Estudiantes: Valentina Jaimes Duran - Dennys Nicole Reina Valderrama
Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Titulo: Estimación del mejor método (media-var y media-varianza) para la mitigación de riesgos en inversión en torno al portafolio basado en el índice Colcap20.
Diplomado en Trading
Facultad de economía
Jurado lector: Emiro Alonso Ruiz

Resumen:

En el trabajo de investigación se desarrollara la comprobación de la hipótesis por medio de datos históricos reales recopilados de la página BBVA, desde 1 de octubre del 2019 hasta el 30 de noviembre del 2019 escogiendo como activo financiero el "COLCAP20" que es un indicador que recopila acciones Colombianas de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), lo cual por medio de este indicador se presentan acciones de diferentes sectores y niveles de capitalización, lo que permite que los modelos realizados en este trabajo sean generalizados y efectivos a diferentes situaciones empíricas. Se realizarán las operaciones con los retornos diarios (Anualizados) para observar el método Media - VaR y Media -Varianza los cuales ambos procedimientos intentan ofrecer una solución al problema de encontrar un portafolio de inversión en acciones con la compensación óptima de retorno y riesgo. El objetivo central del trabajo de investigación es demostrar por medio de procedimientos matemáticos y teóricos cual de los dos métodos es más eficiente para elegir un portafolio diversificado y rentable.

Por consiguiente se presentará el marco teórico para entender la parte empírica del trabajo de investigación, luego se entrará en contexto al lector respecto a conceptos claves para entender el documento presentado y con la recopilación de información y la realización de los datos requeridos para la demostración de los métodos expuestos en el trabajo se generaron conclusiones respecto al tema y resultados para investigaciones futuras en torno al trabajo de investigación e incógnitas por responder.

Palabras claves: Retornos, riesgo, Media - VaR, Diversificación, portafolio, Colcap20, Media - Varianza, retornos, Bvc, inversión.

Abstract:

In the research work ir develops the comprobation of the hypothesis for medium of the really historical dates collected from the website BBVA, since october 1st, 2019 until november 30th, 2019 choosing how financial asset the “Colcap20” that is are indicator that collect Colombian actions of the Colombian stock exchange (BVC). for mediate of the this indicator show up Colombian actions from different sectors and levels of capitalization what allows that the models realized in this job will be generalized and effective to different empiric situations. Will be realiced the operation with the diary returns (Anualized) for observe the method “Media VaR” and “ Media – Varianza “ which both of them try offer one solution to the problem of finding one investment portfolio in actions for the optimal return and risk compensation the central objective of the investigation is show for mediate maths procedures and theorical procedures which of the two methods is more efficient to choose a investment portfolio diversified and profitable portfolio.

Therefore, will be presented the theorical framework to understand the empirical part of the research work, then will into in context to the reader respect to key concepts for understand the presented document and with the information recompilation and to realiced of the requirements dates for the demonstration of the methods exposed, in the job will generated

conclusions regarding the topic and results for future on environment research and unknowns to answer.

Keywords: Returns, risk, Media – VaR, diversification, portfolio,Colcap20,Media – Varianza, Colombian stock exchange (BVC), investment.

Introducción

La selección de activos es un problema que enfrenta cada inversionista. Cuando se realizan decisiones de inversión, el inversionista tiene que buscar un balance entre retorno y riesgo. En 1952, Harry Markowitz publicó su trabajo seminal en selección de portafolios, en el cual estableció un marco para la toma de decisiones de inversión. En el modelo de Markowitz, el inversionista maximiza el retorno esperado del portafolio y minimiza el riesgo, medido por la varianza de los retornos del portafolio.

No obstante, el uso de la varianza como medida de riesgo tiene sus limitaciones. La varianza es una medida simétrica que no tiene en cuenta la dirección del movimiento. Un activo que muestra retornos mejores a los esperados es considerado tan riesgoso como un activo que experimenta retornos menores a los esperados. Como una forma de abordar este problema, en este trabajo se presenta una medida alternativa de riesgo como lo es el Valor en Riesgo (VaR). La hipótesis a desarrollar es que Media-VaR es una estrategia de selección de portafolio más segura y rentable que el método tradicional de Media-Varianza. En ese sentido, Media-VaR puede ser una estrategia más apropiada para los inversionistas particularmente en periodos turbulentos de mercado.

Cuando Markowitz presentó su artículo "Selección de Portafolio" en 1952 se estableció una de las piedras angulares de la economía financiera moderna, y al día de hoy se han desarrollado diferentes actualizaciones y especificaciones a la teoría de Media-Varianza. En este artículo, se intenta contrastar dos modelos para selección óptima de portafolios, Media-Varianza y Media-VaR. No solo se describirán en detalle los dos métodos señalando sus ventajas y desventajas, sino también con la ayuda de Excel se realizará una aplicación práctica de selección de portafolio para poder comparar ambos métodos directamente usando datos históricos reales del mercado accionario colombiano.

Motivación

Desde finales de los años 90, el mundo ha experimentado varias y severas crisis financieras – la crisis asiática de 1997, la crisis de deuda rusa de 1998, el estallido de la burbuja de las punto-com en 2000, la crisis que siguió el ataque a las torres gemelas en 2001 y la consiguiente invasión de Irak en 2003, la crisis sub-prime en 2007, y la crisis de deuda soberana europea en 2009 son las más destacadas; Todas estas crisis han tenido un impacto importante en los mercados financieros, en particular en el aumento de la volatilidad observada y la destrucción de riqueza financiera, debido a la alta inversión en utensilios requeridos en el territorio. En varios de estos episodios la estabilidad del sistema financiero estuvo en riesgo y los principales bancos centrales tuvieron de una u otra manera tomar medidas de prevención, por medio de instrumentos financieros para controlar el gasto e inversión por parte de los agentes económicos porque según la teoría económica, en una economía con altas proporciones de movimiento de activos financieros puede ocasionar recesiones fuertes en la economía por la falta de un ente regulador como lo son en la actualidad los bancos principales del territorio y el propio estado, ya que el mercado no se puede regular autónomamente debido a las altas proporciones de estos mismo en la actualidad como argumentaban los teóricos clásicos entre ellos Adam Smith, en referente a la metáfora económica de la “Mano Invisible”. Esto no significa que antes de finalizar los años 90 en donde se evidenciaban entes reguladores en el mercado financiero no existían las crisis financieras – en este contexto se puede mencionar la crisis de moneda en Europa durante 1992-1993 y la caída de Wall Street en 1987. Sin embargo, se podría deducir que la ocurrencia de las crisis se ha incrementado desde el inicio del nuevo milenio debido a que con la modificación de la inflación que modifica el valor de la moneda y además de el aumento de grandes proporciones de activos financieros, se transan una alta proporción de dinero que estabiliza rápidamente los ciclos económicos.

Dado este aumento en la frecuencia de las crisis, la modelación y medición de riesgos financieros de mercado ha ganando bastante importancia y el enfoque en la selección de portafolios de inversión se ha desplazado de obtener el mayor retorno posible a minimizar la volatilidad. En este sentido, a cobrado vital importancia diseñar y emplear métodos y técnicas que permitan enfrentar de mejor manera las fluctuaciones extremas observadas en los mercados financieros. Casi setenta años después del artículo seminal de Markowitz “Teoría Moderna del Portafolio”, el paradigma Media-Varianza todavía se considera como el pilar de la optimización de portafolio. Lo que ha cambiado es la manera en la cual se evalúa el riesgo de un activo y cómo se mide la diversificación del portafolio y la definición del objetivo del portafolio.

Marco Teórico

La teoría de Media-Varianza fue creada por Markowitz (1991) quien introdujo este modelo para hallar un portafolio óptimo de activos con riesgo teniendo como base el supuesto de que la distribución de los retornos del portafolio es normal y por lo tanto puede ser descrita de manera correcta a través de dos momentos – media y varianza. Sharpe (1966, 1994, 2000) extendió la teoría de Markowitz dándole una perspectiva de mercado. Sharpe (1964) desarrolló el Capital Asset Pricing Model (CAPM), el cual describe la relación entre riesgo sistemático y los retornos de un portafolio de inversión. Sharpe (1966) estaba enfocado en desarrollar un modelo que permitiera encontrar un portafolio con el mayor coeficiente retorno-riesgo.

Tal y como se mencionó previamente en el modelo de Media-Varianza el riesgo está definido por la varianza asumiendo que los retornos siguen una distribución normal. No obstante, en la práctica la distribución de los retornos es generalmente asimétrica y presenta excesos de kurtosis (Bakshi et al., 2003; Cont, 2001; Fama, 1965; Kon, 1984). De hecho, la varianza es una medida de riesgo que ha sido ampliamente criticada ya que la simetría de la distribución normal se da igual peso tanto a los retornos positivos como a los retornos negativos. De hecho, Markowitz reconoció las ineficiencias de la varianza como medida del riesgo del portafolio y propuso que el mismo se midiera a través de la semi-varianza (Markowitz, 1991) de manera que se midiera la variabilidad de los retornos por debajo de la media ya que en la práctica los inversionistas están más preocupados por los rendimientos bajos que por los rendimientos altos de un portafolio.

Estas limitaciones han llevado a que se busquen medidas más realísticas de riesgo que permitan separar los movimientos a la baja no deseados de los movimientos al alza deseados (Biglova et al., 2004). Entre esas medidas se encuentra el Valor en Riesgo (VaR) (Morgan, 1996), el cual se ha convertido en una de las medidas más populares de riesgo en la industria financiera (Basel, 1996, 2004, 2010; Jorion, 2006). De hecho, Jorion (2006) afirma que "en contraste con medidas tradicionales de riesgo, VaR proporciona una visión agregada del riesgo del portafolio el cual tiene en cuenta el apalancamiento, las correlaciones, y las posiciones actuales. Como resultado, es una medida de riesgo correcta".

Para permitir un mejor entendimiento de Media-Varianza y Media-VaR a continuación se explicarán los conceptos básicos que se utilizan en el proceso de selección de portafolios de inversión.

Conceptos básicos

- Activos financieros y retornos

De manera amplia, los activos financieros se pueden dividir en activos con riesgo y activos libres de riesgo. Un activo con riesgo es cualquier activo cuya tasa de retorno es incierta. Existen diferentes clases de activos con riesgo, los cuales difieren en liquidez, madurez, emisor. Por otro lado, un activo libre de riesgo es un activo del cual se tiene certeza con respecto a su valor futuro al igual que su tasa de retorno.

Es posible definir el retorno de un activo como el cambio en el precio para un periodo de tiempo. Existen dos formas para calcular la tasa de retorno:

- Retornos discretos

$$r_{i,t} = \frac{P_{i,t} - P_{i,t-1}}{P_{i,t-1}}$$

- Retornos continuos

$$r_{i,t} = ln\ ln\ \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}\right)$$

Donde $P_{i,t}$ es el precio del activo i en el tiempo j.

- Participaciones

Asumiendo que se tienen n activos con riesgo - $x_1, \ldots, x_n$ y un activo libre de riesgo - x_f, el objetivo es encontrar el portafolio óptimo, es decir, el portafolio que se ajusta de mejor manera a los deseos del inversionista.

Las participaciones - $w_1, \ldots, w_n$, se definen como el porcentaje de la acción i en el portafolio. Por definición, las participaciones del portafolio deben sumar 1:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

De igual forma, se asume que no se permiten las ventas en corto, por lo tanto, $w_i \geq 0, \forall i = 1, \ldots, n$

Modelo Media-Varianza

Una de las estrategias de inversión desarrolladas en este trabajo está basada en la teoría Media-Varianza inicialmente propuesta por Markowitz (1991). La idea principal detrás de esta teoría es que los retornos de un portafolio se distribuyen normalmente y por lo tanto están descritos por dos momentos que son la media y la varianza.

Considerando que se quiere invertir en n activos con riesgo y que se cuenta con los retornos históricos para cada activo, se quiere determinar el portafolio optimo conformado por esos activos y mantener dicho portafolio por el siguiente periodo.

El retorno esperado del portafolio se puede definir como

$$E(r_p) = [w_i, \ldots, w_n][E(r_1) \; \vdots \; E(r_n)]$$

Donde $E(r_i) = \underline{r_i} = \frac{\sum_{j=1}^{k} r_{i,j}}{K}$, j es el período de tiempo histórico considerado y K es el número de períodos de tiempo referidos en el pasado.

La varianza del portafolio se define como

$$\sigma_p^2 = [w_i, \ldots, w_n]\Sigma[w_i \ \vdots \ w_n \ ]$$

Donde Σ es la matriz de varianza-covarianza de los retornos del portafolio.

Dado que el riesgo del portafolio es la raíz cuadrada de la varianza, es posible escribir:

$$\sigma_p = \sqrt{W\Sigma W^T}$$

Con la introducción de los conceptos fundamentales del modelo Media-Varianza es posible explicar los diferentes objetivos de optimización de portafolio.

Aproximaciones para la Optimización de Portafolios

En el marco de Media-Varianza existen diferentes aproximaciones para seleccionar un portafolio óptimo de activos con riesgo. A continuación, se presentarán tres de estas aproximaciones, las cuales dependen en el retorno esperado, riesgo, o del portafolio con el mayor coeficiente rendimiento-riesgo.

- Portafolio óptimo para una tasa de retorno particular

Cuando un inversionista quiere seleccionar un portafolio que le produzca un rendimiento esperado y simultáneamente minimizar el riesgo del portafolio, él enfrenta el siguiente problema:

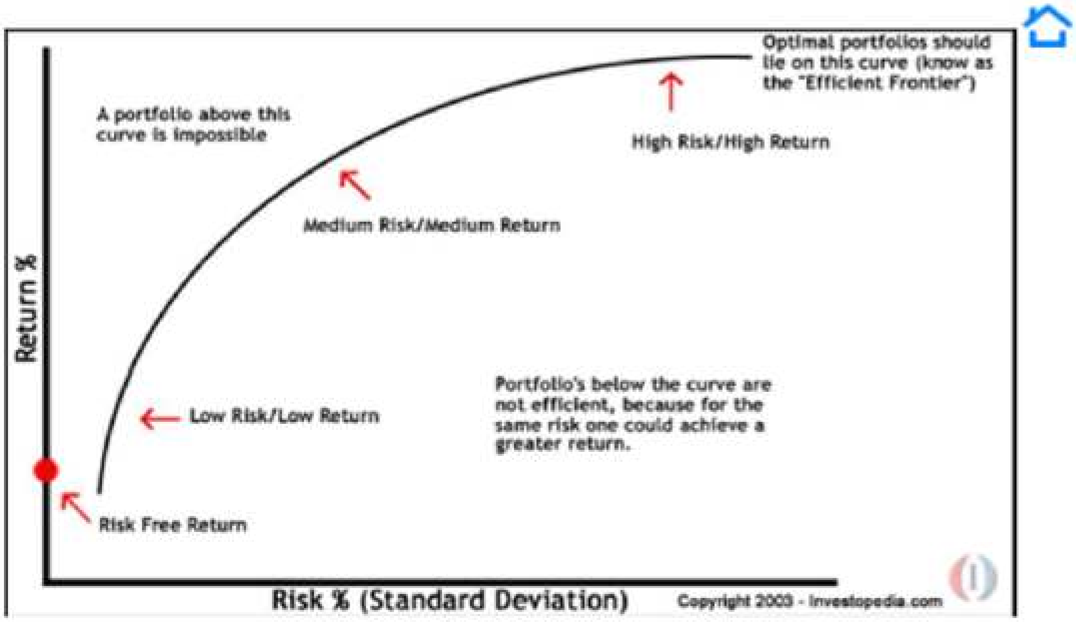
$$\sigma_p = \sqrt{W \Sigma W^T}$$

$$s.a. E(r_p) \geq \mu \land \; w_i \geq 0 \land \; W^T e = 1$$

Donde e es un vector de unos, $e = [1, \dots, 1]$, y μ es el rendimiento esperado del portafolio.

- ❖ Frontera eficiente

Al cambiar μ se obtienen diferentes valores de minimización del riesgo. Es decir, se encuentran diferentes pares $E(r_p) - \sigma_p$. Al dibujar estos puntos en un gráfico, se llega a la frontera eficiente Media-Varianza, descrita en la ilustración 1. La frontera eficiente es la línea que constituida de portafolios óptimos.



Todos los portafolios que están sobre la frontera eficiente son óptimos en el sentido que no existe otro portafolio que genera un mayor rendimiento esperado con el mismo riesgo. En ese sentido, cualquier portafolio por debajo de la curva puede ser sustituido ya sea por un portafolio que tenga un mayor rendimiento esperado y el mismo riesgo o por uno con menor riesgo y el mismo rendimiento esperado, o ambos, mayor rendimiento esperado y menor varianza.

- ❖ Portafolio óptimo para una tasa de riesgo particular

Alternativamente se puede seleccionar un portafolio óptimo de activos con riesgo fijando un nivel dado para el riesgo del portafolio y hallar la combinación de activos que maximiza el rendimiento esperado. Este proceso puede ser formulado de la siguiente manera:

$$E(r_p)$$

$$s.a. W\Sigma W^T \leq \sigma_p \wedge \ \ w_i \geq 0 \wedge \ \ W^T e = 1$$

Donde σ_p es el nivel de riesgo del portafolio que no debe ser excedido.

De manera equivalente a la primera aproximación, es posible hallar la frontera eficiente cambiando el valor de σ_p.

- Portafolio óptimo dependiendo del parámetro de aversión al riesgo

El tercer método es el propuesto por Sharpe (2000):

$$-\lambda E(r_p) W^T + W\Sigma W^T$$

$$s.a. w_i \geq 0 \wedge \ \ W^T e = 1$$

Donde λ es el parámetro de aversión al riesgo. Modificando λ es posible llegar a la misma frontera eficiente que en los dos casos anteriores.

¿Cuál portafolio es el mejor entre aquéllos que están sobre la frontera eficiente?

La frontera eficiente describe la compensación que se tiene que dar entre el rendimiento del portafolio y el riesgo del portafolio. La pregunta que surge es cómo se elige la combinación

$E(r_p) - \sigma_p$ que domine al resto en el sentido que garantice el mayor retorno con el menor riesgo para el inversionista.

- Portafolio óptimo con el mayor coeficiente rendimiento-riesgo

El coeficiente rendimiento-riesgo, mejor conocido como el coeficiente de Sharpe, fue desarrollado por Sharpe (1962) y es usado por los inversionistas como una herramienta para tener un mejor entendimiento del rendimiento de una inversión en relación con su riesgo. El coeficiente es el rendimiento esperado obtenido en exceso de la tasa libre de riesgo[1] por unidad de riesgo.

$$CS = \frac{E(r_p) - r_f}{\sigma_p}$$

Se resta la tasa libre de riesgo del retorno esperado del portafolio para que el inversionista pueda aislar las ganancias asociadas con las actividades de riesgo. De manera general, entre mayor sea el valor del coeficiente de Sharpe mucho mejor. A continuación, se explica cómo se selecciona un portafolio óptimo tomando como referencia la maximización del coeficiente de Sharpe.

[1] El activo libre de riesgo se define como aquel activo sobre el cual se tiene certeza sobre su rendimiento esperado: Generalmente en la literatura financiera las cuentas de ahorro o los bonos del gobierno son referidos como activos libres de riesgo.

$$\frac{E(r_p) - r_f}{w_p \sigma_p}$$

$$s.a.\ w_i \geq 0 \wedge \ W^T e = 1$$

Donde w_p es el porcentaje de activos con riesgo en el portafolio total el cual se obtiene del porcentaje deseado por el inversionista de activos libres de riesgo, es decir, $w_p = 1 - w_f$.

De esta manera se ha presentado el contenido teórico necesario para la selección de portafolios utilizando el método Media-Varianza. En la siguiente sección se explicará la estrategia alternativa – Media-VaR. En primer lugar, se presentarán los conceptos básicos de dicho método y se explicará | construir un portafolio óptimo usando el método Media-VaR.

Modelo Media-CVaR

Uno de los objetivos de este trabajo es presentar una aproximación alternativa a Media-Varianza para la selección de un portafolio óptimo de manera tal que se pueda reducir el riesgo de pérdidas extremas. El Valor en Riesgo (VaR) tiene que ver con esta aproximación, pero el énfasis se hará en el Valor en Riesgo Condicional (CVaR). Por definición, y con respecto a un nivel de probabilidad especificado α, el VaR de un portafolio es la menor suma β tal que, con probabilidad α, la pérdida no excederá β, en tanto que el CVaR es el promedio ponderado de las pérdidas superiores al monto β. Tres valores de α son generalmente considerados: 0.90, 0.95, y 0.99. Las definiciones garantizan que el VaR nunca es mayor al

CVaR y, por lo tanto, portafolios con bajos niveles de CVaR también deben tener bajos niveles de VaR.

La gran mayoría de aproximaciones para calcular el VaR dependen de que los retornos de los activos que conforman el portafolio sigan una distribución normal (Jorion, 2006). De igual forma, también se utilizan los métodos de simulación histórica y de Monte-Carlo como alternativas para determinar el precio de los activos.

Aunque VaR es una medida bastante popular para medir el riesgo también presenta características matemáticas no deseables, tales como la falta de subaditividad y convexidad, lo que hace que VaR sea únicamente una medida coherente de riesgo cuando está basado en la desviación estándar de una distribución normal (VaR es proporcional a la desviación estándar para retornos que siguen una distribución normal). Una medida de riesgo alternativa es el CVaR que se caracteriza por exhibir mejores propiedades que el VaR (Embrechts et al., 1998).

Minimizar el CVaR de un portafolio es similar a minimizar el VaR, como se deduce de la definición de estas medidas. Entre las principales contribuciones de este artículo es implementar el método de CVaR en Excel para poder determinar el portafolio óptimo y contrastarlo con el producido a través del método de Media-Varianza.

Para ilustrar esta aproximación es necesario en primer lugar definir una función de pérdida. Para este fin, se debe recordar que el retorno del portafolio es igual a la suma de los retornos promedio de cada uno de los activos ponderando por la participación en el portafolio de cada uno de los activos. La función de pérdida está dada por el negativo de esta suma ponderada:

$$f(w_i, \underline{r_i}) = -[w_1\underline{r_1}, \dots, w_n\underline{r_n}] = -W^T\underline{r}$$

Aunque VaR y CVaR se definen por lo general en términos monetarios, en este trabajo se definen como retornos porcentuales, esto se da cuando existe una correspondencia uno a uno entre el retorno porcentual y el valor monetario. De igual forma, esto se hace necesario para que haya consistencia de comparación entre Media-CVaR y Media-Varianza dado que este último método presenta la medida de riesgo (desviación estándar) en términos porcentuales.

De acuerdo a Rockafellar y Uryasev (2000) el problema de optimizar un portafolio a través del método CVaR puede ser expresado de la siguiente manera:

$$VaR + \frac{1}{(1-\alpha)K}\sum_{j=1}^{K} \quad (-u_j)^+$$

$$s.a.\, u_j \geq f(w_i, \underline{r_j}) - VaR$$

$$u_j \geq 0$$

$$E(r_p) \geq \mu \wedge \;\; w_i \geq 0 \wedge \;\; W^T e = 1$$

En el contexto de un portafolio de inversión, la función de pérdida y las restricciones son lineales con respecto a las ponderaciones y por lo tanto es posible solucionar dicho problema de minimización a través de herramientas de optimización, tales como solver de Excel. La solución óptima determina el VaR, y las ponderaciones que producen un portafolio con el mínimo CVaR

Como el objetivo es diseñar una estrategia Media-CVaR comparable a Media-Varianza es necesario implementar un indicador similar al coeficiente de Sharpe y desarrollar el mismo proceso de maximización. De hecho, lo que se busca es un "coeficiente de Sharpe" que en el denominador contenga el CVaR y no la desviación estándar. Dicho coeficiente fue diseñado por Martin et al. (2003) y se conoce como STARR (Stable Tail Adjusted Return Ratio) y se define como:

$$STARR = \frac{r_p - r_f}{CVaR}$$

Activo Libre de Riesgo

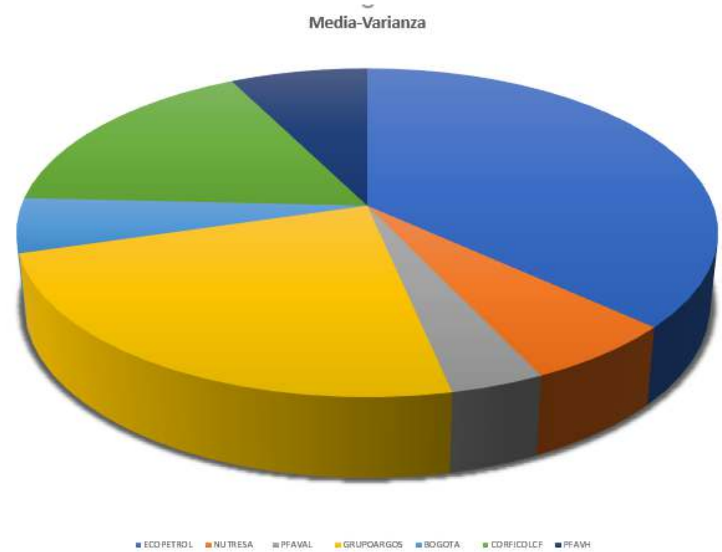
Como se definió al inicio de este documento un activo libre de riesgo es un activo para el cual se tiene seguridad sobre sus retornos futuros. No obstante, no existe una definición unificada sobre qué activo en particular debería ser considerado como libre de riesgo. Para Sharpe (2000) la tasa interbancaria puede ser utilizada como tasa libre de riesgo. Campbell et al. (2001) considera que los bonos del tesoro son libres de riesgo. En este trabajo se utilizará la aproximación de Sharpe (2000) ya que la tasa interbancaria es por lo general la tasa de referencia para fijar las demás tasas en el mercado y dado que en Colombia todos los depósitos están asegurados hasta por $50,000,000 se puede asumir que no hay riesgo de incumplimiento para estos activos. Dado que se está trabajando con retornos diarios anualizados se hará uso de la IBR overnight que tiene un valor de 4.20% anual.

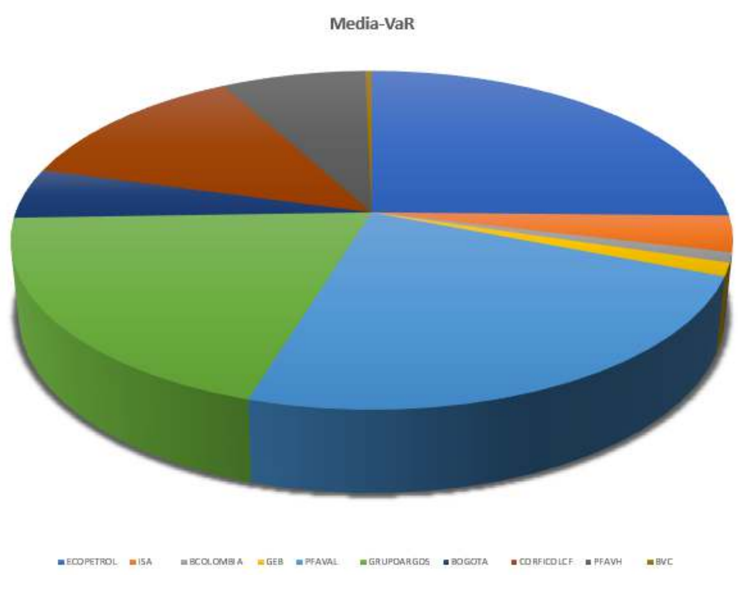
Análisis de Resultados

El modelo Media-Varianza utiliza la desviación estándar como medida de riesgo, la cual es simétrica, lo que implica que la distribución de los retornos también deba ser simétrica lo que lleva a una selección de activos ineficiente. En la misma línea, ya que el coeficiente de Sharpe es un resultado del modelo Media-Varianza el portafolio óptimo que se obtiene es ineficiente si los retornos de los activos no siguen una distribución normal. Esto lleva a suponer que la estrategia Media-VaR debería ser mejor debido a que VaR no es una medida simétrica de riesgo. Por esta razón es que el modelo Media-VaR tiene un mejor desempeño (presenta mayor rendimiento y menores pérdidas) que el modelo Media-Varianza. De igual forma, si se siguiera una estrategia de inversión donde el porcentaje a invertir en cada activo corresponde al porcentaje de representación de cada activo en el índice COLCAP es posible apreciar que Media-VaR y Media-Varianza son ambas estrategias superiores.

Otra diferencia que se puede apreciar entre los dos modelos es en términos de diversificación, con una inversión de 50.000.000 **$** y con un beta del 95% se demuestra gráficamente en la torta, según el método las participaciones de cada acción son distintas, en el método Media-Varianza del 100% de la participación en el portafolio la proporción que le corresponde a Ecopetrol es de 36.82%, para la acción Nutresa es de 6.15%, la acción Pfaval es de 3.73%, grupoargos le corresponde 23.70%, la acción bogotá es de 5.36%, Corficolcf es de 16.81% y a Pfavh la proporción que le corresponde es de 7.42%. Respecto al método Media-VaR del 100% de participación en el portafolio la proporción que le corresponde a Ecopetrol es de 14.75%, para la acción Isa es de 3.44%, Bcolombia es de 0.94%, Geb es de 1.26%, Pfaval es de 23.66%, grupoargos es de 19.67%, para la acción bogotá es de 4.80%, Pfgrupoarg es de 0.01%, para Corficolcf es de 12.75%, para Celsia es de 0.38%, para Cnec es de 0.04%, para

Pfavh es de 7.52% y para el BVC la proporción que le corresponde es de 0.35%; Las acciones que afectan en mayor proporción al portafolio en el método Media-Varianza son: Ecopetrol, Grupoargos, Corficolcf y Pfavh y en el método Media-VaR son: Ecopetrol, Pfaval, grupoargos,Corficolcf y Pfavh.



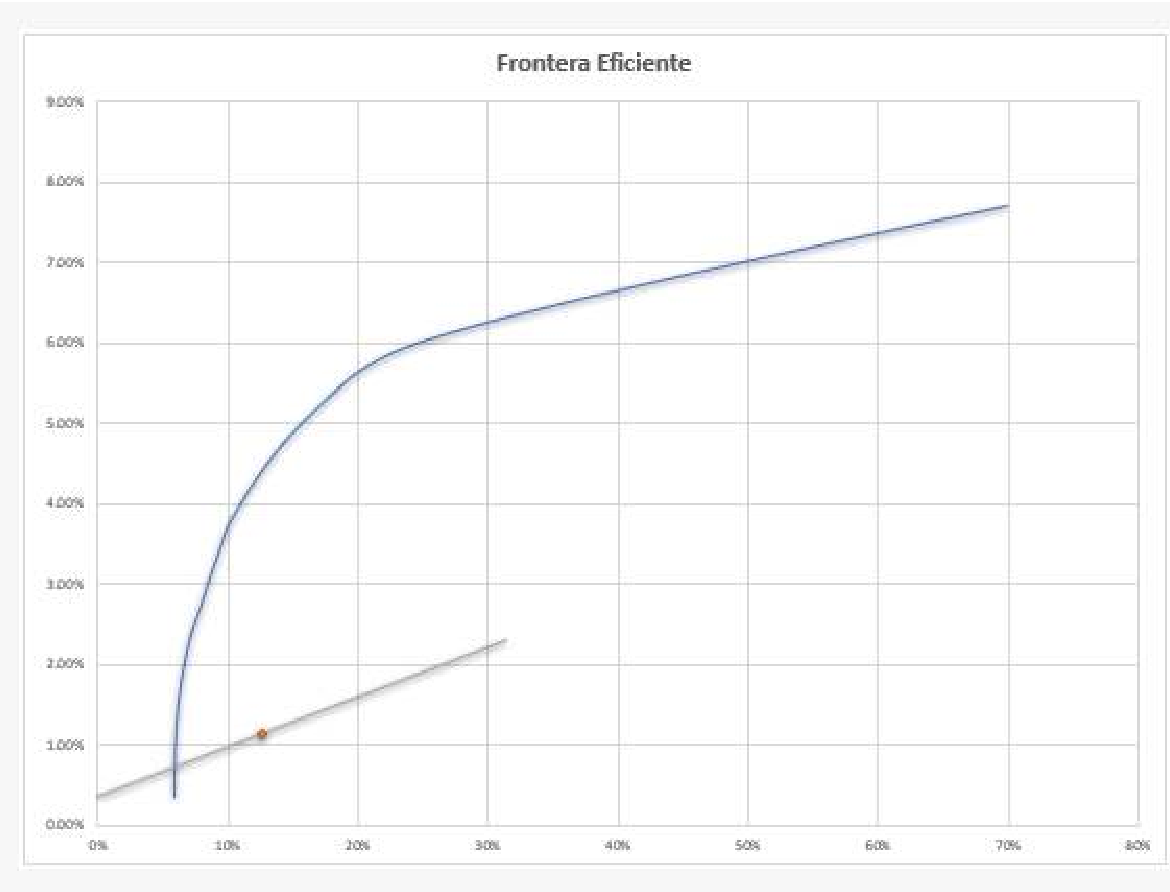


Respecto a los resultados observados el portafolio Media-VaR es mucho más diversificado que el portafolio Media-Varianza. Por ejemplo, el portafolio Media-Varianza implica que se invierta en 7 activos con 3 de ellos concentrando el 78% del porcentaje a invertir. Por otro lado, el portafolio Media-VaR selecciona 11 activos para conformar el portafolio óptimo y los tres activos con mayor participación concentran el 68% de la inversión, por ende la obtención de rendimientos dependen de varios sectores, lo que genera un menor riesgo por los diferentes activos que se invierten. También se destaca que el portafolio Media-Varianza invierte 36.82% en Ecopetrol mientras que el portafolio Media-VaR invierte 25.19% en el mismo activo. Esto implica que el portafolio Media-Varianza tiene una mayor exposición a los cambios de este activo lo que lo hace mucho más volátil que el portafolio Media-VaR, estas variaciones derivadas de los componentes que integran este activo.

Los resultados muestran que ambas estrategias prueban que es esencial optimizar un portafolio de inversión para poder llegar a mejores resultados que el promedio del mercado, no es adecuado invertir en acciones del mismo sector, porque el riesgo dependería de solamente un sector y por ende aumentaría la posibilidad de generar pérdidas o menores retornos esperados.

Conclusiones

La frontera eficiente se establece en torno al método Media-Varianza, en donde se evidencia la representación de un portafolio optimo sobre la curva azul, los cuales son eficientes con una menor varianza y por ende no hay otros portafolios que genere un mayor rendimiento tomando el mismo riesgo evidenciado en el ejercicio para obtener los resultados esperados. Los portafolios que se encuentran por debajo de la curva no son los mejores resultados que se pueden obtener y pueden ser sustituidos por mejores portafolios, tomando en cuenta diferentes distribuciones de participación por cada acción integrada por el inversionista. Antes de la línea trazada de la frontera eficiente existe en punto el cual no hay riesgo ni tampoco retorno, el punto rojo el cual se evidencia en la grafica se demuestra que existe un riesgo bajo el cual esta por encima del 10% y una tasa de retorno por encima del 1.00% moderada, para obtener mayores retornos se evidencia que se exige que el inversionista tome mayores riesgos.



Ambas estrategias resultaron ser superiores a una estrategia pasiva de inversión en la cual los porcentajes a invertir corresponden a la participación de cada uno de los activos en la canasta COLCAP. No obstante, Media-VaR es una estrategia superior en términos de rentabilidad y también más segura ya que produce el menor riesgo monetario, además que por medio de las herramientas como el solver se generan mejores proporciones de participación de cada activo en torno a sus datos históricos.

En caso contrario que no se realice una optimización del portafolio por medio de la media VaR o Media- Varianza para una adecuada diversificación del portafolio, los inversionistas estarían propensos a perder incluso la inversión inicial o no obtener rendimientos en situaciones como las malas distribuciones en las participaciones de los activos en el portafolio, riesgos de mercado en donde solamente el portafolio dependa de uno o 2 sectores, en donde estarían más propensos al riesgo o materias primas que afecten directamente al activo; Es necesario destacar que hay acciones o activos financieros que son mas propensos al riesgo, por ende existen portafolios según la propensión de riesgo que desee tomar el inversionista para generar mayor rentabilidad pero en torno a nuestro trabajo de investigación alrededor de los métodos analizados, no se observa el tipo de riesgo que desee tomar el inversionista, se observa es la generación de rentabilidad optimizando el portafolio para obtener un riesgo mínimo o variado en diferentes sectores, en ello se basa la diversificación.

Bibliografía

Bakshi, G., Kapadia, N., and Madan, D. (2003). Stock return characteristics, skew laws, and the differential pricing of individual equity options. The Review of Financial Studies, 16(1):pp. 101–143.

Basel Committee on Banking Supervision (1996). Amendment to the capital accord to incorporate market risks. http: //www.bis.org/publ/bcbs24a.pdf.

Basel Committee on Banking Supervision (2004). Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework. http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf. Basel Committee on Banking Supervision (2010). Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems. Bank for International Settlements.

Biglova, A., Ortobelli, S., Rachev, S. T., and Stoyanov, S. (2004). Different approaches to risk estimation in portfolio theory. The Journal of Portfolio Management, 31(1):103–112.

Campbell, R., Huisman R., and Koedijk, K., (2001): Optimal Portfolio Selection in Value at Risk Framework, Journal of Banking and Finance 25(2001) 1789 – 1804.

Cont, R. (2001). Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues. Taylor & Francis.

EMBRECHTS, P., A. MCNEIL, AND D. STRAUMANN. 1998. "Correlation and Dependency in Risk Management: Properties and Pitfalls," ETHZ Zurich. 37 pages.

Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. Journal of business, pages 34–105.

Jorion, P. (2006). Value at risk: the new benchmark for managing financial risk. McGraw-Hill New York, 3rd edition.

Kon, S. J. (1984). Models of stock returns a comparison. The Journal of Finance, 39(1):147–165.

Markowitz, H. M., (1991): Portfolio Selection: Efficient diversification of investments, Blackwell Publishers Inc 2nd edition, Revision 1st edition (1959)

Morgan, J. P. (1996). RiskMetrics (TM): Technical document,4th ed. New York: Morgan Guaranty Trust Company

Rockafellar, T. R., Uryasev, S., (2000): Optimization of Conditional Value-at-Risk, Journal of Risk 2 (3).

Sharpe, W.F., (1964): Capital Asset Prices: A theory of Capital Asset Pricing, Journal of Economic Theory, pp.341 – 360.

Sharpe, W.F., (1966): Mutual Funds Performance, Journal of Business 39, Part 2: pp 119 – 138.

Sharpe, W.F., (1994): The Sharpe Ratio, Journal of Portfolio Management.

Sharpe, W.F., (2000): Portfolio Theory and Capital Markets, McGraw-Hill, ISBN 0-07-135320-8.

Eichengreen, Barry (2004): Desequilibrios globales y las lecciones de Bretón Woods. Revista Desarrollo Económico 44: 619-643

Leyton, D. C. (2013): *Evaluación de factores de riesgo con influencia en los retornos de los activos de la canasta COLCAP en Clombia, 2009-2012.* Bogotá: Universidad de la salle.

Merino, W. F. (2008): *Crisis financiera global.* Continente.

Natalia Acevedo, L. J. (2017): Relación de causalidad de variables macroeconomicas locales y globales sobre el índice COLCAP. *Espacios*, 38.

Ocampo, J. A. (2009-04): Impactos de la crisis financiera mundial sobre America Latina. *Revista CEPAL No.97*, 32.

Ortiz Sandoval, D. R. (2016): El efecto día en los retornos del índice COLCAP analizando con mapas autoorganizados. *Ciencia e Ingenieria Neogranadina*, 108.

S.Mishkin, F. (2014): *Moneda, banca y mercados financieros.* Pearson.

Torres Daza, L. X. (2016): *Conformación de un portafolio eficiente según la teoría de Markowitz a partir del análisis de las acciones más representativas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, según índice COLCAP de los últimos 3 años.* Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia.