



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

AREA ADMINISTRATIVA

**TITULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN EN BANCA Y
FINANZAS**

**Valor en riesgo de las carteras de inversión del sector industrial de
productos y servicios aeroespaciales de defensa.**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTORA: Chiriboga Vivanco, Ximena del Cisne

DIRECTOR: Armas Herrera, Reinaldo, PhD.

LOJA- ECUADOR

2018



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2018

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

PhD.

Reinaldo Armas Herrera.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN.

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Valor en riesgo de las carteras de inversión del sector industrial de productos y servicios aeroespaciales de defensa, realizado por Ximena del Cisne Chiriboga Vivanco, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre 2018

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Chiriboga Vivanco Ximena del Cisne, declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Valor en riesgo de las carteras de inversión del sector industrial de productos y servicios aeroespaciales de defensa, de la Titulación en Administración en Banca y Finanzas, siendo el PhD. Reinaldo Armas Herrera director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Autor: Ximena del Cisne Chiriboga Vivanco.

Cédula: 1150131066.

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y guiarme por el camino de la sabiduría para poder superar todos los obstáculos que la vida me ha puesto.

A mis padres Jorge y Elsa, por darme la vida, ser mi apoyo, mi fortaleza y enseñarme valores que me han servido para poder alcanzar todos los objetivos que me he propuesto, gracias por su amor, cariño y confianza, y principalmente por sus consejos que me han ayudado a crecer como persona.

A mi hermano Andrés que, a pesar de no estar presente en este momento tan especial de mi vida, sé que me estas cuidando y sintiéndose orgulloso de mi en el cielo.

A mis amigas Elisa, Daniela y Antonella, por enseñarme lo que es la verdadera amistad, igualmente para Pamela y Karla por ser mis compañeras y amigas a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias por estar conmigo en los mejores y peores momentos de mi vida.

Ximena del Cisne.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Particular de Loja, por haberme aceptado y ser parte de ella para poder estudiar mi carrera.

A los docentes de la universidad que me brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante día a día.

A mis padres por su apoyo moral y económico para poder culminar mis estudios.

Finalmente, mi agradecimiento especial al PhD. Reinaldo Armas por ser mi tutor de tesis, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos científicos, así como también por haberme guiado durante todo el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I: TEORÍA DE CARTERAS.....	5
1.1. Conceptos previos teoría de carteras.....	6
1.1.1 Mercado Bursátil.....	6
1.1.2 Cartera de Inversión.....	6
1.1.3 Portafolio de Inversión.....	6
1.1.4 Riesgo.....	6
1.1.5 Rentabilidad de un portafolio.....	7
1.2. Teoría de Markowitz.....	8
1.2.1 Diversificación de portafolios según Markowitz.....	9
1.2.2 Formulación de la frontera eficiente del modelo de Markowitz.....	11
1.3. Modelo de Sharpe.....	13
1.4. Modelo de valoración del precio de los activos financieros (CAPM).....	15
1.4.1 Teoría de la línea de mercado de capitales (CML).....	16
1.5. Teoría SML.....	17
1.6. Modelo de la Teoría de Valoración por Arbitraje (APT).....	19
CAPÍTULO II: VALOR EN RIESGO.....	21
2.1. VaR.....	22
2.1.1 Modelo de varianza y covarianza.....	23
2.1.2 Modelo Histórico.....	25
2.1.3 Modelo de Montecarlo.....	27

CAPÍTULO III: DATOS Y METODOLOGÍA.....	31
3.1 Sector de inversión.....	32
3.2. Datos y compañías.....	33
3.3. Metodología.....	34
3.3.1. Pasos previos a la optimización.....	34
3.3.2. Optimización del portafolio.....	35
4.3.3. Metodología cálculo del VAR.	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	40
4.1. Resultados.....	41
4.2. Discusión de los resultados.	44
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Compañías del sector industrial de productos y servicios aeroespaciales de defensa.	33
Tabla 2. Pesos de los activos.	41
Tabla 3. Resultados.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frontera eficiente	13
Figura 2. Línea de mercado de capitales	17
Figura 3. Línea de mercado SML.	18
Figura 4. Precios de cierre ajustados de las compañías.....	53
Figura 5. Precios con Logaritmo Natural.	53
Figura 6. Promedio de los precios de cada compañía	54
Figura 7. Varianza de los precios de las acciones de cada compañía.	54
Figura 8. Desviación típica de los precios de las compañías.....	55
Figura 9. Pesos supuestos (verticales).	55
Figura 10. Pesos supuestos (horizontal)	55
Figura 11. Matriz Poblacional.	56
Figura 12. Matriz Poblacional	56
Figura 13. Matriz Poblacional (triangular).....	57
Figura 14. Matriz Poblacional (completada).....	57
Figura 15. Creación de la Matriz Muestral.....	58
Figura 16. Rentabilidad de la cartera	58
Figura 17. Evaluación varianza de la cartera	59
Figura 18. Varianza de la cartera.....	59
Figura 19. Desviación típica de la cartera.	59
Figura 20. Maximización de la rentabilidad.....	60
Figura 21. Maximización de la rentabilidad.....	60
Figura 23. Minimización de riesgo	61
Figura 22. Aplicación de Solver.	61
Figura 24. Ratio Sharpe.	62
Figura 25. Maximización Ratio Sharpe.....	62
Figura 26. Número de datos.....	63
Figura 27. Mínimo de retorno diario.	63
Figura 28. Distancia.	64
Figura 29. Redondeo de datos.....	64
Figura 30. Corte de observaciones.	65
Figura 31. VaR Histórico.	65
Figura 32. Distribución normal inversa.....	66
Figura 33. VaR de Varianza y Covarianza.	66

RESUMEN

En la presente investigación se calcula el VaR de las compañías pertenecientes al sector industrial de productos y servicios aeroespacial de defensa desde el año 2001-2017 con una muestra total de 15 empresas, distribuidas aleatoriamente en carteras de 5, 10 y 15 activos, con el fin de encontrar cual será el escenario óptimo para invertir, así como también conocer cuál sería la máxima pérdida que pueden incurrir estas carteras a través de la aplicación de dos metodologías, tanto la de simulación histórica como la de varianza y covarianza. Los resultados muestran que en cada modelo se obtienen diferentes medidas de riesgo, pero en este caso el mejor método para aplicar en este sector es el de varianza y covarianza en una cartera de 15 activos cuando se minimiza el riesgo.

PALABRAS CLAVES: VaR, método de simulación histórica, método de varianza, optimización de cartera.

ABSTRACT

This research is about calculating the VaR of the companies belonging to the industrial sector of aerospace defense products is calculated from the year 2001-2017 with a total sample of 15 companies, randomly distributed in portfolios of 5, 10 and 15 assets, in order to find what will be the optimal scenario to invest, as well as know what would be the maximum loss that these portfolios can incur through the application of two methodologies, both the historical simulation and the variance and covariance. The results show that in each model different risk measures are obtained, but in this case the best method to apply in this sector is the variance and covariance in a portfolio of 15 assets when the risk is minimized.

KEYWORDS: VaR, historical simulation method, variance and covariance method, portfolio optimization.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo los mercados financieros han ido creciendo significativamente. La necesidad de tomar decisiones más acertadas dentro de esto hace posible que se produzcan nuevas herramientas, lo que trae menos incertidumbre. Esto permite, tomar la decisión correcta sobre invertir o no, ya que es una de las dificultades más grandes, si se toma una decisión errada puede costar mucho dinero al inversionista (Aponte & Rojas, 2015).

Los mercados financieros tienen un rol relevante en la economía de Latinoamérica, ya que su impacto positivo radica en redistribuir los recursos para conseguir un crecimiento en las empresas. Además, en estos mercados las empresas tienen la oportunidad de conseguir un financiamiento a largo plazo. Alrededor del mundo existen 127 bolsas de valores siendo las tres más importantes: La Bolsa de Nueva York, donde están listadas alrededor de 2,800 empresas con una capitalización bursátil de 19.60 billones de dólares y un volumen cercano a los 21 billones, la bolsa de valores "National Association of Securities Dealers Automated Quotation" (Nasdaq) donde se cotiza más de 7000 acciones con una capitalización de 4.500 mil millones de dólares y cuenta con alrededor de 2800 empresas listadas y la Bolsa de Tokio que actualmente tiene listadas más de 2500 empresas, cuenta con alrededor de 5 billones dólares de capitalización bursátil y mueve volúmenes cercanos a los 4,5 billones (Orozco & Ramírez, 2016).

En el Ecuador, este mercado está poco desarrollado, aunque poco a poco ha ido creciendo. No es tan relevante como las bolsas de valores de otros países en Latinoamérica. Entre los años 2006 al 2010 la participación en mercado financiero creció entre el 8,9% y el 9,4%, aunque para el año 2011 las inversiones en los mercados financieros se redujeron en más de 1.300 millones. Entre los años 2013-2014 la inversión creció, por lo tanto, esto se refleja en que en el mercado financiero existen alternativas con mejores rendimientos. El mercado de valores en el país es joven y la influencia que tiene sobre las empresas del sector productivo y las medianas empresas es muy poco. A pesar de esto el mercado ha crecido en un 65% hasta la fecha, lo que demuestra más cultura financiera por parte de las empresas y los inversionistas. (Aponte & Rojas, 2015)

Dentro los riesgos financieros, el riesgo de mercado es una de las principales categorías. Este puede surgir a partir de diversos factores, entre los que se incluyen movimientos en los precios de acciones, tasas de interés y tipos de cambio etc. Una de las formas más comunes

de realizar el análisis de los riesgos es a través del Valor en Riesgo (VaR) (Sampieri, Trejo, & González, 2014).

Existen múltiples metodologías para calcular el VaR, como el VaR paramétrico Delta Normal, que son fáciles de calcular, pero no es el apropiado cuando se tiene datos que no son lineales. Las metodologías como el valor histórico y la simulación MonteCarlo son las más utilizadas para todo tipo de datos (lineales y no lineales), además que otorgan los posibles resultados que se pueden presentar, aunque requieren tener mayores conocimientos en el ámbito computacional para poder aplicarlos (Sampieri et al., 2014).

Pese a la importancia, estos temas se encuentran poco investigados en términos de gestión de riesgos en Ecuador. La importancia de la divulgación de este tipo de estudios significarían nuevas posibilidades para disminuir los riesgos de los portafolios de inversión y que estas puedan obtener utilidades, midiendo el riesgo a través del VAR (Farias, 2014).

El objetivo general de este trabajo es calcular las carteras de inversión de las empresas del sector aplicando distintas funciones de optimización, para de esta forma determinar la máxima pérdida que pueden tener, es decir, determinar su valor en riesgo desde el 2001 hasta el 2017.

Este trabajo de titulación, está compuesto de cuatro capítulos. En el primero capítulo denominado Teoría de Carteras, donde se analiza la teoría de carteras y los diferentes modelos dentro de esta. El segundo capítulo se denomina Valor en Riesgo. En este capítulo se analiza el concepto de valor en riesgo y las diferentes metodologías para calcular el mismo. En el tercer capítulo referente a los datos, variables y metodologías, se especifica que empresas forman la muestra, de donde se obtienen las cotizaciones de empresas (Yahoo Finanzas), que periodo se utiliza para realizar el análisis y se plantea un modelo de maximización de la rentabilidad, otro de minimización de riesgos y un tercer de maximización del ratio Sharpe. Finalmente, se determinan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: TEORÍA DE CARTERAS.

1.1. Conceptos previos teoría de carteras.

1.1.1 Mercado Bursátil.

Lugar donde las empresas realizan la venta y compra de activos financieros (acciones o bonos), donde el precio es determinado por los demandantes y los ofertantes, con el fin de captar cada vez más recursos y de esa forma crecer continuamente. Siendo los inversionistas los demandantes y los ofertantes son las empresas que buscan recursos (Orozco & Ramírez, 2016).

1.1.2 Cartera de Inversión.

Se definen como la unión de dos o más activos financieros, con el propósito de utilizarlos adecuadamente para que las empresas inviertan y puedan obtener los rendimientos deseados (García Boza, 2013).

1.1.3 Portafolio de Inversión.

Fue creado por Markowitz con el fin de diversificar carteras de inversión (invertir en más de un activo), es decir, es la construcción de un conjunto de carteras establecidos en términos de rentabilidad y riesgo, con la finalidad de lograr que sus inversionistas sean capaces de reducir el riesgo potencialmente y para poder obtener algún retorno, el mismo que se puede verificar a través de los rendimientos esperados, el cual es en conjunto con los activos que conforman la cartera (Grajales & Pérez, 2013).

1.1.4 Riesgo.

Según Valderrama Gómez (2007), el riesgo se define como "*La posibilidad de no obtener los rendimientos esperados o de tener pérdidas sobre la inversión inicial, incluso el poder perderlo todo*", p.10.

1.1.4.1 Riesgo De Mercado.

Es la posibilidad de pérdida que puede sufrir un inversionista cuando el valor neto de un portafolio tiende a variar ante cambios de variables macroeconómicas que determinan el precio de sus acciones (García & Gutiérrez, 2015).

Dentro de las carteras hay dos riesgos principales:

- Riesgo sistemático: valor de un activo que no puede diversificarse a pesar de que exista un proceso adecuado de optimización, esto puede darse por diferentes aspectos externos como económicos, monetarios, políticos y sociales.
- Riesgo no sistemático: valor de un activo donde se puede diversificar su riesgo luego de un proceso de optimización depende de los factores internos de una compañía, y que afectan solo al rendimiento de las acciones del mismo (Gomero, 2014).

1.1.4.2 Riesgo de cartera.

Según (García Boza, 2013) el riesgo de cartera se puede dar en dos casos:

- **Cartera con n clases de activos.**

El riesgo de una cartera con n clases de activos está dado por la desviación típica de variables aleatorias, estas variables se determinan a través de la siguiente ecuación:

$$\sigma^2(Z) = K_1^2 \sigma^2(Z_1) + K_2^2 \sigma^2(Z_2) + K_3^2 \sigma^2(Z_3) + \dots + K_n^2 \sigma^2(Z_n) \quad (1)$$

Teniendo en cuenta que la rentabilidad de este tipo de cartera es el resultado de la sumatoria de las variables antes mencionadas

- **Cartera con dos clases de activos.**

Las expresiones ya indicadas anteriormente quedan simplificadas, con el fin que se pueden realizar los análisis. Haciendo que $X_1 = X$; $X_2 = 1 - X$. En cuanto para determinar la varianza y la covarianza se la realiza de la siguiente manera:

$$\sigma_p^2 = x_2 \sigma_1^2 + (1 - x)^2 \sigma_2^2 + 2x(1 - x)\sigma_{12} = x_2 \sigma_1^2 + (1 - x)^2 \sigma_2^2 + 2x(1 - x)\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} \quad (2)$$

$$\sigma_{ip} = x\sigma_{il} + (1 - x)\sigma_{i2} \quad (3)$$

1.1.5 Rentabilidad de un portafolio.

La rentabilidad, está relacionada a los beneficios que se obtienen en las diferentes carteras de inversión en un periodo temporal determinado. En definitiva, es reflejar el rendimiento de las inversiones (García & Gutiérrez, 2015).

La fórmula de la rentabilidad está determinada por:

$$R = \frac{1}{n} \sum_i^n R_i \quad (4)$$

Según (Aponte & Rojas, 2015), la rentabilidad está determinada por el cociente entre la rentabilidad de cada acción que integran al portafolio:

$$R_p = W_1 \times R_1 + W_2 \times R_2 + \dots + W_n \times R_n \quad (5)$$

Donde:

W= es la participación del activo.

R= es el rendimiento del activo.

1.2. Teoría de Markowitz.

La teoría propuesta por Markowitz, sobre la creación de portafolios de inversión, transformó el campo de las finanzas. Es un ejemplo claro sobre lo que son los portafolios eficientes, que en la actualidad son la base para construir una cartera manteniendo su esencia inicial, pero teniendo un resultado más eficiente. (Gálvez, Salgado, & Gutierrez, 2012).

Markowitz identificó un conjunto de portafolios eficientes con el fin de indicar que, sin importar el nivel de riesgo, lo que interesa es el portafolio con el mayor retorno esperado. Aplicar este modelo implica en primer lugar especificar las oportunidades de riesgo y retorno por los que puede optar el inversionista, que en síntesis se encuentran determinadas en la frontera eficiente. El inversor preferirá siempre a los activo que tengan mayor rendimiento para un riesgo dado (Medina, 2015).

La selección de cartera hace referencias a dos etapas: la primera empieza con la observación y la experiencia y finaliza con las creencias sobre los futuros rendimientos de los valores disponibles. La segunda comienza con las creencias sobre retornos futuros y acaba con la elección de la cartera. (Markowitz, 1952).

1.2.1 Diversificación de portafolios según Markowitz.

La teoría de Markowitz sobre la diversificación de portafolios aún es válida y son desarrollados en diferentes ambientes del mundo financiero. El escoger una cartera óptima debe realizarse de la forma más precisa. Por esto se debe elaborar un modelo matemático donde se muestre como un inversionista teniendo un determinado nivel de riesgo pueda conseguir la máxima rentabilidad posible (Aponte & Rojas, 2015).

Por diversificación se entiende por invertir en diferentes activos, con el objetivo de disminuir el riesgo ligado con varios factores que influyen sobre el mismo. Aplicar la diversificación es muy conveniente especialmente cuando se van aumentando los activos, puesto que el inversionista tendrá mayores opciones al momento de invertir, además que también ayuda a reducir el riesgo (Betancourt, García, & Lozano, 2013).

(Markowitz, 1952) en su libro, indica que los modelos matemáticos y estadísticos para determinar la rentabilidad de los activos son:

Sea la rentabilidad una variable aleatoria (Y), que puede tomar un valor finito de valores y_n , entonces dejemos que la probabilidad de y_1 sea p_1 y así sucesivamente con los y_n , de esta manera definimos la media o valor esperado de Y como:

$$E(Y) = \sum_{i=1}^n p_i * y_i \quad (6)$$

Y su varianza será:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n p_i * (y_i - E)^2 \quad (7)$$

Se define la varianza como la desviación estándar al cuadrado que es una medida de riesgo.

Si se supone que, en vez de una variable aleatoria, tenemos n variables aleatorias: $R_1 \dots \dots \dots R_n$, y que R es una combinación lineal de estas n variables aleatorias, tenemos:

$$R = \sum_{i=1}^n a_i * R_i \quad (8)$$

Entonces R es también una variable aleatoria de la que podemos conocer su valor esperado y su varianza, para conocer esta última tenemos que conocer su covarianza que se define como:

$$\sigma_{ij} = E((R_i - E(R_i)) * (R_j - E(R_j))) \quad (9)$$

Que también puede ser expresado en términos de la correlación:

$$\sigma_{ij} = P_{ij} * \sigma_i * \sigma_j \quad (10)$$

La varianza de la suma es:

$$\sigma^2 = V(R) = \sum_{i=1}^n a_i^2 * V(X_i) + 2 * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i * a_j * \sigma_{ij} \quad (11)$$

Si usamos que la varianza de R_i es σ_{ij} entonces:

$$V(R) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i * a_j * \sigma_{ij} \quad (12)$$

El valor esperado de la variable aleatoria se define como:

$$E(R) = \sum_{i=1}^n a_i * E(R_i) \quad (13)$$

Llegados a este punto, los retornos de los valores (R_i) son variables aleatorias así que, $E(R_i) = \mu_i$ y los pesos de cada retorno los redefiniremos $a_i = X_i$ con lo que obtenemos:

$$E = \sum_{i=1}^n X_i * \mu_i \quad (14)$$

Y la varianza es:

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i * X_j * \sigma_{ij} \quad (15)$$

1.2.2 Formulación de la frontera eficiente del modelo de Markowitz.

La frontera eficiente es conocida como el conjunto de carteras que obtienen el retorno esperado más alto para un determinado nivel de riesgo asumido. Este modelo supone que el rendimiento obtenido históricamente se mantendrá para el siguiente periodo, así como la varianza y la covarianza de los instrumentos de inversión (Markowitz, 1952).

Existen dos formulaciones del modelo de Markowitz:

1. Minimización de riesgo para distintos niveles de rentabilidad:

$$Min = \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \sigma_{ij} \quad (16)$$

Sujeto a:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i * E(R_i) \geq \mu_0$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

Donde:

$E(R_p)$ = Rendimiento esperado del total del portafolio.

R_i = Rentabilidad de la acción i .

$E(R_i)$ =Rentabilidad esperado de la acción i .

R_p =Rentabilidad del portafolio.

w_i =Parte del presupuesto destinado del inversionista a la acción i .

$\sigma^2(R_p)$ = Varianza de la rentabilidad del portafolio.

σ_{ij} = Covarianza entre los rendimientos de las acciones i y j .

σ_0^2 = Varianza máxima admitida.

X_i = proporción del presupuesto del inversor destinado al activo financiero i .

μ_0 =Rendimiento mínimo requerido.

2. Maximización de la rentabilidad esperada para distintos niveles de riesgo:

$$Max = E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i * E(R_i) \quad (19)$$

Sujeto a:

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \sigma_{ij} \leq \sigma_0^2 \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

$E(R_p)$ = Rendimiento esperado del portafolio.

R_i = Variable aleatoria rendimiento del activo i .

$E(R_i)$ =Rendimiento esperado del activo i .

R_p =Variable aleatoria del rendimiento del portafolio.

w_i =Proporción del presupuesto destinado del inversionista destinado al activo i .

$\sigma^2(R_p)$ = Varianza del rendimiento del portafolio.

σ_{ij} = Covarianza entre los rendimientos de los activos i y j .

σ_0^2 = Varianza máxima admitida.

En la figura 1 se puede observar la frontera eficiente y todos sus componentes, explicados anteriormente.

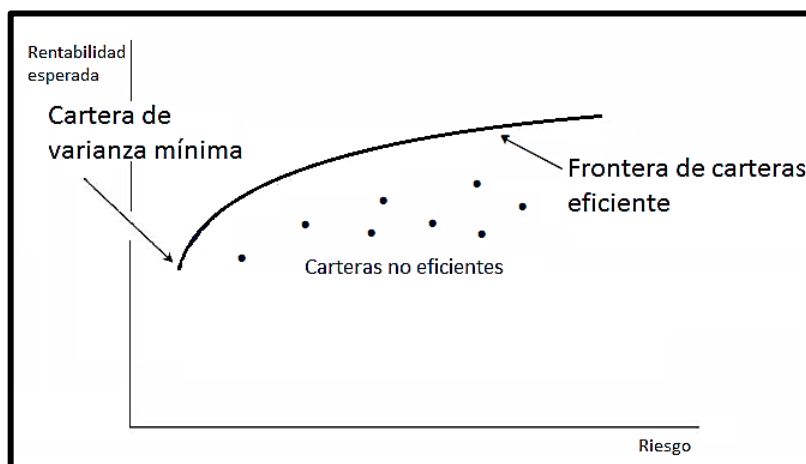


Figura 1. Frontera eficiente.

Fuente: Markowitz (1952).

Elaborado: Markowitz (1952).

Según (Cárdenas et al., 2015), las ventajas y desventajas de utilizar este método a la hora de calcular carteras de inversión son:

- Ventajas:
 - Considera la conducta racional del inversionista en condiciones de riesgo.
 - Frontera eficiente de portafolios.
- Desventajas:
 - La única información que utiliza es la media y la varianza de los rendimientos.
 - Se asume estabilidad del mercado.

1.3. Modelo de Sharpe.

El Modelo de Sharpe se considera uno de los importantes de las inversiones financieras tras el modelo de Markowitz. Esta teoría tiene como fin verificar el rendimiento promedio esperado de un portafolio. Sharpe formuló su modelo basándose en que los rendimientos de los activos pueden calcularse en base a su relación con el rendimiento del mercado (Gomero, 2014).

Sharpe dio a conocer dos hipótesis:

- La relación de los activos depende directamente con la cartera del mercado.
- Dicha relación es lineal.

Esta relación se encuentra determinados en la siguiente ecuación.

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i * R_t^* + \varepsilon_{it} \quad (18)$$

Donde:

R_{it} = Rendimiento de un activo en el periodo.

R_t^* = Rendimiento del mercado en el periodo t.

α_i = Ordenada en el origen.

β_i = Pendiente de ajuste.

ε_{it} = Terminio aleatorio correspondiente a cada activo y las características propias de la empresa (Álvares, Ortega, Sánchez, & Herrera, 2004).

Para determinar el riesgo de un portafolio puede ser estimado a través de la varianza, una vez determinada la varianza se puede determinada que el riesgo está dado por el riesgo sistemático y riesgo no sistemático.

El modelo de Sharpe presenta ciertas ventajas y desventajas.

- Ventajas:
 - Considera dos tipos de riesgo, el sistemático y el no sistemático.
 - Mide la relación activo-mercado mediante la beta.
 - La beta ofrece un método sencillo para medir el riesgo de un activo que no puede ser diversificado.
- Desventajas:
 - Las personas que han invertido concuerdan sobre la distribución de las rentabilidades y riesgos esperados.
 - La beta no siempre es un factor determinante en el rendimiento de un título.

1.4. Modelo de valoración del precio de los activos financieros (CAPM).

Este modelo es utilizado por William Sharpe con el fin de explicar las ventajas de la diversificación, e introducir diferentes conceptos sobre el riesgo sistemático, riesgo no sistemático. Es muy útil al momento de determinar los mejores alternativas para el cálculo de la tasa de retorno exigida por los inversionistas (Betancourt et al., 2013).

El CAPM es un modelo muy conocido ya que se puede aplicar en diferentes ámbitos financieros, como en la definición del precio de activos que aún no fueron negociados en el mercado; o en la verificación de la razonabilidad del retorno de ciertos activos (De Sousa Santana, 2013).

Según (Nuñez, 2016), el Modelo CAPM, posee las siguientes hipótesis:

- Buscar la maximización de la utilidad esperada a través del tiempo, teniendo en cuenta que presentan una aversión al riesgo.
- En el mercado existe un activo libre de riesgo, con la consecuente tasa libre de riesgo, a la cual los inversionistas solicitan montos ilimitados para invertir.
- Los activos negociados en el mercado están libres de fricciones de mercado y no existe costos de transacción.
- Condiciones del mercado.
- Los rendimientos de los activos presentan una distribución normal conjunta.
- El valor medio de los errores estocásticos es cero.

Este modelo permite la verificación de aquellas inversiones que ofrecen mayor retorno esperado para cada nivel de riesgo. Entendiendo que el inversionista escoge un portafolio de inversiones con base en dos aspectos esenciales: la tasa de retorno esperada y la volatilidad. En ese sentido, la decisión de la inversión debe fundamentarse en un portafolio balanceado de riesgo y retorno denominado frontera de riesgo - retorno eficiente. Aunque, eso no quiere decir que todas las inversiones se volcarán hacia la inversión libre de riesgo, puesto que también podrán involucrar aquellas que representan una relación riesgo-retorno (De Sousa Santana, 2013).

En este modelo, el riesgo no sistemático desaparece esto quiere decir que existirá una relación entre el nivel de riesgo, el beta y el nivel de rendimiento esperado (Álvares et al., 2004).

Se sabe que cuando se combina un activo libre de riesgo con una cartera eficiente, encontramos una línea recta denominada línea de asignación de activos o línea de asignación de capitales (CML).

1.4.1 Teoría de la línea de mercado de capitales (CML).

Según (García Boza, 2013), se basa en las siguientes hipótesis:

- Existe una acción que no tiene riesgo.
- Tienen una tasa que no tienen riesgo.
- No hay limitaciones para realizar las ventas.
- Los datos están disponibles para todos los inversores, es decir, que todos tendrán las mismas expectativas y percepciones sobre los rendimientos esperados.

Es decir, que la cartera optima se convertirá en la cartera de mercado dando como resultado una cartera mixta, integrada por todos los títulos con riesgo, la cotización de cada uno y el número de títulos que se encuentran en el mercado, y por lo tanto se dice que el mercado se encuentra en equilibrio lo que significa que:

- El tipo de interés libre de riesgo es único para todos, y este es determinado por la oferta y la demanda.
- Todos los títulos tienen la misma oferta y tienen la misma demanda.

Por lo tanto, la Línea de Mercado de Capitales (Capital Market Line), se refiere únicamente a carteras eficientes en las que se incluye la posibilidad de endeudarse o prestar, surge de la combinación de la cartera de mercado y el activo libre de riesgo, donde los puntos que se encuentran en la CML tienen mayores rendimientos en relación al riesgo (Buenaventura, 2014).

$$CML = E(r) = r_f + \sigma \frac{E(r_M) - r_f}{\sigma_M} \quad (19)$$

En la figura 2, se puede observar gráficamente como se define la línea de mercado de capitales, así como también de sus componentes, tal como la línea CML inicia en cero y es tangente a la línea de frontera eficiente.

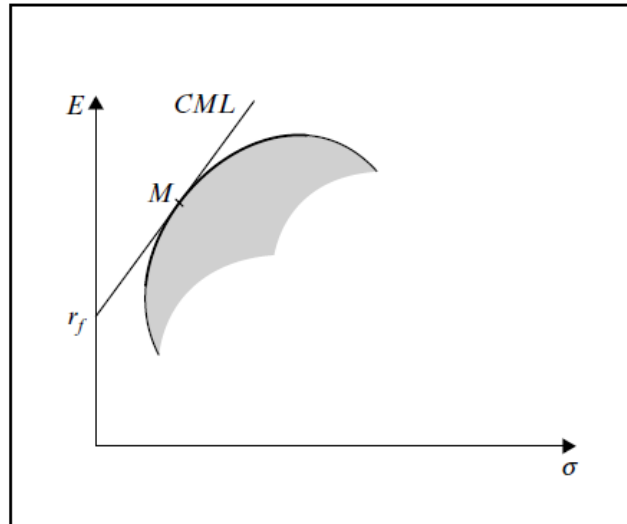


Figura 2. Línea de mercado de capitales

Fuente: García Boza (2013).

Elaborado: García Boza (2013).

Los puntos situados sobre la línea CML tienen mayores rendimientos en relación al riesgo de los activos, recalcando que la cartera que participa en este modelo tiene activos con riesgo además que cualquier punto sobre o a la izquierda de la línea CML son poco probables de que tengan algún tipo de rendimiento mientras que los que se encuentran por debajo o a la derecha tienen más altas probabilidades de tener algún rendimiento pero son deficientes (Mascareñas, 2012).

Según (Mascareñas, 2012) las características de este modelo son:

- La ordenada en el origen (r_f) es el tipo de interés libre de riesgo.
- La pendiente significa el vínculo entre el rendimiento esperado y el riesgo. Conocido como costo del riesgo.

1.5. Teoría SML.

La Línea de Mercado SML, se refiere a la relación que existe entre rendimiento y riesgo para todo tipo de activos ya se trate de individuales o de carteras (Buenaventura, 2014).

El origen de la SML equivale al tipo de interés libre de riesgo. La pendiente de la SML equivale a la prima de riesgo del mercado y refleja la compensación percibida por el riesgo

en un momento determinado, esta teoría tiene como fin de representar el coste de oportunidad de la inversión (invertir en una combinación de la cartera de mercado y el activo libre de riesgo) (Mascareñas, 2012).

Dentro de esta teoría encontramos la formula SML:

$$SML = E(R_i) = R_f + \beta_i [E(R_M) - R_f] \quad (20)$$

Donde:

$E(R_i)$ = es el retorno esperado de un valor.

$E(R_M)$ = es el retorno esperado en una cartera de mercado M.

B = es el riesgo sistemático o no diversificable.

R_M = es el tipo de interés del mercado.

R_f = es el tipo de interés libre de riesgo.

En la figura 3., la línea SML es la línea recta que nace desde el punto 0, y es tangente a la línea de frontera eficiente, al igual que en la línea CML.

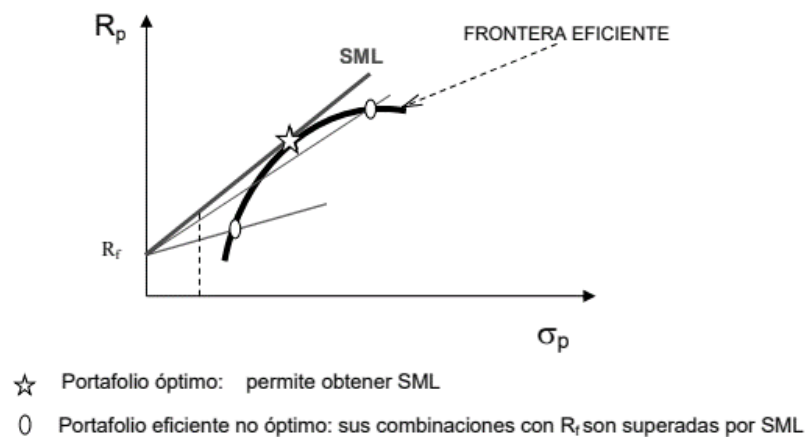


Figura 3. Línea de mercado SML.

Fuente: Buenaventura (2014).

Elaborado: : Buenaventura (2014).

1.6. Modelo de la Teoría de Valoración por Arbitraje (APT).

Fue creada por Ross, al igual que el Modelo CAPM se basa en suposiciones de que los activos son analizados en base a la rentabilidad y a su riesgo, y el comportamiento de los inversionistas es de forma racional, así como también estos poseen las mismas expectativas (Martínez, 2012).

Según (Czerwinski, 2014), este modelo es mucho más complicado que el CAPM y por este motivo su utilización es más reducida ya que se requiere de un mayor análisis, este modelo se enfoca a conocer y determinar el precio que posee un activo a través de factores que influyen sobre el mismo.

(Saldaña, Palomo, & Blanco, 2011), indican que este modelo a diferencia del CAPM no requiere la identificación del portafolio del mercado, aunque cabe recalcar que esta teoría asume que los mercados son competitivos.

Por la misma razón que no requiere de la identificación del portafolio de mercado su principal problema Czerwinski (2014) afirma que “no se puede identificar la información y las variables que son necesarias para la valoración de un activo, puesto que la teoría únicamente indica que el rendimiento de un activo depende de factores relevantes” (p.32.). En cambio, con el CAPM indica el movimiento conjunto de los activos, no por movimientos del mercado si no por factores que infieren en dichos activos.

Según (García Boza, 2013), está definida por la siguiente ecuación:

$$r_{it} = v_i + \beta_{i1}R_{1t} + \beta_{i2}R_{2t} + \beta_{i3}R_{3t} + \dots + \beta_{ik}R_{kt} = v_i + \sum_{h=1}^k \beta_{ih} F_{ht} + u_{it} \quad (21)$$

Donde:

- v_i = valor esperado de la rentabilidad del título i cuando el valor esperado de los factores es igual a cero.
- $F_{ht} | h = 1, 2, \dots, k; t = 1, 2, 3, \dots, T$: k factores de riesgo o k variables aleatorias explicativas de la rentabilidad del activo i , para T tiempo.
- β_{ih} = coeficiente beta o coeficiente de volatilidad del activo i con respecto al factor h . Mide la sensibilidad de la rentabilidad del título i a los movimientos del factor h -ésimo, suponiendo que no haya ningún cambio en los restantes factores.
- u_{it} = errores aleatorios para las T observaciones.

Según (Cárdenas et al., 2015), las ventajas de estas modelos son:

- La rentabilidad de los activos es generada por un proceso estocástico en el que intervienen varios factores de riesgo, no solo del mercado.

Así mismo este autor señala que la desventaja de este modelo es:

- El modelo no dice cuántos ni cuáles son los factores de riesgo.

Finalmente, el principal elemento del modelo APT es la innovación la cual se puede dividir en dos partes, una llamada innovación sistemática, que se genera porque existe información en los mercados las cuales no están presentes en el riesgo de mercado; puede ser un ejemplo de ellas las noticias de carácter macroeconómico, las cuales afectan a las empresas de maneras diferentes. El segundo componente es el riesgo que posee cada activo (Cardona, Velasquez, Vidal, & Escobar, 2014).

CAPÍTULO II: VALOR EN RIESGO.

2.1. VaR.

El VaR nació gracias a la teoría de portafolios y los requerimientos de capital. En los años 80 la inestabilidad de los mercados estaba en constante desarrollo y es así como en las empresas se originó la necesidad de desarrollar medidas que calculen el VaR más sofisticadas. Aunque hubieron muchas formas para realizar el cálculo en los años posteriores cada vez era más las pérdidas que sufrían las empresas, por esta razón muchos de los empresarios empezaron a crear diferentes modelos para atender a las necesidades de sus inversionistas (Garcia & Gutiérrez, 2015).

El Valor en Riesgo (VaR) es una de los métodos que más se utilizan para determinar cuál es el riesgo de una determinada cartera de activos. La definición del VaR puede determinarse refiriéndose a la rentabilidad, o refiriéndose a las pérdidas y ganancias que puede incurrir (términos nominales), en bases estadísticas sirve para definir estadísticamente pérdidas potenciales de un portafolio financiero (Grajales & Pérez, 2013).

“El VaR determina la máxima pérdida que pueden tener los activos dentro del tiempo determinado con un intervalo de confianza dado” (Menichini, 2004, p.4.). Este concepto nació con el fin de conocer el riesgo relacionado con una pérdida, con un nivel de confianza determinado por un experto en el mercado, entre el 95% y el 99%.

Este método ofrece obtener la máxima variación que puede tener el valor de una cartera en un periodo determinado con un nivel de confianza preestablecido (Garcia & Gutiérrez, 2015). Cabe recalcar que el Var es una estimación, más no es una representación real de la pérdida con un nivel de confianza establecido en un tiempo determinado, sino más bien es una estimación de la pérdida esperada para un tiempo determinado. (García Boza, 2013).

Según (García Boza, 2013), el VAR se puede calcular en términos absolutos y en términos relativos:

- Absoluto: Es la diferencia entre el valor inicial de la cartera y el valor final peor.
- Relativo: Es la diferencia entre el valor final esperado y el valor final peor.

$$VaR(abs.) = I_0(q\sigma_p - E_p)$$

$$VaR = I_0q\sigma_p$$

En consecuencia:

$$VaR (abs.) = VaR - I_0 E_p \quad (22)$$

Donde:

$VaR (abs.) = VaR$ absoluto.

$VaR = VaR$ relativo.

$I_0 =$ Valor cierto de una cartera, en unidades monetarias, al inicio de un determinado intervalo temporal.

$c =$ Nivel de confianza.

$q =$ Para una variable aleatoria r_p^* tal que $r_p^* \rightarrow N(0, 1)$, es $P(r^* < q) = c$

$$c = 95\%; P(r_p^* < q) = 95\% \Rightarrow q = 1,65$$

$$c = 99\%; P(r_p^* < q) = 95\% \Rightarrow q = 2,33$$

$E_p, \sigma_p =$ Rentabilidad esperada y riesgo, respectivamente, de la cartera.

Según (Contador, Claro, & Cristóbal., 2006), el VaR es usado para calcular diferentes aspectos en las empresas como la medición del riesgo, para comparar el riesgo de diferentes empresas, para saber el costo de su capital y evaluar su valor en el mercado y proteger a la empresa de que incurra en pérdidas, aunque posee algunas limitaciones como:

- Asumir normalidad en los mercados.
- Riesgo de liquidez.
- Problemas para determinar la volatilidad.

El Valor en Riesgo puede ser analizado de 3 formas diferente, puede ser por la matriz de varianza y covarianza, el modelo histórico y el modelo Montecarlo (Novales, 2016).

2.1.1 Modelo de varianza y covarianza.

Este método se basa en la hipótesis de la distribución normal de los rendimientos de la cartera, y se encuentra determinada por la relación lineal entre los factores de riesgo del mercado y el valor de la empresa en el mercado, supone una distribución normal determinada por un valor medio y la desviación estándar está dada como una medida de

volatilidad de la rentabilidad de los activos pertenecientes a la cartera (Contador et al., 2006).

Según (Salinas Ávila, 2009), en la determinación del riesgo la variable aleatoria está dada por la tasa de rentabilidad de un activo, estructurada de la siguiente forma:

- Tasa de rendimiento de un activo:

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (23)$$

Donde:

R_t = Rendimiento de un activo en el periodo (t-1, t) diario.

P_t = Precio del activo en el momento "t".

P_{t-1} = Precio del activo en el momento "t-1".

Este método se utiliza para posiciones lineales suponiendo que los cambios en los riesgos se comportan de manera normal por lo tanto los cambios de los valores en el portafolio igualmente se comportaran de manera normal (Salinas Ávila, 2009).

Entonces el VaR de un activo estará determinado por:

$$VaR = V_0 * K(\alpha) * \sigma\sqrt{t} \quad (24)$$

Donde:

V_0 = Valor actual del portafolio.

$K(\alpha)$ = factor para determinar el nivel de confianza.

$\sigma\sqrt{t}$ = Volatilidad del rendimiento medida con la desviación estándar.

Según Salinas Ávila (2009), referente a metodologías de medición del riesgo de mercado, este método es muy fácil de implementar requiriendo únicamente los valores del mercado y la exposición de las posiciones actuales con los riesgos. Este método proporciona un adecuado cálculo del riesgo, es ideal para para portafolios grandes y no es muy proclive al riesgo del modelo siendo más fácil de explicarlo.

Así mismo, Contador et al. (2006) hace énfasis en las ventajas de utilizar este método, puesto que es rápido y muy simple de aplicar en tiempo real, aunque posee el inconveniente de sobreestimar el VaR en niveles bajos de confianza y subestimarlos en niveles altos. Además, la hipótesis condiciona a realizar cálculos lineales y si se es realista los activos no lineales crecen cada vez más.

En los estudios realizados por Rojas & Pérez (2013), llegaron a la conclusión que aplicar este método es muy fácil siempre y cuando las suposiciones sean normales sobre los rendimientos.

Según Garcia & Gutiérrez (2015), concuerda con todos los autores puesto que indica que este método es muy fácil de aplicar pues utiliza una distribución normal, además, no requiere de modelos econométricos ni altos conocimientos en estadística y es muy accesible aplicarlo. No es recomendable aplicarlo, puesto que no siempre los activos se distribuyen normalmente y existen evidencias que la mayoría de estos activos no tienen este tipo de distribución, por lo tanto, se puede subestimar los resultados del VaR con la aplicación de este método, así también, supone que la matriz de varianzas y covarianzas no sufre modificaciones a lo largo del tiempo lo que tampoco es real.

Para Mascareñas (2012), la implementación de este método es bastante sencilla debido a que el algoritmo para calcularlo inicia con la definición de la matriz de varianzas y covarianzas, y con la ponderación actual de los instrumentos. Este método incluye una aproximación de los precios; pero un beneficio de aplicar este método es que solamente necesita calcular el valor del portafolio sólo una vez, en conjunto con los valores que presenta el mercado en ese entonces. Por esta razón este método puede trabajar con un gran número de activos y es fácil de implementar. Sin embargo, presenta serias limitaciones, entre ellas: mide muy poco el riesgo de los activos, no mide eficazmente los activos no lineales, así mismo, por esta razón no se puede realizar un cálculo correcto cuando la serie tiene colas anchas.

2.1.2 Modelo Histórico.

Proporciona una implementación directa de la valuación completa, consiste en regresar en el tiempo, y aplicar ponderaciones actuales a una serie de tiempo de rendimientos histórico del activo, reconstruyendo un portafolio hipotético utilizando la posición corriente (Jorion, 1997).

Este método simplemente reorganiza los rendimientos históricos actuales, ordenándolos de menor a mayor y de izquierda a derecha; entonces, supone que la historia se repetirá desde una perspectiva de riesgo (Contador et al., 2006).

Es un método fácil de analizar, ya que tiene la capacidad de aceptar que los activos tienen una distribución normal, y, por tanto, es posible reflejar la distribución de rentabilidad completa. Ofrece una ventaja sobre la simulación por Montecarlo, ya que este método ajustarse al comportamiento pasado que han tenido los activos (Carvajal & Posada, 2016).

Así mismo crea circunstancias de factores de riesgo sobre los datos obtenidos en un determinado número de días. Para aplicar esta metodología se deben reunir los datos de los precios diarios históricos considerando un periodo entre 250 y 500 días, teniendo en cuenta estas especificaciones se procede a calcular tanto el nivel de confianza como el VaR histórico. (Contador et al., 2006).

Según (Salinas Ávila, 2009) se puede aplicar la fórmula:

$$L_t = \sum_{i=1}^k V_k R_{kt}' \quad (25)$$

Donde:

L_t = Cambios en los precios de la cartera (activos).

(k_i) = Cada vez que aumenta que hay una réplica del tiempo se suman para obtener la serie de rendimientos históricos.

R_t^{10} = Los precios se orden de forma ascendente a descendente.

Es decir, determinar la L_t mínima pertenece al VaR del activo aplicando el nivel de confianza que más convenga.

Así mismo (Salinas Ávila, 2009) afirma que existen tres supuestos en este modelo:

- La volatilidad del mercado en el futuro es igual que en pasado.
- Lo más probable es que cambios pasados en los factores de riesgo del mercado mantendrán su forma en el futuro cercano.
- Las distribuciones históricas pueden usarse como predictoras de la distribución de probabilidad en el futuro.

El estudio realizado por Melo & Becerra (2005) para bancos colombianos, con una muestra de 500 observaciones para el periodo comprendido entre 16 de abril de 1995 y el 30 de diciembre de 2004, donde analizó diferentes métodos para determinar el riesgo en el portafolio. Se obtuvo como resultado que para su estudio la aplicación del método histórico para determinar el VaR no fue el más adecuado ya que no reflejo en todos los casos ganancias por diversificación, por lo que recomienda utilizar otras medidas que combinen a este método para obtener resultados adecuados.

Otro estudio realizado por Menichini (2004), sobre las metodologías de administración del riesgo financiero aplicadas en 10 empresas argentinas, determinó que esta simulación

posee algunas deficiencias ya que los datos al ser históricos puede que no se obtengan todos los datos y además que solo permite hacer una simulación dando como resultado que el pasado representa el futuro inmediato, aunque este enfoque es fácil de aplicar no es muy confiable al momento de obtener resultados a largo plazo.

Así mismo, para Contador et al., (2006), el método histórico es un método muy práctico puesto que puede ser usado con portafolios con características diferentes puesto que no es un métodos paramétrico, además que no existe la posibilidad de volatilidades y correlaciones evitando el riesgo en gran medida, aunque el aspecto negativo de este método es que no permite creer que algún evento que haya ocurrido en el pasado vuelva a pasar en el futuro.

En cambio, Ramírez & Ramírez (2007) considera que el modelo histórico no debe ser aplicado por las empresas, ya que este modelo arroja un sin número de estimaciones sin tener en cuenta la volatilidad, este método debe ser utilizado cuando existan épocas de tranquilidad y por lo tanto el cálculo del mismo no afectara a la volatilidad de los activos estocásticos.

Para Menichini (2004), el método histórico es muy fácil de implementar, lo que evita calcular una matriz de covarianzas, así mismo tiene en cuenta los activos no lineales y finalmente los retornos se calcularán para el periodo que se elige, aunque tiene muchas ventajas la autora también señala muchos problemas que tiene el método, el primero es que nunca se va a contar con los datos suficientes para calcular el VaR y estos datos solo permiten realizar una simulación.

2.1.3 Modelo de Montecarlo.

Se viene utilizando durante décadas se puede interpretar como una combinación del método paramétrico y la simulación histórica. A través de este método se obtiene la aproximación del comportamiento de la rentabilidad esperada de la cartera utilizando simulaciones basados en supuestos iniciales sobre los factores de riesgo (Aragónes & Blanco, 2000).

Las simulaciones Montecarlo (MC) cubren un amplio rango de valores posibles en variables aleatorias y de gran importancia para las correlaciones. El método procede en dos etapas. En primer lugar, el riesgo específica un proceso estocástico para las variables financieras, así como para los parámetros del proceso; los parámetros tales como el riesgo y las correlaciones se pueden deducir de los datos históricos o de las opciones. En segundo lugar, las trayectorias de precios ficticios se simulan para todas las variables de interés

(García, 2015). Este método depende de las probabilidades, a través de la utilización de variables aleatorias se deriva la distribución de los rendimientos de acciones utilizando un proceso estocástico.

Este tipo de aplicación del modelo es un avance necesario si la cartera posee variables lineales entonces los resultados serán iguales que una simulación histórica. La ventaja de aplicarla es que existe una mayor flexibilidad para poder determinar el riesgo de los portafolios cuyos retornos son necesariamente asimétricos, como suele suceder en portafolios que contienen opciones sobre instrumentos o monedas (García, 2015).

Jorion (1997) concuerda con Aragónes & Blanco (2000), pues el indica que este método es igual al método histórico, la diferencia es en los cambios hipotéticos en los precios para el activo, creando diseños aleatorios a partir de un proceso estocástico.

Es necesario disponer de:

- Series históricas de los factores de riesgo subyacentes para poder calcular la volatilidad y correlaciones.
- Las funciones que describen como los distintos instrumentos de la cartera depende de los factores de riesgos adyacentes.

Según Cheung & Powell (2013), para el cálculo del VaR es necesario aplicar 3 ecuaciones que ayudarán obtener los resultados deseados:

- Movimiento browniano geométrico descrito por la siguiente ecuación:

$$S_{t+\Delta t} = S_t e^{(k\Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t})} \quad (26)$$

Donde:

- S_t = es el precio de la acción en el tiempo t .
- e = es el logaritmo natural.
- Δt = es el incremento de tiempo (expresado como parte de un año en términos de días de negociación).
- $k = \mu - \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)$ que es el rendimiento esperado.
- εt = es la aleatoriedad en el tiempo t introdujo asignar al azar a la variación de precio de la acción. La variable ε_t es un número aleatorio generado a partir de una distribución normal de probabilidad normal, que tiene una Media cero y una desviación estándar de uno.

Para obtener el retorno de un precio de acción:

$$R_{t+\Delta t} = \ln\left(\frac{S_{t+\Delta t}}{S_t}\right) = k \Delta t + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t} \quad (27)$$

- Para generar datos aleatorios:

$$x_{i+1} = \frac{[(ax_i) \bmod m]}{m} \quad (28)$$

El estudio realizado por Olvera & Zenteno (2013) obtuvo como resultados que para que el inversionista tenga un análisis futuro más acertado sobre el comportamiento de estos activos, sobre sus rendimientos y los riesgos, el método Montecarlo es el más acertado. Además que es ideal para periodos a largo tiempo, mientras que el modelo de histórico solo toma en cuenta los datos estadísticos y en este caso el inversionista debe analizar la perspectiva y combinación de activos que más le beneficien, aunque este modelo permite al inversionista realizar una distribución eficiente de sus recursos para corto tiempo es decir no permite realizar una proyección a futuro.

Así mismo, en la investigación de Aponte et al. (2015) sobre valor de riesgo (VaR) versus la desviación estándar, determinó que el método Montecarlo para entornos menos desarrollados como es Colombia es el más efectivo puesto.

Para Contador et al., (2006), el método Montecarlo puede ser utilizado tanto para portafolios no paramétricos como paramétricos. En el primer caso, ayuda a reducir el riesgo, elimina la volatilidad y la correlación. Este método da una visión más real de la distribución de las variaciones de los precios y sus posibilidades, siendo para el autor el método más completo para analizar el VaR, aunque también recalca que aplicar este método hace que el tiempo para obtener los resultados sea más largo.

De igual manera, Garcia & Gutiérrez (2015) consideran que el método Montecarlo es el más apropiado para realizar el análisis de los portafolios de activos de las empresas, puesto que se puede aplicar en los dos tipos de portafolios diferentes como se ha mencionado anteriormente lo que permite una mejor participación en el mercado. Además, es uno de los métodos más objetivos ya que el riesgo a pérdida no será mayor al rango determinado, en el estudio realizado por esta autora al aplicar este método obtuvo como resultado que el número de pérdidas en los activos por encima del VaR fue inferior a lo esperado.

Por otro lado, para Johnson (2001), en su estudio sobre los diferentes métodos para calcular el VaR aplicado a 3 instituciones financieras determinó, que, el método Montecarlo es muy flexible para poder determinar y evaluar el riesgo de portafolios cuyos retornos son asimétricos tales como aquellos que tienen opciones de instrumentos o monedas, y así mismo recalca que cuando existe un portafolio lineal el resultado del método Montecarlo.

CAPÍTULO III: DATOS Y METODOLOGÍA.

3.1 Sector de inversión.

La industria de productos y servicios aeroespaciales de defensa es un sector de alta tecnología y de innovación, donde se requiere la participación de personas capacitadas en ingeniería avanzada para poder ofrecer diferentes productos y servicios que son vitales para el mundo moderno (Moran Moguel & Mayo Hernández (2013)).

Desde el año 2000 este sector ha ido creciendo significativamente. En el año 2017 existió una gran demanda de aviones comerciales especialmente en Medio Oriente y Asia, así mismo los bajos precios del petróleo, permitió que sea un año muy positivo puesto que se aumentó significativamente la producción de aviones. En el ámbito de la defensa aumento el presupuesto en EEUU, Japón e India. Lo más probable es que Estados Unidos aumente el número de personas en el ejército y por lo tanto existirá mayor necesidad de aviones, barcos, por lo tanto, el sector de la defensa obtendrá mayores ingresos todo esto es resultado de las últimas elecciones presidenciales del país (Captain, Hanley, & Hussain, 2017).

Según Moran Moguel & Mayo Hernández (2013), existen diferentes empresas en los diferentes países que se dedican a la creación y comercialización de estos productos tal es el caso de:

- **Estados Unidos.**

El Departamento de Defensa y la NASA son los mayores consumidores de estos productos en dicho país, representan más del 65% del presupuesto gubernamental, aunque también cabe recalcar que hay otros compradores potenciales como las aerolíneas comerciales.

- **Canadá.**

Aunque han fabricado diferentes aviones de defensa, la mayor parte de los aviones que posee en cuanto al sector comercial proviene de importaciones a Estados Unidos. En el subsector espacial se ha concentrado en desarrollos en mecatrónica y en propulsión con empresas como MDA Corporation y Pratt & Whitney Canadá.

- **Brasil.**

En los últimos años ha crecido significativamente en el ámbito aeroespacial, tanto que poco a poco se ha ido desligando de realizar importaciones a Estados Unidos, aunque cabe recalcar tiene diferentes convenios con este país. También posee convenios con Rusia con

el fin de desarrollar un vehículo lanzador para colocar satélites en el espacio, así mismo con China ha desarrollado satélites de observación de recursos terrestres. La empresa que se consolida como una de las más importantes en este país es Embraer que es una empresa que se dedica a la creación de aviones comerciales y compite directamente con la canadiense Bombardier en este mercado.

3.2. Datos y compañías.

La investigación a desarrollarse es cuantitativa de tipo analítica y descriptiva. Se procederá a analizar los datos de las compañías pertenecientes al sector industrial (aeroespacial de defensa) descargadas anteriormente de la plataforma Yahoo! Finanzas con fecha de inicio el 21 de junio del 2001 hasta el 29 de diciembre del 2017. Las compañías que forman parte de este estudio son aquellos que están determinadas en la (Tabla 1):

Tabla 1. Compañías del sector industrial de productos y servicios aeroespaciales de defensa.

SIGLAS	NOMBRE	PAIS
AAXN	Axon Enterprise, Inc	USA
AIR	AAR Corp.	USA
AIRI	Air Industries Group	USA
AOBC	American Outdoor Brands Corporation.	USA
ASTC	Astrotech Corporation	USA
ATRO	Astronics Corporation.	USA
BA	The Boeing Company	USA
CAE	CAE Inc.	Canadá
COL	Rockwell Collins, Inc	USA
CVU	CPI Aerostructures, Inc	USA
DCO	Ducommun Incorporated	USA
ERJ	Embraer S.A.	Brasil

ESL	Esterline Technologies Corporation	USA
ESLT	Elbit Systems Ltd.	Israel
GD	General Dynamics Cosporation	USA

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: Autora.

Se realizó la construcción de 3 carteras, la primera con 5 empresas, la segunda con 10 empresas y la tercera con 15 empresas escogidas aleatoriamente, con un rango de tiempo de 16 años. Se utilizó la herramienta Excel para determinar el VaR en los dos métodos empleados, tanto método histórico como método de varianza y covarianza.

Los datos se obtuvieron de la plataforma Yahoo! Finance. Se utilizaron los pertenecientes a la columna "Adj Close" que son los valores diarios de las acciones compuesto de las empresas que conforman las carteras. Los retornos diarios tienen una estimación anual de 252 días.

3.3. Metodología.

3.3.1. Pasos previos a la optimización.

Para poder aplicar la metodología se debe realizar la optimización del portafolio, para ello primero se necesita calcular el retorno de los activos a través de la aplicación del logaritmo natural cuya fórmula es, (observar figura 5 del Anexo):

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (29)$$

Para Excel la función será LN (precio actual para el precio anterior). Una vez determinado los rendimientos, se procede a calcular el promedio para poder determinar la rentabilidad promedio de cada activo, la varianza de la muestra que mide el riesgo en términos cuadráticos de cada empresa y la desviación que es la raíz cuadrada de la varianza. Para calcular la varianza de la cartera de activos se emplea la siguiente ecuación:

$$VAR = (X_i) \times (\Omega^{-1}) \times (X_i^t) \quad (30)$$

Donde:

VAR = Varianza en términos matriciales.

X_i = Vector de pesos.

Ω^{-1} = Matriz de varianza y covarianza invertida.

X_i^t = Matriz de pesos traspuestos.

La varianza de la cartera calculada en Excel presente el inconveniente de que la matriz de varianza y covarianzas la calcula de manera poblacional y en este trabajo se emplea la matriz muestral. Para poder pasar de una a otra multiplicamos esta por el número de observaciones y dividimos por el número de observaciones menos uno. (observar figura 17 y 18 del anexo).

En Excel la función para determinar la varianza de la cartera está determinada por la función $\{=MMULT(PESOS(horizontales);MATRIZ MUESTRAL)\}$, luego de determinar esta varianza, se procede a determinar la varianza del portafolio cuya función en Excel está determinada por $=MMULT(1 PASO VARIANZA CARTERA; PESOS(verticales))$.

3.3.2. Optimización del portafolio.

La optimización tiene como finalidad evaluar el desempeño tanto de los rendimientos como del riesgo que poseen los diferentes tipos de portafolios. Para poder empezar la optimización se necesita determinar los pesos que, en primera instancia, serán supuestos es decir se asignarán pesos aleatorios. A partir de aquí se inicia el algoritmo (1/N) conocido como naive, esto es esencial para poder calcular la optimización (observar figura 9 del anexo).

A partir de esto se procede a realizar la optimización:

3.3.2.1 Maximización de la rentabilidad.

Nos sirve para determinar cuáles serían las ponderaciones que maximizan el rendimiento esperado del portafolio. Según (Markowitz, 1952), para maximizar la rentabilidad se lo hace a través de la siguiente fórmula:

$$Max = E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i * E(R_i) \quad (31)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (32)$$

3.3.2.2 **Minimización del riesgo.**

La minimización del riesgo nos sirve para encontrar las ponderaciones que minimizan el riesgo de los activos pertenecen a cada empresa a través de la determinación de los pesos.

Según (Markowitz, 1952) para poder minimizar el riesgo se aplica la siguiente ecuación ya explicada anteriormente.

$$Min = \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \sigma_{ij} \quad (33)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

3.3.2.3 **Maximización Ratio Sharpe.**

Se lo utiliza para determinar rendimiento promedio obtenido en exceso de la tasa libre de riesgo por cada unidad de desvío (riesgo total), tiene la finalidad de analizar la rentabilidad sobre los rendimientos los mismos en la cartera, aplicando la siguiente ecuación:

$$Max S_p = \frac{E(r_p) - E(r_f)}{\sigma_p} \quad (34)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

Donde

$E(r_p)$ = Es la rentabilidad promedio del periodo de la cartera.

$E(r_f)$ = Es la rentabilidad promedio del periodo del activo libre de riesgo.

σ_p = Es la desviación estándar del portafolio (Banda Ortiz, González, & Gómez, 2014).

Este índice se utiliza para mostrar hasta qué punto el rendimiento de una inversión compensa al inversor por asumir riesgo en su inversión. Cuando se comparan dos inversiones, cada una con un determinado rendimiento esperado contra el rendimiento del activo de referencia, la inversión aplicada con el índice de Sharpe más alto proporciona mayor rendimiento para un mismo nivel de riesgo, es por esto que los inversionistas suelen inclinarse por inversiones que den como resultado una índice de Sharpe alto (Gomero, 2014).

Para aplicar en Excel la optimización de cartera se la realiza utilizando la herramienta "Solver", se debe seleccionar ya sea "Máx" o "Min" dependiendo que forma de optimización vamos a utilizar (observar figura 20 del anexo). El objetivo en el caso de la maximización de la rentabilidad será la rentabilidad del portafolio, para la minimización del riesgo el objetivo será la desviación típica de la cartera y para la maximización del ratio Sharpe será el ratio Sharpe. Para calcular este ratio se debe de determinar la letra tesoro que son títulos de renta fija anualizada, para esta investigación se necesita determinar las cotizaciones diarias, que son datos nominales donde se divide el (tipo letra tesoro/ número de días), para poder determinar el rendimiento diario.

El segundo paso es cambiar las celdas variables en este caso serán los pesos (observar figura 22 y 23 del anexo), y se aplican las siguientes restricciones para todos los casos de optimización:

- La suma de los pesos sea igual a uno.
- Cada peso a estimar sea mayor o igual a cero.

3.3.3. Metodología cálculo del VAR.

3.3.3.1. Método histórico.

Una vez determinada la optimización de cartera se puede a proceder a calcular el método histórico, según Cheung & Powell (2012), para el cálculo del VaR de carteras múltiples a través del método histórico primero se debe de contar el número de observaciones que contamos en el portafolio para esto utilizamos la función en Excel *Contar* (*todos los datos de una empresa desde la fecha de inicio hasta la fecha final*), a partir de esto procedemos a determinar cuál es el mínimo de retorno esperado, el máximo de retorno diario y el promedio de retorno diario (observar figura 27 del anexo), cuya función en Excel está determinado por:

$$= \text{MIN}(\text{Rentabilidad de la cartera diaria}) \quad (35)$$

$$= \text{MAX}(\text{Rentabilidad de la cartera diaria}) \quad (36)$$

$$= \text{PROMEDIO}(\text{Rentabilidad de la cartera diaria}) \quad (37)$$

A partir de esto se determina el nivel de confianza menor 5% de observaciones, es decir determinar cuál es la máxima pérdida diaria que se puede incurrir. Para obtener el 5% del valor de retomo de las observaciones (observar figura 29 del anexo), se procede a aplicar la función en Excel

$$= \text{REDONDEAR.MENOS}((1 - 0.95) * \text{Numero de observaciones}; 0) \quad (38)$$

Finalmente, para conocer donde será el corte de datos con el 5% del cálculo del VaR del retorno (observar figura 30 del anexo), es decir donde se establecerá el horizonte de riesgo, se utilizará la función en Excel determinada por:

$$= \text{K.ESIMO.MENOR}(\text{Rendimientos de la cartera diara}; \text{el número de datos redondados}) \quad (39)$$

Si el inversor desea puede conocer cuál será su posible pérdida según el monto que desea invertir aplicando la siguiente función en Excel:

$$= (\text{Valor inicial} * \text{K.ESIMO.MENOR}) \quad (40)$$

3.3.3.2. Método de varianza y covarianza.

Según Cheung & Powell (2013), este método se utiliza para determinar la distribución de probabilidad de riesgos en las distintas variables teniendo una hipótesis que el comportamiento de los rendimientos será normal, así mismo para poder calcular este método se utilizó el mismo nivel de confianza, la rentabilidad y la desviación estándar ya establecidos anteriormente para poder determinar cuál será el 5% del retorno del VAR, (observar figura 32 del anexo), según este método aplicando la función en Excel:

$$= \text{DISTR.NORM.INV}(0,05(\text{VAR}); \text{Rentabilidad de la cartera}; \text{Desviación estandar}) \quad (41)$$

Si es deseo del inversor conocer cuál será la perdida posible que puede llegar a tener con la aplicación de este modelo se debe de aplicar la siguiente función de Excel según el monto que quiere invertir:

$$= (\text{Porcentaje de pérdida} * \text{Importe de la inversión}) \quad (42)$$

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados.

Para los cálculos de la maximización de rentabilidad, la minimización de riesgo y la maximización a través del ratio Sharpe se utilizaron 3 carteras comprendida en 5, 10 y 15 empresas las cuales fueron escogidas aleatoriamente.

Primeramente, se obtuvieron los pesos de los diferentes activos pertenecientes a las carteras ya mencionadas. Los pesos son de vital importancia ya que dependiendo del objetivo planteado según el tipo de optimización nos ayuda a determinar cuáles son los activos con mayor participación, y principalmente cuales son los más consistentes y flexibles ante riesgo.

El proceso de elección de los pesos de los diferentes activos tiene la finalidad de obtener el mejor beneficio posible comparado con otras carteras de composiciones o perfiles de riesgo similares. Esto es una clave esencial pues mientras mejor estén distribuidos los pesos, mejor será el rendimiento y participación de la cartera en el mercado, en este caso se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 2):

Tabla 2. Pesos de los activos.

	MAXIMIZACIÓN DE LA RENTABILIDAD			MINIMIZACIÓN DE RIESGO			MAXIMIZACIÓN SHARPE		
	Cartera 5	Cartera 10	Cartera 15	Cartera 5	Cartera 10	Cartera 15	Cartera 5	Cartera 10	Cartera 15
AAXN	100.0%	100.0%	100.0%	19.7%	1.37%	0.00%	61.29%	18.01%	10.43%
AIR	0.0%	0.0%	0.0%	41.6%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
AIRI	0.0%	0.0%	0.0%	2.5%	0.64%	0.46%	0.00%	0.00%	0.00%
AOBC	0.0%	0.0%	0.0%	25.7%	5.60%	3.21%	38.71%	11.75%	6.45%
ASTC	0.0%	0.0%	0.0%	10.5%	2.66%	2.06%	0.00%	0.00%	0.00%
ATRO		0.0%	0.0%		5.50%	3.37%		23.79%	15.02%
BA		0.0%	0.0%		23.30%	5.54%		19.49%	0.00%
CAE		0.0%	0.0%		16.97%	11.50%		0.00%	0.00%
COL		0.0%	0.0%		27.73%	8.90%		17.11%	0.00%
CVU		0.0%	0.0%		16.23%	11.12%		9.84%	5.14%
DCO			0.0%			0.00%			0.00%
ERJ			0.0%			0.00%			0.00%
ESL			0.0%			0.00%			0.00%
ESLT			0.0%			21.64%			37.77%
GD			0.0%			32.20%			25.20%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: Autora.

En términos de maximización de la rentabilidad los pesos no cambian según el número de activos, es decir, en este sentido la empresa estadounidense AAXN (dedicada a crear productos de tecnología y armas para la ley y personas civiles), es la que predomina con un 100%. Son varios los factores que conllevan a la maximización, uno de los principales es que en promedio general el rendimiento de este activo ha sido más alto que el resto de los activos que componen el portafolio, también incide el factor político que rige en este país (problemas migratorios y terroristas), lo que da como resultado que aumente el gasto en productos de este tipo por temas de seguridad, según Barría (2017), en su estudio realizado para la BBC considera que este sector por los factores antes mencionados, tendrá un crecimiento en los próximos 3 años lo que es un escenario positivo para la industria.

En cuanto a la minimización de riesgo se puede determinar que mientras más se aumenta el número de activos, las ponderaciones para estos cambian significativamente, es decir, que mientras más se van aumentando el número de activos, los antiguos activos van perdiendo peso en términos de riesgo. Esto se da porque se diversifica el riesgo cuando pasa de la cartera de 5, a la cartera de 10 y así mismo a la cartera de 15, puesto que los nuevos activos tienen menos riesgo que los antiguos activos, o tienen covarianzas negativas, es por esta razón que en la cartera de 5 empresas la empresa que más predomina es la empresa AIR (41.6%), mientras que para la cartera de 10 activos es la empresa COL (27.73%), y en la cartera de 15 activos es la empresa GD (32.20%) todas empresas estadounidense, como consecuencia de esto podemos determinar que estas son las mejores empresas a invertir en términos de riesgo, son las más sólidas y las más confiables en el mercado, uno de los referentes sobre estos factores son los precios de sus acciones que son uno de los más altos en los últimos años por las razones mencionadas anteriormente (crecimiento de esta industria), siendo un sector atractivo para los inversores ya que al ser una industria en vías de desarrollo y crecimiento el riesgo va a ser menor.

Al hablar de la maximización ratio Sharpe estamos refiriéndonos a la relación rentabilidad-riesgo, al igual que en la minimización de riesgo en la maximización del ratio Sharpe, el peso de los activos va cambiando significativamente las proporciones de las carteras cuando van aumentando el número de activos, puesto que las combinaciones que tienen dichas empresas en términos de rentabilidad-riesgo mejoran a los nuevos activos de cada cartera, es así que en la tabla 2 referente a la cartera de 5 activos el activo que maximiza el ratio es la empresa AAXN (61.29%) puesto que esta es la que tiene mayor rentabilidad, en la cartera de 10 activos la empresa que maximiza el ratio es la empresa ATRO (23.79%) teniendo las mismas características que la tabla 2 recoge y finalmente, para la cartera de 15 activos la mejor empresa es ESLT (37.77%), esta empresa tiene ponderaciones más altas referentes

a la minimización del riesgo a pesar de tener menor rentabilidad, cabe recalcar que este ratio nos sirve para evaluar como es el rendimiento de los precios de los activos ante el rendimiento del mercado, por lo tanto estas empresas como consecuencia de los datos analizados son las que van a tener mayor participación así como también son las que más van a prevalecer en el mercado es decir son las que van tener un retorno en la rentabilidad teniendo un riesgo determinado.

En cambio, en la tabla 3 podemos observar la optimización de cartera que tiene la finalidad de determinar cuál es el escenario más optimo a invertir es decir cual es el que le traerá mayor beneficio al inversor, a través de la ampliación del modelo de Markowitz donde se busca específicamente maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo la cual será esencial para poder determinar cuál metodología es más recomendable según el objetivo del inversor donde tenemos que:

Tabla 3. Resultados.

	CARTERA 5 EMPRESAS			CARTERA 10 EMPRESAS			CARTERA 15 EMPRESAS		
	MAXIMIZACIÓN DE LA RENTABILIDAD	MINIMIZACIÓN DE RIESGO	MAXIMIZACIÓN SHARPE	MAXIMIZACIÓN DE LA RENTABILIDAD	MINIMIZACIÓN DE RIESGO	MAXIMIZACIÓN SHARPE	MAXIMIZACIÓN DE LA RENTABILIDAD	MINIMIZACIÓN DE RIESGO	MAXIMIZACIÓN SHARPE
Rendimiento	0.10%	0.04%	0.09%	0.10%	0.04%	0.07%	0.10%	0.05%	0.07%
Riesgo	4.01%	2.27%	3.06%	4.01%	1.34%	1.68%	4.01%	1.16%	1.37%
VaR historico	-5.46%	-3.38%	-4.36%	-5.46%	-2.59%	-2.55%	-5.46%	-2.31%	-2.14%
VaR varianza y covarianza	-6.49%	-3.70%	-4.94%	-6.49%	-2.17%	-2.70%	-6.49%	-1.87%	-2.19%

Fuente: Yahoo! Finanzas

Elaboración: La Autora.

En términos generales, si el inversionista desea conocer en forma global cual será la mejor cartera para invertir se deben de considerar los siguientes factores, la cartera que mayor rendimiento es la de 5 activos (0.10%) en términos de maximización de rentabilidad, puesto que se tienen los mismos resultados tanto para la cartera de 5, como la de 10 y la de 15 activos. Si se desea determinar el riesgo la cartera más recomendada es la de 15 activos (1.16%) en términos de minimización de riesgo, puesto que es la que posee menor riesgo en comparación al resto de las carteras, en cuanto al VaR histórico el más recomendado es la cartera de 15 activos con (-2,14%) en términos de maximización Sharpe y referente al VaR de varianza y covarianza la cartera más recomendada es la de 15 activos (-1.87%) en términos de minimización de riesgo, esta diferencia entre los dos métodos se debe por los rendimientos extremos que existen entre las empresas y también por los método aplicados para la estimación.

En cambio, sí el inversionista tiene un perfil establecido dependiendo de los objetivos que se plantee tenemos que:

Si él inversionista tiene un perfil agresivo es decir que su único objetivo es maximizar la rentabilidad tenemos que tanto para la cartera de 5, como la de 10 y la de 15 activos se nos presentan los mismos resultados, por lo tanto, la cartera que el inversor se debería inclinar es la cartera de 5 activos puesto que se obtienen los mismos rendimientos (0.10%) y el mismo riesgo (4.01%), que con una cartera más grande teniendo el beneficio que con esta cartera se incurren a menores gastos que al adquirir una cartera más grande.

Si él inversionista tiene un perfil tradicional ósea su objetivo es minimizar el riesgo la cartera, la más recomendada en función a las 3 carteras sería la de 15 empresas, puesto que el rendimiento (0.05%) aumenta en comparación a las otras 2 carteras y el riesgo que es nuestro objetivo principal es el menor posible (1.16%) dentro de todo el portafolio, por lo tanto, en este caso si es recomendado aumentar el número de activos.

Finalmente, si él inversionista tiene un perfil mixto (agresivo-tradicional) el objetivo es maximizar el Ratio Sharpe, la cartera de 15 empresas dentro del portafolio de las 3 carteras es el más recomendable, debido a dos factores; en términos de rentabilidad con un 0.07% a pesar de no ser la más alta del portafolio es el que trae mayores beneficios en conjunto con el riesgo puesto que es el más bajo de las tres carteras con un 1.37% , siendo esta cartera en términos de rentabilidad- riesgo la que dará al inversionista el mejor resultado posible, por lo tanto, en este caso si es recomendable aumentar el número de activos.

4.2. Discusión de los resultados.

Los resultados son congruentes con los obtenidos por Rojas & Pérez (2013) en su estudio sobre “Metodologías para el cálculo de máxima pérdida en conformación e portafolios óptimos de inversión” determinando de que existe una relación entre el método histórico con el método de varianza y covarianza , es decir, poseen una gran aproximación lo que significa que podría servir como referencia al momento de querer invertir en el mercado aeroespacial de defensa. También se puede determinar al igual que el autor referenciado que el método de varianza y covarianza es fácil de calcular tendiendo como supuesto que los rendimientos son normales, así mismo debemos considerar que en los dos estudios se tienen datos históricos lo que significa que existirá un error al momento de calcular este método, específicamente el error se presenta cuando se utilizan los datos pasados de las empresas mas no los reales, por consecuencia siempre se presentara una limitación al

momento de arrojar los resultados, así como también se crea un error al momento de calcular la matriz de varianza y covarianza.

Al comparar los resultados de este estudio con los resultados de Cheung & Powell (2013), llegan a la misma conclusión puesto que el utilizar métodos paramétricos como es el caso del método de varianza y covarianza así como el de los métodos no paramétricos, es decir, con el método histórico, solo se deben utilizar cuando se supone que los rendimientos son normales, caso contrario cuando la economía sufre desfases se debe de utilizar un método más complejo, también concordamos con la utilización de la herramienta de Excel puesto que esta herramienta es muy flexible y fácil de cambiar además de que hay diferentes técnicas para aplicar los datos y poder obtener los resultados deseados.

En el estudio de Jaureguizar-Francés (2009) sobre un análisis sobre los métodos para cálculo del VAR, hace una comparación clara entre la utilización del método histórico, método de varianza y covarianza y Monte Carlo. Donde se concuerda con este autor al determinar que el método de varianza y covarianza es fácil y rápido de realizar los cálculos a computadora, pero requiere de hipótesis sobre la distribución de rendimientos, que en muchos casos es difícil de justificar teniendo en cuenta el comportamiento real de los activos financieros. Además, no es válido en carteras no lineales, así mismo se concuerda que el método histórico es más útil cuando no se posee un portafolio muy extenso y cuando no se dispone de información suficiente sobre la distribución de rendimientos. Aunque requiere de mayor tiempo de cálculo que el método de varianza y covarianza, pero presenta como ventaja no realizar hipótesis sobre las distribuciones, es decir se afirma la posición donde el mejor método a utilizar es el método de varianza y covarianza por el tamaño de la muestra.

Igualmente al utilizar el método histórico como una forma de analizar el VaR, los resultados son iguales a los obtenidos por Menichini (2004), en su estudio sobre “metodología de administración del riesgo financiero” utiliza el método histórico y además la misma herramienta de Excel para realizar los cálculos, en donde el método histórico al igual del método de varianza y covarianza es muy fácil de calcular para poder anticipar lo que puede pasar en un futuro si queremos invertir en cualquiera de las diferentes carteras, es decir identificar cual es la máxima pérdida y la máxima rentabilidad que puede obtener de las mismas, a través de la aplicación de un nivel de confianza determinado teniendo en cuenta que el mercado tiene condiciones normales.

CONCLUSIONES.

En este trabajo se han presentado los conceptos básicos del VaR donde se aplicaron dos metodologías tanto la de simulación histórica, como la de varianza y covarianza, dado que estos métodos son dos de los más utilizados por la facilidad y rapidez que implica su aplicación con el fin de poder conocer la máxima pérdida que pueden tener las carteras de inversión en el mercado.

También se ha demostrado que la aplicación de estos dos métodos en la herramienta Excel es muy beneficiosa, ya que es muy fácil de aplicar, además que es muy flexible puesto que se puede utilizar un sin número de datos y se pueden aplicar diferentes acciones en un mismo libro de Excel

En cuanto a los resultados, para el cálculo del VaR de carteras de inversión en esta investigación referente al sector industrial de productos y servicios aeroespaciales de defensa desde el año 2001 al 2017, se utilizaron datos históricos correspondientes a estas fechas. Se crearon 3 carteras siendo la primera de 5 activos, la segunda a 10 y la tercera 15 activos, con una muestra de 15 empresas. Donde en términos generales los resultados arrojan que luego de pasar por el proceso de optimización y por la aplicación de los dos métodos ya mencionados, se obtuvo que el método más apropiado para este sector es el método de varianza y covarianza ya que es el que presenta menor pérdida cuando tenemos una cartera de 15 empresas cuando se minimiza el riesgo, lo que podemos concluir que cumplimos con el objetivo principal de la investigación. Cabe recalcar que en el estudio también se realizó un análisis dependiendo del perfil que el inversor tenga, el cual lo podemos encontrar en el capítulo IV en la parte de resultados (tabla 3).

El VaR es una herramienta muy útil para la toma de decisiones de los inversionistas que tienen diferentes preferencias ya sea maximizar la rentabilidad, minimizar el riesgo o prefieren una relación de los dos (maximizar el ratio Sharpe), puesto que gracias a la optimización el inversor puede saber cuál es el escenario más óptimo para invertir, es decir cual escenario le traerá mayores beneficios según su objetivo.

Este trabajo tiene un gran aporte al estudio del cálculo del VaR a través de las técnicas aplicadas, lo que puede servir para posibles líneas de investigación para futuros trabajos.

RECOMENDACIONES

La utilización del VAR es muy recomendable para los futuros inversores, puesto que ayuda a determinar la máxima pérdida que puede tener un inversor en las diferentes carteras, lo que disminuye su aversión al riesgo que es uno de los factores que tienden a tener los inversionistas lo que lo impide poder aprovechar oportunidades que pueden ser beneficiosas.

Existen diferentes métodos para calcular el VAR, dependiendo del enfoque. Si se considera un mercado de condiciones normales los métodos más recomendados son el histórico y el método de varianza y covarianza, en cambio si el mercado no es normal el método más recomendable es el Monte Carlo.

Para un mercado donde su comportamiento se supone que es normal, el método más recomendado es el de varianza y covarianza, puesto que es más flexible, otorga un VAR más exacto que el método histórico, y además es más fácil de aplicarlo en la herramienta Excel.

Los inversionistas deben mantenerse informados sobre el rendimiento del sector que desean invertir, así como también de los cambios que pueden sufrir la bolsa.

Se deben realizar los diferentes análisis ya mencionados para que puedan tener un panorama con más opciones y de tal manera puedan tomar las mejores decisiones de inversión.

Aumentar estudios sobre el VaR en Latinoamérica puesto que no existen indagaciones sobre los mismo y la importancia que implica utilizar este tipo de herramienta para los inversionistas.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvares, R., Ortega, G., Sánchez, A., & Herrera, M. (2004). Evolución de la teoría económica de las finanzas. Retrieved from <http://journal.poligran.edu.co/index.php/poliantea/article/view/293/273>
- Aponte, E., & Rojas, O. G. (2015). Valor de riesgo (VAR) versus la desviación estándar como concepto de riesgo en la elección de portafolios de inversión., 1–29. Retrieved from https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/9088/Eduardo_Aponte_Omar_Rojas_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Aragónes, J., & Blanco, C. (2000). *Valor en Riesgo. Aplicacion a la gestión empresarial.*
- Banda Ortiz, H., González, L. M., & Gómez, D. (2014). One approach to portfolio theory siefores in Mexico, 36(*Pensamiento & gestión*), 28–55.
- Barría, C. (2017). Cuáles son las 5 mayores empresas militares del mundo y qué armamento producen. *BBC News*. Retrieved from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-41314528>
- Betancourt, K., García, C., & Lozano, V. (2013). Teoría de Markowitz con metodología EWMA para la toma de decisión sobre cómo invertir su dinero. *Atlantic Review of Economics*, 1(1), 1–21. Retrieved from http://www.unagaliciamoderna.com/eawp/coldata/upload/Vol1_2013_teoría_Markowitz.pdf
- Buenaventura, G. (2014). Teoría de portafolios. *Actualidad Empresarial*. Retrieved from http://aempresarial.com/servicios/revista/301_9_MTUTJCDYDDWWSPZRKHFYURVPKMKEXLUJEPDORGMUJIRCYRUIYA.pdf
- Captain, T., Hanley, T., & Hussain, A. (2017). 2017 Global Aerospace & Defence Sector Outlook Growth prospects remain upbeat.
- Cárdenas, L. G., Malver, J., Zapata, D., Milena, S., Ríos, A., Lucia, C., ... Cuervo, F. I. (2015). Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black-Litterman. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 111–130.
- Cardona, R., Velasquez, E., Vidal, T., & Escobar, R. (2014). APT - Evidencia empírica en el análisis del ROA en una empresa de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, (14).

- Carvajal, C., & Posada, R. (2016). Diseño e implementación de un simulador en excel de las metodologías VAR-beta, VAR-delta y simulación De Montecarlo para el análisis de riesgo aplicado al mercado accionario de Colombia.
- Cheung, Y. H., & Powell, R. J. (2012). Cualquiera puede hacer Valor en Riesgo : Un estudio de la enseñanza no paramétrica, *6*(1), 111–123.
- Cheung, Y. H., & Powell, R. J. (2013). Anybody can do value at risk : A teaching study using parametric computation and Monte Carlo simulation anybody can do value at risk : a teaching study using parametric, *6*(5), 101–118.
- Contador, S., Claro, F., & Cristóbal., Q. (2006). Teoría del Valor Extremo.
- Czerwinski, F. (2014). Valoración de activos, con enfoque sobre capm y apt.
- De Sousa Santana, F. (2013). Modelo de valoración de activos financieros (CAPM) y teoría de valoración por arbitraje (APT): Un test empírico en las empresas del sector eléctrico brasileño. *Cuadernos de Contabilidad*, *14*(35), 731–746. Retrieved from <http://search.proquest.com/openview/cb279405252d2c352e4f02116e2ac7c0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2041080%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=96239119&lang=es&site=ehost-live>
- Farias, P. (2014). Disclosure of the value at risk (VaR) before the crisis in the Spanish banking sector. *AD-Minister*, (25), 37–47.
- Gálvez, P., Salgado, M., & Gutierrez, M. (2012). Optimización de carteras de inversión modelo de markowitz y estimación de volatilidad con garch. *Horizontes empresariales*, 39–50. Retrieved from <http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/42/version 9-2/finanzas.pdf>
- García Boza, J. (2013). Inversiones financieras: selección de carteras, teoría y práctica.
- García, C., & Gutiérrez, S. (2015). Comparación de metodologías de Valor en Riesgo para portafolios con derivados de cobertura de monedas.
- García, J. (2015). Enfoques diferentes para medir el valor en riesgo (var) y su comparación. *aplicaciones*, 1–15.
- Gomero, N. (2014). Portafolios De Activos Financieros, *22*, 135–146.
- Grajales, C., & Pérez, F. (2013). Valor en riesgo para un portafolio. Valor en riesgo para un portafolio con opciones financieras, *9*(17), 105–118.

- Jaureguizar Francés, M. (2009). Un análisis de las medidas estándar del Valor en Riesgo (VaR), (March), 0–40.
- Johnson, C. (2001). Value at risk : teoría y aplicaciones. *Estudios de economía*, 28(2), 217–247. Retrieved from <http://econ.uchile.cl/uploads/publicacion/d21e154f-3899-428d-9a68-255c3a876963.pdf>.
- Jorion, P. (1997). *Valor en Riesgo*.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
<http://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Martínez, V. (2012). Las modernas teorías financieras. examen de su aplicación a la valoración de sociedades anónimas que cotizan en bolsa, 7, 37–56.
- Mascareñas, J. (2012). Gestión de Carteras II : Modelo de Valoración de Activos. *Universidad Complutense de Madrid, (Cml)*, 1–24.
- Medina, L. Á. (2015). Portafolio En El Mercado Accionario Colombiano. *Cuadernos de Economía*, 22, 129–168.
- Melo, L. F., & Becerra, O. R. (2005). Medidas de riesgo , características y técnicas de medición : una aplicación del VaR y el ES a la tasa Interbancaria de Colombia. *Banco de La Republica*, 1–75.
- Menichini, A. (2004). Value at risk metodología de administración del riesgo financiero.
<http://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10708>
- Morán Moguel, C., & Mayo Hernández, A. (2013). La Ingeniería en la Industria Aeroespacial. *Conacyt*, 1, 78.
- Nuñez, S. (2016). Teoría de Carteras y Análisis de los Resultados Obtenidos por los Gestores de Fondos de Inversión.
- Olvera, E., & Zenteno, J. (2013). Un comparativo entre las metodologías de optimización de portafolios de inversión entre el modelo de markowitz y el método de simulación monte carlo con acciones pertenecientes al ipc: 2007 – 2012. Retrieved from [https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10723/Biodisponibilidad calcio harina nopal.pdf?sequence=1](https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10723/Biodisponibilidad%20calcio%20harina%20nopal.pdf?sequence=1)
- Orozco, J., & Ramírez, B. (2016). Análisis comparativo de los mercados bursátiles que integran el MILA * Investigación Resumen Comparative analysis of stock exchange

markets composing the MILA, 53–62.

Ramírez, E., & Ramírez, P. (2007). Valor en riesgo: modelos econométricos contra metodologías tradicionales. *Análisis Económico*, *XXII*, 179–198. Retrieved from <http://www.analysiseconomico.com.mx/pdf/51110.pdf>

Rojas, R., & Pérez, L. (2013). Metodología para el cálculo de pérdida máxima en coformación de portafolios óptimos de inversión.

Saldaña, J., Palomo, M., & Blanco, M. (2011). Los Modelos CAPM y APT para la valuación de empresas de Telecomunicaciones con parámetros operativos (The CAPM and APT Models for valuation of telecommunication companies with operations factors), *4*(2), 331–355.

Salinas Ávila, J. J. (2009). Metodologías de medición del riesgo de mercado. *Innovar*, *19*(34), 187–199.

Sampieri, J., Trejo, B., & González, L. (2014). Cálculo de VaR a partir de simulaciones Monte Carlo de rendimientos de activos financieros , con distribuciones no paramétricas y dependientes , utilizando, *8*, 37–59.

Valderrama Gómez, S. (2007). Diseño de portafolios de inversión mediante el modelo de selección de markowitz y el modelo capm, (X), 1–11. <http://doi.org/10.1590/S0124-00642008000400007>

ANEXOS

Date	AAXN	AIR	AIRI	AOBC	ASTC	ATRO	BA	CAE	COL	CVU	DCO	ERJ	ESL	ESLT	GD
20/6/2001	0.45	13.93	94.74	0.75	118.00	1.23	42.13	7.14	20.82	1.86	13.27	23.61	21.92	9.09	27.39
21/6/2001	0.45	14.32	94.74	0.83	113.50	1.28	39.82	7.14	19.67	1.85	13.19	23.68	21.15	9.15	27.21
22/6/2001	0.48	13.15	118.42	0.78	115.00	1.42	39.30	7.84	17.72	1.85	13.17	23.67	20.50	8.88	26.48
25/6/2001	0.48	13.34	118.42	0.75	113.50	1.36	39.27	7.77	17.22	1.70	13.17	23.31	19.51	8.94	26.31
26/6/2001	0.52	13.82	87.97	0.77	113.50	1.38	39.31	7.58	17.81	1.65	13.07	22.95	20.60	8.94	26.79
27/6/2001	0.51	13.69	87.97	0.75	106.50	1.43	39.78	7.58	17.60	1.68	12.98	22.54	20.55	9.06	26.90
28/6/2001	0.51	13.91	87.97	0.75	112.50	1.51	39.46	7.39	18.25	1.70	12.79	22.96	20.90	9.34	26.97
29/6/2001	0.53	15.45	172.56	0.74	112.50	1.64	38.33	7.65	18.18	1.66	12.45	23.41	21.75	9.42	27.98
2/7/2001	0.53	14.43	172.56	0.79	114.00	1.49	38.86	7.65	18.31	1.61	12.45	23.55	22.20	9.57	27.47
3/7/2001	0.53	14.37	172.56	0.80	121.00	1.53	38.84	7.65	17.87	1.60	12.64	23.65	22.42	9.57	27.44
5/7/2001	0.53	14.00	172.56	0.77	113.50	1.51	38.08	7.65	17.31	1.60	12.83	22.42	23.55	9.63	27.58
6/7/2001	0.52	13.91	172.56	0.77	108.00	1.49	37.44	7.65	16.82	1.55	12.79	22.63	23.32	9.36	26.88
9/7/2001	0.50	13.55	172.56	0.77	108.00	1.46	36.42	7.65	16.81	1.50	12.83	22.54	20.91	9.58	27.13
10/7/2001	0.50	13.46	87.97	0.72	112.50	1.44	37.33	7.65	16.46	1.50	12.59	21.83	21.15	9.34	26.85
11/7/2001	0.50	13.60	87.97	0.79	115.00	1.38	36.47	7.65	16.06	1.60	12.55	21.28	21.35	9.33	27.04
12/7/2001	0.50	14.09	87.97	0.75	110.00	1.46	37.58	7.58	16.08	1.67	12.55	20.94	22.00	9.45	28.34
13/7/2001	0.50	14.00	87.97	0.76	115.00	1.51	37.97	7.58	15.57	1.65	12.74	20.69	22.25	9.77	28.42
16/7/2001	0.49	13.82	87.97	0.76	125.00	1.51	38.11	7.58	15.06	1.50	12.93	20.36	22.05	9.49	29.05
17/7/2001	0.48	14.00	87.97	0.78	127.50	1.50	38.82	7.77	15.61	1.51	12.93	21.72	22.10	9.49	28.60
18/7/2001	0.48	13.65	94.74	0.77	120.00	1.38	39.39	7.77	16.24	1.50	12.97	22.12	22.10	9.51	29.24
19/7/2001	0.47	13.84	94.74	0.81	115.00	1.42	38.88	7.77	16.73	1.50	13.03	22.30	21.95	9.89	30.31

Figura 4. Precios de cierre ajustados de las compañías

Fuente: Base de datos.

Elaboración: Autora

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Date	AAXN	AIR	AIRI	AOBC	ASTC	ATRO	BA	CAE	COL	CVU	DCO	ERJ	ESL	ESLT	GD	
2	21/6/2001	0.00	0.03	0.00	0.10	-0.04	0.04	-0.06	0.00	-0.06	-0.01	-0.01	0.00	-0.04	0.01	-0.01	
3	22/6/2001	0.07	-0.09	0.22	-0.06	0.01	0.11	-0.01	0.09	-0.10	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.03	-0.03	
4	25/6/2001	0.00	0.01	0.00	-0.04	-0.01	-0.05	0.00	-0.01	-0.03	-0.08	0.00	-0.02	-0.05	0.01	-0.01	
5	26/6/2001	0.08	0.04	-0.30	0.03	0.00	0.01	0.00	-0.02	0.03	-0.03	-0.01	-0.02	0.05	0.00	0.02	
6	27/6/2001	-0.02	-0.01	0.00	-0.03	-0.06	0.04	0.01	0.00	-0.01	0.02	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.00	
7	28/6/2001	0.01	0.02	0.00	0.00	0.05	0.05	-0.01	-0.03	0.04	0.01	-0.01	0.02	0.02	0.03	0.00	
8	29/6/2001	0.04	0.10	0.67	-0.01	0.00	0.08	-0.03	0.03	0.00	-0.02	-0.03	0.02	0.04	0.01	0.04	
9	2/7/2001	0.00	-0.07	0.00	0.07	0.01	-0.10	0.01	0.00	0.01	-0.03	0.00	0.01	0.02	0.02	-0.02	
10	3/7/2001	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.06	0.03	0.00	0.00	-0.02	-0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	
11	5/7/2001	0.00	-0.03	0.00	-0.04	-0.06	-0.01	-0.02	0.00	-0.03	0.00	0.02	-0.05	0.05	0.01	0.01	
12	6/7/2001	-0.02	-0.01	0.00	0.00	-0.05	-0.01	-0.02	0.00	-0.03	-0.03	0.00	0.01	-0.01	-0.03	-0.03	
13	9/7/2001	-0.04	-0.03	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.11	0.02	0.01	
14	10/7/2001	0.00	-0.01	-0.67	-0.07	0.04	-0.01	0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.02	-0.03	0.01	-0.03	-0.01	
15	11/7/2001	0.01	0.01	0.00	0.09	0.02	-0.04	-0.02	0.00	-0.02	0.06	0.00	-0.03	0.01	0.00	0.01	
16	12/7/2001	-0.02	0.04	0.00	-0.05	-0.04	0.05	0.03	-0.01	0.00	0.04	0.00	-0.02	0.03	0.01	0.05	
17	13/7/2001	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.04	0.03	0.01	0.00	-0.03	-0.01	0.02	-0.01	0.01	0.03	0.00	
18	16/7/2001	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.10	0.01	-0.02	-0.01	-0.03	0.02	
19	17/7/2001	-0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.02	0.02	0.04	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	-0.02	
20	18/7/2001	-0.01	-0.03	0.07	-0.01	-0.06	-0.08	0.01	0.00	0.04	-0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	
21	19/7/2001	-0.03	0.01	0.00	0.05	-0.04	0.03	-0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.04	0.04	
22	20/7/2001	0.00	0.01	0.00	-0.03	0.12	0.06	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	-0.01	

Figura 5. Precios con Logaritmo Natural.

Fuente: Base de datos.

Elaboración: La autora.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
4141	4/12/2017	-0.02	0.02	-0.04	0.03	0.53	0.03	0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
4142	5/12/2017	0.00	0.00	0.06	0.02	-0.19	0.00	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.01
4143	6/12/2017	0.00	0.01	-0.02	0.00	0.24	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.02	-0.02	-0.01	0.00
4144	7/12/2017	0.01	0.01	0.01	0.05	-0.22	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
4145	8/12/2017	0.01	-0.01	-0.01	-0.10	0.07	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	-0.02	0.02	-0.01	0.00	0.00
4146	11/12/2017	0.00	-0.01	-0.04	0.02	-0.03	-0.03	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	-0.01
4147	12/12/2017	0.02	0.00	-0.02	0.02	-0.04	-0.03	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.02
4148	13/12/2017	0.02	0.00	0.02	-0.04	-0.07	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.01	-0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
4149	14/12/2017	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.01	0.01	-0.03	0.00
4150	15/12/2017	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01
4151	18/12/2017	0.02	0.01	0.07	0.03	-0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00
4152	19/12/2017	-0.02	-0.01	0.14	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.03	-0.02	0.01	0.02	-0.01	0.01
4153	20/12/2017	-0.03	0.01	0.01	-0.02	-0.03	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.02	0.01
4154	21/12/2017	0.02	0.02	-0.02	-0.01	-0.05	0.01	-0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.20	0.01	-0.01	0.01
4155	22/12/2017	0.00	-0.09	0.02	-0.02	-0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.00
4156	26/12/2017	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00
4157	27/12/2017	0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.01	-0.03	0.00	0.00	0.00
4158	28/12/2017	0.01	0.00	0.01	0.00	0.06	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.00	0.01
4159	29/12/2017	-0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
4160	PROMEDIO	0.000982	0.000249	-0.000968	0.000683	-0.000857	0.000846	0.000468	0.000230	0.000451	0.000378	0.000184	0.000003	0.000295	0.000646	0.000482
4161	Varianza m	0.001606	0.000919	0.014720	0.001454	0.004445	0.001099	0.000329	0.000519	0.000300	0.000862	0.000947	0.000659	0.000627	0.000352	0.000232
4162	Desviación típica	0.040070	0.030321	0.121327	0.038133	0.066668	0.033148	0.018129	0.022773	0.017313	0.029357	0.030769	0.025677	0.025040	0.018766	0.015225

Figura 6. Promedio de los precios de cada compañía
 Fuente: Base de datos.
 Elaboración: La autora

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
4141	4/12/2017	-0.02	0.02	-0.04	0.03	0.53	0.03	0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
4142	5/12/2017	0.00	0.00	0.06	0.02	-0.19	0.00	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.01
4143	6/12/2017	0.00	0.01	-0.02	0.00	0.24	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.02	-0.02	-0.01	0.00
4144	7/12/2017	0.01	0.01	0.01	0.05	-0.22	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
4145	8/12/2017	0.01	-0.01	-0.01	-0.10	0.07	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	-0.02	0.02	-0.01	0.00	0.00
4146	11/12/2017	0.00	-0.01	-0.04	0.02	-0.03	-0.03	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	-0.01
4147	12/12/2017	0.02	0.00	-0.02	0.02	-0.04	-0.03	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.02
4148	13/12/2017	0.02	0.00	0.02	-0.04	-0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.01	-0.02	0.01	0.01	0.00
4149	14/12/2017	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.01	0.01	-0.03	0.00
4150	15/12/2017	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01
4151	18/12/2017	0.02	0.01	0.07	0.03	-0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00
4152	19/12/2017	-0.02	-0.01	0.14	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.03	-0.02	0.01	0.02	-0.01	0.01
4153	20/12/2017	-0.03	0.01	0.01	-0.02	-0.03	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.02	0.01
4154	21/12/2017	0.02	0.02	-0.02	-0.01	-0.05	0.01	-0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.20	0.01	-0.01	0.01
4155	22/12/2017	0.00	-0.09	0.02	-0.02	-0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.00
4156	26/12/2017	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00
4157	27/12/2017	0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.01	-0.03	0.00	0.00	0.00
4158	28/12/2017	0.01	0.00	0.01	0.00	0.06	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.00	0.01
4159	29/12/2017	-0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
4160	PROMEDIO	0.000982	0.000249	-0.000968	0.000683	-0.000857	0.000846	0.000468	0.000230	0.000451	0.000378	0.000184	0.000003	0.000295	0.000646	0.000482
4161	Varianza m	0.001605	0.000919	0.014720	0.001454	0.004445	0.001099	0.000329	0.000519	0.000300	0.000862	0.000947	0.000659	0.000627	0.000352	0.000232
4162	Desviación típica	0.040065	0.030321	0.121327	0.038133	0.066668	0.033148	0.018129	0.022773	0.017313	0.029357	0.030769	0.025677	0.025040	0.018766	0.015225

Figura 7. Varianza de los precios de las acciones de cada compañía.
 Fuente: Base de datos.
 Elaboración: La autora.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
4141	4/12/2017	-0.02	0.02	-0.04	0.03	0.53	0.03	0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
4142	5/12/2017	0.00	0.00	0.06	0.02	-0.19	0.00	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.01
4143	6/12/2017	0.00	0.01	-0.02	0.00	0.24	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.02	-0.02	-0.01	0.00
4144	7/12/2017	0.01	0.01	0.01	0.05	-0.22	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
4145	8/12/2017	0.01	-0.01	-0.01	-0.10	0.07	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	-0.02	0.02	-0.01	0.00	0.00
4146	11/12/2017	0.00	-0.01	-0.04	0.02	-0.03	-0.03	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	-0.01
4147	12/12/2017	0.02	0.00	-0.02	0.02	-0.04	-0.03	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.02
4148	13/12/2017	0.02	0.00	0.02	-0.04	-0.07	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.01	-0.02	0.01	0.01	0.00
4149	14/12/2017	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.01	0.01	-0.03	0.00
4150	15/12/2017	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.01
4151	18/12/2017	0.02	0.01	0.07	0.03	-0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00
4152	19/12/2017	-0.02	-0.01	0.14	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.03	-0.02	0.01	0.02	-0.01	0.01
4153	20/12/2017	-0.03	0.01	0.01	-0.02	-0.03	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.02	0.01
4154	21/12/2017	0.02	0.02	-0.02	-0.01	-0.05	0.01	-0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.20	0.01	-0.01	0.01
4155	22/12/2017	0.00	-0.09	0.02	-0.02	-0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.00
4156	26/12/2017	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00
4157	27/12/2017	0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.01	-0.03	0.00	0.00	0.00
4158	28/12/2017	0.01	0.00	0.01	0.00	0.06	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.00	0.01
4159	29/12/2017	-0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
4160	PROMEDIO	0.000982	0.000249	-0.000968	0.000683	-0.000857	0.000846	0.000468	0.000230	0.000451	0.000378	0.000184	0.000003	0.000295	0.000646	0.000482
4161	Varianza m	0.001605	0.000919	0.014720	0.001454	0.004445	0.001099	0.000329	0.000519	0.000300	0.000862	0.000947	0.000659	0.000627	0.000352	0.000232
4162	Desviación típica	0.040065	0.030321	0.121327	0.038133	0.066668	0.033148	0.018129	0.022773	0.017313	0.029357	0.030769	0.025677	0.025040	0.018766	0.015225

Figura 8. Desviación típica de los precios de las compañías.

Fuente: Base de datos.

Elaboración: La autora.

PESOS	
AAXN	1.000
AIR	0.000
AIRI	0.000
AOBC	0.000
ASTC	0.000
ATRO	0.000
BA	0.000
CAE	0.000
COL	0.000
CVU	0.000
DCO	0.000
ERJ	0.000
ESL	0.000
ESLT	0.000
GD	0.000
TOTAL	1

Figura 9. Pesos supuestos (verticales).

Fuente: Base de datos.

Elaboración: La Autora

V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
PESOS	AAXN	AIR	AIRI	AOBC	ASTC	ATRO	BA	CAE	COL	CVU	DCO	ERJ	ESL	ESLT	GD
	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 10. Pesos supuestos (horizontal)

Fuente: Base de datos.

Elaboración: La Autora

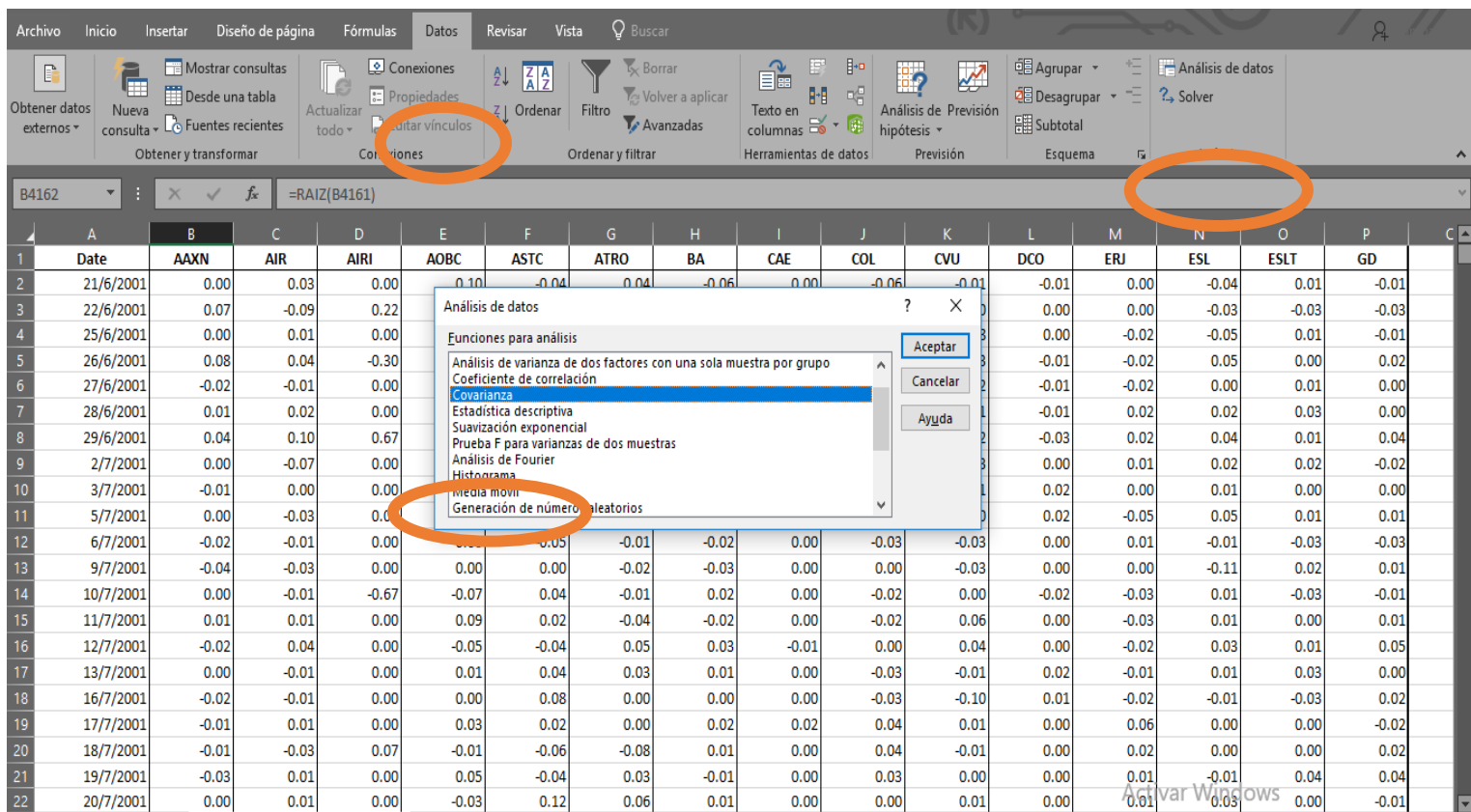


Figura 11. Matriz Poblacional.

Fuente: Base de datos.

Elaboración: La autora

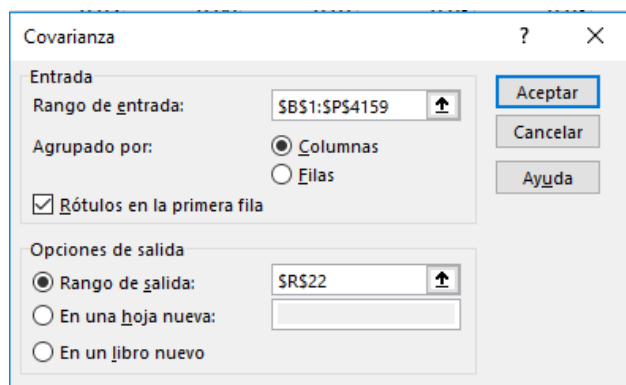


Figura 12. Matriz Poblacional

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora.

MATRIZ POBACIONAL															
	AAXN	AIR	AIRI	AOBC	ASTC	ATRO	BA	CAE	COL	CVU	DCO	ERJ	ESL	ESLT	GD
AAXN	0.0016052														
AIR	0.0003126	0.0009193													
AIRI	0.0001262	0.0002037	0.0147168												
AOBC	0.00024	0.0002219	5.341E-05	0.0014562											
ASTC	4.312E-05	8.862E-05	0.0002556	-2.024E-06	0.00444385										
ATRO	0.0002137	0.000223	7.701E-05	0.0001282	7.4313E-05	0.0010989									
BA	0.0001885	0.0002449	9.199E-05	0.0001119	7.461E-05	0.0001523	0.0003294								
CAE	0.0001381	0.0002051	8.041E-05	0.0001119	4.5477E-05	0.0001315	0.0001391	0.0005185							
COL	0.0001814	0.0002393	9.374E-05	0.0001144	8.2729E-05	0.0001447	0.0001982	0.0001321	0.0003004						
CVU	8.545E-05	7.928E-05	6.05E-05	7.212E-05	4.9812E-05	6.008E-05	3.468E-05	4.06E-05	5.648E-05	0.00086161					
DCO	0.0002301	0.0003001	0.0001143	0.00016	3.6076E-05	0.0001836	0.0002035	0.0001552	0.000184	6.2629E-05	0.0009465				
ERJ	0.0002374	0.0003029	0.0001316	0.0001523	4.0427E-05	0.0001483	0.0002184	0.0001983	0.0001944	6.3577E-05	0.0002374	0.0006591			
ESL	0.0002725	0.0003432	0.0001253	0.000185	7.8265E-05	0.0002063	0.000217	0.0001644	0.0002099	6.8838E-05	0.0002745	0.0002501	0.0006272		
ESLT	0.0001142	0.0001338	5.257E-05	8.523E-05	2.3209E-05	6.787E-05	9.735E-05	7.599E-05	8.623E-05	4.2848E-05	0.0001202	0.0001089	0.000122	0.0003521	
GD	0.0001392	0.0001784	5.624E-05	8.888E-05	4.0326E-05	0.0001077	0.0001492	8.132E-05	0.000146	4.0933E-05	0.0001473	0.0001407	0.0001675	8.396E-05	0.0002318

Figura 13. Matriz Poblacional (triangular).

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

MATRIZ POBACIONAL															
	AAXN	AIR	AIRI	AOBC	ASTC	ATRO	BA	CAE	COL	CVU	DCO	ERJ	ESL	ESLT	GD
AAXN	0.00160522	0.00031262	0.00012617	0.00024004	4.3124E-05	0.00021369	0.00018849	0.00013813	0.00018141	8.5447E-05	0.00023007	0.00023737	0.00027247	0.00011422	0.00013919
AIR	0.00031262	0.00091931	0.00020374	0.00022189	8.8619E-05	0.00022298	0.00024487	0.00020509	0.00023929	7.9279E-05	0.00030008	0.00030294	0.00034318	0.00013379	0.00017837
AIRI	0.00012617	0.00020374	0.01471677	5.3414E-05	0.00025558	7.7008E-05	9.1995E-05	8.0411E-05	9.3741E-05	6.05E-05	0.0001143	0.00013159	0.0001253	5.2565E-05	5.6236E-05
AOBC	0.00024004	0.00022189	5.3414E-05	0.00145623	-2.024E-06	0.0001282	0.00011187	0.00011191	0.00011436	7.212E-05	0.00016003	0.00015231	0.00018502	8.5234E-05	8.8876E-05
ASTC	4.3124E-05	8.8619E-05	0.00025558	-2.024E-06	0.00444385	7.4313E-05	7.461E-05	4.5477E-05	8.2729E-05	4.9812E-05	3.6076E-05	4.0427E-05	7.8265E-05	2.3209E-05	4.0326E-05
ATRO	0.00021369	0.00022298	7.7008E-05	0.0001282	7.4313E-05	0.00109888	0.00015234	0.00013147	0.00014474	6.0079E-05	0.0001836	0.00014828	0.00020629	6.7868E-05	0.00010774
BA	0.00018849	0.00024487	9.1995E-05	0.00011187	7.461E-05	0.00015234	0.00032936	0.00013906	0.00019815	3.4678E-05	0.00020352	0.00021844	0.00021699	9.7346E-05	0.00014924
CAE	0.00013813	0.00020509	8.0411E-05	0.00011191	4.5477E-05	0.00013147	0.00013906	0.00051846	0.00013207	4.0604E-05	0.0001552	0.00019834	0.00016445	7.5988E-05	8.1323E-05
COL	0.00018141	0.00023929	9.3741E-05	0.00011436	8.2729E-05	0.00014474	0.00019815	0.00013207	0.00030044	5.6479E-05	0.00018396	0.00019441	0.00020991	8.623E-05	0.00014599
CVU	8.5447E-05	7.9279E-05	6.05E-05	7.212E-05	4.9812E-05	6.0079E-05	3.4678E-05	4.0604E-05	5.6479E-05	0.00086161	6.2629E-05	6.3577E-05	6.8838E-05	4.2848E-05	4.0933E-05
DCO	0.00023007	0.00030008	0.0001143	0.00016003	3.6076E-05	0.0001836	0.00020352	0.0001552	0.00018396	6.2629E-05	0.0009465	0.00023736	0.00027448	0.00012023	0.00014727
ERJ	0.00023737	0.00030294	0.00013159	0.00015231	4.0427E-05	0.00014828	0.00021844	0.00019834	0.00019441	6.3577E-05	0.00023736	0.00065914	0.00025012	0.00010894	0.00014068
ESL	0.00027247	0.00034318	0.0001253	0.00018502	7.8265E-05	0.00020629	0.00021699	0.00016445	0.00020991	6.8838E-05	0.00027448	0.00025012	0.00062715	0.00012196	0.0001675
ESLT	0.00011422	0.00013379	5.2565E-05	8.5234E-05	2.3209E-05	6.7868E-05	9.7346E-05	7.5988E-05	8.623E-05	4.2848E-05	0.00012023	0.00010894	0.00012196	0.00035208	8.3965E-05
GD	0.00013919	0.00017837	5.6236E-05	8.8876E-05	4.0326E-05	0.00010774	0.00014924	8.1323E-05	0.00014599	4.0933E-05	0.00014727	0.00014068	0.0001675	8.3965E-05	0.00023176

Figura 14. Matriz Poblacional (completada)

Fuente: Base de datos.

Elaboración: La Autora

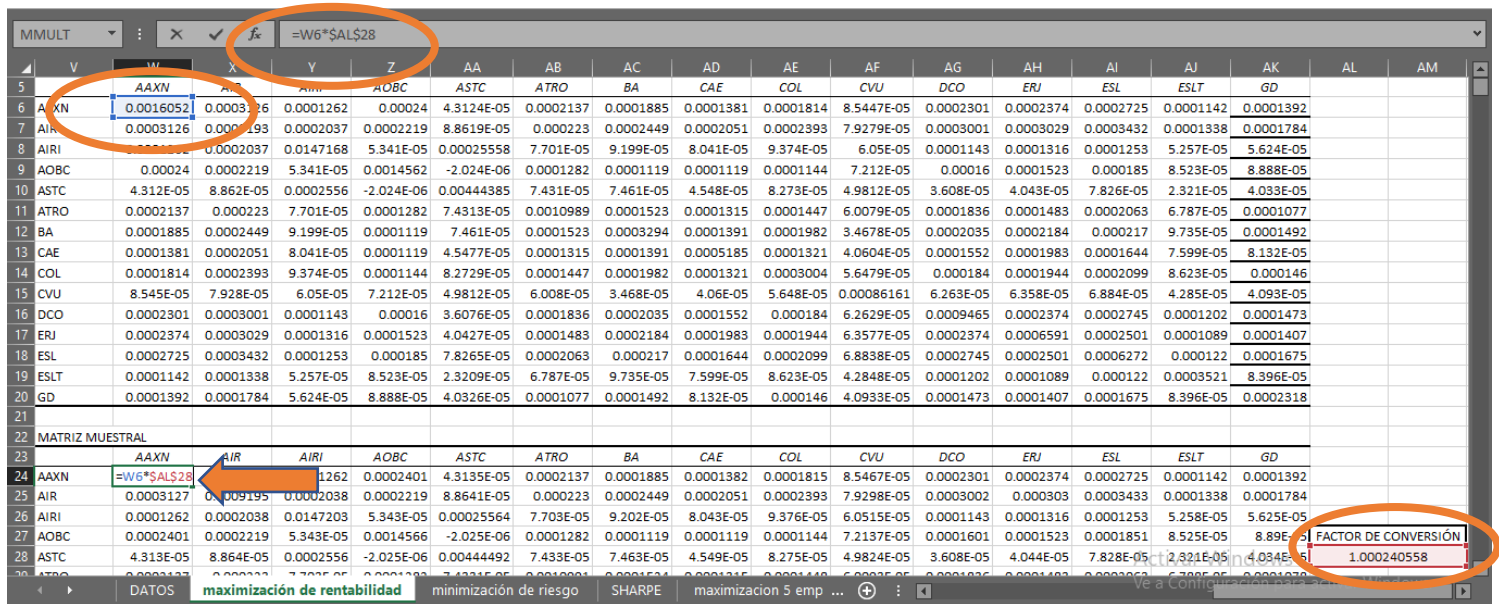


Figura 15. Creación de la Matriz Muestral

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

RENTABILIDAD DE CARTERA		=SUMAPRODUCTO(W2:AK2;B4160:P4160)			
1 paso varianza cartera		0.00160561	0.00031269	0.0001262	0.0002401
Varianza de la cartera		0.00160561			
Desviación típica de la cartera		0.04007002			

Figura 16. Rentabilidad de la cartera

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

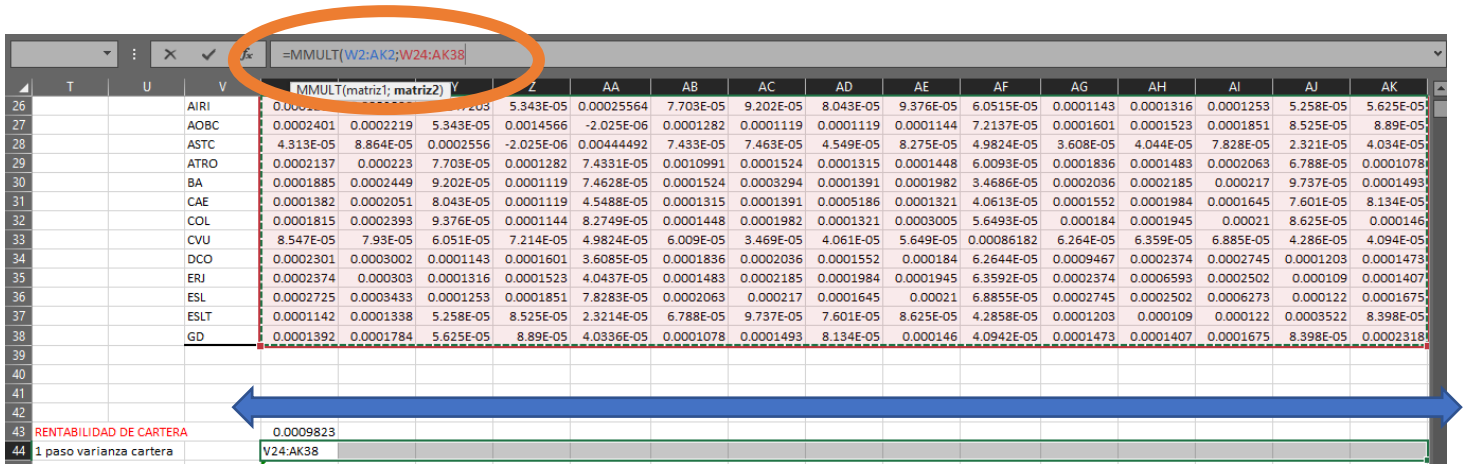


Figura 17. Evaluación varianza de la cartera.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

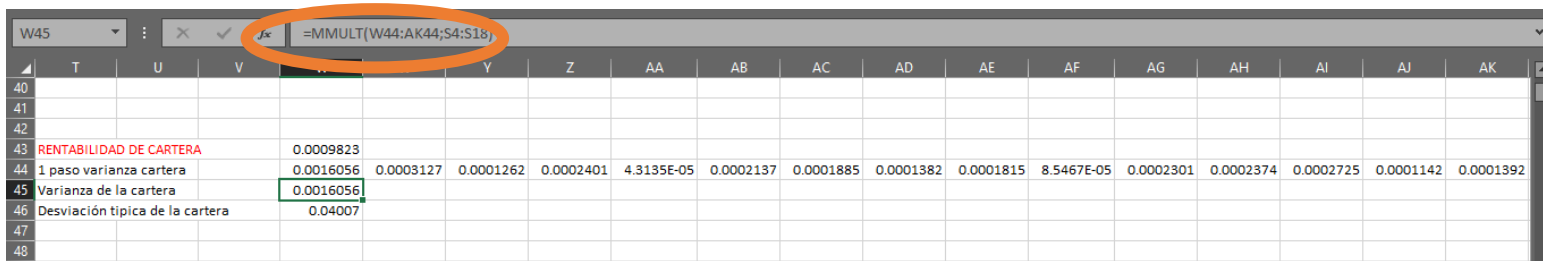


Figura 18. Varianza de la cartera.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

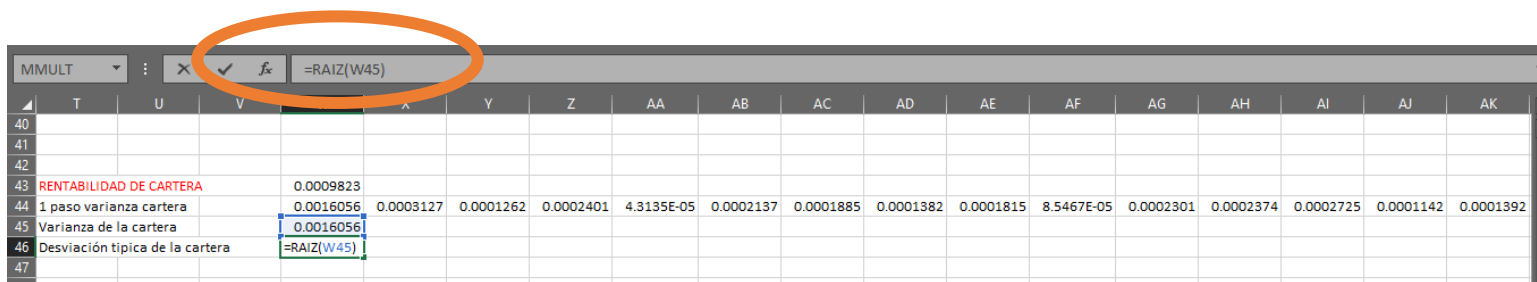
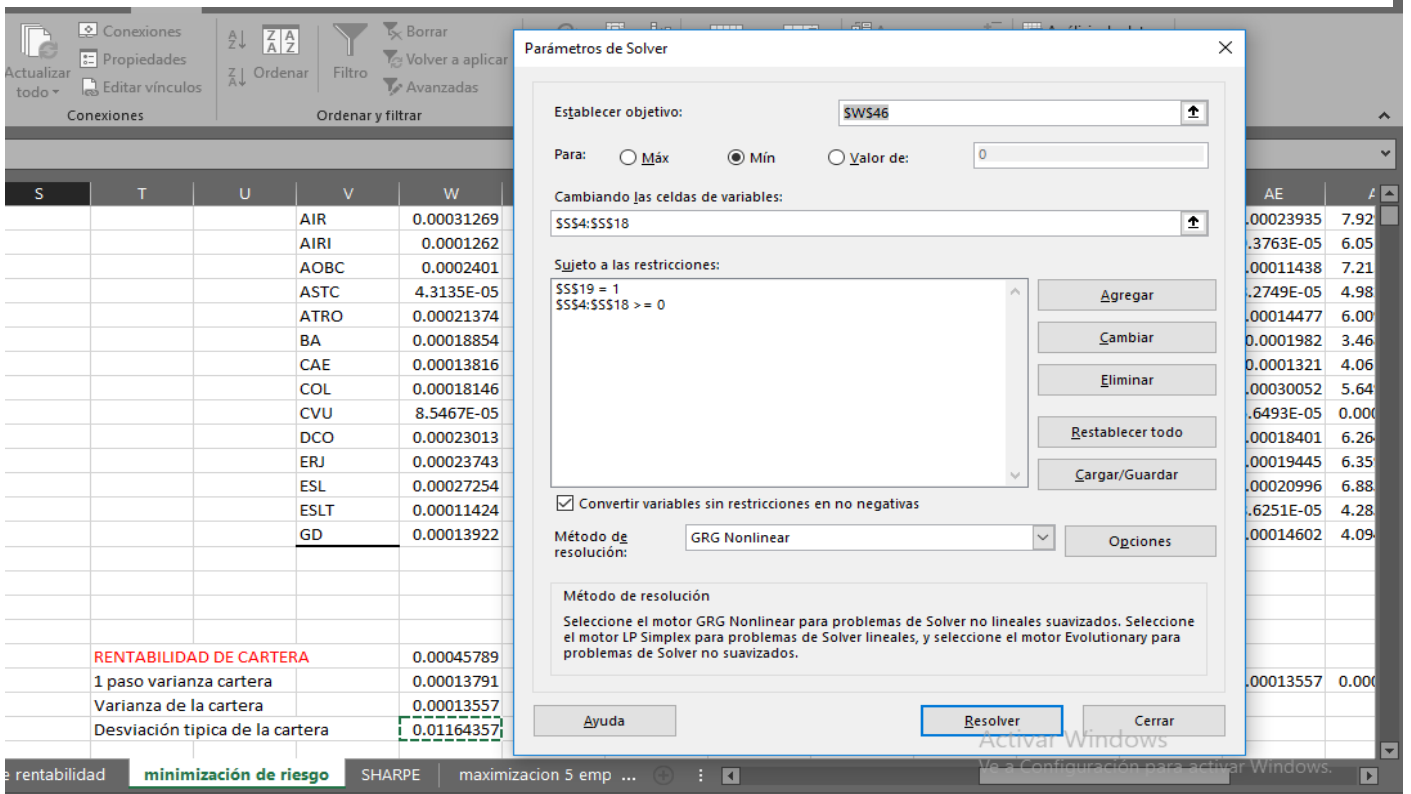
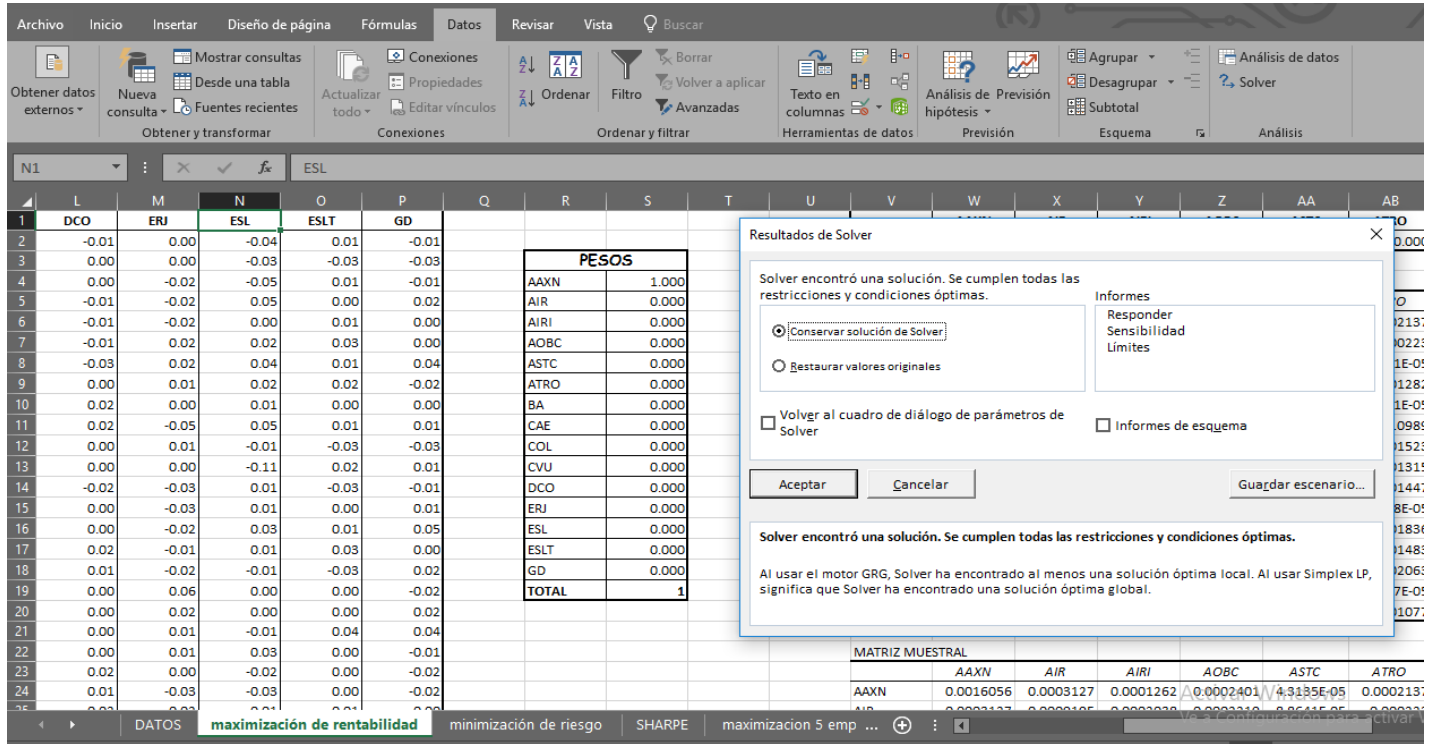


Figura 19. Desviación típica de la cartera.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora



RENTABILIDAD DE CARTERA	0.000658374	
1 paso varianza cartera	0.000297706	0.0
Varianza de la cartera	0.000188201	
Desviación típica de la cartera	0.01371862	
tipo de letra tesoro	0.0102%	
Ratio Sharpe	=(X43-X47)/X46	

Figura 24. Ratio Sharpe

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

The image shows the 'Parámetros de Solver' (Solver Parameters) dialog box in Microsoft Excel. The dialog is configured as follows:

- Establecer objetivo:** \$X\$48
- Para:** Máx (Maximum)
- Cambiando las celdas de variables:** \$T\$4:\$T\$18
- Sujeto a las restricciones:**
 - \$T\$19 = 1
 - \$T\$4:\$T\$18 >= 0
- Convertir variables sin restricciones en no negativas
- Método de resolución:** GRG Nonlinear

In the background spreadsheet, the following data is visible:

	U	V	W	X
			AOBC	0.0002401
			ASTC	4.31346E-05
			ATRO	0.000213743
			BA	0.000188536
			CAE	0.000138164
			COL	0.000181456
			CVU	8.54672E-05
			DCO	0.000230127
			ERJ	0.000237426
			ESL	0.000272535
			ESLT	0.000114244
			GD	0.000139224

Below the table, the following metrics are listed:

- RENTABILIDAD DE CARTERA: 0.000658374
- 1 paso varianza cartera: 0.000297706
- Varianza de la cartera: 0.000188201
- Desviación típica de la cartera: 0.01371862
- tipo de letra tesoro: 0.0102%
- Ratio Sharpe: 0.040586181

The 'Ratio Sharpe' value (0.040586181) is circled in red in the original image.

Figura 25. Maximización Ratio Sharpe

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
49	-0.03608	-0.02985	-0.01390	-0.02451						
50	0.00560	-0.01527	-0.01397	-0.01125						
51	-0.01534	-0.00555	-0.01039	-0.00748				METODO HISTORICO		
52	0.03244	0.00555	-0.00682	0.01049				Numero de obsevaciones	4158	
53	0.00398	-0.02052	-0.01403	-0.01263				Mínimo de retorno diario	-0.0954	
54	-0.00498	-0.00126	-0.00334	-0.00454				Máximo de retorno diario	0.0747	
55	-0.03144	-0.02626	0.00167	-0.01049				Promedio de retorno diario	0.0007	
56	-0.06767	0.00582	-0.01687	-0.00846				Distancia	0.1701	
57	0.00330	0.00515	-0.00604	-0.00103				Nivel de confianza menor 5% de obs 5%	0.95 207	
58	-0.09806	0.10991	0.08730	0.04473				VaR de retorno	-2.14%	
59	-0.06575	-0.02917	-0.00544	-0.01630						
60	-0.13492	-0.06671	0.00412	-0.03413				Valor inicial	\$ 1,000,000.00	
61	-0.13459	0.01195	-0.04231	-0.02262				5% VaR	\$ -21,385.46	
62	-0.03449	0.01243	0.05706	-0.01108						
63	0.16164	-0.00806	0.02562	0.03047						
64	-0.01883	0.02095	-0.00442	0.00554						
65	0.01509	-0.02532	-0.00502	0.00693						
66	0.03315	-0.01512	0.04813	0.02104						
67	0.02265	0.02103	0.02103	0.02103						

Figura 26. Número de datos.

Fuente: Yahoo! Finanzas.
Elaboración: La Autora

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
	-0.01390	-0.02451								
	-0.01397	-0.01125								
	-0.01039	-0.00748								
	-0.00682	0.01049						METODO HISTORICO		
	-0.01403	-0.01263						Numero de obsevaciones	4158	
	-0.00334	-0.00454						Mínimo de retorno diario	=MIN(Q2:Q4159)	
	0.00167	-0.01049						Máximo de retorno diario	0.0747	
	-0.01687	-0.00846						Promedio de retorno diario	0.0007	
	-0.00604	-0.00103						Distancia	0.1701	
	0.08730	0.04473						Nivel de confianza menor 5% de obs 5%	0.95 207	
	-0.00544	-0.01630						VaR de retorno	-2.14%	
	0.00412	-0.03413								
	-0.04231	-0.02262						Valor inicial	\$ 1,000,000.00	
	0.05706	-0.01108						5% VaR	\$ -21,385.46	
	0.02562	0.03047								
	-0.00442	0.00554								
	-0.00502	0.00693								
	0.04813	0.02104								

Figura 27. Mínimo de retorno diario.

Fuente: Yahoo! Finanzas.
Elaboración: La Autora

METODO HISTORICO	
Numero de obsevaciones	4158
Mínimo de retorno diario	-0.0954
Máximo de retorno diario	0.0747
Promedio de retorno diario	0.0007
Distancia	=V54-V53
Nivel de confianza menor 5% de obs 5%	0.95
VaR de retorno	-2.14%
Valor inicial	\$ 1,000,000.00
5% VaR	\$ -21,385.46

Figura 28. Distancia.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

METODO HISTORICO	
Numero de obsevaciones	4158
Mínimo de retorno diario	-0.0954
Máximo de retorno diario	0.0747
Promedio de retorno diario	0.0007
Distancia	0.1701
Nivel de confianza menor 5% de obs 5%	0.95
VaR de retorno	=REDONDEAR.MENOS((1-V57)*V52;0)
Valor inicial	\$ 1,000,000.00
5% VaR	\$ -21,385.46

Figura 29. Redondeo de datos.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

-0.01390	-0.02451				
-0.01397	-0.01125				
-0.01039	-0.00748				
-0.00652	0.01049				
-0.01403	-0.01263				
-0.00334	-0.00454				
0.01017	-0.01049				
-0.01687	-0.00846				
-0.00604	-0.00103				
0.018730	0.04473				
-0.00544	-0.01630				
0.01412	-0.03413				
-0.04231	-0.02262				
0.05706	-0.01108				
0.02562	0.03047				
-0.00442	0.00554				
-0.00502	0.00693				
0.04813	0.02104				
-0.01439	0.02467				

METODO HISTORICO	
Numero de obsevaciones	4158
Mínimo de retorno diario	-0.0954
Máximo de retorno diario	0.0747
Promedio de retorno diario	0.0007
Distancia	0.1701
Nivel de confianza menor 5% de obs 5%	0.95
	207
VaR de retorno	=K.ESIMO.MENOR(Q2:Q4159;V58)
Valor inicial	\$ 1,000,000.00
5% VaR	\$ -21,385.46

Rendimientos diarios de las carteras.

Activar Win

Figura 30. Corte de observaciones.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

METODO HISTORICO	
Numero de obsevaciones	4158
Mínimo de retorno diario	-0.0954
Máximo de retorno diario	0.0747
Promedio de retorno diario	0.0007
Distancia	0.1701
Nivel de confianza menor 5% de obs 5%	0.95
	207
VaR de retorno	-2.14%
Valor inicial	\$ 1,000,000.00
5% VaR	=V61*V59

Figura 31. VaR Histórico.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

RENTABILIDAD DE CARTERA		0.000658374
1 paso varianza cartera		0.000297706
Varianza de la cartera		0.000188201
Desviación típica de la cartera		0.01371862
tipo de letra tesoro		0.0102%
Ratio Sharpe		0.040586181
METODO VARIANZA Y COVARIANZA		
5% VAR	=DISTR.NORM.INV(0.05;X43;X46)	
Importe de la inversión	\$ 1,000,000.00	
5% Valor del VaR	\$ -21,906.75	

Figura 32. Distribución normal inversa.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora

METODO VARIANZA Y COVARIANZA	
5% VAR	-2.19%
Importe de la inversión	\$ 1,000,000.00
5% Valor del VaR	=V53*V52

Figura 33. VaR de Varianza y Covarianza.

Fuente: Yahoo! Finanzas.

Elaboración: La Autora