de cambio en una empresa con operaciones denominadas en moneda extranjera se debe calcular el Valor en Riesgo o VaR[1] (Value at Risk) de los flujos de caja. El VaR (J.P.Morgan/Reuters, 1996) es usado para la medición del riesgo de cambio, este riesgo es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar un portafolios en un intervalo de tiempo y con cierto nivel de probabilidad o confianza (De Lara, 2005).

En la actualidad, existen dos formas de calcular el VaR, métodos paramétricos, los cuales presentan como premisa en que los datos poseen una distribución normal, es decir, se supone un comportamiento, y, por tanto, se tendrá que estimar algunos parámetros como media y varianza. Y el otro método es el no paramétrico, ya que no suponen ninguna distribución, por lo que en general se emplean los datos históricos para inferir un comportamiento y no es requerido conocer los parámetros (Alonso & Berggrun, 2015)

El Valor en Riesgo puede ser empleado para portafolios de inversión con varios activos, y también para portafolios de un solo activo, el cual será el empleado en esta investigación, es decir, se empleará la tasa de cambio como único activo de evaluación. Bajo esta premisa, y bajo el supuesto de normalidad y de media de rendimientos igual a cero, el modelo paramétrico que determina el valor en riesgo de una posición es el siguiente:
$VaR = F \cdot S \cdot \sigma \cdot \sqrt{\tau}$; donde F representa el factor que determina el nivel de confianza del cálculo. S representa el monto total de la inversión o la exposición total en riesgo, σ representa la desviación estándar de los rendimientos del activo, y τ representa el horizonte de tiempo en que se desea calcular el VaR.

[1] El VaR es una herramienta desarrollada por la firma JP Morgan en 1.996; y fue publicada en la documento tecnico Risk Metrics en conjunto con la Firma Reuters

1.1.2 Modelo de Valoración Black-Scholes para valoración de precios a instrumentos de coberturas

El modelo teórico Black-Scholes, diseñado por Fisher Black y Myron Scholes en 1973, en su estudio “The Pricing of Options and Corporate Liabilities” (Black & Scholes, 1973) plantea como fundamento, la valoración de instrumentos de cobertura “Options-Call” u “Options-put” (*opciones de compra y de venta*) sobre una acción que no paga dividendos y se asume que el rendimiento sobre la acción en un periodo corto, emplea distribuciones continuas para el comportamiento de precios, mientras que los rendimientos se distribuyen de forma norma.

En este sentido, el modelo considera condiciones ideales en el mercado, en resumen, las premisas que asume el modelo son las siguientes:

i. La tasa de interés a corto plazo es conocida y constante a través del tiempo.
ii. El precio de las acciones sigue una caminata aleatoria en tiempo continuo con una tasa de variación proporcional al cuadrado del precio de las acciones. Por lo tanto, la distribución de los posibles precios de las acciones al final de cualquier intervalo finito es log-normal. La tasa de variación del rendimiento de la acción es constante
iii. La acción no paga dividendos ni otras distribuciones.
iv. La opción es "europea", es decir, solo se puede ejercer al vencimiento.
v. No hay costos de transacción en la compra o venta de acciones o la opción.
vi. Es posible pedir prestada cualquier fracción del precio de un valor para comprarlo o conservarlo, a la tasa de interés a corto plazo.
vii. No existen penalizaciones por venta en corto. Un vendedor que no posee una garantía aceptará el precio de la garantía de un comprador, y acordará acordar con el comprador en alguna fecha futura pagándole una cantidad igual al precio de la garantía en esa fecha.

En Adición, se plantea que las proporciones de opciones y acciones en esta cobertura deberían ajustarse a lo largo del tiempo para tener en cuenta los cambios en el precio de las acciones o activo subyacente, y en la duración del contrato, considerando que usualmente se

plantean para periodos cortos de tiempo. Por otro lado, una cobertura sin riesgo no puede producir un rendimiento mayor que la tasa de interés a corto plazo en el mercado, la opción debe tener un precio tal que los participantes del mercado no puedan establecer esta cobertura y esperen obtener una ganancia segura.

De lo anterior, se desprende la siguiente formulación, la cual es empleada para determinar el valor de la opción en función del precio de las acciones, el cual es independiente del rendimiento esperado de las acciones:

$$\omega(x,t) = xN(d_1) - ce^{r(t-t^*)}N(d_2)$$

La variable ***x*** está dada por el precio de la acción el día de la negociación, la variable ***c*** representada por el precio strike de la acción que se desea proteger. En la ecuación, la variable $N(d)$, representa una función de densidad normal acumulativa. Por otro lado, el vencimiento $(t^* - t)$ es incluido en la fórmula multiplicado por la tasa de interés *r* o la tasa de variación σ^2. Por lo tanto, un aumento en la madurez tiene el mismo efecto sobre el valor de la opción como un aumento porcentual igual en *r* y σ^2.

Asimismo, las variables d_1 y d_2 se encuentran determinadas de la siguiente forma:

$$d_1 = \frac{\ln x/c + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t^* - t)}{\sigma\sqrt{(t^* - t)}} \text{ y } d_2 = \frac{\ln x/c + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t^* - t)}{\sigma\sqrt{(t^* - t)}}$$

Merton (1973) realiza un análisis posterior, donde demuestra que el modelo Black-Scholes puede ser empleado para valorar diversos elementos de una estructura financiera de capital de una empresa. Es decir, se pudiera emplear el valor total de la empresa como un valor "básico" o genérico, reemplazando el valor de las acciones comunes en la formulación Black-Scholes, y los valores individuales dentro de la estructura de capital por deuda, bonos convertibles, acciones ordinarias, divisas, etc. Derivándose de esta, la siguiente adaptación al modelo, y en demasía utilizado para valorar opciones de divisas:

$$\omega(x,t) = xe^{-r_f(t)}N(d_1) - ce^{-r_d(t)}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln x/c + \left((r_d - r_f) + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t^* - t)}{\sigma\sqrt{(t^* - t)}} \text{ y } d_2 = \frac{\ln x/c + \left((r_d - r_f) - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t^* - t)}{\sigma\sqrt{(t^* - t)}}$$

Donde se incorporan los términos r_d como la tasa libre de riesgo compuesta continua del mercado del mercado local y r_f como la tasa libre de riesgo compuesta continua del mercado de la moneda a negociar, y donde se reemplazan los valores de las acciones en x por la tasa de cambio spot del día o tasa TRM y el termino c por el precio strike de la tasa de cambio.

1.1.3 Niveles óptimos de Cobertura

Luego de realizar las aclaraciones pertinentes a la forma como serán valorados para efectos del presente estudio, los instrumentos de cobertura *"options"*, empleando el modelo Black-Scholes (en adelante BSM), en la siguiente etapa se plantea determinar el nivel óptimo de cobertura o ratio de cobertura, mediante la utilización del método Ratio de Cobertura de Mínima Varianza, o RCMV.

El método de preferencia utilizado en los mercados debido a su simplicidad fue el desarrollado por Ederington (1979) donde plantea realizar una estimación de la pendiente de una recta de regresión por el método de Mínimos cuadrados ordinarios (MCO), donde la mejor pendiente a seleccionar es aquella que se ajusta cuando la diferencia de precios al contado es regresada con la diferencia de precios de los futuros que se utiliza como cobertura, y es el correspondiente RCMV.

Esta pendiente se determina mediante la siguiente formulación:

$h^* = \rho\frac{\sigma_F}{\sigma_S}$ y el numero óptimo de contratos se refleja como: $N^* = \frac{h^* Q_A}{Q_F}$

Donde ρ es el coeficiente de determinación de la población entre el cambio en el precio en efectivo y el cambio en el precio del futuro. Para juzgar la efectividad del mercado para reducir el riesgo, se realiza una estimación y se utiliza el coeficiente de determinación de la muestra r^2, para coberturas de dos longitudes arbitrarias y utilizando las varianzas de la muestra y la covarianza de la muestra.

De la misma manera, la variable σ_S representa la covarianza entre los cambios en el activo subyacente que se quiere proteger, que para los efectos de esta investigación es la TRM, y los cambios en σ_F, representada por las variaciones del valor del opcion acorde al BSM, en intervalos de tiempo iguales al horizonte de cobertura.QA: está representado por el tamaño de la posición que se cubre (unidades), por ejemplo, la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) para los contratos de *futuros* de divisas, posee contratos de USD50.000 por cada contrato, por ejemplo, si una compañía estaría interesada en adquirir USD 2.000.000 en *options* o *futuros*, la empresaria tendría que comprar QA= 40 contratos. Y QF estaría representado por el tamaño de un contrato de futuros (unidades), es decir, los USD 50.000 por cada unidad o contrato.

Como consecuencia, Zurita (2002) plantea que en caso de que el resultado de las desviaciones estándar sea similares, la razón de cobertura debería ser inferior a 1 (puesto que r es inferior a 1); e implicaría una cobertura parcial. La razón es que el futuro además introduce en este caso riesgo independiente, no correlacionado con el precio del activo que interesa cubrir; por lo tanto, hay un trade-off entre el riesgo que se compensa (medido por el coeficiente de correlación) y el riesgo independiente que aumenta el riesgo total de la cobertura.

1.2 MARCO CONCEPTUAL

1.2.1 Definiciones de Estrategias

A través de los años, diversos autores han realizado muchas definiciones relacionadas a las estrategias, su clasificación y su tipología. Incluso, a principios del siglo XX los conceptos de estrategias eran relacionadas a ciencias militares, empleándose la estrategia como un

medio de gestión cooperativo, dirigido mediante el ejercicio del poder, para de cierto modo, establecer el control de la asignación de recursos, así como disponer nuevos territorios en posiciones privilegiadas" (Rivera Rodrigruez, Pulgarín Molina, & Malaver Rojas, 2012)

Posteriormente, finalizada la Segunda Guerra Mundial, el esquema y forma de emplear la estrategia militar comenzó a incluirse en la actividad económica de las organizaciones, a través de los escritos de Von Newmann y Morgenstern, (Bracker, 1980, citado por Rivera Rodrigruez, Pulgarín Molina, & Malaver Rojas, 2012), sin embargo, su origen desde el punto de vista académico, fue en la Escuela de Negocios de Harvard entre 1950 y 1960, a raíz de la necesidad de analizar los métodos de dirección de grandes corporaciones como General Motors, DuPont, Honda y Toyota entre otras; aludiendo al simple cuestionamiento: ¿Por qué unas organizaciones son más exitosas que otras a pesar de mantenerse expuestas a los mismos riesgos y mismo entorno? Esta simple pregunta causó que otras escuelas de negocios norteamericanas comenzaran a impartir cursos de Business Strategy.

En la actualidad existen muchas áreas de conocimiento donde se aplican estrategias, con diversos enfoques, pero fundamentados en la concepción original del conjunto de pasos que se determinan para la consecución de un objetivo. En este sentido, se puede observar estrategias de mercadeo, estrategias de administración, estrategias de aprendizaje, y estrategias militares. Sin embargo, para la presente investigación, la estrategia estará orientada en administración de organizaciones, más de forma específica en negocios.

Para efectos de considerar una conceptualización clara sobre estrategia, el desarrollo de esta investigación se basa en el estudio desarrollado por Richard Rumelt (Good Strategy Bad Strategy, 2011). Para Rumelt, la estrategia debe concebirse como una manera organizada y planificada de resolver problemas, y debe poseer una estructura que denominó KERNEL, formada por 3 componentes:

1. ***Diagnóstico***: Siempre se comienza con un diagnóstico preciso de la situación presente, de manera que se permita clasificar la situación actual de la organización,

alinear los hechos en patrones, y de ser posible, analizar la forma en como fueron atacados en el pasado situaciones similares.

2. ***Definición de Táctica o política de referencia que permita enfrentar el reto*.** Especifica o crea una política de referencia definitiva: es decir, la manera en que se lidiará con las dificultades críticas. En pocas palabras, la política de referencia delineará el enfoque total que se aplicará para superar los obstáculos establecidos por el diagnóstico.

3. ***Coordinación de una serie de acciones coherentes diseñadas para llevar a cabo la táctica***: porque la estrategia tiene que ver con hacer algo que añade valor. La estrategia no es una teoría. Una buena estrategia siempre implica hacer algo para seguir adelante. Debe haber acciones claras y coordinadas. Es decir, las acciones deben ser coherentes y consistentes con un objetivo.

1.2.2 Mercado de Divisas y Tipos de Cambio

El mercado de divisas es el mercado financiero más grande del mundo, y se evidencia poseer el mayor nivel de liquidez y es caracterizado por su transparencia y perfección, al mantener un gran número de compradores y vendedores, productos homogéneos, libertad en el flujo de información y en general no existen de barreras de entrada. Este mercado no tiene un sitio central en el que se realicen las transacciones, se considera como un mercado extrabursátil OTC (over-the-counter) donde las operaciones se llevan a cabo de forma electrónica, de manera continua y es realizado globalmente. En la mayoría de los casos, los participantes del mercado de divisas se conectan mediante terminales de computadora, teléfonos y otros dispositivos de telecomunicación. Y en la mayoría de las veces, emplean un método de comunicación por computación llamado SWIFT – Society for Worldwide International Telecommunications – el cual es un sistema desarrollado en Bruselas en 1977.

Sin embargo, como la emisión de moneda es una actividad exclusiva de los bancos centrales de cada país, prácticamente todos los países realizan un nivel de intervención, que puede incidir en la determinación de los precios de mercado, y por ello, autores como Pérez

Barbeiro (2014) en su libro de Finanzas Internacionales, plantean que el mercado de divisas no es un mercado realmente libre.

Como parte de las funcionalidades que ofrece el mercado de divisas podemos encontrar que permite la transferencia del poder adquisitivo entre las monedas que se intercambian, soporta mediante diversos instrumentos y herramientas el financiamiento del comercio e inversiones internacionales, y asimismo ofrece diversas formas para la administración del riesgo, mediante por ejemplo coberturas, el arbitraje y la especulación.

En el mercado de divisas, es donde se construye los diversos tipos de cambio de todas las diversas monedas que existen en la actualidad., Por tanto, el tipo de cambio representa el precio de la moneda de un país valorado sobre una moneda de otro país. En este orden de ideas, los tipos de cambio empleados en su mayoría son dos, el primero es el tipo de cambio directo, que pueden expresarse con a) modo europeo, que consiste en valorar el precio de cualquier divisa con respecto al dólar, o con b) modo norteamericano, que consiste en valorar cuantos dólares se necesitaría para comprar otra divisa. Y el segundo es el tipo de cambio indirecto o cruzado, el cual de igual forma representa el precio de una divisa en sobre el precio de otra, pero empleando una tercera divisa para su determinación.

Existe de forma complementaria, el mecanismo de intercambio de divisas mediante el arbitraje de divisas, que consiste en realizar de manera simultánea de compras y ventas de divisas, pero en mercados diferentes, con la finalidad de obtener algún rendimiento en la transacción.

El mercado de divisas se encuentra fragmentado en varios segmentos:

- Mercado de contado o *Spot,* el cual corresponden a transacciones que se realizan de manera inmediata, con un máximo de 2 días, como consecuencia el tipo de cambio consecuencia de este tipo de transacción se conoce como tipo de cambio spot.
- Mercado a plazo o *forwards:* corresponden a transacciones de cambio de divisas que se realizaran en el futuro, y, por ende, la tasa de cambio negociada en el día de transacción se le conoce como tipo de cambio a plazo. En General, este tipo de mercado constituye un

medio natural para reducir riesgos ocasionados de las fluctuaciones cambiarias, allí participan no solo importadores, exportadores y fabricantes, sino también prestatarios e inversionistas.

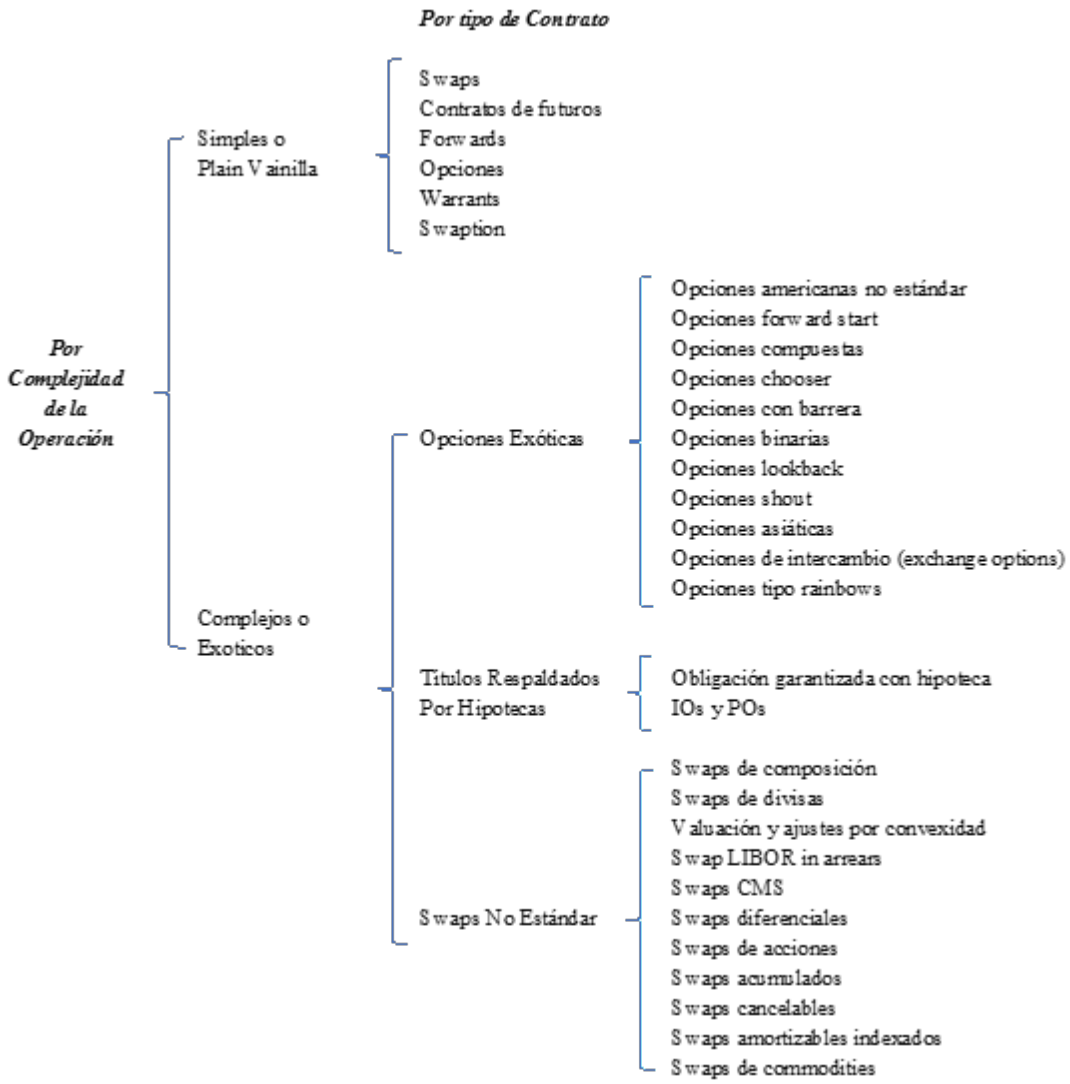
- Mercado de futuros o *futures:* maneja el mismo esquema que los contratos a plazos, sin embargo, los forwards se negocian en OTC mientras que los futuros se negocian en bolsa de valores del mundo.
- Mercado de Opciones u *options:* son tipos de contratos que le otorga al propietario el derecho de comprar o vender algún activo a un precio fijo en una fecha determinada, o antes de ella, es un tipo de contrato especifico, ya que otorga al comprador el derecho, pero no lo obliga, de tomar la decisión de adquirir o no el bien.

1.2.3 Instrumentos Financieros o derivados financieros

J.C. Hull (2009) plantea a los derivados o instrumentos financieros como activos cuyo valor depende del comportamiento de una variable llamada activo subyacente. Donde la mayoría de las ocasiones, el comprador y el vendedor definen los términos del instrumento derivado y éste es en general, un contrato privado entre dos partes. En mercados más organizados, los participantes realizan transacciones de compra y venta de instrumentos derivados estándar con términos que han sido definidos por el organizador del mercado. Y una de las principales funciones de los derivados es la de disminuir o reducir los riesgos, mas no lo eliminan.

Los usos responden en el mayor de las veces, a tres intereses, la primera se encuentra asociado a la Cobertura de riesgos propios de las actividades financieras o empresariales, o personas naturales, con la cual permite estabilizar la rentabilidad de quienes la emplean. La segunda se encuentra asociado a la propia inversión en el activo subyacente o alguna de sus variables. Por tanto, se incrementa la eficiencia del mercado y posibilita a los agentes del mercado a beneficiarse de sus predicciones si son correctas.

No existe una clasificación consensuada entre los diversos tipos de Instrumentos Financieros, sin embargo, se pudiera realizar una aproximación de la siguiente forma:



Elaboración propia basada en Hull (2009)

1.3 MARCO LEGAL

Debido a que los instrumentos derivados poseen una complejidad implícita por la forma en que son ejecutadas, y del mismo modo, son transacciones que poseen un riesgo inherente a su operación en sí, muchos Estados han regulado estas operaciones mediante diversos mecanismos. Para el caso colombiano, el organismo encargado de la inspección, vigilancia y control sobre las personas que realicen actividades financieras, bursátiles, aseguradoras y cualquier otra relacionada con el manejo, aprovechamiento o inversión de recursos, es la Superintendencia Financiera de Colombia.

De acuerdo al estatuto de la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC en adelante), su principal objetivo es supervisar el sistema financiero colombiano con el fin de preservar su estabilidad, seguridad y confianza, así como, promover, organizar y desarrollar el mercado de valores colombiano y la protección de los inversionistas, ahorradores y asegurados[2].

En este orden de ideas, como parte de las normas que la SFC ha publicado se encuentra el Decreto 2555 de 2010, documento que posee el marco normativo de las operaciones financieras en Colombia. Sobre el particular de los instrumentos derivados, este decreto, en su Parte N.º 2 - ENTIDADES SUJETAS A INSPECCIÓN Y VIGILANCIA Y SUJETAS A CONTROL, en el Libro N.º 35 - NORMAS COMUNES A LAS ENTIDADES SUJETAS A LA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, en el TITULO N.º 1 - INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS Y PRODUCTOS ESTRUCTURADOS, CAPITULO N.º 1, realiza las definiciones desde el punto de vista de la SFC de lo que corresponde un instrumento financiero derivado, tal como se detalla en el Artículo 2.35.1.1.1:

> *"1. Instrumento financiero derivado. Es una operación cuya principal característica consiste en que su precio justo de intercambio depende de uno o más subyacentes y su cumplimiento o liquidación se realiza en un momento posterior. Dicha liquidación puede ser en efectivo, en instrumentos financieros o en productos o bienes transables, según se establezca en el contrato o en el correspondiente reglamento del sistema de negociación de valores, del sistema de registro de operaciones sobre valores o del sistema de compensación y liquidación. Estos instrumentos tendrán la calidad de valor siempre que se cumplan los parágrafos 3° y 4° del artículo 2° de la Ley 964 de 2005.*
>
> *Las Operaciones a Plazo de Cumplimiento Financiero (OPCF) y las Operaciones a Plazo de Cumplimiento Efectivo (OPCE) son instrumentos financieros derivados."*

[2] Tomado de la pagina web de la Superintendencia Financiera de Colombia. https://www.superfinanciera.gov.co

Este articulo también plantea las definiciones legales de exposición potencial futura, tal como se menciona a continuación:

> *"Exposición potencial futura. Corresponde a la pérdida que podría tener una entidad en un instrumento financiero derivado durante el plazo remanente de éste por un eventual incumplimiento de su contraparte, bajo el supuesto de que el precio justo de intercambio sea positivo en la fecha de vencimiento del respectivo instrumento"*

La SFC también emitió la Circular Externa 100 de 1995, donde se dedica el capítulo XVIII a todo lo relativo al mercado de instrumentos financieros derivados. Dentro de este capítulo se plantean los requisitos mínimos a cumplir para negociar instrumentos financieros derivados, asimismo se detallan disposiciones especiales para la gestión de riesgos, como los criterios mínimos de administración de riesgos, las divulgaciones requeridas por operaciones realizadas con instrumentos financieros derivados y con productos estructurados. Del mismo modo, se caracterizan los tipos de instrumentos financieros derivados y estructurados, y también se regulan los instrumentos financieros derivados con fines de cobertura.

Hay que mencionar, además, los requisitos que plantea esta circular en el caso particular de los derivados con fines de cobertura, lo cual indica:

> *"Los instrumentos financieros derivados que se negocien con fines de cobertura deben quedar claramente identificados desde el momento mismo de su celebración y estar adecuadamente documentados, cumpliendo con los requisitos que se establecen en los nuevos marcos técnicos contables expedidos por las autoridades de normalización y regulación técnica establecidas en el art. 6 de la Ley 1314 de 2009…*
>
> ***…Documentación y requisitos para la cobertura con instrumentos financieros derivados**: La designación de la relación de cobertura debe quedar evidenciada por escrito a más tardar en la fecha de celebración o reclasificación de la operación de*

cobertura, en la cual también se debe fijar su objetivo y estrategia. En consecuencia, la designación de la relación de cobertura no tendrá efectos retroactivos. Toda la documentación formal asociada con la designación de la relación de cobertura debe ir como anexo al acta respectiva en la que se adopte la decisión por parte de la junta directiva o de la instancia autorizada para ello en la respectiva entidad vigilada y debe estar a disposición de la SFC cuando ésta la requiera."

En este orden de ideas, en el Marco teórico se detallan donde se comercializan estos productos financieros, es decir, en la bolsa de Valores de Colombia, o en mercados de mostrador o over the counter (OTC), pero de igual manera, en la circular Externa 100 también se establece que para las operaciones OTC deben realizarse con un contrato macro definido en el numeral 2.5:

*"**Contrato marco**: Es un acuerdo celebrado por escrito entre dos (2) o más partes, necesario para la negociación de operaciones con instrumentos financieros derivados en el mercado OTC o no estandarizados. Este puede constar en cualquier medio verificable, y está conformado por el texto del contrato, suplementos, las cartas de confirmación de las operaciones realizadas, y los acuerdos de intercambio de garantías en el evento en que estos últimos se suscriban. En dicho contrato se consagran las obligaciones generales de cada contraparte y, como mínimo, los aspectos consignados en el Anexo 2 del presente Capítulo, el Decreto 2555 de 2010 y las normas propias de cada entidad vigilada."*

Del mismo modo, el Banco de la República, a través de las circulares reglamentarias de sus facultades de orden legal, emitió la circular reglamentaria externa -DODM - 144, un instructivo reglamentario de la Resolución Externa 8 de 2000 de la Junta Directiva del Banco de la República, en lo que refiere a los siguientes aspectos puntuales:

i. Las operaciones de derivados autorizadas
ii. Los agentes del exterior autorizados para realizar estas operaciones
iii. El procedimiento cambiario aplicable a la liquidación; y
iv. El suministro de información al Banco de la República.

Circular externa # 088 de 2000, la cual plantea los requisitos Mínimos de Administración de Riesgos que deberán cumplir las entidades vigiladas para la realización de sus operaciones de tesorería, estos parámetros permitirán el desarrollo de las actividades de tesorería, dentro de un marco regulatorio y de supervisión claro y transparente, en beneficio de los sectores financiero y asegurador.

El decreto 1720 de 2001 plantea en su artículo 8º - *Riesgos crediticio y de mercado*
Plantea que, al determinar el valor de exposición a los riesgos de mercado, los establecimientos de crédito deberán utilizar las metodologías que para el efecto determine la Superintendencia Bancaria. Sin embargo, los establecimientos de crédito podrán solicitar a este organismo de control autorización para utilizar un modelo de medición propio, caso en el cual deberán acreditar ante dicha Superintendencia, el cumplimiento de los requisitos mínimos que se establezcan para el efecto. Una vez determinado el valor de la exposición a riesgos de mercado, éste se multiplicará por cien novenos (100/9) y el resultado se adicionará al valor de los activos ponderados por nivel de riesgo crediticio. De esta manera, se obtiene el valor total de los activos ponderados por nivel de riesgo crediticio y de mercado que se utiliza para el cálculo de la relación de solvencia.

1.4 ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, diversos autores han realizado investigaciones relacionadas a exposición cambiaria, también se ha investigado sobre las mediciones de volatilidades de las tasas de cambio en sectores específicos, y de forma aislada, se han realizado estudios relacionados a instrumentos derivados de coberturas en sectores que emplean usualmente *commodities*[3], sin embargo, no se lograron identificar autores que entrelacen en conjunto los tres conceptos que persigue la presente investigación, del mismo modo, tampoco se identificó en la literatura actual, análisis específicos en el sector automotriz en Colombia que se relacionen estrictamente con instrumentos derivados o exposiciones cambiarias.

[3] Un commodity es un producto o bien por el que existe una demanda en el mercado y se comercian sin diferenciación cualitativa en operaciones de compra y venta, usualmente esta asociado a materias primas.

A pesar de estas limitaciones, se presentan a continuación un resumen de las investigaciones más relevantes consideras por el autor, relacionadas a diversos aspectos de instrumentos de cobertura, exposiciones cambiarias y niveles óptimos de coberturas, que fueron aplicadas en sectores de la economía que no precisamente se relacionan al sector automotriz colombiano, sin embargo, son un referencial importante para el desarrollo e inicio de la presenta investigación.

Los autores Díaz, Macías y Luna (2014) realizaron una evaluación para diseñar un producto derivado en el que subyace el precio de la electricidad. Analizando series de tiempo del precio de la electricidad para modelar su volatilidad; y a partir de esto, diseñan una opción exótica tipo barrera, para mostrar cómo se pueden usar este tipo de productos financieros en la cobertura de riesgos de los agentes del mercado.

Por otro lado, Castillo y Águila (2008) utilizan análisis de regresiones para la obtención de estrategias de cobertura optimas. Por otro lado, realizan un análisis sobre la manera en que la cobertura óptima depende de los parámetros clave identificados, como tasa de cambios, precio de los insumos y cantidad de las correlaciones de las variables. Empleando como evidencia empírica las exportaciones chilenas de celulosa, concluyen que las estrategias de cobertura óptimas identificadas en este caso dependían del grado de correlación que exista entre las variables aleatorio tasa de cambios, costos de insumos, y niveles de producción, sin embargo, observaron en algunos casos ningún nivel de correlación.

Bartram, Brown y Minton (2010) argumentan que la teoría permite realizar una predicción sobre la exposición al tipo de cambio, pero también indican que la investigación empírica precedente no ha podido documentar tales exposiciones, por lo tanto, amplían resultados teóricos a la exposición global de las tasas de cambio. De las muestras y análisis planteados, concluyen que el efecto pass-though (transferencia de la variación de la tasa de cambio a los productos) puede reducirse entre un 10% a 15% con instrumentos de coberturas operativas, mientras que este porcentaje se incrementa hasta un 40% con derivados financieros de tasa de cambio.

Bunea-Bontaş (2012) realizó un esquema de requerimientos básicos para la valoración de la efectividad de los instrumentos de cobertura financiera. Del mismo modo también identifican las dificultades más comunes que presentan las organizaciones al momento de elegir un instrumento de cobertura apropiado. Del mismo modo, plantea que, en la práctica, medir la eficiencia de un hedging no es sencillo, y concluye que, para garantizar la efectividad de la estrategia de cobertura, es necesario una selección óptima de la cobertura más efectiva, los instrumentos que compensan la exposición al riesgo de los elementos cubiertos son necesarios, y una selección óptima de los elementos cubiertos que pueden cubrirse con los instrumentos de cobertura disponibles.

Jiménez, Acevedo, y Castaño (2016) expusieron reducir el riesgo cambiario por a través, de los siguientes instrumentos derivados de cobertura: forward, futuros sobre la TRM y opciones financieras aplicadas sobre las divisas de una empresa exportadora de flores. Para esto, se utilizaron los datos mensuales de la TRM desde enero de 2005 hasta abril de 2016 para de este modo, realizar una simulación Monte Carlo del escenario sin cobertura y los escenarios de cada una de las coberturas, y con un Movimiento Browniano Geométrico se modela el precio de la TRM y los futuros. Para modelar el precio de la TRM y las opciones se aplicó el Movimiento Browniano Geométrico. Los resultados indicaron que la cobertura con opciones sobre la divisa se convirtió en la mejor estrategia debido a que la media y el percentil 5 del escenario con cobertura están cercanos a la media del escenario sin cobertura, es decir, con las opciones financieras se tienen menores probabilidades de obtener resultados desfavorables.

Millones, Nakazaki y Trujillo (2017), realizaron una medición y análisis de la volatilidad del tipo de cambio y su impacto en las operaciones de las instituciones del sector no bancario, como lo son las Cajas Municipales de Ahorro y Crédito del Perú. Para ello emplearon la herramienta financiera Value at Risk (VaR), estimándose mediante la aplicación de la metodología de simulación histórica. Concluyendo que la aplicación de la metodología VaR, lograba una adecuada modelación del constructo que se pretende evaluar, para que requiriese adecuada formulación metodológica del proceso generador de datos.

Botero y Pérez (2007) realizaron un examen de diversas metodologías existentes para la valoración y medición de los riesgos de las opciones tipo barrera europeas. La revisión se centró, principalmente, en los métodos numéricos. La metodología empleada fue la simulación de Montecarlo para valorar y calcular las coberturas de opciones, del cual dependían de la ruta seguida por los precios del activo subyacente durante su vida útil. Los resultados generados corroboran que ellas convergen satisfactoriamente en la formulación analítica cuando ésta se ajusta a una observación discreta de los precios del activo subyacente. Tales resultados se ajustan más cuando se aplica el Método de Control de Varianza de Variables Antitéticas a las Simulaciones Montecarlo.

Zurita (2002) realizó una exploración sobre la determinación de los niveles óptimos de cobertura en los contratos a plazo y los futuros mediante las coberturas de mínima varianza, explicando diferencias entre ambos instrumentos de cobertura. Asimismo, plantean situaciones en las que el horizonte de cobertura es menor o igual a la vida del contrato a plazo o futuro y explicaba que la diferencia más importante se refería a la oportunidad en que se producen los flujos de caja. Mientras las partes que entran en un contrato a plazo no intercambian pagos al inicio ni durante el contrato, sino sólo al vencimiento, en un contrato futuro se produce una liquidación diaria de los contratos, y concluye que las diferencias identificadas implicaban que las coberturas de mínima varianza requieren ajustes dinámicos en las posiciones con futuros.

Aragó Manzana (2000) realiza un estudio sobre el comportamiento diferencial de la ratio de cobertura de mínima varianza (RCMV) alrededor de la fecha de vencimiento del contrato de futuros sobre el índice IBEX-35, el estudio se realiza para series de frecuencia diaria y semanal. La metodología utilizada es diferente dependiendo del horizonte temporal (HTI) considerado, debido a que las características de las series de distinta frecuencia son diferentes. Por tanto, se analiza la existencia del efecto vencimiento sobre la serie temporal de RCMV obtenida considerando momentos de segundo orden condicionales no constantes. Y confirma que para duraciones diarias el valor del RCMV disminuye si se considera la última semana antes del vencimiento.

García y Rodríguez (2016) analizan los posibles beneficios en términos de reducción de volatilidad mediante el uso de una estrategia de cobertura. Se compararán los retornos cubiertos y no cubiertos bajo el uso de betas constantes y betas dinámicos que minimicen la volatilidad o que maximicen los retornos esperados, y adicionalmente comparan los retornos cubiertos y no cubiertos en términos de reducción de varianza, bajo un modelo de regresión lineal con betas constantes y con betas dinámicos. Los resultados expuestos evidencian que la posición de cobertura al 100% o naive no presenta beneficios en reducción de varianza o promedio de los retornos frente al resto de las estrategias que establecen una tasa de cobertura diferente, razón por la cual sugieren el uso de coberturas dinámicas mediante las estrategias GARCH y ventanas rodantes.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se realiza una clasificación del estado del arte por ubicación geográfica, año y el hallazgo identificado:

Autores internacionales:

Autores	Año	Investigación	País	Hallazgo
Castillo y Águila	2008	Cobertura Óptima De Riesgos De Mercado En Presencia De Riesgos De Cantidad Y De Costos De Producción	Chile	Propuesta de mecanismo basado en la metodología de regresiones múltiples, para determinar las estrategias de cobertura que una empresa debiera instrumentar.
Bartram, Brown y Minton	2009	Resolving the exposure puzzle: The many facets of exchange rate exposure	Estados Unidos	Concluyen que el efecto pass-though puede reducirse entre un 10% a 15% con instrumentos de coberturas operativas, mientras que este porcentaje se incrementa hasta un 40% con derivados financieros de tasa de cambio.
Millones, Nakazaki y Trujillo	2017	Modelo VAR para medir el riesgo cambiario en las cajas municipales de ahorro y el crédito del sistema financiero peruano	Perú	Concluyeron que la aplicación de la metodología VaR, lograba una adecuada modelación del constructo que se pretende evaluar, para que requiriese adecuada formulación metodológica del proceso generador de datos.
Zurita	2002	Sobre la cobertura de mínima varianza con futuros	España	Demostró diferentes razones de cobertura de mínima varianza entre contratos a plazo y futuros.
Bunea-Bontaş	2012	The Assessment of Hedge Effectiveness	España	Concluye que, para garantizar la efectividad de la estrategia de cobertura, es necesario una selección óptima de la cobertura más efectiva, los instrumentos que compensan la exposición al riesgo de los elementos cubiertos son necesarios, y una selección óptima de los elementos cubiertos que pueden cubrirse con los instrumentos de cobertura disponibles.

Autores Nacionales:

Autores	Año	Investigación	País	Hallazgo
Jiménez, Acevedo, y Castaño	2016	Cobertura cambiaria por medio de instrumentos derivados para empresa exportadora de flores en Colombia	Colombia	Los resultados mostraron que la cobertura con opciones sobre la divisa se convirtió en la mejor estrategia debido a que la media y el percentil 5 del escenario con cobertura están cercanos a la media del escenario sin cobertura.
Díaz, Macías y Luna	2014	Estrategia de Cobertura con Productos Derivados para mercado energético colombiano	Colombia	Diseñaron una opción exótica tipo barrera, para mostrar cómo se pueden usar este tipo de productos financieros en la cobertura de riesgos de los agentes del mercado.
Botero y Pérez	2008	Opciones tipo barrera sobre la tasa de cambio Peso/dólar	Colombia	Las Simulaciones Montecarlo constituyen la metodología ideal para valorar y calcular las coberturas de opciones que dependen de la ruta seguida por los precios del activo subyacente durante su vida útil. Tales resultados se ajustan más cuando se aplica el Método de Control de Varianza de Variables Antitéticas a las Simulaciones Montecarlo.
García y Rodríguez	2016	Tasa óptima de cobertura cambiaria con betas dinámicos: caso colombiano	Colombia	Los resultados expuestos evidencian que la posición de cobertura al 100% o naive no presenta beneficios en reducción de varianza o promedio de los retornos frente al resto de las estrategias que establecen una tasa de cobertura diferente, razón y sugieren el uso de coberturas dinámicas mediante las estrategias GARCH y ventanas rodantes.

CAPITULO 2. DIAGNOSTICO DEL SECTOR IMPORTADOR AUTOMOTRIZ COLOMBIANO: EXPOSICIÓN Y RIESGO CAMBIARIO.

En este capítulo, bajo la estrategia kernel explicada en el capítulo anterior, se realizará un diagnóstico del sector importador automotriz colombiano, mediante la información recopilada en el Portal de información empresarial de la Superintendencia de Sociedades de Colombia, así como información de importaciones del sector automotriz del departamento Administrativo Nacional de estadísticas DANE, se realizará una esquematización de los Estados Financieros de las empresas del sector, de manera que permita determinar las posiciones netas en monedas extranjera, y así identificar los niveles de exposición cambiaría del sector, y finalmente, medir el riesgo asociado a la exposición cambiara mediante la herramienta estadística Valor en Riesgo.

1.5 NIVELES DE EXPOSICION CAMBIARIA PARA EL SECTOR AUTOMOTRIZ COLOMBIANO.

1.5.1 Estados financieros del sector automotriz colombiano.

Como se ha comentado en capítulos anteriores, esta investigación mantiene como alcance especifico a las empresas establecidas en Colombia, destinadas a la importación y comercialización de vehículos en Colombia, no considerando aquellas empresas que se encargan no solo de la importación sino también a algún tipo de manufactura o ensamblaje de vehículos, esta limitación surge, debido a que las necesidades de este tipo de empresas es más complejo, ya que al poseer instalaciones físicas destinadas a la producción, mantienen unos costos de absorción asociados a costos fijos altos, que las empresas comercializadoras no poseen, lo que ocasiona que los niveles de rentabilidad en general están asociados significativos al volumen vendido de unidades y no necesariamente al establecimiento de estrategias de negocio asociados a las coberturas de riesgos financieros.

En la tabla N.º 1, se presenta el listado de las empresas del sector automotriz bajo estudio, así como el nivel de participación del mercado:

Tabla 0–1. Marca y tipo de unidades facturadas durante el periodo 2018	Unidades Facturadas	Participación en el Mercado
Ventas realizadas por Compañías que ensamblan e importan vehículos		
Chevrolet	49.916	19,40%
Renault	49.741	19,40%
Hino	1.851	0,70%
Total	**101.508**	**39,50%**
Ventas realizadas por Compañías que solo de importan vehículos		
Nissan	23.190	9,00%
Mazda	21.520	8,40%
Kia	21.013	8,20%
Grupo Volkswagen – Porsche - Audi	14.808	5,80%
Toyota	14.179	5,50%
Ford	12.545	4,90%
Suzuki	8.277	3,20%
Hyundai	4.932	1,90%
Mercedes Benz	4.387	1,70%
BMW	3.660	1,40%
JAC	3.021	1,20%
Foton	2.460	1,00%
Honda	2.395	0,90%
Fiat	1.979	0,80%
Jeep	1.624	0,60%
Subaru	1.530	0,60%
Mitsubishi	1.447	0,60%
Peugeot	1.310	0,50%
DFSK	1.160	0,50%
Dodge	973	0,40%
Citroen	924	0,40%
Volvo	912	0,40%
Changan	805	0,30%
Mini	609	0,20%
International	585	0,20%
Otras	4.909	1,90%
Total Ventas por Compañías que solo venden vehículos importados	**155.154**	**60,50%**
Total vehículos vendidos en 2018	**256.662**	**100,00%**

Fuente: Reporte 2018 de la Asociación Colombiana de Vehículos automotores

Por consiguiente, la investigación se enfocará en las primeras 10 empresas que importan y comercializan vehículos en Colombia, la cual representa el 50% del mercado total vendido el Colombia durante 2018 y representa el 82% de las empresas que solo importan y comercializan vehículos en Colombia. Las empresas seleccionadas se muestran en el siguiente resumen:

Tabla 0–2. Ventas realizadas por Compañías que solo de importan vehículos

Compañía	**Participación total en el Mercado automotriz**	**Participación en el segmento de estudio**
Nissan	9,00%	14,95%
Mazda	8,40%	13,87%
Kia	8,20%	13,54%
Toyota	5,50%	9,14%
Volkswagen – Audi - Porsche	5,20%	8,63%
Ford	4,90%	8,09%
Suzuki	3,20%	5,33%
Hyundai	1,90%	3,18%
Mercedes Benz	1,70%	2,83%
BMW	1,40%	2,36%
Total	50,00%	81,92%

Fuente: Elaboración propia a partir de reporte 2018 de la Asociación Colombiana de Vehículos automotores

Con la información recopilada de las fuentes mencionadas, se logró esquematizar los estados de situación financieras de las 10 empresas del sector seleccionadas, los resultados pueden observarse en la tabla N.º 3; para efectos de esta investigación, no se realizó el esquema con la clasificación correspondiente a Normas Internacionales de Información Financiera, el cual, son los reglamentos autorizados por las autoridades colombianas para presentar los estados contables, por el contrario, para facilitar la construcción de la exposición monetaria en moneda extranjera, se clasificó la información en función del tipo de moneda, es decir, moneda extranjera o moneda local.

En ese sentido, en relación a la deuda en moneda extranjera, fue considerada como se establece en las políticas contables de cada compañía, es decir, financiamiento a 30 días, y con esta premisa, y con los volúmenes de importación en moneda extranjera, se logró determinar las cuentas por pagar en moneda extranjera.

En la siguiente tabla, se resumen los Estados de Situación Financiera por el periodo finalizado el 31 de diciembre de 2018, de las diez empresas seleccionadas bajo estudio, basados en la información suministrada en Portal de información empresarial de la Superintendencia de Sociedades de Colombia:

Tabla N.º 3

Estados de Situación Financiera 2018	Nissan	Mazda	Kia	Toyota	VW - Porsche	Ford	Suzuki	Hyundai	Mercedes Benz	BMW
Activos										
Activos Monetarios										
Activos en Moneda Local										
Efectivo y equivalentes	11.760.933	104.993.736	23.546.526	69.007.684	13.869.248	37.948.106	215.348.667	4.684.924	50.363.624	67.849.902
Cuentas por Cobrar	78.774.631	4.894.018	44.382.015	18.932.232	28.112.417	52.202.633	83.920.479	79.241.417	120.176.672	64.063.745
Otros Activos Monetarios	4.906.594	-	-	-	10.178.501	692.826	3.792.299	41.269.978	42.805.631	4.193.845
Total Activos en Moneda Local	**95.442.158**	**109.887.754**	**67.928.541**	**87.939.916**	**52.160.166**	**90.843.565**	**303.061.445**	**125.196.319**	**213.345.927**	**136.107.492**
Activos en Moneda Extranjera										
Efectivo y equivalentes	-	42.150.050	-	-	-	18.489.340	-	2.139.125	-	-
Cuentas por Cobrar	-	-	587.898	309.311	5.815.927	2.669.994	-	-	3.924.897	-
Total Activos en Moneda Extranjera	-	42.150.050	587.898	309.311	5.815.927	21.159.334	-	2.139.125	3.924.897	-
Total Activos Monetarios	**95.442.158**	**152.037.804**	**68.516.439**	**88.249.227**	**57.976.093**	**112.002.898**	**303.061.445**	**127.335.444**	**217.270.824**	**136.107.492**
Activos No Monetarios										
Inventarios	392.092.565	118.779.673	229.364.045	217.435.332	204.683.688	112.975.463	96.382.189	96.540.017	211.352.131	190.712.421
Propiedad, planta y equipos	199.073.921	2.033.015	223.179.171	4.813.951	2.018.324	2.268.514	52.439.347	5.713.295	21.276.750	65.823.656
Otros Activos No Monetarios	41.008.664	2.926.828	31.721.356	12.316.909	29.722.172	23.238.394	22.890.353	151.112.510	12.897.057	66.674.821
Total Activos No Monetarios	***632.175.150***	***123.739.516***	***484.264.572***	***234.566.192***	***236.424.184***	***138.482.371***	***171.711.889***	***253.365.822***	***245.525.938***	***323.210.898***
Total Activo	**727.617.308**	**275.777.320**	**552.781.011**	**322.815.419**	**294.400.277**	**250.485.269**	**474.773.334**	**380.701.266**	**462.796.762**	**459.318.390**
Pasivos										
Pasivos Monetarios										
Pasivos en Moneda Local										
Cuentas por pagar	77.031.766	39.017.592	70.309.590	-	115.981.689	27.661.634	13.583.278	59.339.590	90.617.023	46.423.031
Acumulaciones y provisiones	9.284.883	13.456.399	34.548.690	-	16.612.000	56.265.475	2.021.923	1.474.505	25.763.715	7.665.868
Otros pasivos	225.242.938	22.955.238	166.652.175	28.726.015	35.351.007	29.231.949	20.854.039	317.047.352	160.604.318	284.866.407
Total Pasivos en Moneda Local	***311.559.587***	***75.429.229***	***271.510.455***	***28.726.015***	***167.944.696***	***113.159.059***	***36.459.240***	***377.861.447***	***276.985.056***	***338.955.306***
Pasivos en Moneda Extranjera										
Cuentas por pagar	84.283.381	56.599.925	11.031.889	170.707.406	46.779.474	86.812.242	16.051.462	12.879.355	61.789.615	35.740.290
Total Pasivo	**395.842.968**	**132.029.154**	**282.542.344**	**199.433.421**	**214.724.170**	**199.971.300**	**52.510.702**	**390.740.802**	**338.774.671**	**374.695.596**
Patrimonio Neto	**331.774.340**	**143.748.166**	**270.238.667**	**123.381.998**	**79.676.107**	**50.513.969**	**422.262.632**	**- 10.039.536**	**124.022.091**	**84.622.794**
Total Pasivo y Patrimonio	**727.617.308**	**275.777.320**	**552.781.011**	**322.815.419**	**294.400.277**	**250.485.269**	**474.773.334**	**380.701.266**	**462.796.762**	**459.318.390**

1.5.2 Determinación de la posición monetaria en moneda extranjera del sector automotriz colombiano.

La determinación de la posición monetaria neta en moneda extranjera es el resultado de considerar los activos mantenidos en moneda extranjera a una fecha determinada, menos los pasivos mantenidos en moneda extranjera en el mismo periodo que no se encuentran cubiertos por instrumentos de cobertura. Este planteamiento se encuentra regulado y desarrollado en la Norma Internacional de Contabilidad N.º 21 “Efectos de las Variaciones en las Tasas de Cambio de la Moneda Extranjera”, en dicha norma, se plantea la forma en cómo se incorporan, en los estados financieros de una organización, todas aquellas transacciones realizadas en moneda extranjera y las inversiones que se realizan en el extranjero, y cómo convertir los estados financieros a la moneda de presentación elegida, por

tanto, la norma plantea la siguiente ecuación para determinar la posición neta en moneda extranjera:

$$\boldsymbol{PMN(Me) = AM(Me) - PM(Me) - H}$$

Donde:

$\boldsymbol{PMN(Me)}$: Posición monetaria neta en moneda extranjera

$\boldsymbol{AM(Me)}$: Activos monetarios netos, generados de transacciones en moneda extranjera

$\boldsymbol{PM(Me)}$: Pasivos monetarios netos, generados de transacciones en moneda extranjera

$\boldsymbol{H}$: Instrumentos de coberturas asociados a la posición monetaria en moneda extranjera

Sobre la información previamente esquematizada en la tabla Nº 3, se determinaron las posiciones monetarias en dólares de estados Unidos de las empresas seleccionadas, el cual se puede observar en la tabla Nº 4.

Tabla N.º 4

Posicion Monetaria Neta en Moneda Extranjera	Nissan	Mazda	Kia	Toyota	VW - Porsche	Ford	Suzuki	Hyundai	Mercedes Benz	BMW
Activos Monetarios Me										
Efectivo y equivalentes	$ -	$ 12.970	$ -	$ -	$ -	$ 5.689	$ -	$ 658	$ -	$ -
Cuentas por Cobrar	-	-	181	95	1.790	822	-	-	1.208	-
Total AM(Me)	**-**	***12.970***	***181***	***95***	***1.790***	***6.511***	**-**	***658***	***1.208***	**-**
Pasivos en Moneda Extranjera										
Cuentas por pagar	25.935	17.417	3.395	52.529	14.395	26.714	4.939	3.963	19.014	10.998
Instrumentos de Cobertura	100	-	-	-	-	-	-	-	12.392	-
Total PMN (Me)	**($26.035)**	**($4.446)**	**($3.214)**	**($52.434)**	**($12.605)**	**($20.202)**	**($4.939)**	**($3.305)**	**($30.198)**	**($10.998)**

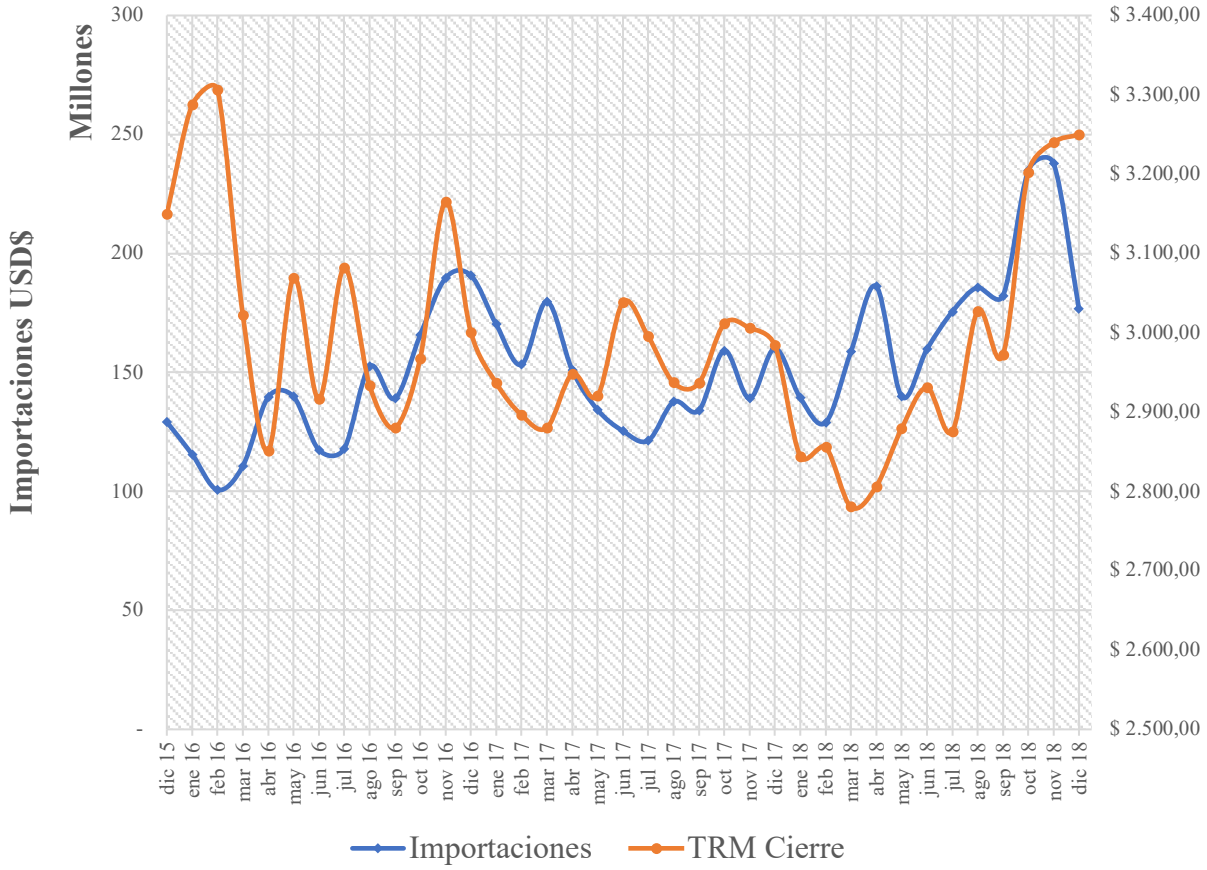
1.5.3 Medición del Nivel de Exposición Cambiaria.

De acuerdo a lo mencionado en el capítulo 1, el nivel de la exposición cambiaria se encuentra representado por la pendiente de la línea de regresión de las variaciones de un determinado activo o un pasivo valorado en moneda local. Sin embargo, previo a la realización de este

procedimiento, se ejecutarán ciertos análisis para observar los niveles de relación que existen entre la posición monetaria neta y tasa representativa de mercado, es decir, se analizará, como determina y condiciona la TRM el comportamiento de la posición monetaria en moneda extranjera de las empresas seleccionadas.

En la gráfica Nº1 se puede observar el comportamiento de la posición monetaria en dólares de las empresas seleccionadas y las tasas de tasa de cambio representativa del mercado. Donde se evidencia que las importaciones tienen un comportamiento inverso al nivel de las tasas de cambio.

Gráfico N.° 0-1. Posición Monetaria en USD y TRM



Ahora bien, para determinar los niveles de exposición cambiaria, es necesaria la determinación del coeficiente β, el cual indicará el nivel de exposición en termino de cuan vulnerable es cada compañía seleccionada en función a los cambios en la TRM.

Como es mencionado en el capítulo Nº1, el coeficiente β, aplicado a cada empresa del sector, está determinado de la siguiente forma:

$$\beta = \frac{cov(\Delta v, \Delta s)}{var(\Delta s)} = \frac{\rho(\Delta v, \Delta s) \cdot \sigma_{\Delta v}}{\sigma_{\Delta v}}$$

Donde:

$\boldsymbol{\Delta v}$: Variaciones de las posiciones monetarias valorada en USD.

$\boldsymbol{\Delta s}$: Variaciones de las tasas de cambio

$\boldsymbol{\rho}$**:** Coeficiente de correlación de las variables $\boldsymbol{\Delta v}$ en función de $\boldsymbol{\Delta s}$

$\boldsymbol{\sigma_{\Delta v}}$: Desviación estándar de las variaciones de las posiciones monetarias.

Y considerando los posibles resultados de β:

$\beta > 0$: Posición larga, por consiguiente, si existen incrementos en TRM, genera ganancias cambiarias, pero si existe disminución en la TRM, genera pérdidas cambiarias.

$\beta < 0$: Posición corta: y se obtendría resultados inversos en la posición larga.

Los resultados de la medición de los niveles de exposición cambiaria se muestran en la tabla N.º 4, donde se pueden observar ciertos resultados particulares, en primer lugar, resalta la beta Forex negativo de la empresa Kia con un $\boldsymbol{\beta}$=-26,41; y se observa que es producto de las variaciones tan pronunciadas en la posición monetaria en dólares que esta empresa ha mantenido históricamente, por la información que se observa en sus Estados Financieros, y del volumen de importaciones anuales, la empresa realiza compras significativas de inventarios por ciclos o periodos, es decir, realiza importaciones por periodos largos de tiempo, y debido a que las compras realizadas poseen termino de crédito a 30 días, el mes que se realiza la compra, tienen picos de posición corta, sin embargo, el mes siguiente como la mayor parte de la deuda es pagada y aún mantienen inventarios, el nivel de importación baja y por ende, la posición monetaria corta disminuye.

Tabla 0–3. Niveles de exposición cambiaria del sector importador automotriz.

Empresa	**$\sigma\Delta v$ (USD)**	***β* (*Beta Forex)***	**Posición**
BMW	4.614.684	1,70%	Larga
Toyota	12.210.857	13,89%	Larga
Mercedes Benz	4.330.495	12,24%	Larga
Nissan	7.225.456	8,64%	Larga
Ford	7.266.552	16,68%	Larga
Mazda	10.493.026	5,78%	Larga
Kia	11.510.282	-26,41%	Corta
Hyundai	6.079.092	6,23%	Larga
Grupo VW	8.180.938	-5,54%	Corta
Suzuki	1.172.517	10,15%	Larga
Exposición cambiaria del sector	24.163.015	7,25%	Larga

Fuente: Elaboración propia a partir de estados financieros reportados ante la PIE.

Como se puede observar, en función de las posiciones en moneda extranjera que han presentados las compañías seleccionadas en el periodo de estudio 2016 a 2018, se observa que Ford, Toyota y Mercedes Benz, son las empresas que presentan el mayor nivel de exposición a las fluctuaciones en la tasa de cambio. En la sección siguiente, será medido el nivel de riesgo en función de la exposición cambiaria determinada en esta sección.

1.6 Medición del Riesgo Cambiario mediante la herramienta Valor en Riesgo.

Una vez cuantificado y clasificado, los niveles de exposición financiera en la sección anterior, se realizará una medición del riesgo cambiario que las empresas seleccionadas poseen. Para ello, se empleará la herramienta de Valor en Riesgo o VAR, herramienta financiera que permite cuantificar, basados en aspectos como la exposición cambiaria, el nivel del riesgo financiero, que a efectos de la presente investigación será específicamente el riesgo cambiario, de un portafolio un activo o un pasivo, permitiendo otorgar informaciones más precisas sobre las estrategias que se pudieran diseñar para mitigar el riesgo.

Para la determinación del VaR se emplea el modelo no paramétrico, ya que no suponen ninguna distribución, ya que emplearemos los datos históricos para inferir un comportamiento y no es requerido conocer los parámetros. La ventaja de esta metodología

es que no se imponen supuestos restrictivos a la distribución. Por otro lado, la limitación de la simulación histórica consiste en forma principal en que se asume como principal premisa que esta información histórica pudiera explicar o predecir el comportamiento futuro de la tasa cambiaria (Manganelli & Engle, 2001).

La simulación histórica permite estimar el VaR empleando la distribución empírica de la depreciación cambiaria. En teoría, esta simulación supera a otras técnicas, por considerar elementos referentes al comportamiento del tipo de cambio que no recoge la distribución normal, como el elevado grado de kurtosis y la asimetría positiva de la distribución. No obstante, elementos positivos de la simulación histórica se atenúan con una restricción, al asumir que el comportamiento pasado de las variaciones de las tasas cambiarias ocurriría de la misma manera en los períodos futuros (Millones, Nakazaki, Trujillo, 2017).

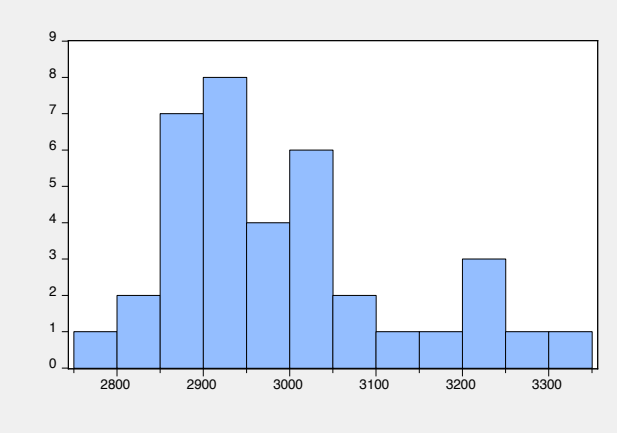
La metodología para la estimación del VaR consistirá en seleccionar un conjunto de observaciones sobre la tasa de variación del tipo de cambio. En muchas ocasiones, el VaR es utilizado en trading de instrumentos o acciones en bolsa, donde es común emplear un horizonte temporal de un día. En dado caso, el VaR refleja el impacto de movimientos en los precios del mercado sobre el portafolio. Para el horizonte temporal determinado se asume que la composición que el portafolio se mantiene sin variación.

Las estadísticas descriptivas de las TRM se detallan en la tabla N.º 5. La información estadística básica de la TRM en el periodo de estudio, enero 2016 a diciembre de 218 presentó un valor máximo de COP 3.306,00 y precio mínimo de COP 2.780,47 pesos por dólar americano, una media de COP 2.994,20 y una mediana de COP 2.967,66 por dólar, estos datos justifican la inestabilidad de la posición monetaria en moneda extranjera frente al dólar. El valor de la desviación estándar en este sentido también explica la inestabilidad. Las variaciones significativas entre el valor máximo y mínimo (COP 338,34 – 11,30% con respecto a la media) revelan que los valores de estas variables también son inestables durante este período. Del resultado se puede deducir que la TRM posee una distribución normal, la asimetría sugieren que no posee una distribución perfectamente simétrica, ya que sesgaron positivamente, por otro lado, la kurtosis mostrada confirma que la serie tiene pico como la

distribución normal, es decir, no es distribución platicúrtica. Los resultados obtenidos de la estadística de Jarque-Bera confirman que la TRM se distribuye de forma normal. Las hipótesis nulas de la prueba Jarque-Bera (los datos siguen la distribución normal) no se rechazan en todos los casos con un nivel de significación del 1%.

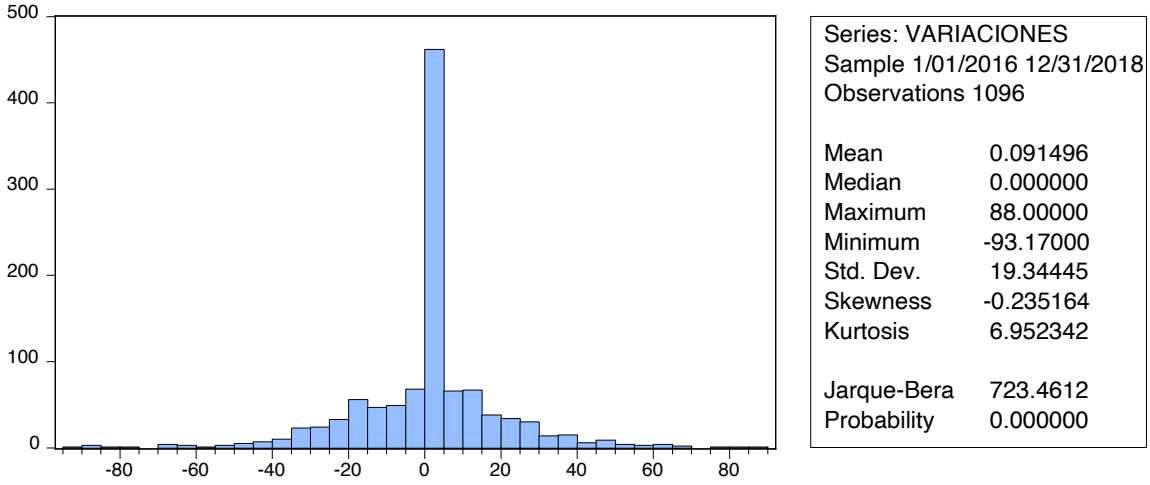
Tabla 0–4. Estadísticas descriptivas TRM	
Media	2.994,20
Mediana	2.967,66
Máximo	3.306,00
Mínimo	2.780,47
Desviación estándar	135,5679
Asimetría	0,8088
Kurtosis	2,8503
Jarque-Bera	4,0693
Probabilidad	0,1307

Gráfico Nº 0-2. Distribucion de Frecuencias de la TRM



Se aplicó una aplicación de la secuencia de las variaciones del tipo de cambio a la posición monetaria total de las empresas seleccionadas, y se obtuvo una distribución de la proyección del resultado cambiaria, el cual se muestra en el gráfico Nº 3.

Gráfico N° 0-3. Distribución de percentiles para análisis VaR



Esta distribución muestra el percentil 5, que representa el VaR estimado a partir de la simulación histórica con un 95 por ciento de confianza. Este método asume que la distribución empírica de la variación del tipo de cambio observada en el periodo bajo estudio 01 de enero 2016 al 31 de diciembre de 2018, para un total de 1096 observaciones, tendrá un resultado similar en un periodo cercano futuro.

Para aplicar el VaR al caso de estudio, será empleada la siguiente formulación:

$$VaR = F \cdot S \cdot \sigma \cdot \sqrt{\tau}$$

Donde:

F: Factor que determina el nivel de confianza del cálculo, para efectos de la investigación será empleado 95% de confianza.

S: Monto total de la inversión o la exposición total en riesgo, para efectos del caso de estudio se considerará la posición monetaria en moneda extranjera de las empresas seleccionadas.

σ: Desviación estándar de los rendimientos del activo, para el caso de estudio, representa las desviaciones estándar de las variaciones de la tasa de cambio.

τ: Horizonte de tiempo en que se desea calcular el VaR.

Para determinar el horizonte de tiempo, de acuerdo al Comité de Basilea sobre regulación Bancaria, conocidos como Basilea II y III, se ha adoptado al VaR como medida primaria de

riesgo en el ámbito de la regulación bancaria global, y en este sentido, el este comité exigió un horizonte temporal de 10 días para implementar el VaR. Sin embargo, considerando las variaciones que existen en el mercado de divisas, y acorde a las TRM publicadas por el Banco de la República, se observa que la tasa de cambio en el periodo bajo estudio presenta variaciones cada 2,83 días, por consiguiente, se empleara esa media para determinar el horizonte de tiempo del VaR.

Otra metodología para calcular el VaR plantea determinar el primer percentil de la distribución empírica determinada a partir de las variaciones de la tasa de cambio multiplicada por la posición monetaria (Alonso y Berggrun, 2015). Por tanto, para efectos de esta investigación, se considerarán ambos métodos para construir con dichos valores un rango máximo de pérdida de las empresas seleccionadas.

Tabla 0–5. Resultados Aplicación VaR y Primer percentil

Empresa	***σ***	***F***	***S*** (Miles de USD)	***t***	**VaR** (Miles de COP)	**1er Percentil** (Miles de COP)
Nissan	19,34	95%	($26.035)	2,83	($805.180)	($820.855)
Mazda	19,34	95%	($4.446)	2,83	($137.513)	($140.190)
Kia	19,34	95%	($3.214)	2,83	($99.391)	($101.326)
Toyota	19,34	95%	($52.434)	2,83	($1.621.603)	($1.653.172)
VW – Porsche	19,34	95%	($12.605)	2,83	($389.832)	($397.421)
Ford	19,34	95%	($20.202)	2,83	($624.790)	($636.953)
Suzuki	19,34	95%	($4.939)	2,83	($152.755)	($155.728)
Hyundai	19,34	95%	($3.305)	2,83	($102.210)	($104.200)
Mercedes Benz	19,34	95%	($30.198)	2,83	($933.908)	($952.089)
BMW	19,34	95%	($10.998)	2,83	($340.125)	($346.746)

De acuerdo a los resultados obtenidos, para el siguiente mes, por ejemplo, con una confianza de 95%, Toyota pudiera estar sujeta a sufrir una pérdida máxima entre unos COP 1.621.603.000 y unos COP 1.653.172.000, para el mes de enero de 2019, si la tasa de cambio presentara variaciones basadas en el comportamiento del periodo observado. Por consiguiente, Toyota debería establecer una estrategia de cobertura por este rango.

Es importante destacar, que a pesar de que el riesgo cambiario, determinado en la sección 2.1.2; para los casos de las marcas Kia y el Grupo VW, es negativo, y presentando posiciones cortas, la posición monetaria al cierre del periodo fiscal 2018 es pasiva, y, por tanto, si puede estar sujeta a perdidas cambiarias si las estas variaciones son hacia el alta. Del mismo modo, en caso de que la posición monetaria fuese activa, ninguno observado en las empresas seleccionadas, de igual forma estarían expuestas a riesgo cambiario y posiblemente pudieran presentar perdidas potenciales por disminución de la tasa cambiaria.

En los siguientes capítulos, mediante instrumentos de coberturas basados en options y futures, se determinará el nivel óptimo de cobertura para cada una de estas empresas, así como se establecerán estrategias de cobertura que permitan mitigar los niveles de exposición cambiaria y las pérdidas esperadas acorde a la metodología VaR realizadas en este capítulo.

CAPITULO 3. NIVEL DE COBERTURA OPTIMO Y REDUCCIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS CAUSADOS POR LAS EXPOSICIONES DE LAS FLUCTUACIONES CAMBIARIAS.

Una vez identificadas las exposiciones cambiarias, y una vez que se ha cuantificado el riesgo con la metodología Valor en Riesgo, al que se encuentran involucradas las diez empresas seleccionadas del sector importador automotriz de Colombia, se procederá a determinar el nivel de cobertura óptimo de estas empresas para reducir o mitigar el riesgo cambiario. Para ello se empleará la metodología de Ratio de Cobertura por Mínima Varianza (RCMV), el cual fue el método de preferencia utilizado en los mercados debido a su simplicidad.

Sin embargo, para emplear el RCMV, es menester determinar dos variables claves, en primer lugar, se debe determinar el valor de la prima a pagar por los instrumentos de coberturas que se planean contratar, y para ello, se empleara el modelo de Black & Scholes. Y la segunda variable clave, es la determinación del precio strike o valor con el cual se contratará el instrumento financiero.

Una vez determinado la ratio de cobertura por mínima varianza, se realizará una contextualización de esa ratio en el mercado financiero colombiano, es decir, se realiza una instrumentalización de esta ratio en el mercado de Valores de la Bolsa de Colombia.

1.7 Modelo Black & Scholes para valoración de instrumentos de Cobertura.

Para la determinación del valor de la opción acorde al modelo Black & Scholes, y de la prima de la opción, son requeridos calcular en primera instancia algunos componentes de la formula del modelo, dentro de los cuales tenemos:

- Duración de la opción o del derivado a ser negociado
- Precio del subyacente o valor Spot de la TRM.
- Precio pactado o el precio Strike.
- Volatilidad del subyacente o la TRM

- Costo en el tiempo o la tasa de interés.
- Dividendos o Tasa de interés extranjera.

1.7.1 Duración de la opción o del derivado a ser negociado

Debido a que la mayoría de las empresas seleccionadas en la muestra son empresas transnacionales que reportan sus resultados de manera trimestral a sus casas matrices, por el tipo de operación, por los fondos requeridos que se manejan en el sector significativos, y porque los compromisos de compras o volumen demandado a las casas matrices son efectuados de forma planificada de manera trimestral e incluso semestral, ya que los procesos productivos de las unidades se ejecutan en esos lapsos, y que implica planificación logística de la cadena de distribución, se ha determinado que el periodo de duración de las opciones serian a 90 días, entendiendo que actualmente en el mercado de valores de Colombia existen opciones que se pueden negociar a 30, 60 y 90 días. Esta selección implica también la consideración de las tasas de intereses con el mismo periodo de evaluación, es decir, tasas de intereses a 90 días.

1.7.2 Precio del subyacente o valor Spot de la TRM.

El precio del subyacente para efectos del modelo está dado por el valor SPOT de la tasa representativa de mercado[4] bajo el periodo de evaluación, el cual se encuentra comprendido entre enero de 2016 y diciembre de 2018 con una frecuencia diaria. (Banco de la Republica, 2019)

1.7.3 Determinación del Precio Strike del instrumento de cobertura

Todas las divisas mantienen como beneficio al tenedor de la moneda, que pueda generar algún rendimiento a la tasa de interés libre de riesgo vigente en el país de la moneda origen. Es decir, el tenedor puede invertir la moneda en un bono denominado en moneda extranjera,

[4] La tasa de cambio representativa del mercado (TRM) es la cantidad de pesos colombianos por un dólar de los Estados Unidos. La TRM se calcula con base en las operaciones de compra y venta de divisas entre intermediarios financieros que transan en el mercado cambiario colombiano, con cumplimiento el mismo día cuando se realiza la negociación de las divisas. Fuente: https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm

o constituir algún deposito remunerado que permita generar beneficios. Y es muy conocido dentro de las finanzas internacionales, la teoría de la paridad del poder adquisitivo (PPA), el cual sostiene que el tipo de cambio nominal entre dos monedas debe ser igual a la relación de los niveles de precios agregados entre los dos países, de modo que una unidad de la moneda de un país tendrá el mismo poder adquisitivo en un país extranjero. La terminología específica de la paridad del poder adquisitivo se introdujo en los años posteriores a la Primera Guerra Mundial durante el debate de política internacional sobre el nivel apropiado para los tipos de cambio nominales entre los principales industrializados. Desde entonces, la idea de PPA se ha incrustado en la cantidad de economistas internacionales que piensan sobre el mundo. (Taylor & Taylor, 2004)

Por esta razón, se plantea que el precio strike o forward es el resultado del arbitraje de las diferencias de las tasas de interés entre dos monedas. Y no es resultado de ningún tipo de presupuesto o tasa arrojada por algún tipo de modelo técnico, económico o estadístico.

En este sentido, aplicando la teoría de PPA, autores como (Hull, 2009), define rf como el valor de la tasa libre de riesgo en moneda extranjera cuando el dinero se invierte durante el tiempo T, que usualmente es empleada la tasa Libor[5]. Mientras que la variable r es la tasa libre de riesgo del país de la moneda local, cuando el dinero se invierte durante este periodo.

Por tanto, la relación entre F_0 y S_0 es:

$F_0 = S_0 e^{(r-r_f)\,T}$ definidas las variables de la siguiente forma:

F_0: Representa el tipo de cambio a Futuro en el momento cero, o valor strike.
S_0: Valor de mercado o spot del activo subyacente que se está negociando
r: Tasa de intereses libre de riesgos de la moneda local.
r_f: Tasa de interés libre de riesgos de la moneda extranjera.

[5] LIBOR (London InterBank Offered Rate, «tipo interbancario de oferta de Londres») es una tasa de referencia diaria basada en las tasas de interés a la cual los bancos ofrecen fondos no asegurados a otros bancos en el mercado monetario mayorista o mercado interbancario.

En este orden de ideas, para la determinación el precio strike F_0 del instrumento de cobertura que será empleado en el modelo B&SM desarrollado en la sección siguiente, se han utilizado como S_0, la TRM publicada por el banco de la república de Colombia por el periodo comprendido entre diciembre de 2015 y diciembre de 2018, para la variable r, la tasa libre de riesgos publicada por el banco de la república denominada *Indicador bancario de referencia*[6], para plazos de tres meses para un rango de fechas dado, y por último, para la variable r_f fue empleada la tasa Libor para plazos de tres meses.

En la siguiente tabla se muestra el resultado trimestral de cada valor strike determinado con la aplicación del PPA:

Tabla 0–1 Resumen de Valores Strikes para TRM

Periodo	Precio de Mercado S_0	IBR r	Libor r_f	Strike Price F_0
1Q 2016	3.022,35	6,72%	0,63%	3.098,54
2Q 2016	2.916,15	7,54%	0,65%	3.056,63
3Q 2016	2.879,95	7,74%	0,85%	2.963,98
4Q 2016	3.000,71	7,20%	1,00%	3.046,98
1Q 2017	2.880,24	6,64%	1,15%	2.927,37
2Q 2017	3.038,26	5,50%	1,30%	3.055,15
3Q 2017	2.936,67	5,15%	1,34%	2.968,83
4Q 2017	2.984,00	4,66%	1,70%	3.005,84
1Q 2018	2.780,47	4,33%	2,31%	2.794,36
2Q 2018	2.930,80	4,25%	2,34%	2.958,99
3Q 2018	2.972,18	4,26%	2,40%	2.985,83
4Q 2018	3.249,75	4,27%	2,81%	3.261,47

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Banco República de IBR y Libor.

Como parte de los anexos, se detallan todos los cálculos realizados para todo el periodo indicado de la base de selección de estudio.

[6] El Indicador Bancario de Referencia (IBR) es una tasa de interés de corto plazo para el peso colombiano, la cual refleja el precio al que los agentes participantes en su esquema de formación están dispuestos a ofrecer o a captar recursos en el mercado monetario, y fue desarrollado por el sector privado, con el respaldo del Banco de la República y otras entidades, con el objetivo de reflejar la liquidez del mercado monetario colombiano. Fuente Banco de la Republica. https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/indicador-bancario-referencia-ibr

1.7.4 Volatilidad del subyacente o la TRM

Como parte de las premisas del modelo Black & Scholes, se consideran que la volatilidad y las tasas constantes, lo cual no es una realidad en el mercado, se hacen algunos ajustes para acercar aún más el modelo a la realidad. Es decir, para cada cálculo que se realiza en cada fecha, el cálculo de la volatilidad plantea las variables no son 100% constantes.

Existen muchos métodos para determinar la volatilidad de un indicador, una tasa o un rendimiento, dentro de los cuales podemos mencionar:

- Volatilidad histórica o promedio móvil con ponderaciones constantes
- Promedio móvil con ponderaciones exponenciales
- Modelos univariados de series de tiempo con varianza no constante
    - Modelo ARCH
    - Modelo GARCH
    - Modelo TGARCH
    - Modelo GARCH Multivariado

Sin embargo, para efectos de la presente investigación, como ya hemos empleado el modelo VaR para determinar el riesgo de las exposiciones cambiarias, se empleará el método promedio móvil con ponderaciones exponenciales debido a que se encuentra prácticamente relacionado con el VaR, planteándose en el mismo estudio donde fue desarrollado el VaR, el Documento Técnico RiskMetrics (J.P.Morgan/Reuters, 1996)

1.7.4.1 Promedio móvil con ponderaciones exponenciales

Este método también conocido como EWMA[7] por sus siglas en inglés, persigue reducir el impacto de las grandes oscilaciones en la volatilidad observadas en un mercado (outliers[8]) y

[7] Exponential Weighted Moving Average
[8] Outliers desde el punto de vista estadístico, representa una observación que es numéricamente distante del resto de los datos

que, pueden afectar de manera significativa a los cálculos en tanto en cuanto se tengan en cuenta para los mismos.

El método de promedio móvil con ponderaciones exponenciales asume que la predicción de la volatilidad para el período t es una media ponderada entre la observación del período anterior y la predicción de la volatilidad para ese mismo período anterior. Considerando que la asimilación es la volatilidad con varianza y no con desviación típica. Aceptando que la volatilidad de un bien puede ser medida con el cuadrado de su rendimiento y llamando λ (cuyo valor debe situarse entre 0 y 1) al peso asignado a la anterior estimación de la volatilidad, se tiene la siguiente ecuación:

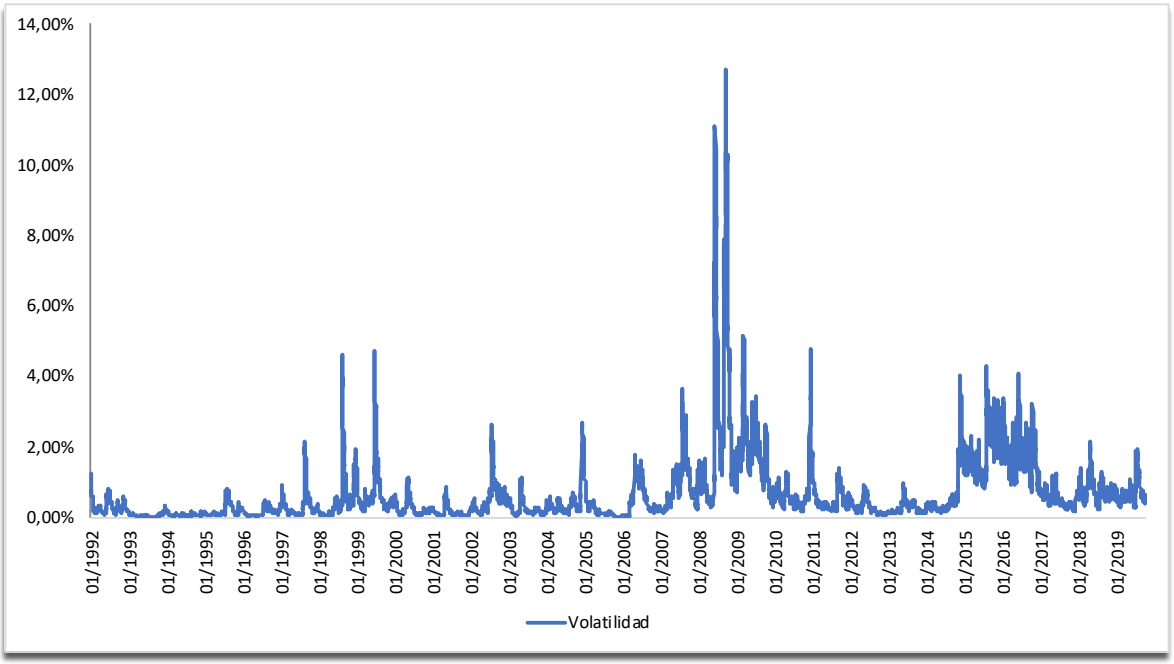
$$\hat{\sigma}_t^2 = (1-\lambda)\sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1} R_{t-i}^2$$

De acuerdo a Alonso y Berggrun (2015), la variable λ debería ser un parámetro que se debe escoger por medio de un proceso de optimización, sin embargo, JP Morgan en documento técnico RiskMetrics (1996) utilizan un $\lambda = 0.94$ para datos con frecuencia diaria y un $\lambda = 0.97$ para datos con frecuencia mensual, mientras que la variable R representa la rentabilidad del subyacente.

Dentro de los ajustes que se plantean para la determinación de la rentabilidad R, es la aplicación del logaritmo natural, mientras que se puede multiplicar esa R normalizada por la desviación estándar para determinar la volatilidad diaria.

En. la gráfica Nº3-1, se puede observar el resultado de la volatilidad diaria del rendimiento de la TRM mediante el método de promedio móvil con ponderaciones exponenciales.

Gráfico N.º 0-1. Volatilidad de TRM por método EWMA



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida del Banco de la Republica de TRM

1.7.5 Determinación del valor de la prima con B&SM

Para la determinación del valor de la prima mediante el modelo de Black & Scholes, aplicaremos la adaptación del modelo a las opciones sobre divisas.

$$\omega(x,t) = xe^{-r_f(t)}N(d_1) - ce^{-r_d(t)}N(d_2)$$

Acorde a lo explicado en el capítulo 1.1.2, a continuación, se detalla cómo serán empleadas las variables de la formula:

x: Representa la tasa representativa de mercado a la fecha de la negociación.

c: Representada por el precio strike de la acción que se desea proteger, determinada en la sección 1.7.3.

$\boldsymbol{N(d)}$: Representa la función de densidad normal acumulativa. Por otro lado, el vencimiento $(t^* - t)$ es incluido en la fórmula multiplicado por la tasa de interés *r* o la tasa de variación

σ^2. Por lo tanto, un aumento en la madurez tiene el mismo efecto sobre el valor de la opción como un aumento porcentual igual en *r* y σ^2.

Mientras que las variables d_1 y d_2 se describen a continuación:

$$d_1 = \frac{\ln x/c + \left((r_d - r_f) + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t^* - t)}{\sigma\sqrt{(t^* - t)}} \text{ y } d_2 = \frac{\ln x/c + \left((r_d - r_f) - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t^* - t)}{\sigma\sqrt{(t^* - t)}}$$

Donde se incorporan los términos:

$\boldsymbol{r_d}$: representada por la tasa libre de riesgo compuesta continua del mercado del mercado local, para los efectos de la investigación es empleada la tasa IBR.

$\boldsymbol{r_f}$: representada como la tasa libre de riesgo compuesta continua del mercado de la moneda a negociar, y para los efectos de la investigación es empleada la tasa Libor.

$\boldsymbol{\sigma}$: representada por la volatilidad de la TRM calculada por el método EWMA en la sección previa.

Tabla 0–2. Resumen de los Valores de las opciones sobre TRM calculado por B&SM

Periodo	Precio Spot (x)	Strike Price (c)	IBR (r_d)	Libor (r_f)	Volatilidad (σ)	Valor de la Option B&SM			
						Call	Put	D1	D2
1Q 2016	3.022,35	3.098,54	6,72%	0,63%	12,78%	62,73	92,67	-0,12	-0,19
2Q 2016	2.916,15	3.056,63	7,54%	0,65%	16,26%	57,25	146,14	-0,33	-0,41
3Q 2016	2.879,95	2.963,98	7,74%	0,85%	13,77%	62,99	97,08	-0,14	-0,21
4Q 2016	3.000,71	3.046,98	7,20%	1,00%	13,26%	78,59	78,59	0,03	-0,03
1Q 2017	2.880,24	2.927,37	6,64%	1,15%	8,23%	43,12	50,88	-0,05	-0,09
2Q 2017	3.038,26	3.055,15	5,50%	1,30%	8,93%	61,05	46,48	0,13	0,09
3Q 2017	2.936,67	2.968,83	5,15%	1,34%	5,96%	32,46	36,85	-0,04	-0,07
4Q 2017	2.984,00	3.005,84	4,66%	1,70%	4,96%	29,18	29,18	0,01	-0,01
1Q 2018	2.780,47	2.794,36	4,33%	2,31%	8,59%	47,04	47,04	0,02	-0,02
2Q 2018	2.930,80	2.958,99	4,25%	2,34%	10,91%	56,27	70,48	-0,06	-0,12
3Q 2018	2.972,18	2.985,83	4,26%	2,40%	9,26%	54,21	54,21	0,02	-0,02
4Q 2018	3.249,75	3.261,47	4,27%	2,81%	8,21%	52,46	52,46	0,02	-0,02

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida del Banco de la Republica

1.8 Determinación del Ratio de Cobertura por mínima varianza - Nivel Óptimo de Cobertura.

Zurita (2002), plantea que las coberturas con futuro u opciones no son perfectas, y por lo cual generan la existencia de un riesgo residual, que puede ser mitigado, pero no puede ser eliminado. Por tanto, si las tasas de interés varían en forma impredecible, la cobertura con futuros u opciones tiene riesgo base, es decir, ya que existe una volatilidad específica para la tasa libre de riesgos (IBR) nunca será posible eliminar el riesgo.

Acorde a lo explicado en la sección **Niveles óptimos de Cobertura**, el método que se utilizará, desarrollado por Ederington (1979) es la estimación de la pendiente de la recta de regresión por el método de Mínimos cuadrados ordinarios (MCO), donde la mejor pendiente a seleccionar es aquella que se ajusta cuando la diferencia de precios al contado es regresada con la diferencia de precios de los futuros que se utiliza como cobertura.

Está pendiente se determina mediante la siguiente formulación:

$$h^* = \rho \frac{\sigma_F}{\sigma_S}$$

Donde

$\boldsymbol{\rho}$: Es el coeficiente de determinación de la población entre el cambio en el precio en efectivo "***x"*** y el cambio en el precio del futuro "***c"***.

$\boldsymbol{\sigma_S}$**:** Representa la covarianza entre los cambios en el activo subyacente que se quiere proteger, como se ha comentado, se empleará la TRM

$\boldsymbol{\sigma_F}$: Representada por las variaciones del valor del opcion acorde al B&SM, en intervalos de tiempo iguales al horizonte de cobertura

1.8.1 Determinación del número de Contratos Óptimos de cobertura por mínima varianza.

Para determinar el número óptimo de contratos se empleará la formulación siguiente:

$$N^* = \frac{h^* Q_A}{Q_F}$$

Donde:

QA: está representado por el tamaño de la posición que se cubre, en esta investigación, representada por las posiciones monetarias de cada empresa.

QF: Representado por el tamaño de un contrato de opciones (unidades).

1.8.2 Resultados de la aplicación del nivel óptimo de cobertura por mínima varianza en el sector importador automotriz colombiano.

Realizando la aplicación de las premisas de los puntos anteriores, así como la determinación y cálculo de las variables explicadas con anterioridad, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 0–3. Resultados de Aplicación B&SM y RCMV en Sector Automotriz

Descripción	Nissan	Mazda	Kia	Toyota	VW-Porsche
Ratio de cobertura	12,87%	12,87%	12,87%	12,87%	12,87%
Tasa Spot COP/USD	2.972,04	2.972,04	2.972,04	2.972,04	2.972,04
Tasa Strike COP/USD	2.932,67	2.932,67	2.932,67	2.932,67	2.932,67
Posición Monetaria Neta Promedio en USD	28.995.808	24.280.227	17.148.861	32.622.548	18.696.532
N.º Contratos Óptimos	934	783	553	1.051	603
Deuda Cubierta Promedio Anual (USD)	3.893.666	3.260.440	2.302.813	4.380.678	2.510.641
Deuda No Cubierta Promedio Anual (USD)	25.102.142	21.019.787	14.846.048	28.241.870	16.185.892
Tasa aplicada COP/USD	2.882,18	2.882,18	2.882,18	2.882,18	2.882,18
Prima B&SM (COP)	51,01	51,01	51,01	51,01	51,01
Costo de Cobertura (COP)	11.439.478.282	9.607.056.804	6.762.315.773	12.896.502.506	7.392.841.953
Costo Sin Cobertura (COP)	11.628.590.548	9.754.170.592	6.848.986.929	13.163.216.258	7.499.769.119
Ganancia/Perdida (COP)	2.269.347.194	1.765.365.456	1.040.053.871	3.200.565.026	1.283.125.991

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 0–4. Resultados de Aplicación B&SM y RCMV en Sector Automotriz

Descripción	Ford	Suzuki	Hyundai	Mercedes	BMW
Ratio de cobertura	12,87%	12,87%	12,87%	12,87%	12,87%
Tasa Spot COP/USD	2.972,04	2.972,04	2.972,04	2.972,04	2.972,04
Tasa Strike COP/USD	2.932,67	2.932,67	2.932,67	2.932,67	2.932,67
Posición Monetaria Neta Promedio en USD	19.443.375	5.257.881	4.451.513	12.582.668	11.976.491
Nº Contratos Óptimos	627	169	143	406	386
Deuda Cubierta Promedio Anual (USD)	2.610.929	706.048	597.766	1.689.648	1.608.248
Deuda No Cubierta Promedio Anual (USD)	16.832.445	4.551.833	3.853.747	10.893.020	10.368.243
Tasa aplicada COP/USD	2.882,18	2.882,18	2.882,18	2.882,18	2.882,18
Prima B&SM (COP)	51,01	51,01	51,01	51,01	51,01
Costo de Cobertura (COP)	7.686.252.890	2.075.485.843	1.764.886.122	4.988.730.358	4.726.689.409
Costo Sin Cobertura (COP)	7.832.214.416	2.106.581.115	1.805.749.303	5.092.541.279	4.814.063.953
Ganancia/Perdida (COP)	1.751.538.318	373.143.259	490.358.165	1.245.731.057	1.048.494.536

Fuente: Elaboración Propia

1.9 Análisis de Resultados.

Basado en el resultado de la aplicación del modelo Black & Scholes para la valoración de instrumentos opciones a 90 días, y determinado el nivel óptimo de cobertura por la metodología de ratio de cobertura por mínima varianza, se observa que las diez empresas seleccionadas del sector automotriz, presentan un incremento en su rentabilidad de entre 1,5% y 10,1% con respecto al resultado del ejercicio 2018 sin la aplicación de instrumentos de cobertura, y manteniendo el resto de las variables constantes.

Tabla 0–5. Evaluación de Resultados por implementación de B&SM y RCMV en Sector Automotriz

Compañía	Resultado del Periodo 2018	Ganancia adicional por Aplicación RCMV	Incremento (%)
Nissan	43.132.087.000	2.269.347.194	5,3%
Mazda	33.393.981.000	1.765.365.456	5,3%
Kia	10.331.600.000	1.040.053.871	10,1%
Toyota	93.592.401.000	3.200.565.026	3,4%
VW-Porsche	5.869.319.000	1.283.125.991	21,9%
Ford	38.697.428.451	1.751.538.318	4,5%
Suzuki	19.777.759.000	373.143.259	1,9%
Hyundai	-33.450.537.000	490.358.165	-1,5%
Mercedes Benz	60.462.498.000	1.245.731.057	2,1%
BMW	15.202.683.000	1.048.494.536	6,9%

CAPITULO 4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTOS DE COBERTURAS BASADOS EN OPCIONES EN EL SECTOR COMERCILIZADOR DE VEHICULOS.

En este capítulo se realizará una propuesta de estrategia para la implementación de instrumentos de coberturas mediante opciones, principalmente considerando el riesgo y la rentabilidad que cada una de las estrategias implica.

En este orden de ideas, el análisis estará basado en las estrategias que de manera general se aplican en el mercado colombiano, transacciones que con frecuencia se realizan en la bolsa de valores de Colombia, al tratarse de instrumentos estandarizados. Asimismo, se evalúa la aplicación de las diversas estrategias en las empresas seleccionadas en el capítulo Nº 2, los costos asociados a cada estrategia y el resultado probable de cada una de ellas al aplicarlas a este grupo de empresas.

1.10 Estrategia de implementación

De acuerdo con lo explicado en el marco teórico, la propuesta diseñada estará enmarcada dentro del estudio planteado por Rumelt denominado KERNEL (Good Strategy Bad Strategy, 2011), donde la estrategia de la implementación estaría conformada por 3 pasos:

1.10.1 Diagnóstico

Esta primera fase requiere subclasificarla en dos etapas, donde inicialmente se debe identificar y analizar el principal componente del coste para el sector automotriz colombiano, es decir, los costos de importación, éstos en la mayoría de los casos son determinados por la casa matriz o, en los casos de no tener relación accionaria, por la fábrica que produce el bien. Por consiguiente, el poder de negociación que poseen las empresas importadoras del sector automotriz es muy limitado, es decir, es poco posible modificar los precios de importación en divisas del producto importado, independiente de las condiciones de mercado que posea el país que importe el bien, y es por ello, que parte del ejercicio que deben realizar las empresas importadoras automotrices en Colombia, es la determinación del precio en moneda local, es decir, en pesos colombianos, de los productos que serán comercializados en el mercado local.

Esta fase debe incluir una identificación de aquellas partidas del balance de situación financiera de la empresa que afectan la exposición a las fluctuaciones cambiarias, y por consiguiente se precisa construir la posición monetaria en moneda extranjera a una fecha dada, del mismo modo una medición del nivel de exposición cambiaria mediante la herramienta “Beta Forex” desarrolladas por Kozikowski. La segunda sub-etapa de esta fase, requiere que la empresa defina o seleccione un esquema para modelar las variables de riesgo y su relación para determinar el impacto sobre las variables críticas. En la presente investigación se propone la medición del riesgo mediante la herramienta “Valor en Riesgo” o VaR desarrollado por JP Morgan, por ser un método practico y de amplio uso en la industria.

1.10.2 **Definición de Táctica o política de referencia que permita enfrentar el reto**

La etapa estará conformada por dos fases, una inicial que consta de la estructuración en si de la estrategia de mitigación de riesgos de mercado optimizando su efecto sobre las variables críticas. En este sentido, la propuesta de la presente investigación se centra en la mitigación del riesgo mediante la utilización de fuentes externas de cobertura de los riesgos cambiarios, como lo son los instrumentos de cobertura, específicamente las opciones. Para ello se emplearán las siguientes herramientas, 1) para la determinación del valor de la prima, que es la variable clave al momento de contratar opciones, emplear el modelo de Black & Scholes para determinar ese valor de la prima de las opciones, y 2) emplear la ratio de cobertura por mínima varianza, para determinar el nivel óptimo de cobertura que la empresa debe contratar para cubrir el riesgo por exposición monetaria, modelado en la fase de diagnóstico. Los resultados de estas modelaciones se encuentran detalladas en el capítulo 3 de esta investigación.

Como consideración adicional, una vez la empresa haya definido su nivel óptimo de cobertura, la empresa debe evaluar si el valor de los instrumentos de coberturas serán negociados en bolsa de valores (mercado estandarizado) o si, por el contrario, serán negociados a través del mercado no estandarizado (Banca de Colombia). En este sentido, el mercado no estandarizado permite una mayor flexibilidad de acuerdo al portafolio que ofrecen cada entidad, en donde es permitido negociar un valor especifico, e incluso mezclar entre los diversos tipos de productos, o productos estructurados que combinan diversos tipos de productos como forwards, opciones y swaps, sin embargo, dada la alta complejidad de estos productos, no son abordados en esta investigación. En dado caso, cada compañía, basados en las modelaciones del VaR, así como en el Nivel Óptimo de cobertura modelado con la ratio de cobertura por minina varianza, debe establecer una "política de gestión de riesgo de los instrumentos de cobertura"; de forma que cumpla con los siguientes objetivos:

a) Suavizar impacto de la Tasa de Cambio en los resultados y minimizar la volatilidad o riesgo del Flujo de Caja en COP.
b) Estrategia escalonada para diversificar los cierres y mitigar el ForecastingRisk.

c) Maximizar la participación del beneficio en movimientos a favor de la tasa de cambio.
d) Minimizar el costo de la estrategia de cobertura, buscando maximizar los beneficios.

1.10.3 Coordinación de una serie de acciones coherentes diseñadas para llevar a cabo la táctica

Dentro de estas acciones se debe considerar la valoración contable, para ello, es necesario revisar cual será la metodología de valoración de derivados y documentar de manera apropiada la justificación financiera de la valoración y contabilización, así como la política contable a ser adoptada, NIIF 9 o NIC 39, definición de la moneda funcional, y presentación en los estados de otros resultados integrales. Una vez seleccionada la metodología de valoración contable, es necesario definir cuáles serán los niveles de aprobación de las políticas de riesgo seleccionada, usualmente el comité financiero prepara la documentación y es sometido a aprobación en Junta Directiva.

Una vez que la política es implementada, la siguiente acción corresponde a la ejecución de la cobertura, a través de la herramienta seleccionada. Para ello es importante identificar cuáles serán las contrapartes con quien se va a realizar las negociaciones, evaluación y revisión con los asesores legales de los contratos estipulados, definición de los roles y atribuciones de cada colaborador de la empresa, y la definición de los límites de las transacciones.

Por último, la definición del proceso debe incluir un proceso de monitoreo, de modo que se permita seguir y evaluar la estrategia ejecutada y evaluación de cumplimiento de objetivos, de modo, que se deben identificar los colaboradores que calibraran el modelo para permitir realizar las correcciones que sean necesarias una vez sea revisado los resultados.

CONCLUSIONES.

La presente investigación persigue como objetivo que las empresas del sector automotriz importador colombiano obtengan la suficiente evidencia y herramientas para la implementación de instrumentos de cobertura, de modo, que permitan disminuir el impacto que tienen las fluctuaciones cambiarias sobre los Estados de Resultados de las compañías del sector. Para ello, con las herramientas utilizadas y las estimaciones realizadas, se evidencia que, con la misma data histórica y el resto de las variables constantes, aplicando el instrumento de cobertura de opciones, pueden incrementar su rentabilidad entre 1,5% y 10,8**%** anual, y como consecuencia, las compañías pudieran cuantifica, y administrar los riesgos asociados a las fluctuaciones cambiarias de mejor manera.

Del mismo modo, la evidencia empírica demuestra que el cálculo del nivel óptimo de cobertura por mínima varianza resulta un método útil y practico de utilización para las empresas del grupo evaluado, en donde se pueden determinar los números de contratos óptimos que la empresa debiera contratar, sin embargo, si la empresa al momento de realizar su evaluación y diagnóstico inicial, determina que realizara las negociaciones para la adquisición de las opciones, decidiera realizarlo por el mercado no estandarizado, en lugar del estandarizado, sería mucho más preciso, debido a que solo necesitaría comprar la porción de la posición monetaria que va a cubrir.

De acuerdo a la cantidad de textos, y bibliografías recolectadas, evidenciamos la alta complejidad del mercado de derivados, con todas las estrategias para escoger, alcistas, bajistas, volátiles, o estable, sin embargo, es evidente que el objetivo de la presente investigación es reducción de riesgos, y no persigue generar expectativas sobre rendimientos adicionales producto de las negociaciones de derivados. Por otro lado, la gestión del riesgo es un tema de suma importancia en este proceso, donde como se explica en el cuarto capitulo, la compañía para su proceso de implementación debe realizar un apropiado diagnóstico, un inadecuado diagnostico generará como consecuencia inapropiadas acciones que, al contrario, ocasionaran perdidas adicionales a las compañías en lugar de mitigar el riesgo cambiario. Y, por último, también importante que dentro de las compañías se establezcan las adecuadas

responsabilidades de aprobación y monitoreo, creando los mecanismos de control y métricas que permitan ajustar, calibrar y corregir de forma oportuna cuando sea necesario.

Bibliografía

Taylor, A. M., & Taylor, M. P. (2004). The Purchasing Power Parity Debate. *Journal of Economic Perspec*, 135-158.

Hull, J. C. (2009). *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones.* Mexico: Pearson Educación.

De Lara, A. (2005). *Productos Derivados Financieros.* Mexico: Limusa.

Alonso, J. C., & Berggrun, L. P. (2015). *Introduccion al analisis de riesgo Financiero.* Bogota, Cundinamarca, Colombia: ECOE Ediciones.

Hekman, C. R. (Septiembre de 1983). Measuring Foreign Exchange Exposure: A Practical Theory and Its Application. *Financial Analysts Journal, 39*(5), 59-65.

Kozikowski, Z. (2007). *Finanzas Internacionales.* Mexico, D.F., Mexico, D.F., Mexico: McGraw-Hill Interamericana.

Papaioannou, M. (Noviembre de 2006). Exchange Rate Risk Measurement and Management: Issues and Approaches for Firms. *South Eastern Europe Journal of Economics*(06/225).

Black, F., & Scholes, M. (Mayo de 1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy, 81*(3), 637-654.

Merton, R. C. (Junio de 1973). Theory of Rational Option Pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science, 4*(1), 141-183.

Ederington, L. H. (Marzo de 1979). The Hedging Performance of the New Futures Markets. *The Journal of Finance, 34*(1), 157-170.

Zurita, S. L. (2002). Sobre la cobertura de mínima varianza con futuros. *Estudios de Administración, 9*(e2).

Pérez Barbeito, J. (2014). *Finanzas internacionales : cómo gestionar los riesgos financieros internacionales.* Santiago de Chile, Chile: Editorial Universidad de Santiago de Chile.

Botero Ramírez, J., & Pérez Muñoz, Á. (Julio de 2007). Opciones tipo barrera sobre la tasa de cambio Peso/Dólar. *AD-MINISTER*(11), 64-79.

Bartram, S. M., Brown, G. W., & Minton, B. A. (2010). Resolving the exposure puzzle: The many facets of exchange rate exposure. *Journal of Financial Economics*(95), 148-173.

BUNEA-BONTAŞ, C. (2012). The Assessment of Hedge Effectiveness. *Economics and Applied Informatics, 1*(1), 23-45.

Castillo, A., & Águila, R. (2008). Cobertura Óptima de Riesgos de Mercado en Presencia de Riesgos de Cantidad y de Costos de Producción. *EL TRIMESTRE ECONÓMICO, 75*(299), 775-778.

Díaz Contreras, J., Macías Villalba, G., & Luna González, E. (2014). Estrategia de cobertura con productos derivados para el mercado energético colombiano. *Estudios Gerenciales, 30*, 55-64.

Jiménez Gómez, L., Acevedo Prins, N., & Castaño Giraldo, N. (2016). Castaño Giraldo, Nelson Eduardo Cobertura cambiaria por medio de instrumentos derivados para empresa exportadora de flores en Colombia. *En-Contexto, 4*(5), 1-20.

Millones Barragán, J., Nakazaki Servigón, J., & Trujillo Calagua, G. (2017). Modelo value at risk (var) para medir el riesgo cambiario en las cajas municipales de ahorro y crédito del sistema financiero peruano. *Revista de Ciencias Empresariales de la Universidad de San Martín*, 3-14.

García Páez, D., & Rodríguez Hernández, C. (2016). *Tasa óptima de cobertura cambiaria con betas dinámicos: caso colombiano.* Bogota: Colegio de Estudios Superiores de Administración.

Aragó Manzana, V. (2000). *Cobertura dinamica con contratos de futuro sobre indices bursatiles.* Castellón: Universitat Jaume i de Castelló.

Banco de la Republica. (Noviembre de 2019). *Banco de la Republica de Colombia*. Obtenido de Banco de la Republica de Colombia: https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm

J.P.Morgan/Reuters. (17 de Diciembre de 1996). RiskMetrics (TM). *Technical Document, 4*, 2-296.

Rivera Rodrigruez, H., Pulgarín Molina, S., & Malaver Rojas, M. (2012). Estrategia Empresarial: Conceptos, Teorías y Principales Herramientas. 6-7.

Rumelt, R. (2011). Good Strategy Bad Strategy. In *Good Strategy Bad Strategy.* Crown Business.