Universidad de La Salle
Ciencia Unisalle

Economía

Facultad de Economía, Empresa y Desarrollo Sostenible - FEEDS

1-1-2014

Análisis del valor en riesgo de portafolios de exchange traded funds Latinoamericanos entre el año 2010-2013

Angie Carolina Bautista Herrera
Universidad de La Salle, Bogotá

Laura Patricia García Medina
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/economia

Citación recomendada

Bautista Herrera, A. C., & García Medina, L. P. (2014). Análisis del valor en riesgo de portafolios de exchange traded funds Latinoamericanos entre el año 2010-2013. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/economia/690

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Economía, Empresa y Desarrollo Sostenible - FEEDS at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Economía by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Programa de Economía

Análisis del valor en riesgo de portafolios de Exchange Traded Funds Latinoamericanos entre el año 2010 y 2013

Presentado por:

Angie Carolina Bautista Herrera 10082235
Laura Patricia García Medina 10082753

Bogotá D.C.
2014

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Programa de Economía

Análisis del valor en riesgo de portafolios de Exchange Traded Funds Latinoamericanos entre el año 2010 y 2013

Presentado por:

Angie Carolina Bautista Herrera 10082235
Laura Patricia García Medina 10082753

Dirigido por:
Román Leonardo Villareal Ramos

Bogotá D.C.
2014

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos a Dios por su fidelidad y amor infinito en este proyecto que hoy se vuelve realidad, a nuestra familia por su apoyo, acompañamiento, consejos y guía y a la Universidad por brindarnos las herramientas y conocimientos a lo largo de nuestra formación para llevarlo a cabo. A nuestro tutor por la confianza depositada y consejos pertinentes.

Análisis del valor en riesgo de portafolios de ETFs Latinoamericanos entre el año 2010 y 2013[1]

RESUMEN:

En este documento se calculó la máxima pérdida esperada de un conjunto de portafolios de inversión de acciones conformados por los Fondos Cotizados en bolsa (ETF) del mercado de Brasil, del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) y de Colombia. Se aplicó la metodología Varianza – Covarianza y la Simulación Monte Carlo para calcular el Valor en Riesgo (VaR) y también se calculó los rendimientos promedios de cada portafolio. La investigación comprobó la teoría postulada por Markowitz, toda vez que el portafolio más diversificado, es decir el portafolio conformado por acciones del índice de Colombia (iCOLCAP) generó un nivel de riesgo mínimo comparado con los portafolios accionarios del mercado MILA y de Brasil, ya que además de poseer títulos de renta variable, contiene un título de renta fija.

Pa**l**a**br**a**s** c**l**a**ve**: Valor en Riesgo, Fondos cotizados en bolsa, Mercado de Acciones Latinoamericano, Varianza – Covarianza, Simulación Montecarlo.

ABSTRACT:

This paper estimated the maximum expected loss of a set of stock investment portfolios formed by Exchange Traded Funds (ETFs) market of Brazil, Latin American Integrated Market (MILA) and Colombia. The Variance – Covariance and Monte Carlo Simulation were the methodologies applied to calculate the value at risk (VaR) and was calculated the average returns over each portfolio too. This research validated the theory postulated by Markowitz, since the more diversified portfolio, is the portfolio comprised by stocks in the index of Colombia (ICOLCAP), reported a minimum risk level compared with stock portfolios of MILA and Brazilian market, due of its portfolio include assets of fixed and variable income.

Keywords: Value at Risk, Funds exchange traded Latin American Market Shares, Covariance Variance, Monte Carlo Simulation.

JEL: C15, C52, G11, G15

[1] Monografía presentada como parte de los requisitos para optar por el título de Economista, Universidad de La Salle. Los autores agradecen los comentarios y correcciones realizadas por Román Villareal, asesor e investigador de la Universidad de La Salle.
Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad única de los autores.

Dirección Electrónica: acarolinabautista@gmail.com, glaura701@gmail.com.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1

1. NEGOCIACIÓN DE ETFs A NIVEL MUNDIAL 3
1.1. Generalidades de los Exchange Traded Funds 5
1.2. Actores principales de la industria de ETFs 6
1.3. Estructura operacional de los ETFs en Colombia 7
1.4. Alternativas de inversión en los ETF 8
1.5. Beneficio de inversión en los ETFs 8

2. MODELOS PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO FINANCIERO 10
2.1. Teoría de Markowitz 11
2.1.1. Frontera eficiente 13
2.2. Teoría CAPM y teoría de Sharpe 14
2.3. Modelo de tres factores de Famma y French 18

3. VALOR EN RIESGO 19
3.1. Metodologías de medición del Valor en riesgo 20
3.1.1. Método No Paramétrico: Simulación Monte Carlo 20
3.1.1.1 Cálculo del VaR por Montecarlo 21
3.1.2. Método Paramétrico: Varianza – Covarianza 22
3.1.2.1. Cálculo del VaR por Varianza-Covarianza: 22
3.2. Utilidad del cálculo del valor en riesgo 27

4. ETFs DE LATINOAMERICA 29
4.1. Inversión en el ETF de Colombia 29
4.1.1. Generalidades 29
4.1.2. Composición accionaria del Índice Colcap 31
4.1.3. Título de renta fija en el ETF de Colombia 32
4.1.4. Hechos estilizados de Colombia 33
4.2 Inversión en el ETF de MILA 37
4.2.1 Generalidades 37
4.2.2 Composición accionaria del Índice MILA 38
4.2.3 Hechos estilizados de Perú y Chile 39
4.3 Inversión en el ETF de Brasil 42
4.3.1 Generalidades 42
4.3.2 Composición accionaria del Índice de Brasil 43
4.3.3 Hechos estilizados de Brasil 44

5. RESULTADOS 45
5.1. Tipo de investigación..... 45
5.2. Metodología..... 46
5.2.1. Procedimiento para el cálculo en riesgo 48
5.3. Resultados Metodología Simulación Monte Carlo..... 49
5.4. Resultados Metodología Varianza Covarianza..... 51
5.5. Conclusiones..... 54

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 58

ANEXOS 62
Anexo Caminatas aleatorias
Anexo Distribuciones de la serie de datos ETFH40 MILA
Anexo Datos cálculo VaR Paramétrico: Metodología Varianza Covarianza
Anexo Datos ETF MSC 25/50: Matriz de varianza covarianza 2012

ÍNDICE DE GRÁFICAS Y TABLAS

LISTA DE FIGURAS

Gráfica 1. Negociación de ETFs a nivel mundial 4
Gráfica 2. Simulación Frontera Eficiente 14
Gráfica 3. Porcentaje de participación en el índice COLCAP por sectores económicos 31
Gráfica 4. Características título de renta fija Colombia 32
Gráfica 5. Porcentaje de participación en el índice MILA por sectores económicos 39
Gráfica 6. Comportamiento del índice HMILA 40 (2013-2014)..... 40
Gráfica 7. Porcentaje de participación en el índice MSC Brasil 25/50 por sectores económicos..... 43
Gráfica 8. Comportamiento del índice MSCI Brasil 25/50 (2009-2013) 40
Gráfica 9. Cálculo Monte Carlo con Crytal Ball de manera ilustrativa..... 50
Gráfica 10. Cálculo Varianza Covarianza de manera ilustrativa..... 52
Gráfica 11. Valor en riesgo según metodologías..... 54
Gráfica 12. Frontera Eficiente, luego de aplicar Solver 54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Pasos para la modelación Montecarlo 21
Tabla 2. VaR según el horizonte de tiempo..... 26
Tabla 3. Cantidad de datos y acciones por ETF 47
Tabla 4. Resultados del VaR para cada ETF: Metodología Monte Carlo 50

Tabla 5. Resultado del VaR para cada ETF: Metodología Varianza Covarianza..... 53
Tabla 6. Rendimientos esperados para cada portafolio 54

INTRODUCCIÓN

Durante un periodo de incertidumbre y pérdida de confianza en el mercado bursátil colombiano, evidenciado como resultado de la crisis económica (la crisis *subprime* de Estados Unidos y la crisis del Euro) iniciada en el 2008 y eventos como la intervención de Interbolsa S.A., la comisionista de bolsa considerada como la más grande hasta el año 2012, el sistema financiero colombiano ha sufrido una serie volatilidades en los precios de cotización del mercado accionario.

En virtud de lo anterior, los actores económicos del mercado de renta variable en Colombia han demandado productos de inversión con un perfil moderado, es decir, con una rentabilidad estable y bajas volatilidades, entre ellos: títulos de deuda pública emitidos por el Estado ó acciones de alta liquidez que incentiven la participación de los inversionistas en el mercado bursátil y se evite la posible fuga de capitales a otros sectores económicos.

Por tal razón, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar y evaluar el Valor en Riesgo (en adelante VaR[2]) de los Fondos Cotizados en Bolsa[3] ó *Exchange Trade Funds* Latinoamericanos, en adelante ETFs, a través de dos metodologías no paramétricas: Varianza – Covarianza y Simulación Monte Carlo, con el fin de encontrar la canasta de activos financieros con una menor exposición al riesgo de mercado, gracias a la diversificación propia de los ETFs, durante el periodo comprendido entre el 2010 y el 2013. Se plantea como hipótesis que el portafolio más diversificado en activos financieros contará con el menor VaR a partir de los fundamentos teóricos y conceptuales que propone en su modelo Markowitz (1952).

Este trabajo se encuentra bajo el marco de la línea de investigación de Mercados y Desarrollo Empresarial Global[4], marco dentro del cual se pretende incentivar el análisis del mercado bursátil a partir del planteamiento de problemáticas actuales susceptibles de estudio, siendo pertinente mencionar el trabajo puesto en conocimiento por los autores Eugene F. Fama, Lars Peter Hansen y Robert J. Shiller, Premios Nobel de Economía 2013, quienes establecieron las bases para entender el precio de los activos en la actualidad y quienes previamente evaluaron el VaR en portafolios de inversión ETFs mediante predicciones sobre el comportamiento de los mercados accionarios calculadas por diferentes metodologías.

---

[2] VaR: *Value at Risk*, por sus siglas en ingles.
[3] Son títulos participativos que se transan en las bolsas de valores y su valor depende del comportamiento de un índice que refleja el comportamiento del mercado.
[4] Línea de investigación de la Universidad de la Salle.

De la investigación se desprenden cinco capítulos, dentro de los cuales se expone los hallazgos encontrados al aplicar la metodología de Varianza – Covarianza y Simulación Montecarlo, para calcular la exposición máxima de perdida en ETFs que replican algunos índices del mercado de Chile, Brasil, Perú y Colombia. En el primer capítulo se realizó una reseña histórica de los ETFs y una breve descripción de su estructura operativa para su negociación a nivel mundial. En el segundo capítulo, se describen algunas teorías de portafolio y modelos para el análisis en el riesgo de inversión. Así mismo, se exponen las metodologías de Valor en Riesgo, sus generalidades, la descripción de las metodologías de medición y la utilidad de su cálculo.

Posteriormente, se profundiza en los mercados accionarios en los ETFs de Latinoamérica presentando sus características, composición accionaria de cada índice (Colcap para Colombia, el S&P 40 MILA para Latinoamérica y el MSC 20/50 para Brasil) y hechos estilizados dentro del periodo de tiempo estudiado. Finalmente, luego de aplicar la metodología de Varianza-Covarianza y simulación de Monte Carlo a través del software Crystal Ball se encuentra el portafolio con la menor exposición al riesgo, se exponen los resultados obtenidos y las conclusiones que argumentan la teoría para aprobar o rechazar la hipótesis planteada.

1. NEGOCIACION DE ETFs A NIVEL MUNDIAL

La industria de los Fondos Cotizados en bolsa o ETFs (Exchange Traded Fund, por sus siglas en inglés) inició en el año 1990 cuando fue lanzado el primer ETF en Canadá y luego en 1993 cuando se creó el índice S&P 500[5] en Estados Unidos, desde ese momento han crecido rápidamente y se ha convertido en un fenómeno presente en la mayoría de las opciones de inversión.

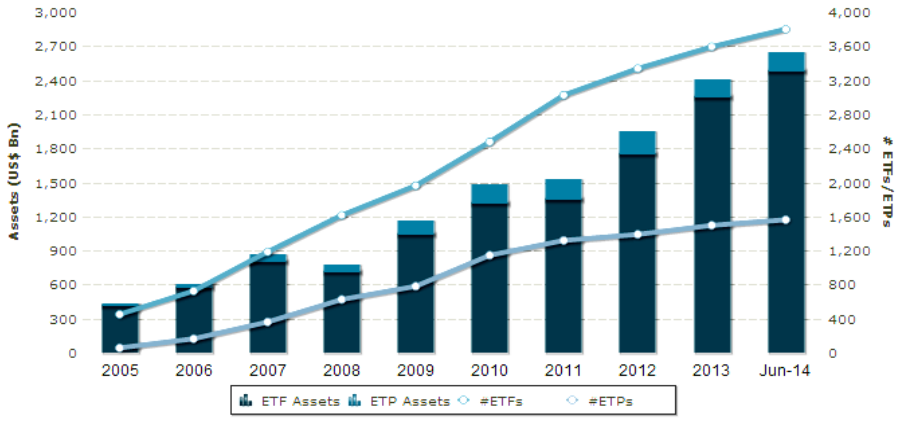
Según cifras de iShare Black Rock[6] (2013), para el año 2013 habían aproximadamente 108 productos de ETFs listados en el mercado bursátil a nivel mundial, con un total de USD 17,8 billones de dólares en activos negociados y un total de negociación aproximada de un trillón de dólares, siguiendo un crecimiento desde el año 2010 cercano al veinte por ciento (20%)

[5] Índice accionario que refleja el comportamiento de 500 empresas con mayor capitalización bursátil en los Estados Unidos.
[6] Uno de los principales Gestores en la administración de ETFs a nivel mundial.

(Fiducoldex, 2012). Tan solo para septiembre de 2013, fueron invertidos aproximadamente USD 2.5 trillones de dólares en cerca de 5.000 ETFs alrededor del mundo, representando un incremento casi del triple en los activos negociados en el mercado de valores desde la crisis financiera presentada en el 2008 (Ver Gráfica No.1c).

Fondos como el Vanguard Russell 100 ETF[7], iShares Core S&P Total U.S. Stock Market ETF[8] y Shares Dow Jones U.S. ETF[9] son ETFs que para el 2013 sufrieron un aumento del 23.17%, 22.68% y 22.83% en su rentabilidad anual, respectivamente (Best ETFs, 2014) y fueron son considerados como ETFs de mayor capitalización. También, existen ETFs con resultados positivos para este año basados en el oro, en mercados emergentes, en deuda municipal, en fondos de inversión mobiliaria, en activos de baja capitalización bursátil, en *commodities*, en el mercado accionario de China, en deuda corporativa y en el sector de empresas involucradas con la producción y distribución de recursos naturales; demostrando una característica importante de los ETFs, la *diversificación*, la cual será explicada en el transcurso de este capítulo.

Gráfica 1 Negociación de ETFs y ETP[10] a nivel mundial.



Fuente: ETFgi (2014) Global ETF and ETP growth.

[7] Fondo que representa el comportamiento del índice Russell Index 1000 que a su vez identifica las mejores empresas con mayor capitalización bursátil
[8] Fondo que reúne la participación de cinco índices del mercado accionario en Estados Unidos.
[9] Fondo que replica el índice Dow Jones e invierte en certificados de depósito.
[10] ETPs por sus siglas en ingles significa: Exchage Traded Products. ETP es un término genérico que engloba a los ETFs (Exchange Traded Funds), los ETCs (Exchange Traded Commodities o Currencies, es decir ETFs de materias primas o divisas) y los ETNs (Echange Traded Notes).

Como se ilustra, la negociación de ETFs a nivel mundial ha aumentado en dinero y en cantidad de productos, así mismo, los ETFs representan la mayor parte de los productos bajo la metodología de apuestas por el comportamiento de un producto financiero, esto se debe a que los ETFs han ofrecido a los inversionistas la posibilidad de generar utilidades a partir del comportamiento de un índice, así como la posibilidad de invertir en una canasta de activos financieros que individualmente son costosos y muy volátiles, incluso en mercados emergentes y en el mercado de *commodities*[11].

De acuerdo con Balchunas (2013), la oferta de los ETFs ha aumentado en gran proporción debido a los bajos costos ofrecidos por las empresas proveedoras, utilizando la frase: *"The Wal-Mart of the ETF World is Raking In the Assets"*, como resultado de una competencia existente en la industria de ETFs vía precios, lo que ha beneficiado a los inversionistas.

De igual forma, dentro de la industria de los ETFs, las empresas estructuradoras del producto cumplen un papel fundamental, pues son quienes se encargan de investigar y analizar la economía en todos los sectores para luego identificar aquellos que tienen potenciales ganancias en ciertos periodos de tiempo y agruparlos en activos financieros que representan el sector. Vanguard Group Inc., Black Rock´s iShares y State Street´s SPDRs conforman el grupo de las más importantes, pero no las únicas.

En Colombia los ETFs como instrumentos de negociación fueron introducidos a través de la comisionista de bolsa Interbolsa S.A. El primero fue lanzado con base en la negociación del índice COLCAP (índice accionario basado en la capitalización bursátil en Colombia). Además, recientemente se han creado varios índices de renta fija y renta variable, entre ellos, COLEQTY[12], COLIR[13], COLTES[14], COLIBR[15], COLSC[16], sobre los cuales existe la posibilidad de crear un nuevas opciones de inversión en ETFs.

[11] Es un término que se utiliza para designar una gran variedad de productos, entre ellos: agrícolas, la energía y los metales.
[12] Índice general que está compuesto por las 40 acciones con mejor función de selección de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), donde la participación de cada acción dentro del índice es determinada por el flotante (capitalización ajustada) de cada una de las especies.
[13] Índice que está compuesto por las acciones de las empresas que cuentan con el reconocimiento de emisor IR que hacen parte del COLEQTY.

1.1. Generalidades de los Exchange Traded Funds

Los Exchange Traded Funds (ETFs) o Fondos cotizados en Bolsa son títulos participativos que se transan en las bolsas de valores y su valor de cotización depende del comportamiento de un índice del mercado. Son instrumentos que ofrecen la posibilidad de adquirir en una transacción, una cesta de acciones diversificadas a través de sus participaciones (Bolsas y mercados, 2002).

En Colombia son denominados "fondos bursátiles" y están definidos en el Decreto 2555 de 2010 como: "(…) a*quellas carteras colectivas cuyo objeto consista en replicar o seguir un índice nacional o internacional, mediante la constitución de un portafolio integrado por algunos o todos los activos que hagan parte de la canasta que conforma dicho índice*".

1.2. Actores principales de la industria de ETFs

Dentro de los principales actores que interactúan en el proceso de negociación de un ETF se encuentran:

a. Gestor: Es la entidad encargada de administrar el portafolio de acuerdo a una serie de políticas previamente estipuladas, pueden ser grandes bancos o compañías que ya han administrado carteras de inversión.

b. Participante Autorizado: También llamado creador de mercado (*Market-maker*). Es quien adquiere (unidades de creación) participaciones en el ETF, solicitando la emisión y redención de unidades del mismo. Generalmente son *Brokers-dealers* que en Estados Unidos tienen la misma función de una Sociedad Comisionista de Bolsa. La labor de estos actores en el mercado de ETF controlar la oferta y demanda de participaciones, es decir que pueden arbitrar para mantener el precio de cada ETF muy cerca al valor promedio ponderado de las acciones que lo componen.

---

[14] Índice que provee una serie de referencias del mercado de deuda pública. La familia se compone por índices establecidos según la moneda en que se emiten los títulos y el plazo a vencimiento de los mismos

[15] Es un índice que refleja los rendimientos acumulados por la variación de la IBR publicada por Banco de la República.

[16] Índice compuesto por una canasta que está compuesta por las 15 acciones con menor capitalización bursátil del COLEQTY.

c. Inversionistas: Constituyen el grupo de personas naturales y jurídicas interesadas en invertir en el mercado de ETF mediante el mercado secundario.

d. Depositario: Custodia y entrega las unidades de creación ó de participación del ETF a quien corresponda (Bolsas y mercados, 2002).

1.3. Estructura operacional de los ETFs en Colombia

Siguiendo la estructura operacional determinada por el Banco de La República de Colombia en su Reporte de Mercados Financieros del primer trimestre de 2013, los actores del mercado de ETFs podrán interactuar mediante la adquisición de un ETF de: 1) Réplica sintética, la cual utiliza derivados financieros en vez de activos financieros, es decir títulos que usan un activo subyacente; o 2) la réplica física, que consiste en que el participante autorizado entrega títulos que hacen parte del ETF y el gestor los recibe total o parcialmente, entregando al participante las unidades de creación (es decir, la cantidad específica de acciones) del ETF, así una canasta de acciones es intercambiada por acciones del ETF en lugar de usar efectivo.

Los actores del mercado de ETF operan de la siguiente manera en el mercado: el gestor del portafolio crea la canasta de títulos mediante estudio y análisis del mercado, para luego lanzar las unidades de creación del ETF al mercado las cuales son adquiridas por los participantes autorizados, quienes a su vez pueden negociar estas unidades en el mercado secundario. El participante autorizado puede ejecutar la operación inversa que consiste en comprar unidades de redención[17] del ETF en el mercado secundario y ofrecerlas al depositario a cambio de una cesta de acciones individuales a valor de mercado. Una vez las unidades de creación entran al mercado secundario, se denominan participaciones, que son transadas por personas naturales y jurídicas.

De esta forma todos los actores en el mercado tienen la oportunidad de ganar una utilidad así: el gestor toma una proporción de rentabilidad de los fondos que administra, el depositario recibe una cuota de custodia, la parte autorizada recibe ingresos proveniente de la diferencia ente la cesta de

[17] Unidades de ETF que el participante autorizado entrega al gestor del ETF con el fin de que este entregue la canasta de títulos que la conforman.

activos y el ETF y el inversionista recibe la utilidad del mercado generado por las utilidades y ganancias del mismo y los dividendos en caso de que sean acciones, los cuales tienen la opción de reinvertirse.

1.4. Alternativas de inversión en los ETFs

Según la administración del fondo, se pueden clasificar en pasivos o activos. Los ETFs pasivos replican exactamente el índice de referencia por tanto los riesgos asumidos son iguales a los que tiene el índice. Los ETFs activos pretenden generar excesos de rendimientos sobre el índice de referencia, tomando una posición larga o corta, invirtiendo un porcentaje en otros activos no contenidos en el ETF ó por medio del apalancamiento. Derivado de lo anterior, existen los ETF apalancados que comprometen un rendimiento en un grado aritmético positivo al generado por en el ETF y los ETF inversamente apalancados comprometen un rendimiento en un grado aritmético negativo al generado por el ETF[18] (Banco de La República, Reporte de mercados financieros 2013).

1.5. Beneficios de inversión en los ETFs

El crecimiento de la industria de los ETFs se debe principalmente a la reunión de características de varios activos financieros, las cuales están consignadas en iShares Black Rock (2013):

a. Trasparencia: Indica que las participaciones en los ETFs son publicadas diariamente.
b. Flexibilidad: Los ETFs permiten negociar acciones con diversificación, con una liquidación y precio intradía, colocando órdenes límites y un "*stop loss*[19]", así como la posibilidad de incrementar la participación en activos diariamente y facilidad de asumir una posición larga o corta en corto tiempo.

[18] Generalmente este tipo de ETF apalancados son propuestos sobre *commodities* y parten bajo los siguientes supuestos: en cuanto exista más volatilidad, mayor será el paso del tiempo, y cuanto mayor sea el nivel de apalancamiento, el grado de distorsión será mayor.
[19] Carácter de una orden generada para poder realizar una operación de compra o venta en el mercado, principalmente en acciones que indica el precio mínimo al cual se debe ejecutar una operación, aceptando cierto grado de perdida.

c. Rentabilidad: A nivel global la proporción media de gastos en un ETFs es del 0,31% sobre el total de los ingresos generado (para el 2013).
d. Diversificación: Los ETFs ofrece la oportunidad de invertir en varios activos a la vez con el mismo monto de dinero.
e. Valor Agregado Neto (NAV, *Net Added Value*): Es el valor que publican todos los portafolios de ETFs sobre el valor en tiempo real del portafolio subyacente, es decir del portafolio en el cual está basado la creación del ETF.
f. Liquidez: Sus factores generadores de liquidez son el volumen de negociación propio del ETF (en el proceso de creación y vencimiento de las participaciones vigentes) y la liquidez generada por los componentes subyacentes y los movimientos del mercado.

Por lo anterior expuesto, el presente trabajo aborda los ETFs como vehículos de inversión que ofrecen beneficios a los inversionistas por el bajo costo de transacción, los privilegios en reducción y exención de impuestos, la posibilidad de negociar intradía[20] *(in and out position)* y el acceso a activos subyacentes; beneficios que no se presentan en la inversión individual sobre activos de renta fija, acciones ó derivados.

Así mismo, se observa que los ETFs ofrecen la posibilidad de asumir un riesgo diversificado mediante sus estrategias de inversión como lo son la cobertura, el arbitraje y la especulación. Los ETFs podrían ser una alternativa de inversión diversificada ante la demanda de inversionistas colombianos, quienes están acostumbrados a concentrar el capital sobre instrumentos de deuda pública y privada, sujetos a noticias y eventos extranjeros que afectan la dinámica interna y no toman inversiones heterodoxas.

2. MODELOS PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO FINANCIERO

[20] Abrir y cerrar posiciones en un solo día, es decir realizar operaciones de compra y de venta simultáneamente.

A continuación se expone el marco teórico para la gestión de carteras que desarrollará el presente documento: La teoría moderna del portafolio desarrollada por Harry Markowitz[21] y el modelo de valoración de activos financieros CAPM (por sus siglas en inglés *Capital asset pricing model*). Asimismo, se abordará brevemente el Valor en Riesgo de los tres ETFs latinoamericanos a partir de la metodología de Varianza – covarianza y Simulación Monte Carlo.

2.1. Teoría de Markowitz:

La Teoría moderna del portafolio se inició con el ensayo "*Portfolio selection*" presentado por Harry Markowitz en 1952 donde planteó cambios al dogma imperante, el cual afirmaba que el papel principal del inversionista era maximizar los retornos esperados y calcular el grado esperado de rendimientos de un conjunto de activos para invertir todo su dinero en aquel que proporcionara la mayor rentabilidad esperada.

Markowitz también propone que el inversionista debe gestionar el portafolio de inversión estudiando las características de riesgo y retorno global, en vez de escoger valores individuales en virtud del retorno esperado de cada valor en particular. Para tal fin, utiliza varias medidas estadísticas para desarrollar la gestión de una cartera de inversión, donde se incluyen las rentabilidades esperadas, las desviaciones típicas de las rentabilidades tanto para los títulos como para las carteras y la correlación entre las rentabilidades. De esta forma comprueba que la diversificación estadística es un factor relevante para generar rentabilidades en un portafolio de inversión.

Supuestos de la teoría de Markowitz (1952):

i) El inversionista típico es racional y actúa con aversión al riesgo.
ii) La función de consumo del inversionista es una función que aumenta naturalmente.
iii) Un inversionista teniendo en cuenta todas las carteras imaginables disponibles, puede elegir una tasa de retorno o rentabilidad esperada (denominada E) donde pueden aumentar

[21] Premio nobel de Economía en 1990 por su trabajo pionero en la teoría de la economía financiera. El premio fue concebido junto a Merton Miller y William Sharpe.

mediante el aumento o reducción de la varianza de la cartera (o riesgo, V), que de presentarse esta última se traduciría en perdida de los retornos esperados.

iv) La selección de inversiones se refiere estrictamente para un período.

v) Las preferencias entre riesgo y rendimiento del inversionista puede ser expresadas matemática o gráficamente en un espacio definido por la varianza o desviación estándar y la expectativa de rendimiento.

vi) En el mercado existen n activos permanentes divisibles y líquidos con los cuales es posible formar un portafolio.

vii) Para cada uno de estos activos es posible calcular la esperanza matemática del rendimiento, varianza y covarianzas.

viii) Los activos son perfectamente divisibles, es decir están disponibles en el mercado en fracciones.

ix) No se tienen en cuenta los costos de transacción y tampoco se consideran los impuestos ni comisiones.

x) El mercado imperante, donde se intercambian los activos, es de competencia perfecta y no se tienen en cuenta las asimetrías de información o poder de mercado.

Con lo anterior, Markowitz define que un portafolio eficiente es aquel que proporciona la máxima rentabilidad posible para un retorno dado ó el menor riesgo posible para un nivel determinado de rentabilidad, explicado a través del siguiente modelo (Markowitz, 1952 P. 80-83):

$$Max\ E_p = \sum_{i=1}^{n} x_i E_i \quad y\ \ Min\ \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} x_i x_j \sigma_{ij} \tag{1}$$

Sujeto a:

$$V^* = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} x_i x_j \sigma_{ij} \quad , \quad E^* = E_p = \sum_{i=1}^{n} x_i E_i \tag{1.1}$$

Considerando las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \, x_i = 1$$

$$x_i \geq 1 \quad (i = 1,2, \dots, n) \tag{1.2}$$

Donde: $V\ (\sigma_p^2)$ es la varianza del portafolio, E_p es la rentabilidad esperada, x_i es la proporción del presupuesto del destinado al activo i, σ_{ij} es la covarianza entre los rendimientos de los activos i y j, V^* son los parámetros a estimar y E^* la mejor cartera para las dos variables.

2.1.1. Frontera Eficiente:

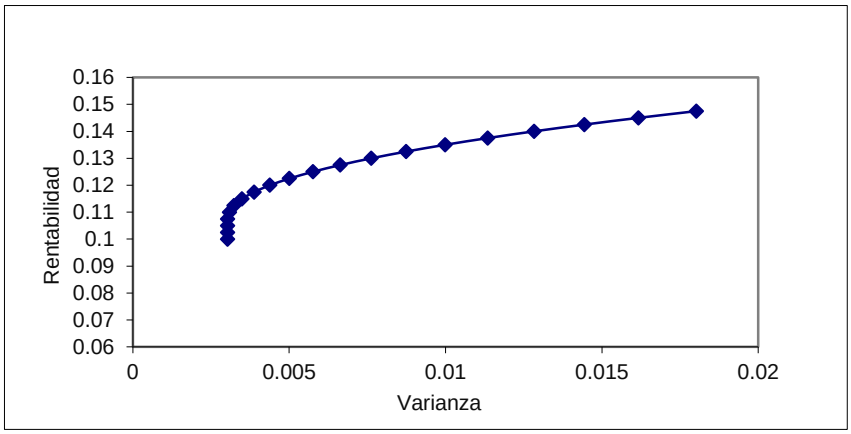
Un aspecto importante dentro de la teoría de Markowitz (1952) es l*a frontera eficiente*, que representa gráficamente un conjunto factible de portafolios eficientes con la mejor relación alcanzable entre riesgo (medido por la desviación típica) y rentabilidad. Para Markowitz (1952), un inversionista es racional y averso al riesgo si elige un portafolio de inversión ubicado en la frontera eficiente.

De manera ilustrativa, si se tuvieran dos activos financieros dentro de una canasta de portafolios, se determinaría el riesgo y la rentabilidad con las siguientes formulas, respectivamente:

$$Riesgo = \{w^2 VaR_1^2 + (1 - W)^2 VaR_2^2 + 2w\ (1 - w) VaR_1 VaR_2 * Correlación\}$$

$$R_P = w\ R_1 + (1 - w) R_2 \tag{2}$$

Gráfica 2. Simulación Frontera eficiente.



Fuente: Elaboración propia.

El inversionista seleccionará el portafolio de inversión de acuerdo a su aversión al riesgo, siendo el conjunto "C" un portafolio con alto riesgo y el conjunto "B" un portafolio con un nivel de riesgo medio. El punto "A" representa un portafolio que tiene un nivel de riesgo mayor al conjunto "B" y así mismo una menor rentabilidad, y aunque hace parte de la frontera eficiente, siempre es preferible el conjunto factible que se encuentre en el nivel más superior del cuadrante II, con un menor nivel de riesgo.

2.2. Teoría CAPM y teoría de Sharpe:

El modelo de valoración de activos financieros CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) se fundamenta a partir del trabajo previo de Markowitz sobre la diversificación de carteras o portafolios y fue desarrollada por Treynor (1962), Sharpe (1964), Lintner (1965) y Mossin (1966), siendo este último quien clarificó el trabajo de Sharpe y aportó mayor rigurosidad matemática a las condiciones de equilibrio del mercado. Este modelo determina la relación existente entre el precio de un activo y el riesgo asumido por dicho activo, donde se establece que la tasa de retorno de equilibrio de todos los activos riesgosos es una función de su covarianza con el portafolio de mercado. De igual forma, indica que la rentabilidad total (TRS) y esperada [E(Ke)] de las acciones por parte del inversionista están directamente relacionadas con el nivel de riesgo de los activos.

Lintner (1964), aportó al modelo la consideración que la rentabilidad esperada de un activo depende de forma lineal y positiva de su riesgo sistemático o no diversificable, a través de la

medición de su beta. Pues al hacer el análisis de la relación existente entre la rentabilidad y el riesgo con una metodología de corte transversal, añade una variable para representar el riesgo diversificable, la cual consiste en la varianza de los residuos obtenida en la regresión del modelo del mercado.

William Sharpe[22] (1964) presentó el Modelo de Sharpe, donde identifica la relación existente entre los datos macroeconómicos y las cotizaciones de activos financieros, es decir lo que hoy se llamaría una relación entre el análisis fundamental y el análisis técnico. Además, detecta que ciertos activos tienen una reacción mayor a los datos macroeconómicos que otros y empezó a determinar la sensibilidad de dichos activos frente a datos históricos. De esta forma observó la necesidad de crear un índice que facilitara el cálculo de la sensibilidad de cada activo respecto a los datos macroeconómicos del mercado. Así, afirmando que la rentabilidad de un activo se puede descomponer como la suma de un término fijo y no explicado por el mercado y un segundo término que viene determinado por la sensibilidad que tiene el activo al índice del mercado. El autor define el índice de Sharpe de la siguiente manera:

$$r_{it} = \alpha + \beta * r_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

donde r_{it} es la rentabilidad del activo i, α_i parte de la rentabilidad del activo i que es independiente del mercado, β sensibilidad de la rentabilidad del activo i a la rentabilidad del mercado, r_{mt} rentabilidad del mercado y ε_{it} término aleatorio que representa la rentabilidad debida a otros factores no tenidos en cuenta en el modelo.

Por su parte Mossin (1966), resuelve el problema de la falta de precisión en las condiciones de equilibrio. En términos matemáticos, el modelo CAPM dice que el retorno esperado que se exige a cualquier activo riesgoso, viene dado por (Sharpe, 1964; Lintner, 1965; Mossin, 1966):

$$E(R_i) = R_f + \beta_i E(R_m - R_f) \quad (4)$$

[22] Premio nobel de Economía en 1990 por su trabajo pionero en la teoría de la economía financiera. El premio fue concebido junto a Merton Miller y Harry Markowitz.

donde R_i es el retorno del activo i, R_f es la tasa libre de riesgo, R_m es el retorno del portafolio de mercado, y $\beta_i = \frac{Cov\,(R_i,R_m)}{Var\,(R_m)}$ es el beta del activo. (Cov y Var denotan covarianza y varianza, respectivamente).

El término $(E(R_m) - R_f)$ se denomina premio por riesgo de mercado. Ello, porque representa el retorno, por sobre la tasa libre de riesgo, que demandan los inversionistas para mantener el portafolio de mercado. Es así como el modelo CAPM hace parte de las teorías de portafolios de inversión que buscan maximizar las ganancias de una cartera de activos financieros.

Los planteamientos y supuestos principales de dicho modelo son los siguientes (Sharpe, 1964) (Jensen, 1972):

a. Los inversionistas buscan maximizar la utilidad esperada en un solo periodo, eligiendo entre portafolios alternativos de acuerdo al rendimiento esperado y su desviación estándar.
b. Los inversionistas cuentan con sumas ilimitadas de préstamo a una tasa libre de riesgo dada, sin restricciones en el corto plazo de las ventas de cualquier activo.
c. Los inversionistas tienen expectativas homogéneas, es decir tienen estimaciones idénticas de los valores esperados, varianzas y covarianzas de los rendimientos.
d. Los activos son perfectamente divisibles y líquidos y sus cantidades son fijas y están dadas.
e. La rentabilidad del activo i depende de tres factores: α_i que representa la rentabilidad mínima que ofrece el activo y es explicada por la actividad de la empresa donde se tiene en cuenta la gestión, nivel de endeudamiento entre otros, $\beta_i * r_m$ que representa la rentabilidad del activo explicada en el mercado y ε_i que agrupa las variables que no se tienen en cuenta por posibles ineficiencias del modelo.
f. ε_i es una variable aleatoria con media cero y varianza constante.

$$E(\varepsilon_i) = 0$$
$$Var\,(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2 \quad (5)$$

g. La variable ε_i es independiente de la rentabilidad del mercado.

h. La covarianza entre los términos ε_i correspondiente a dos activos es igual a cero, $Cov\left(\varepsilon_i, \varepsilon_j\right) = 0$.

i. Basándose en dos hipótesis del modelo de Markowitz, supone que se invierte todo el presupuesto disponible para la creación de la cartera y no es posible invertir una cantidad negativa en un activo.

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

$$w_i > 0$$

El modelo de Sharpe se presenta como una solución al inconveniente que no tuvo en cuenta Markowitz en su modelo para la época que se mostró, el cual consistía en el aumento de parámetros a medida que crecía el número de activos de la cartera, pues al utilizar n cantidad de activos en el cálculo de un portafolio eficiente, se dificultaba la generación de resultados.

2.2. Modelo de tres factores de Famma y French:

Fama y French (1993) señalaron que además del retorno del mercado, también se debe tomar en cuenta el valor de mercado del patrimonio[23] de una firma y la razón valor en libros / valor en mercado del patrimonio, también llamado B*ook to Market (B/M)*[24].

Posteriormente, mediante un estudio realizado a los retornos mensuales de 25 portafolios de acciones de varios mercados a nivel global, crearon la variable *Small Minus Big (SMB)* y la variable *High Minus Low (HML)* que representan la diferencia entre los retornos de compañías pequeñas y grandes (R_t^{SMB}) y la diferencia entre el retorno de firmas con alta y baja razón *B/M* (R_t^{HML}).

Fue así como se incluyó en el modelo CAPM dichas variables, creado el modelo de tres factores, como se ilustra a continuación:

[23] El valor de patrimonio corresponde al número de acciones en circulación por el precio de la acción.
24 Famma y Frenck (1993) argumenta que el riesgo que captura la variable book to market puede deberse también a las fluctuaciones del mercado respecto al futuro y prospectos de una compañía.

$$\left(R_{it} - R_{ft}\right) = \beta_1 + \beta_2\left(R_{mt} - R_{ft}\right) + \beta_3 R_t^{SMB} + \beta_4 R_t^{HML} + \varepsilon_t \quad (6)$$

3. VALOR EN RIESGO

El VaR es una medida de riesgo formalizada en 1994 por J.P. Morgan que permite calcular el riesgo de mercado de un porfolio de inversión, es decir, la perdida máxima probable en una opción de inversión. En detalle,

> *"(...) es la perdida máxima probable de una cartera para un nivel de confianza determinado en un horizonte temporal especificado. La expresión cantidad máxima probable supone: movimientos normales de mercado (...) No calcula la pérdida máxima de la cartera en términos absolutos. Estamos, pues ante una medida que nos cuantificará la perdida potencial de la cartera, pero asociada a un nivel de confianza estadísticamente definido y dentro de un horizonte temporal definido" (Knob, Vidal y Ordova, pág. 91, 2004) (Subrayado fuera de texto)*

Lo anterior, no resulta ser una medida cien por ciento (100%) efectiva, es decir que las variables que integran el cálculo del VaR son cambiantes por naturaleza y depende de varios factores económicos.

3.1. Metodologías de medición del Valor en Riesgo

De acuerdo con el origen de los datos existen dos formas de calcular el Valor en Riesgo de un portafolio de inversión:

a. VAR paramétrico: Implica suponer una distribución del modelo que sigue un comportamiento del valor del portafolio. Se obtiene a partir del uso de una distribución estadística del vector de rendimientos. Dentro de los métodos paramétricos tenemos la metodología de Varianza – Covarianza.

b. VAR no paramétrico: Se obtiene a partir del análisis estadístico de datos históricos. Dentro de los métodos no paramétricos se encuentran la simulación de Montecarlo, la simulación histórica y el *Bootstrapping*.

3.1.1. **Método No Paramétrico: Simulación Monte Carlo[25]:**

Es un método estadístico numérico propuesto por Phelim Boyle en 1977 para resolver el problema de la valoración de opciones, simulando el proceso de generar los retornos sobre el activo subyacente e invocando el supuesto de neutralidad del riesgo para obtener el valor de la opción (Boyle, 1977).

De acuerdo con Jorion (2001), el método Monte Carlo es el enfoque más aproximado a la valoración del riesgo, debido a que puede calcular un amplio rango de valores en riesgo, incluyendo precios en riesgos, volatilidades y exposiciones al riesgo. Además, la simulación puede extenderse a un amplio rango de horizonte de tiempo, lo cual es importante para medir el riesgo de crédito, e incluir la interacción entre los activos y los pasivos de una compañía.

3.1.1.1. Cálculo del VaR por Montecarlo

Según la metodología propuesta por Knop, Ordovas y Vidal (2004), para el cálculo del VaR por Montecarlo es necesario simular posibles estados de la economía (factores de riesgo) en distintos momentos del tiempo. Las variables que afectan directamente al valor de la cartera se denominan factores de riesgo. Un escenario es un cambio simulado del conjunto de factores de riesgo en un momento del tiempo. Dicho escenario se define mediante un valor, que aplicado de manera multiplicativa o aditiva a un *escenario base* habitualmente los precios de cierre del día- resulta en factores de riesgo simulados.

[25] El nombre Monte Carlo se derivó del nombre de un casino famoso establecido en 1862 en el sur de Francia (actualmente, en Mónaco)

Una vez obtenidos los escenarios simulados, estos deben convertirse a valores de la cartera con un proceso de evaluación para generar vectores de pérdidas y ganancias sobre los cuales tomar medidas estadísticas, tales como el VaR. Los pasos se resumen a continuación:

Tabla 1. Pasos para la simulación Montecarlo

Parametrización	Elección de los horizontes temporales: según cartera analizar, 1 día, 1 semana, 1 mes, etc. Nivel de confianza estadístico. El percentil correspondiente será: (100% - nivel de confianza). Ventana temporal histórica: longitud de cada serie temporal de precios para el ajuste de los parámetros. Un mínimo de 200 será aceptable y unos 500-520 podrían ser lo idóneo.
Identificación de series/factores relevantes Calculo de escenarios simulados	Se seleccionan las series históricas de aquellos factores de riesgo que afectan a la cartera (tipos de cambio, tipos de interés, precios, volatilidades…) Se calculan posibles cambios simulados de los precios de los factores de precio partiendo de modelos de evolución seleccionados para ellos y los parámetros ajustados.
Imputación de tasas históricas a valor actual	Se aplican las variaciones de cada serie obtenidas al precio actual del factor de riesgo, generando un conjunto de posibles escenarios de precios proyectados. Por ejemplo, para 100 escenarios aplicados al último precio (actual) del instrumento, se generan 100 escenarios $s_k = P_h x\ Esc\ (i, j, k)$ En donde: P_h es el precio actual y s_k es el escenario simulado k-ésimo del precio.
Transformación a valor de cartera	Se calculan los posibles valores V_i de la cartera según el modelo correspondiente, dados los escenarios aplicados de las variables relevantes aplicadas a las posiciones nominales (N) reales y actuales de las carteras. Por ejemplo, con 100 escenarios se generan 100 posibles valores de la cartera: $V_i = f(s_i, N)$
Generación de P/G simuladas	Dados los valores simulados de la cartera, se halla la diferencia del valor de cada uno de ellos y el real de la misma a precios de mercado (VM), obteniendo así una serie de pérdidas y ganancias simuladas (P/L).
Calculo del percentil correspondiente	Finalmente, se calcula el correspondiente percentil asociado al nivel de confianza escogido. Por ejemplo: con series de 100 resultados (P/G) y un nivel de confianza del 95%, se tomaría aproximadamente el quinto peor dado (percentil 5%) como dato de VaR de dicha cartera.

Fuente: Knop, Ordovas y Vidal (2004), Medición de riesgos de mercado y crédito

3.1.2. Método Paramétrico: Varianza – Covarianza

Esta metodología de cálculo de VaR hace uso de la matriz varianza y covarianza para cada portafolio de inversión, considerando los rendimientos esperados, las desviaciones estándar de los mismos, y las correlaciones entre cada activo financiero que conforma el portafolio.

3.1.2.1. Cálculo del VaR por Varianza-Covarianza

De acuerdo con Jorion (2000), los siguientes son los pasos para el cálculo del VaR por Varianza Covarianza:

a. Establecer el valor de inversión.
b. Medir la variación de los factores de riesgo: Primero se deben estandarizar los datos en cada periodo de tiempo y luego proceder con el cálculo de los rendimientos diarios continuos (*Ri*) para cada activo financiero. Dicho cálculo se obtiene mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento diario de un activo} = \ln(\text{Valor}_{t-1}/\text{Valor}_t) \tag{7}$$

Seguidamente, se calcula la varianza del portafolio que corresponde a la dispersión de la media de los rendimientos en un periodo de tiempo para cada activo financiero de cada portafolio de inversión, aplicando la siguiente formula:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{N} w_i^2 \ \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{N} \sum_{i=1, j\neq 1}^{N} w_i^2 \rho_{ij} \ w_i \, w_j \, \sigma_i \sigma_i$$
$$= \sum_{i=1}^{N} w_i^2 \ \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{N} \sum_{j \lll 1}^{N} \rho_{ij} \ w_i \, w_j \, \sigma_i \sigma_i \tag{8}$$

donde, σ^2 es la varianza total del portafolio, w_i corresponde a la participación del activo financiero dentro del portafolio *i*, σ_i corresponde a la varianza de cada activo financiero y ρ_{ij} representa la correlación entre el activo *i* y el activo *j*.

Luego, la covarianza[26] que muestra la relación lineal entre variables aleatorias. Un valor positivo indica que los rendimientos tienen a moverse en la misma dirección y un valor

[26] La Covarianza también es una medida de la relación entre dos rangos de datos y se calcula como el promedio del producto de desviaciones de puntos de datos de las medias respectivas.

negativo indica que el movimiento se realiza en dirección opuesta. La covarianza de un portafolio (σ_{ij}) está dada por:

$$\sigma_{ij} = (\sigma^2{}_1 * \sigma^2{}_2 * \dots * \sigma^2{}_n * \rho_{ij}) \tag{9}$$

Donde ρ_{ij} corresponde a la correlación entre los activos financieros, sin embargo en este documento requiere un cálculo matricial debido a la cantidad de datos, razón por la cual se procede de la siguiente manera:

Se calcula la matriz varianza covarianza suponiendo que se tiene *N* cantidad de activos financieros denominados $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ en cada portafolio, cada activo con media y varianza dadas por $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_n$, respectivamente, dando como resultado la siguiente matriz:

$$S = \begin{matrix} \sigma_{11}^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22}^2 & \sigma_{22} \\ \sigma_{13} & \sigma_{23} & \sigma_{33}^2 \end{matrix}$$

En donde $\sigma_{ij} = Cov\left(X_i, X_j\right)$ corresponde a la covarianza entre dos activos financieros. Además, se supone una participación de cada activo financiero igual a $w_1, w_2, w_3, \dots, w_N$. Luego, se calcula el rendimiento esperado del portafolio mediante la siguiente formula:

$$E\left(R_{portafolio}\right) = (w_1 \ w_2 \ w_3 \dots \ w_N) \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \\ \mu_N \end{bmatrix} = (w_1\mu_1 + \ w_2\mu_2 + w_3\mu_3 + \cdots + w_N\mu_N) \tag{10}$$

Sin embargo, para el cálculo del valor en riesgo para cada portafolio, también se requiere la varianza del rendimiento del portafolio, la cual se determina así:

$$VaR\left(R_{portafolio}\right) = (w_1 \ w_2 \ w_3 \dots \ w_N) \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22}^2 & \sigma_{22} \\ \sigma_{13} & \sigma_{23} & \sigma_{33}^2 \end{bmatrix} * (w_1 \ w_2 \ w_3 \dots \ w_N)^T \tag{11}$$

c. Establecer el horizonte de tiempo y el nivel de confianza $(1 - \alpha)$:

Según Benninga (2000), el nivel de confianza depende del uso o la finalidad que tenga el VaR calculado. Desde el punto de vista de una entidad, normalmente el nivel de confianza es alto: 99%. Por otro lado, si lo que se desea es emplear el VaR para control interno del manejo del riesgo y su exposición a este, típicamente se emplea un nivel de confianza del 95% En general, los niveles de confianza empleados en la práctica corresponden a 95%, 99% y 99,9%.

Por su parte Jorion (2000) afirma que el Comité de Basilea usa un nivel de confianza del 99% sobre un horizonte de 10 días hábiles, además que le resultado del VaR es multiplicado por un factor de seguridad de 3, lo cual cumple con el requerimiento de un capital mínimo para propósitos regulatorios.

Adicionalmente, con base en lo mencionado por León y Mora (2011), *"(...) se define el período de crisis entre el 18 de julio de 2007 y el 1º de junio de 2010…la razón de haber tomado el 18 de julio de 2007 como comienzo de la crisis financiera, se debe a que en ese día Bear Stearns*[27] *anunció cuantiosas pérdidas en sus dos fondos de cobertura",* dicho periodo fue tomado en cuenta dentro del análisis del valor en riesgo para los portafolios de inversión en ETFs Latinoamericanos durante el 2011 y el 2013, el cual se configura como un periodo "post crisis", que fue afectado por las externalidades de un mercado bastante volátil desde el año 2007.

d. Reportar el monto asociado a la máxima perdida esperada:

Mediante el procesamiento de la información anterior, con las participaciones de cada activo financiero en cada portafolio, se procede a calcular el VaR para el portafolio considerando un nivel de confianza $(1-\alpha)$ [28] establecido según la cantidad de datos, a partir del cual se toma el ajuste de la volatilidad Z_α, con la siguiente fórmula:

[27] Fue el principal banco de global y broker de valores ubicado en New York. Fue vendido al banco JPMorgan Chase en 2008 durante la crisis financiera global.
[28] Siguiendo la notación de McNeil et al (2004), en este documento el símboloa representa un nivel de confianza, por ejemplo 0.99. Esta notación es diferente a la usada en estadística, donde a generalmente esta asociado a valores bajos de probabilidad.

$$VaR_{1-\alpha} = I * Z_{\alpha} * \sqrt{Var\left(R_{portafolio}\right)} * \sqrt{\Delta t}$$

(12)

donde, $VaR_{1-\alpha}$ es el valor del portafolio, I corresponde al valor de la inversión, Z_{α} valor de ajuste a la volatilidad del portafolio dado un nivel de confianza, $Var\left(R_{portafolio}\right)$ representa la varianza de los rendimientos del portafolio ponderado con las participaciones y $\sqrt{\Delta t}$ indica la raíz del tiempo. A continuación, Andrew (2000) proporciona un resumen de las correcciones que se deben realizar dependiendo del horizonte de análisis para una base de retornos diaria:

Tabla 2. VaR según el horizonte de tiempo

Estadístico	**1 día**	**1 Semana**	**1 Mes**	**1 Año**
Retorno	μ_d	$5 * \mu_d$	$20 * \mu_d$	$240 * \mu_d$
Varianza	σ_d^2	$5 * \sigma_d^2$	$5 * \sigma_d^2$	$5 * \sigma_d^2$
Desviación	σ_d	$\sigma_d * \sqrt{5}$	$\sigma_d * 10$	$\sigma_d * 240$
VaR (α = Z)	$-\alpha * \sigma_d * W$	$-\alpha * \sigma_d * \sqrt{5} * W$	$-\alpha * \sigma_d * \sqrt{20} * W$	$-\alpha * \sigma_d * \sqrt{240} * W$

Fuente: Andrew (2000), Métodos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión

Luego se calcula el rendimiento esperado *(Re)* del portafolio de inversión en donde, toma la participación *(W)* de cada activo financiero dentro del portafolio. En este caso, la participación de cada activo se determina por la composición de cada ETF. Así, el rendimiento de cada activo se multiplica por la participación y la sumatoria da como resultado el rendimiento esperado de cada portafolio. Para lo anterior se aplica la siguiente fórmula:

$$R_e = (W_1 \dots W_n) * Matriz\ Inversa\ (R_1 \dots R_n)$$

(13)

3.2. Utilidad del cálculo del valor en riesgo

Una de las cuestiones más discutidas en nuestros tiempos en relación con el mercado financiero, ha sido la necesidad entender las volatilidades de los precios en un periodo de incertidumbre y pérdida de confianza, con el fin de maximizar las utilidades o generar un monto mínimo de

pérdida. Se ha visto en las últimas crisis financieras que los organismos de control se han preocupado por entender el origen de las crisis y generar mecanismos para amortiguar los efectos.

Como se ha visto, el valor en riesgo se ha desarrollado en el ámbito de regulación del sector financiero como un principio de precaución y según Bernstein (1996) el valor en riesgo ha surgido dentro del marco de un proceso evolutivo como método para resolver las dificultades que rodean la toma de decisiones en diferentes escenarios. Si bien, la valoración del riesgo cumple con el objetivo de disminuir la probabilidad de perdida, Wynne (1992) argumenta que en situaciones de riesgo se desconocen la totalidad de probabilidades que surgen en el estudio de un proceso de toma de decisiones, lo cual conlleva a un contexto de incertidumbre.

Berstein (1996), en el libro *Against the God*, afirmó que la incertidumbre está presente en los procesos de toma de decisiones, porque a partir de ella se pueden construir posible escenarios de resultados y describir condiciones futuras, y así prever eventos de acuerdo a las expectativas de un mercado. Por lo tanto, aunque la incertidumbre en la toma de decisiones se presenta como una variable constante, es también una variable que alimenta los procesos de mejora en la evaluación del riesgo.

Metodologías como el valor en riesgo como la simulación histórica, reflejan el comportamiento de un mercado eficiente, el cual según Fama (1979) mediante la hipótesis de los mercados eficientes (HME) parte de la racionalidad de un inversionista que se basa en el axioma de que los precios reflejan la mejor información de todos los factores que afectan el mercado. Con esto, un mercado eficiente puede ser útil para generar varios escenarios de posibles expectativas de comportamiento en el futuro.

No obstante, Robert Shiller afirmó que la HME no es consistente, ya que "*el hecho de que los precios sean impredecibles, no implica que haya que asumir que los que da el mercado son siempre correctos*". Dicho planteamiento generó flexibilidad en el mercado lo cual dio paso a la creación de instrumentos financieros como los derivados, entre otros. Pero con el pasar del tiempo, dichos instrumentos fueron los responsables en gran medida de la crisis generada en el año 2008, razón por la cual surge de nuevo la necesidad de regular el mercado y generar mecanismos para regular el desempeño del mercado financiero.

Con estas contribuciones se hace evidente la utilidad de realizar mediciones de riesgo a diversos escenarios con el fin de mitigar resultados inesperados o que generen grandes pérdidas sobre los portafolios de inversión y mejorar los resultados en pro de la aproximación a mercados eficientes.

4. ETFs DE LATINOAMERICA

4.1. Inversión en el ETF de Colombia

4.1.1. Generalidades:

En el mercado de renta variable en Colombia, existe el índice COLCAP que refleja el comportamiento de 20 acciones con mayor capitalización bursátil en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC). La participación de cada acción en el índice está determinada por el valor de la capitalización bursátil ajustada (flotante de la compañía) multiplicado por el último precio registrado en el mercado, siendo esta participación igual o menor al 20% del total[29]

Para elegir las acciones que conformaran el índice, se calcula la función de selección que corresponde a la sumatoria de los siguientes componentes: a) Frecuencia: número de ruedas en las cuales se negoció la acción[30]; b) Rotación: evalúa el número de acciones de la especie que se negociaron en 180 días, en relación con el número total de acciones en circulación; c) Volumen: calcula el monto total negociación de una acción durante los últimos 360 días)[31]. Los activos con mayor valor derivado de la función de selección son los elegidos para la composición de índice.

Para mantener la trazabilidad del índice se realiza el rebalanceo, es decir el recalculo de la función de selección cada tres meses (Enero, Abril, Junio y Octubre) para las acciones con mayor capitalización bursátil. De igual forma se realiza la recomposición del índice en el mes de octubre de cada año, con el fin de definir las especies que formaran anualmente la canasta del mismo.

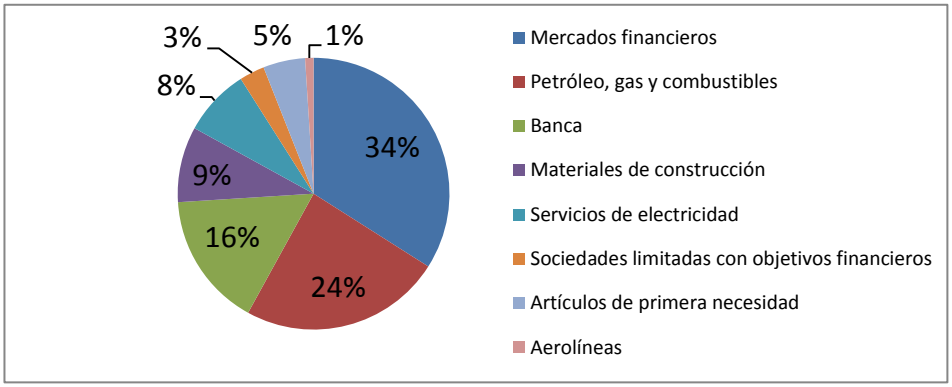
[29] En el caso de que una acción supere más del 20% de participación de las 20 acciones con mayor capitalización bursátil, el excedente se reparte por prorrateo entre las acciones que tienen una participación menor al 20%.
[30] En dicho criterio no se tiene en cuenta si la operación marco precio o no.
[31] Los cálculos de frecuencia, rotación y volumen se realizan sobre negociaciones en el mercado secundario y excluye operaciones especiales (Ofertas públicas de adquisición o democratizaciones)

Así mismo se calcula el valor del índice que representa el promedio ponderado de las acciones que confirman el COLCAP. Dicho valor se calcula por la sumatoria del precio de cada acción que conforma la canasta del índice por el peso que tiene dentro de la misma ajustado por un factor de enlace[32.] De este modo los resultados que sean mayores, serán susceptibles de selección para conformar el índice del COLCAP.

4.1.2. Composición accionaria del Índice Colcap:

El índice Colcap presenta una composición por sectores económicos definida por la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) en los boletines trimestrales informativos para los comisionistas, y se describe a continuación:

Gráfica 3. Porcentaje de participación en el índice COLCAP por sectores económicos



Fuente: Elaboración propia con base en el Fondo Bursátil iShares COLCAP Black Rock (2013)

Donde los sectores que presentan mayor participación son Mercados financieros con el 34%, Petróleo, gas y combustibles con el 24% y la banca con el 16% y los de menor participación son aerolíneas (1%), artículos de primera necesidad (5%) y sociedades limitadas (3%). El activo más destacado dentro del periodo de investigación es ECOPETROL, el cual hace parte de Petróleo, gas y combustibles, donde en promedio presenta una participación del 20% dentro del índice. Asimismo, le siguen en importancia PFGRUPSURA con 11,92%, PFBCOLOMBIA con 10,62%,

[32] El factor de enlace es el número que permite dar continuidad al valor del índice después de aplicar los procesos de recomposición, rebalanceo ó efectos de eventos corporativos. (Tomado del documento de Metodología de cálculo del índice COLCAP, 2013).

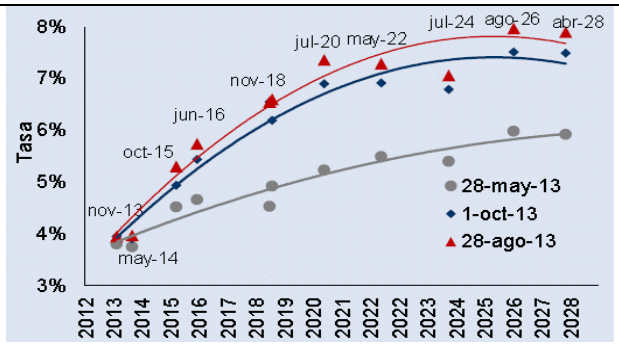
pertenecientes al sector mercado financiero y GRUPOARGOS con 10,06% y NUTRESA con 6,56% que componen el sector de materiales de construcción y artículos de primera necesidad respectivamente, para el último trimestre del 2013.

Respecto a su composición trimestral, se destacan hechos relevantes como: la suspensión de la acción de FABRICATO para el primer trimestre del 2013 donde continúa en el índice pero con una participación del 0,398% en el puesto de 21; el reemplazo de la acción de PFHELMBANK por BOGOTA debido a la adquisición de Corpbanca Colombia S.A. del 100% de las acciones de este especie para el III trimestre de 2013 y la adición de PFCARPAK en reemplazo de la acción de TABLEMAC para el IV trimestre de 2012.

4.1.3. Título de renta fija en el ETF de Colombia:

A continuación se muestran algunas características del título de renta fija que conformó la canasta de activos del ETF de Colombia desde el año 2009:

Gráfica 4. Características título de renta fija Colombia

Características	Curva de rendimientos
Emisor: Gobierno Nacional de Colombia. **Fecha de emisión:** 24 de julio 2008. **Fecha de vencimiento:** 24 de julio de 2024. **Cupón:** 10%.	

Fuente: Tomado de Corficolombiana (2013)

La gráfica anterior muestra las tasas de negociación en tres fechas focales y la respectiva curva de rendimientos que representa cada punto promedio de tasa de negociación. El comportamiento fue favorable en la tasa de negociación de los títulos de renta fija con vencimiento en el 2024 desde el año 2012. Para el año 2013 se observaba una leve valorización de los títulos de renta fija con vencimiento en el año 2024, debido a la estabilidad de la política *quantitative easing* (QE) de

Estados Unidos. Factores como el aumento en la aversión al riesgo relacionado con debates en Estados Unidos habrían causado también una leve valorización de dicho título.

4.1.4. Hechos estilizados de Colombia:

Con el fin de ilustrar un panorama general del comportamiento del índice COLCAP, se ilustra a continuación el comportamiento del mismo desde el año 2011 (año de su creación), exponiendo en el eje de las abscisas las fechas y en el de las ordenadas los precios de cierre diario.

La gráfica 4 muestra que el COLCAP inicia operaciones en febrero de 2011 con un precio de COP $1.762, 43 y finaliza en Diciembre de 2013 con COP $1.606,3 puntos, los cuales describen una valorización negativa pero con periodos de alza, a través de los años analizados. Alcanzando una cotización máxima en el mes de febrero del 2013 con COP$1.844 y una cotización mínima para enero del 2014 con COP $1.460.

Gráfica 4. Comportamiento del índice COLCAP y del ETF Icolcap (2007-2014)

Fuente: Terminal Bloomberg

Dicho comportamiento es explicado a partir de las principales noticias relevantes durante el periodo de análisis, que fueron tomadas del Centro de estudios latinoamericanos (CESLA, 2014):

Debido a la desconfianza por la recuperación económica presentada en las plazas internacionales y las caídas del dólar en Septiembre y Octubre de 2009, se generó un terreno negativo en los activos nacionales y en ocasiones periodos de alta volatilidad como se observa en la gráfica 3 durante el

2011, generando que el Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia IGBC, índice referente e inicial del Colcap, perdiera 2,48 por ciento y se ubicara en 10.341,88 unidades.

Para septiembre de 2010, la economía plantea una mejor perspectiva gracias al incrementó el *Outlook* de Colombia, de estable a positivo, otorgado por la firma calificadora de riesgo estadounidense *Moody´s;* generando una mejora en los prospectos de consolidación de la situación fiscal estructural, favorable para el mediano plazo en la producción petrolera, contrarrestando de esta forma el menor crecimiento de los países vecinos y el impacto negativo de las difíciles relaciones comerciales con Venezuela por las que atraviesa el país. Igualmente, este año es el más provechoso para el mercado de acciones, pues se transó COP $53,51 billones, un 36,37% más que en 2009 cuando se negociaron COP $40,12 billones.

En el 2011, el mercado accionario presenta un impacto positivo con el retorno y emisión de acciones de Avianca y con la compra de industria en el exterior por parte del Grupo Argos, aumentando el precio de las mismas. No obstante, noviembre del 2012 se convierte en el peor mes para la Bolsa de Valores de Colombia como consecuencia de la intervención y liquidación de la sociedad comisionista Interbolsa, quien a Julio de ese año controlaba cerca del 26% del total del mercado. El monto mensual negociado llegó a los 96,8 billones de pesos, 25,2 billones de pesos menos que lo transado frente a Noviembre de 2011 (un descenso de 21% anual) y los títulos que más sufrieron la caída fueron: Interbolsa que se desplomó 30%, Enka perdió 25%, Tablemac perdió 23.49% y la acción de Fabricato quedó suspendida por instrucción de la Superintendencia Financiera.

Por su parte, para la banca se presentaron constantes cambios y transacciones debido a la llegada de importantes compañías extranjeras como Corpbanca, quien compró el Banco Santander y anunció la adquisición del Helm Bank, el Scotiabank adquiere el 51% del Banco Colpatria e inicia operaciones con AFP Colfondos. Por su parte los nacionales como Bancolombia compró el 40% del grupo financiero guatemalteco Agromercantil (GFA) por $216 millones de dólares, Davivienda adquiere las filiales que HSBC tenía en El Salvador, Honduras y Costa Rica, entre otros.

El año 2013 fue un periodo difícil donde se presentó una tendencia negativa en el mercado bursátil, la acción de Ecopetrol pasó de $5.800 a un nivel de cotización de $3.400, con descenso continuos desde febrero presentándose una caída del 23.34% en un periodo de tres meses, Bancolombia también sufrió el descenso desde $30.680 a principios de año hasta $ 23.300 en Diciembre.

También, es aprobado el Decreto 1242 de 2013 gestionado por el Ministro de Hacienda, Mauricio Cardenas, en el cual establece una nueva reglamentación para las carteras colectivas, que ahora serán llamados fondos de inversión colectiva, dándole mayor transparencia al mercado y estandarizando esta herramienta internacionalmente. En él se obliga a quien tenga un fondo de inversión colectiva a contar con un custodio, que solo podrán ser sociedades fiduciarias, diferente a la sociedad que administra ese fondo, separando las funciones y solo una firma encargándose del mercadeo y otra de custodiar los recursos, minimizando los conflictos de intereses.

Lo relevante fue la presentación del acuerdo comercial de la Alianza del Pacífico de bienes, servicios, inversión y compras públicas, en el foro de Nueva York de inversionistas internacionales en Septiembre de 2013 por los presidentes Enrique Peña Nieto (México), Juan Manuel Santos (Colombia), Ollanta Humala (Perú) y Sebastián Piñera (Chile); el cual tiene como objetivo la integración profunda para generar condiciones de crecimiento, desarrollo y competitividad de las economías participantes por medio de la libre circulación de bienes, servicios, capitales y personas, y lograr una inserción efectiva en otras regiones, particularmente en el sureste asiático.

4.2. Inversión en el ETF de MILA

4.2.1. Generalidades:

El Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) permite la integración de la negociación accionaria de tres países: Chile, Perú y Colombia, con el objetivo de que personas naturales puedan invertir en este mercado, con títulos custodiados por los depósitos de cada país. Según el

S&P Dow Jones Índices LLC (2013), el mercado MILA representa el segundo mayor mercado de acciones en América Latina por capitalización (USD $672 billones), después de BM&F Bovespa en Brasil (USD $1,2 trillones) y por delante de la Bolsa Mexicana de Valores (USD $525 billones). Por número de acciones listadas, MILA (514) es el mayor mercado de acciones de América Latina, por delante de BM&F BOVESPA en Brasil (353) y de la Bolsa Mexicana de Valores (131).

El principal índice de este mercado es el S&P 40 MILA, reuniendo las 40 acciones que tenga una mayor capitalización ajustada al capital flotante superior a USD 100 millones a la fecha de referencia de la actualización de la cartera o rebalanceo. Al igual que lo realiza la Bolsa de Valores de Colombia con el índice iColcap, se realiza elección de la canasta elegible de activos que conformaran el índice mediante una función de selección, la cual toma en cuenta: el promedio ponderado de la frecuencia, volumen y rotación de cada activo.

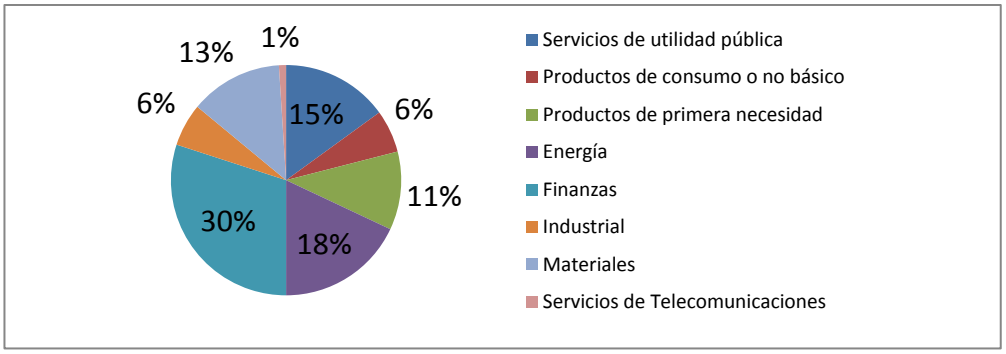
Los siguientes componentes también hacen parte de los factores de elección de los activos que harán parte del índice MILA y fueron definidos en el S&P MILA Metodología presentado por el S&P Down Jones índices (2013): a) *Liquidez*. Los componentes deben tener un valor promedio diario de transacciones (ADVT, por sus siglas en inglés) de los últimos tres meses en sus mercados locales superior a US$250,000 a la fecha de referencia del rebalanceo; b) *Valores elegibles.* Todas las acciones comunes, de inversión y preferentes (que son de renta variable y no de renta fija) son elegibles para inclusión. Las acciones convertibles, bonos, warrants, derechos y acciones preferentes que ofrecen rendimientos fijos garantizados no son elegibles; c) *Varias clases de acciones.* Si una empresa tiene varias clases de acciones, las acciones de la clase que tenga mayor liquidez serán elegibles.

Adicionalmente, el rebalanceo del índice S&P MILA 40 se lleva a cabo teniendo en cuenta que el conjunto de acciones de un país debe tener un límite ponderación superior al 50% y una participación menor de 8% en cada uno de sus componentes. Así mismo, el rebalanceo se realiza semestralmente (Marzo y Septiembre), momento en el cual se pueden incorporar otras acciones al índice.

4.2.2. Composición accionaria del Índice MILA:

El índice S&P40 MILA presenta una composición por sectores económicos, la cual es definida por el S&P Down Jones y se describe en la Gráfica 4. Donde el sector con mayor participación es Finanzas con 30%, Energía con 18% y servicios de utilidad pública con 15%. Para el primer sector se destacan el Banco Santander de Chile, Banco de crédito e inversiones BCI, Corpbanca para Chile, Credicorp para Perú y PFBancolombia, PFAval y PFDavivienda de Colombia. Por el contrario, los que cuentan con menor participación es *Serviciones de telecomunicaciones* con 1%, productos de consumo no básico e industrial con 6% para cada uno.

Gráfica 5. Porcentaje de participación en el índice del mercado MILA por sectores económicos



Fuente: Elaboración propia con base S&P MILA 40, índices Emergentes.

4.2.3. Hechos estilizados de Perú y Chile:

Con el fin de ilustrar un panorama general del comportamiento del índice HMILA 40, se muestra a continuación la gráfica desde el año 2013 (año de inicio de su operación), exponiendo en el eje de las abscisas las fechas y en el de las ordenadas los precios.

La gráfica 6 describe el comportamiento del índice, donde se presenta una valorización negativa de cerca de (-6,67%) para diciembre de 2013. Inicialmente es estable y mantiene un precio de COP $14.077,86 y a partir de enero del 2014 comienza a aumentar su precio, llegando al máximo en Octubre de 2013 con COP $15.000,00 y el mínimo en diciembre del 2013 con COP $13.890,00.

Gráfica 6. Comportamiento del índice HMILA 40 y del ETF S&P MILA40 (2013-2014)

Fuente: Terminal del Bloomberg

Lo anterior se explica a partir de las principales noticias relevantes durante el periodo de análisis, que fueron tomadas del Centro de estudios latinoamericanos (CESLA, 2014):

El año 2011 fue el mejor en términos operativos para el mercado MILA, siendo la integración de la negociación electrónica el origen del éxito en la negociación. Sin embargo, la negociación desde mayo de 2011 hasta diciembre tuvo como resultado una desvalorización del 7,8%, y el resultado positivo de esto fue el aumento de la capitalización bursátil por parte de Colombia. El volumen negociado para este año fue de USD $45.772 millones, con una relevante participación de Colombia y Chile, representado en la cantidad de empresas listadas la cual aumentó de 541 a 544. Además, se crearon ocho (8) fondos mutuos de inversión en el MILA en cada país, siendo Serfinco Mercado Globales en Colombia, Celfín Infraestructura en Chile y BBVA Fondo Andino en Perú, los más representativos.

En Chile, la BCS creó un nuevo índice sectorial "Salmon" que agrupa el comportamiento de las empresas salmoneras listadas. Así mismo abrió licitación para la construcción de ETF basado en índices de la BCS. En Perú, CAVALI inició el 2 de Noviembre la retención del Impuesto a la Renta (IR) a la ganancia de capital generada en operaciones de venta de valores en la BVL, así como a sus intereses y, en Colombia el Emisor aclara dudas cambiarias respecto al MILA, donde la circular precisa los derechos que adquiere el inversionista extranjero en este mercado. De igual

forma, *Fitch* le da un grado de inversión a Colombia mayor, como ya lo habían hecho *Moody's y Standard & Poor's* (BVC, 2011).

En el siguiente año, el presidente de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), Juan Pablo Córdoba, anunció la realización del "*Mila Day*" en el segundo semestre de 2012, el cual se realizará en la Bolsa de Nueva York y pretende promocionar los países que forman parte del MILA. De acuerdo con el informe de MILA *News* de Marzo: "Las operaciones acumuladas a través de la infraestructura MILA alcanzaron los USD $20.118.455, con un total de 782 operaciones. Los valores que más se han tranzado son los chilenos con un total de USD $8.640.306 (42,95%), seguidos de los colombianos con USD $8.067.457 (40,10%) y los peruanos con USD $3.410.692 (16,95%)".

Sin embargo, para el 2012 Colombia tuvo menor proporción de operaciones realizadas en el mercado de Chile y Perú, y en el 2013 la participación disminuyó: el monto acumulado sobre accione de Chile fue de tan solo USD 5.284.902 y de USD 193.983 para acciones del Perú. Por tal razón, la inversión en ETF MILA[33], constituye un incentivo para que el mercado Colombiano incremente la capitalización bursátil del MILA con el aumento de su participación.

4.3. Inversión en el ETF de Brasil

4.3.1. Generalidades:

En el mercado de renta variable de Brasil, existe el índice MSCI Brasil 25/50 el cual refleja el comportamiento de 77 acciones con mayor capitalización bursátil y que son transadas en

[33] "*Anticipó que se adelantan conversaciones para desarrollar un ETF sobre el S&P Mila 40, indicador que monitorea el comportamiento de las 40 acciones más líquidas del mercado integrado, atendiendo el interés de algunos operadores. Este vehículo le permitiría a los fondos de pensiones diversificar sus inversiones en el exterior a la luz del Pipe, Plan de Impulso para la Productividad y el Empleo, anunciado por el Gobierno hace 15 días*" (Dinero, 2013)

BOVESPA (Bolsa de Valores de Sao Paulo). El índice MSCI Brasil 25/50 representa alrededor del 85% del mercado accionario en Brasil.

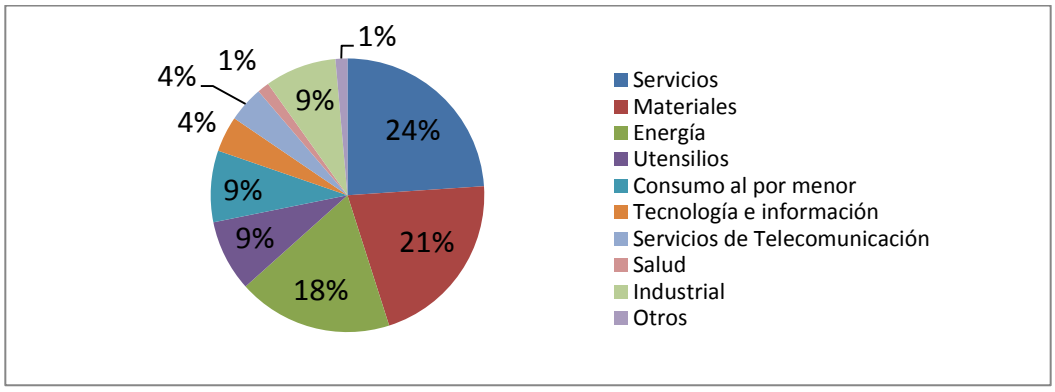
Siguiendo el Ishares Black Rock (2013), la metodología empleada para la selección de las acciones que conforman el índice establece que dicha participación no puede superar el 25% del total y las instituciones que lo constituyen tienen como restricción el hecho de que no más del 25% del valor de sus activos financieros deben ser invertidos en un solo emisor. Este índice se rebalancea trimestralmente y los resultados se determinan en el último día de negociación de Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre.

Por su parte, el precio del índice se calcula en base al precio histórico y tomando las variables: capitalización bursátil de cada acción que lo compone, los ingresos ponderados generados por cada activo y un factor de conversión (MSCI Data Operations & Technology, 2014)

4.3.2. Composición accionaria del Índice de Brasil:

El índice MSCI Brasil 25/50 presenta una composición por sectores económicos, la cual es definida por el MSCI Data Operations & Technology y se describe en la Gráfica 6; donde el sector con mayor participación es Servicios con 24%, luego Materiales con 21% y Energía con 18%. Respecto a las acciones representativas se encuentran: ITAU Unibanco Holding con el 8,14%, Ambev S.A. con 7,61%, Petrobras – Petroleo Bras-PR con 6,36% y Banco Bradesco S.A. con 6,04% y finalmente, los sectores con menor participación son utensilios (9%), consumo al por menor (9%), Tecnología e información (4%) y servicios de telecomunicación (4%).

Gráfica 7. Porcentaje de participación en el índice MSCI Brasil 25/50 por sectores económicos



Fuente: Fondo Bursátil iShares EWZ, Black Rock. Elaboración propia.

4.3.3. Hechos estilizados de Brasil

Con el fin de ilustrar un panorama general del comportamiento del índice MSCI Brasil 25/50, se ilustra continuación se la gráfica desde el año 2009, exponiendo en el eje de las abscisas las fechas y en el de las ordenadas los precios.

Gráfica 8. Comportamiento del índice MSCI Brasil 25/50 y del ETF EWZ (2008-2014)

Fuente: Terminal Bloomberg

La gráfica 7 describe el comportamiento del índice, donde se presenta una valorización positiva de cerca del 9,17 % para diciembre de 2013, el mayor precio alcanzado se presenta en mayo del 2008 por USD $99,24, el menor en noviembre del 2008 por USD $29,36 y el precio promedio es de

USD $51,97. Lo cual es explicado a partir de las principales noticias relevantes durante el periodo de análisis, que fueron tomadas del Centro de estudios latinoamericanos (CESLA, 2014):

En Diciembre de 2009, la Bolsa de Brasil sufre una caída moderada después de la apertura, afectada por el mal desempeño de las acciones de empresas mineras y siderúrgicas. El índice referencial de la Bolsa de Valores de Sao Paulo, el Bovespa, cedió un 0,42 por ciento a 66.784 puntos y los títulos de la gigante minera Vale perdieron un 0,8 por ciento y las de la acería *Companhia Siderúrgica Nacional* (CSN) un 3 por ciento, tras lanzar previamente una oferta pública por la cementera portuguesa Cimpor. Para Enero del 2010, la bolsa cae por el endurecimiento monetario chino tras el anuncio de más medidas para contener el crédito.

Respecto al mercado cambiario, Brasil aumenta en Octubre de 2010 las tasas al capital extranjero en el mercado de renta fija local (Impuesto a las Operaciones Financieras (IOF)) para contener la excesiva valorización de la divisa local ante el dólar, así reduciendo la rentabilidad en el mercado de futuro para los extranjeros como un moderador del apetito de corto plazo. Sumándose a otras medidas como lo son, la mayor compra de dólares por parte del Tesoro Nacional y la intervención regular del gobierno en la compra de dólares o uso del Fondo Soberano especial para este fin. Aun con estas medidas, para el 2011 el real rompe la barrera de 1,60 ante el dólar por primera vez desde el 2008 y mantiene la tendencia al alza debido a las altas tasas de interés y entradas masivas de inversión extranjera, aun con las medidas adoptadas por el ministro de Hacienda para frenar su apreciación.

5. RESULTADOS

5.1. Tipo de investigación:

El tipo de investigación desarrollada en este documento es explicativa de tipo experimental, es decir que mediante el tratamiento estadístico y econométrico de datos, se busca evaluar los efectos de la diversificación de portafolios en el valor esperado de la pérdida, es decir que se busca describir una serie de datos, analizar su tendencia y establecer una relación de causa-efecto.

5.2. Metodología

Con este trabajo se pretende analizar el valor en riesgo de portafolios de inversión ETFs en economías Latinoamericanas, en los cuales inicialmente, autores como Gómez y Mesa (2014), evaluaron el desempeño en términos de rentabilidad y riesgo, de portafolios conformados por los ETFs más transados en los mercados de Estados Unidos y Japón, y usando la teoría de selección de portafolios de Harry Markovitz, identificaron un portafolio de inversión en ETF, con rentabilidades superiores a un portafolio *benchmark.* En esta investigación se sigue la misma metodología pero con portafolio de inversión en ETF accionarios para el mercado de Colombia, Brasil y el mercado MILA.

Estandarización de datos:

De acuerdo con la teoría planteada sobre los modelos de portafolios en el capítulo I se procede a realizar el cálculo del valor en riesgo para cada portafolio, para ello, se toman los precios de cada activo financiero que conforman los portafolios de ETFs en acciones para los portafolios de Colombia, MILA y Brasil desde el año 2010 al 2012.

Para el caso de Colombia, se utilizan los datos de la terminal Bloomberg y la Bolsa de Valores de Colombia BVC, donde se referencio el último precio de cierre de negociación de las 20 acciones que conforman la canasta del trimestre anual del índice Colcap. Para MILA y Brasil, se utilizan los datos de la terminal Bloomberg, referenciando el último precio de cierre de negociación de las 40 acciones que conforman la canasta del trimestre anual del índice S&P40 MILA y las 65 acciones del índice MSCI 25/50 respectivamente, encontrando como relevante que la acción SQM/B de Chile cotiza en USD y la acción SMCHILE cotiza en el mercado cada 7 días, para lo cual se debió hacer un promedio ponderado de este precio para las fechas faltantes y así completar la base de datos. En los días que cada acción no cotizó en el país de análisis, se procedió a utilizar el precio de la fecha anterior (esto se realizó para especie de Brasil como Bradespa, BRPropeties y Transmissora Alianca de Energia Eletrica SA para el mes de enero de 2010 y la especie BBSeguridad para el mes de enero y febrero de 2013, entre otras).

La siguiente tabla ilustra la cantidad total de datos analizados por portafolio de inversión ETF y la cantidad de activos financieros que lo conformaron durante cada año.

Tabla 3. Cantidad de datos y acciones por ETF

	AÑO					CANTIDAD DE ACTIVOS FINANCIEROS			
ETF	**2010***	**2011**	**2012**	**2013**	**TOTALES**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
BRASIL	247	249	246	248	990	69	68	69	70
COLOMBIA	246	246	244	244	980	21	21	21	21
MILA	245	246	244	244	979	40	40	40	40

*Año de introducción del título de renta fija.

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se tomó en cuenta lo siguiente:

1. La canasta de participaciones tomada como referencia correspondió a la fijada en el cuarto semestre de cada año para cada portafolio de inversión ETF.

2. La canasta de acciones que conformaron el portafolio para el ETF de Colombia es diferente a la que conformó la participación del ETF de Mercado Integrado MILA, pues estas últimas se tomaron de las confirmadas por el administrador.

3. El índice MILA se creó a partir del último semestre de 2013, por tal motivo se asumió que la canasta de activos vigente para el cuarto semestre del año 2013, también estuvo vigente durante el periodo comprendido entre el 2010 y el 2013.

4. Las participaciones de cada acción del portafolio de Colombia fueron ponderadas toda vez que se ingresó en el portafolio un activo de renta fija, dando una participación de 20% a dicho activo dentro de ETF, y siendo reasignadas las participaciones del resto de activos. (Ver Anexo ETF iColcap – Datos Cálculo VaR Paramétrico: Metodología Varianza - Covarianza)

4. La canasta de acciones que conformaron el portafolio de acciones de los ETF correspondió a la canasta del cuarto semestre del año anterior para Colombia.

5.2.1. Procedimiento para el cálculo del valor en riesgo:

Para el cálculo del VaR bajo las metodologías expuestas se toman las siguientes variables:

I. Valor total de inversión: USD 18.200.000 dólares[34].
II. Nivel de confianza: 90%.
III. El horizonte de tiempo: 4 años[35].

5.3 Resultados Metodología Simulación Monte Carlo:

La Simulación de Monte Carlo calcula números aleatorios para los precios de los papeles, y en base a eso obtiene el valor en riesgo, dentro de un intervalo de confianza. Para el cálculo de esta metodología se utilizó el software Crystal Ball, el cual realiza este tipo de simulaciones.

Siguiendo los pasos expuestos en el numeral 3.1.2.1. Calculo del VaR por Monte Carlo, se procedió así:

Se estableció un horizonte de tiempo para cada una de las series de datos, las cuales ya fueron expuestas en la Tabla No. 3 del presente trabajo y se establecieron las variables que permiten calcular el valor en riesgo como una serie de parámetros que debe seguir el sistema Crystall Ball para realizar las simulaciones de las series de datos. A manera ilustrativa se presentan las distribuciones de las series de datos ETF H40 MILA en el Anexo Distribuciones de las series de datos ETF H40 MILA.

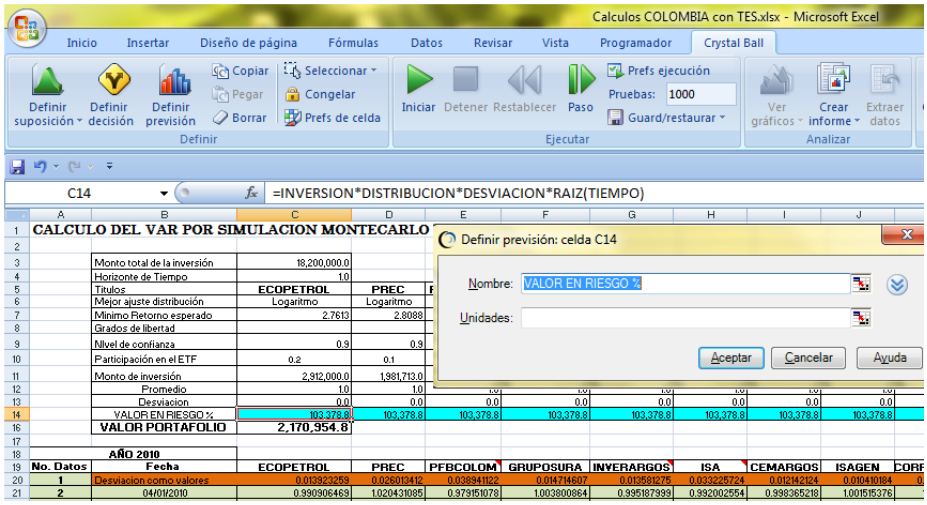
Para cada uno de los activos financieros de cada portafolio ETF, el software calcula la distribución estadística que siguen a lo largo del periodo. Para hacer que la simulación sea más exacta a la realidad y que produzca un abanico de escenarios relevantes, se iteró cada una de las variables de

[34] Aunque dentro de los principios básicos y beneficios de los ETFs, no se determinan montos mínimos ni permanencia mínima de la inversión, para el ejercicio de esta investigación se tomara el promedio negociado de los últimos tres meses del ETF MSC 25/40 de Brasil del año 2014, de acuerdo a las cifras de iShare Black Rock, el cual es el más antiguo de los países analizados (Inicio de operaciones en 2000).
[35] El Comité de Basilea establece un periodo de dos semanas, aunque en la práctica se utilizan periodos de un día.

los papeles 5.000 veces. Esas 5.000 veces representan 5,000 distintos precios que pudieron haber alcanzado los papeles, dentro del rango real. Dichas caminatas aleatorias o escenarios muestran los posibles rangos de las pérdidas máximas que la cartera puede obtener en un determinado 1 año. Caminatas Aleatorias.

El resultado se obtiene a través de un histograma de frecuencia, donde están graficadas todas las probabilidades, permitiendo elegir el porcentaje de confianza y su respectivo riesgo. Luego, el sistema realiza las simulaciones a partir de Crystal Ball de la siguiente manera, arrojando los resultados ilustrados en la tabla 4:

Grafico 9. Cálculo Montecarlo con Crystall Ball de manera ilustrativa



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 Resultados del VaR para cada ETF: Metodología Monte Carlo

Monto de Inversión **USD 18´200.000**

BRASIL

	Var (R_portafolio)	Raíz (t)	Valor en riesgo
2010	0.013	1.000	**USD 706,099,02**
2011	0.017	1.000	**USD 935,350.30**
2012	0.011	1.000	**USD 748,604.00**
2013	0.022	1.000	**USD 1,175,317.10**

COLOMBIA

	Var (R_portafolio)	Raíz (t)	Valor en riesgo
2010	0.012	1.000	**USD 2,299,365.00**
2011	0.007	1.000	**USD 666,010.00**
2012	0.005	1.000	**USD 56,662.00**
2013	0.005	1.000	**USD 600,070.00**

MILA

	Var (R_portafolio)	Raíz (t)	Valor en riesgo
2010	0.009	1.000	**USD 734,832.17**
2011	0.008	1.000	**USD 1,136,139.69**
2012	0.005	1.000	**USD 685,108.10**
2013	0.006	1.000	**USD 757,412.00**

Fuente: Elaboración propia

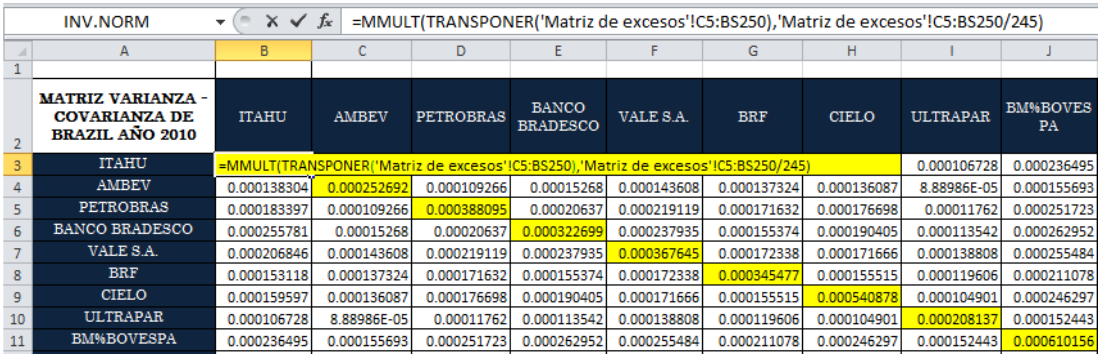
Nota: Tener en cuenta que estos valores son simulados, y el valor en riesgo expuesto corresponde a una de las simulaciones efectuadas mediante Crystal Ball.

5.4. Resultados Metodología Varianza Covarianza[36]:

Con los datos estandarizados de cada ETF se construyó la matriz de rendimientos de todos los activos y sobre dichos datos se calculó el promedio y la varianza anual según metodología descrita en el numeral 3.1.2.1. Con dicha información, se calculó la matriz Varianza – Covarianza la cual contiene la varianza de cada uno de los activos que conforman el portafolio en su diagonal y las covarianzas en el triangular superior e inferior de la matriz de la siguiente manera en Excel:(Ver Anexo Datos ETF HMILA 40: Matriz de Varianza – Covarianza.

Gráfico 10. Cálculo Varianza – Covarianza de manera ilustrativa.

[36] De acuerdo con Salinas, Maldonado y Díaz (2010), *"Es importante señalar que uno de los aspectos más fuertes sobre los cuales se basa toda la teoría de valor en riesgo bajo los modelos paramétricos comunes, consiste en la suposición de normalidad en el comportamiento de los precios de los activos financieros que, aun cuando este supuesto pudo haber sido una buena herramienta en las primeras etapas del VaR, en la actualidad ha sido ampliamente comprobado que las series de precios de los activos financieros no se comportan en forma normal, lo cual naturalmente invalida en gran parte la estimación del riesgo proporcionada por esta metodología" (Pág. 146)*



INV.NORM | =MMULT(TRANSPONER('Matriz de excesos'!C5:BS250),'Matriz de excesos'!C5:BS250/245)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	MATRIZ VARIANZA - COVARIANZA DE BRAZIL AÑO 2010	ITAHU	AMBEV	PETROBRAS	BANCO BRADESCO	VALE S.A.	BRF	CIELO	ULTRAPAR	BM%BOVESPA
3	ITAHU	=MMULT(TRANSPONER('Matriz de excesos'!C5:BS250),'Matriz de excesos'!C5:BS250/245)							0.000106728	0.000236495
4	AMBEV	0.000138304	0.000252692	0.000109266	0.00015268	0.000143608	0.000137324	0.000136087	8.88986E-05	0.000155693
5	PETROBRAS	0.000183397	0.000109266	0.000388095	0.00020637	0.000219119	0.000171632	0.000176698	0.00011762	0.000251723
6	BANCO BRADESCO	0.000255781	0.00015268	0.00020637	0.000322699	0.000237935	0.000155374	0.000190405	0.000113542	0.000262952
7	VALE S.A.	0.000206846	0.000143608	0.000219119	0.000237935	0.000367645	0.000172338	0.000171666	0.000138808	0.000255484
8	BRF	0.000153118	0.000137324	0.000171632	0.000155374	0.000172338	0.000345477	0.000155515	0.000119606	0.000211078
9	CIELO	0.000159597	0.000136087	0.000176698	0.000190405	0.000171666	0.000155515	0.000540878	0.000104901	0.000246297
10	ULTRAPAR	0.000106728	8.88986E-05	0.00011762	0.000113542	0.000138808	0.000119606	0.000104901	0.000208137	0.000152443
11	BM%BOVESPA	0.000236495	0.000155693	0.000251723	0.000262952	0.000255484	0.000211078	0.000246297	0.000152443	0.000610156

Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculada la matriz de Varianza-Covarianza, se procedió a aplicar el porcentaje de participación ($W_1 \dots W_n$) que tiene cada activo financiero en cada portafolio con el fin de determinar la variación total del portafolio de acuerdo con lo expuesto en la formula No 11 del presente documento. Finalmente se aplica la fórmula número 12, la cual determina el valor en riesgo del portafolio para cada año, dando como resultado los siguientes datos:

Tabla 5. Resultados del VaR para cada ETF: Metodología Varianza - Covarianza

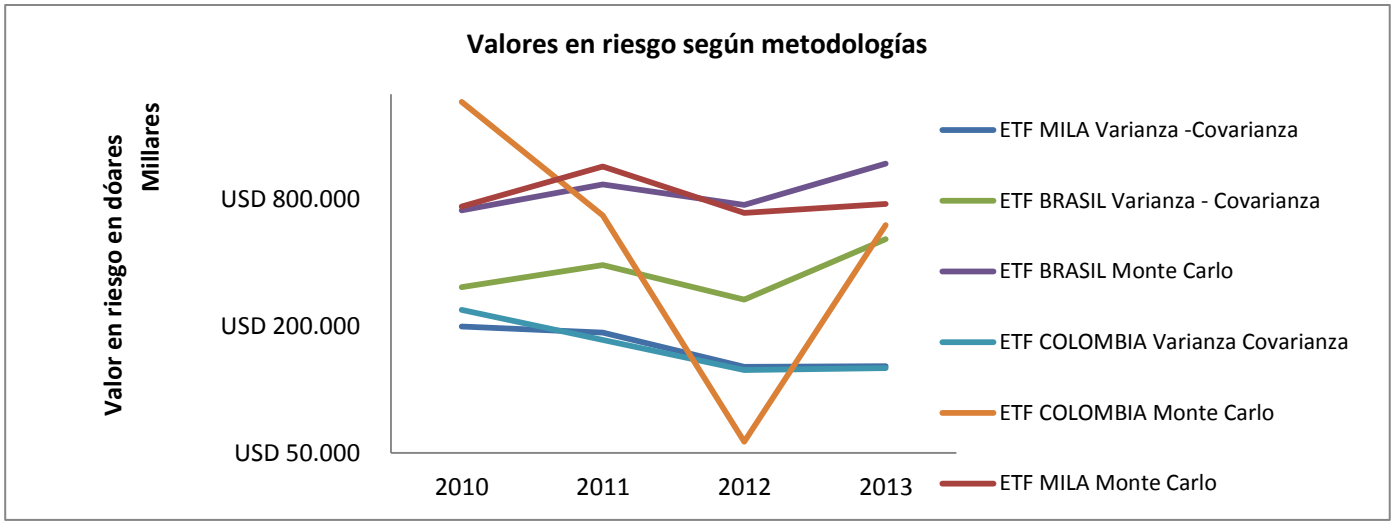
Monto de Inversión	**USD 18´200.000**		
Z_α	1.281551566		
BRASIL			
	Var (R_portafolio)	Raíz (t)	Valor en riesgo
2010	0.013	1.000	**USD 305,339.71**
2011	0.017	1.000	**USD 388,165.10**
2012	0.011	1.000	**USD 266,258.38**
2013	0.022	1.000	**USD 514,932.15**
COLOMBIA			
	Var (R_portafolio)	Raíz (t)	Valor en riesgo
2010	0.012	1.000	**USD 283,373.12**
2011	0.007	1.000	**USD 171,419.79**
2012	0.005	1.000	**USD 123,758.89**
2013	0.005	1.000	**USD 126,172.20**
MILA			

	Var (R_portafolio)	Raíz (t)	Valor en riesgo
2010	0.009	1.000	**USD 198,484.48**
2011	0.008	1.000	**USD 186,130.21**
2012	0.005	1.000	**USD 128,193.28**
2013	0.006	1.000	**USD 128,713.07**

Fuente: Elaboración propia

A continuación se ilustra el grafico, que muestra la evolución del valor en riesgo de acuerdo a las metodologías Varianza –Covarianza y Monte Carlo. En este grafico se observa que en agregado el portafolio con menor valor en riesgo durante el periodo en estudiado fue el portafolio de inversión en ETF para Colombia y MILA, mediante metodología Varianza –Covarianza, y el que representa un valor en riesgo más alto, es el portafolio de Brasil y MILA mediante metodología Monte Carlo.

Grafica 11. Valor en riesgo según metodologías



Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo de lo planteado por Markovitz en cuanto a la elección de portafolios eficientes, se procedió a calcular de las rentabilidades esperadas de acuerdo con lo expresado en la fórmula 13 del presente documento.

A continuación se ilustra en la tabla 8 las rentabilidades medias esperadas para cada portafolio ETF y los resultados consolidados de la aplicación de la formula No 13 expuesta en este

documento, para hallar las rentabilidades esperadas y seguidamente el resultado de la frontera eficiente para el portafolio de Colombia:

Tabla 6. Rendimientos esperados para cada portafolio.

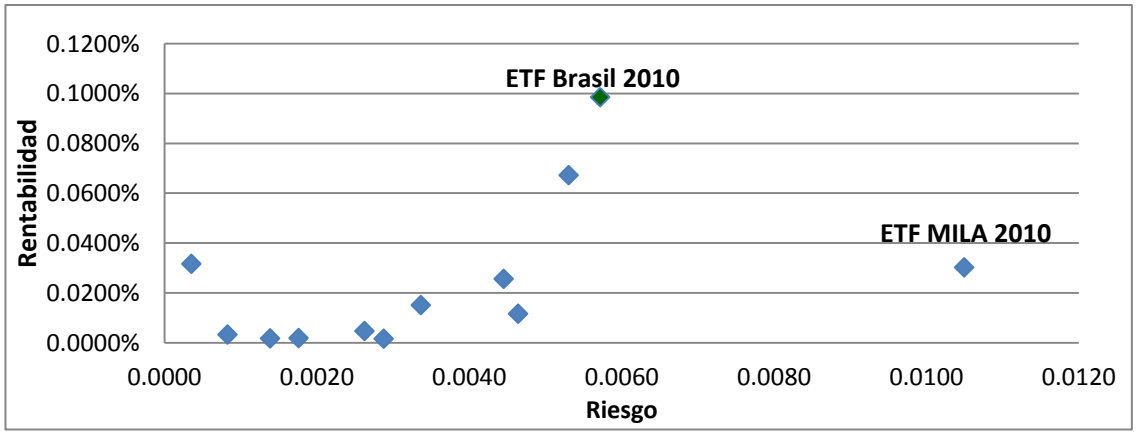
Año	Colombia ETF iColcap	MILA ETF HMILA40	Brasil ETF EWZ
2010	0,173%	0,08%	0,015%
2011	-0,046%	-0,04%	-0,077%
2012	0,067%	0,02%	0,028%
2013	-0,032%	-0,03%	-0,053%
Promedio	0,044%	-0,003%	-0,031%

Fuente: Elaboración propia

Según lo expuesto en el numeral 2.1.1. del presente trabajo, se procedió a construir la frontera eficiente, en la cual según Markovitz los inversionistas pueden ubicarse en cualquier punto de acuerdo con su nivel de riesgo. De esta forma se da aplicación del modelo de Markowitz en la creación de portafolios eficientes con los datos del índice COLCAP, del HMILA40, y de MSCI 25/50 Brasil, mediante la cotización en ETFs.

Se observa en la gráfica 8 la frontera eficiente construida, la cual indicaría que el portafolio de inversión con un valor en riesgo moderado y una rentabilidad alta corresponde al portafolio de ETF de Brasil para el año 2010.

Grafica 12. Frontera Eficiente, luego de aplicar Solver



Fuente: Elaboración propia.

5.5. Conclusiones:

De acuerdo con lo expuesto al inicio de este documento, los instrumentos de inversión ETF o fondos cotizados en bolsa, se destacan en el mercado bursátil porque la posibilidad que brinda de *diversificar* la inversión en varios activos, puede disminuir el riesgo de pérdida potencial, de acuerdo con lo expuesto por Markovitz en su teoría moderna de portafolios ya expuesta en este documento.

En el desarrollo de este documento fueron implementadas las metodologías de valoración en riesgo Varianza – Covarianza y simulación Montecarlo para evaluar el riesgo de portafolios conformados por Exchage Traded Funds más representativos del mercado de Colombia, Brasil y del Mercado Integrado Latinoamericano, conformados por Chile, Perú y Colombia.

Los resultados ilustran que con la metodología Varianza - Covarianza, el menor monto en riesgo del ETF de Brasil fue presentado en el año 2012, en donde existe la probabilidad del 10% de obtener una pérdida máxima de $266,258.38 dólares bajo condiciones normales de mercado y de acuerdo a la participación asignada a cada activo. En contraste con la metodología Monte Carlo, ilustrado en la tabla 4 muestra que la menor perdida esperada se repite para el 2012, pero con un valor de USD 748.604, es decir mayor.

Así mismo, para el portafolio ETF de Colombia y el mercado MILA, se observó un menor monto de pérdida esperada para el año 2012, de USD 123,758 y USD 128,193 respectivamente, con simulación Montecarlo. En contraste, la metodología de varianza – covarianza muestra que el año 2012 repite su posición con un menor valor en riesgo con un monto de USD 56,662 para Colombia y USD 685,108 para el mercado MILA.

De estos resultados puede inferirse que el mercado de acciones en el año 2012 tuvo un comportamiento favorable toda vez que desde el 2010, al 2013, fue el año que tuvo menor valor en riesgo para los tres portafolios de inversión en ETF en los mercado de Brasil, Colombia y MILA. Lo anterior se antepone al comportamiento en general observado en la economía mundial, en donde se presentó la disminución de la negociación en el mercado de valores en Colombia, y se

presentó la liquidación forzosa de la Comisionista interbolsa, además de la desaceleración económica presentada en países latinoamericanos como se observa en los cuadrantes, de acuerdo con lo expuesto en los hechos estilizados de este documento.

Así mismo, dentro de los portafolios objeto de estudios se encontró que el portafolio ETF de Colombia arrojó un menor valor en riesgo, en comparación con el portafolio ETF de Brasil y MILA. El ETF de Colombia, en esta investigación, replicó el índice COLCAP, que muestra el comportamiento de las 20 acciones con mayor capitalización bursátil y se agregó la participación de un activo financiero de renta fija. Bajo dichas características se observó que aún con el escenario observado en el 2012 para Colombia, donde disminuyó el producto interno bruto (PIB) en relación con el año 2011, la introducción de un instrumento de renta fija habría suavizado el riesgo de dicho portafolio.

El período donde se presentó un mayor VaR fue el año 2011, donde para un monto de inversión de USD $18.200.000 dólares con el 90% de confianza, la perdida máxima es de fue de USD 388.165, esto siendo explicado por múltiples factores en la economía brasilera, la cual en este año sufrió los efectos de la apreciación significativa del real brasileño frente al dólar americano, el aumento del llamado "Costo Brasil" y el cambio de mandato presidencial, entre otros. Lo anterior por los efectos sobre las economías latinoamericanas sujetas a análisis, de la crisis inmobiliaria de Estados Unidos y la crisis del euro de Europa en el año 2008. Además se observó también que los portafolios de MILA y Brasil presentaron menor valor en riesgo en el año 2012 y Colombia en el 2013.

Seguidamente, en la tabla No. 8 observa que la mejor rentabilidad esperada se presentó en el portafolio de acciones y títulos de renta fija de Colombia con un valor de 0,173% en el año 2010. Esto se explica debido a la recuperación económica presentada en Colombia pasando de 1,7% al 4% en el crecimiento de su PIB, del año 2009 al 2010. La menor rentabilidad la presentó el portafolio de acciones de Brasil, con un valor de -0,053% en el año 2013. Esto concuerda con el valor en riesgo reportado por las metodologías Varianza Covarianza.

Se pudo observar que la diversificación de portafolios de inversión aplicada en los instrumentos ETF genera menores valores esperados de perdida máxima cuando se incluyen activos financieros combinados de varios mercados, como el ETF de Colombia iColcap que combinó 20 activos de renta variable con uno de renta fija. Esto, toda vez que el portafolio más diversificado con 65 activos todos del mercado accionario de Brasil, no logró registrar un valor en riesgo menor al presentado en el ETF conformado por activos de renta variable y renta fija de Colombia.

En relación con antecedentes tomados en cuenta para la presente investigación se encontró lo siguiente:

Betancourt, García y Lozano (2013), quienes en su trabajo quisieron probar estadísticamente que el valor en riesgo (mediante el uso de la metodología de EWMA -Exponentially Weighted Moving-Average-) de carteras constituidas con activos internacionales tenían un menor valor en riesgo comparadas en carteras nacionales, es decir colombianas, para un periodo que comprende el 2011, 2012 y 2013. Lo resultados de su investigación rechazan la hipótesis planteada, toda vez que las carteras "puramente" nacionales, o como se denominan macroeconómicamente, esas carteras de los mercado emergentes, en momentos de crisis mostraron menores niveles de riesgo, en relación con portafolios internacionales. Lo anterior concuerda con los resultados de esta investigación, toda vez que el mercado nacional, presentó mejores resultados con una menor exposición al riesgo.

En el documento "CDS: relación con índices accionarios y medida de riesgo" de León y Mora (2013), los autores aprueban la hipótesis en cuanto a que la disminución del riesgo de inversión en portafolios de renta variable en Colombia se puede efectuar con la inversión en Índices Bursátiles, debido a la diversificación. El autor realizó la medición a 90 portafolios de inversión constituidos por índices accionarios otros por acciones individuales, encontrando en el 60% de los casos un menor valor en riesgo en portafolios confirmados por índices bursátiles. Lo anterior se puede discrepar con la presente investigación, debido a que si bien los portafolios que replican un índice presentan una disminución del riesgo, se pudo observar que excesos de diversificación puede distorsionar el capital invertido, e incluso generar menores rendimientos.

En el desarrollo de esta investigación se presentaron nuevos interrogantes que son susceptibles de investigación con el fin de obtener mejores criterios de optimización de portafolios, así como temáticas de estudio relevantes que tendrían como base este trabajo. La principal temática que puede ser incluida en futuros trabajos de investigación es realizar incluir el mercado mexicano, en el análisis del valor en riesgo bajo diversas metodologías como:

- Aplicación del método de Componentes Principales en la Simulación Monte Carlo, que permite buscar factores sucesivamente expliquen la mayor parte de la varianza total, reduciendo así el conjunto de variables originales a un par de factores que representan los datos sobre los cuales se calcula el valor en riesgo mediante la metodología de Simulación Montecarlo. (Ver: Terán y Molina, 2005).
- Aplicación de la metodología (EWMA) que toma en cuenta la volatilidad dinámica o con suavizamiento exponencial, el cual toma las observaciones históricas anuales y le confiere mayor peso a las ultimas o más recientes que a las primeras o más alejadas en el tiempo, permitiendo generar pronósticos en épocas de alta volatilidad.
- Tener en cuenta que el valor en riesgo para instituciones financieras debe ser calculado de acuerdo con la normatividad dispuesta por la Superintendencia Financiera de Colombia, la cual en términos generales recomienda el cálculo diario de todos los portafolios de inversión, de tal forma que se mitigue el riesgo de mercado, de crédito y de liquidez. Dichas recomendaciones incluyen intrínsecamente la obligación de realizar ajustes a la metodologías de valoración en riesgos ejecutadas en las entidades, en particular, plantea la necesidad de valorar el riesgo con expectativas de periodos de crisis (Stress testing), entre otras (Ver Circular 100 de 1995 de la Superintendencia Financiera de Colombia).
- Es de advertir que la inclusión del mercado mexicano se recomienda debido a que uno de los proyectos del mercado MILA (Mercado Integrado Latinoamericano) es el ingreso de activos financieros mexicanos que sean beneficiados por las facilidades de negociación en el Mercado MILA[37].
- De acuerdo con el artículo "Tres ETFs para invertir en Brasil durante el Mundial", la economía de Brasil ha superado los retornos generados por economías en desarrollo, durante

[37] Ver noticia: "*El Mila "arregla la casa" para la llegada de la BMV*" publicada el 8 de julio de 2014 en El Economista" en la cual se proyecta que el mercado bursátil de México dará mayor diversificación y por tanto mayores alternativas para los inversionistas.

el 2014, generado por la llegada del mundial a dicho país, por las expectativas de crecimiento de su economía, mejoras en políticas económicas. Con el fin de corroborar dichas expectativas se propone valorar la máxima perdida esperada en portafolios de inversión recomendados en el artículo: el ETF ETF iShares MSCI Brazil Index (EWZ), el Market Vectors Brazil Small Cap (BRF) y el Global X Brazil Consumer ETF (BRAQ), y compararlos con ETFs de Alemania y Colombia con el fin de determinar la veracidad de las afirmaciones realizadas[38].

[38] Para mayor información visitar: "Tres ETFs para invertir en Brasil durante el Mundial" tomado de: http://eleconomista.com.mx/fondos/2014/05/29/tres-etfs-invertir-brasil-durante-mundial

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREW, C (2000), "*Métodos de Evaluación del Riesgo para Portafolios de Inversión*", Central Bank of Chile, Working Papers Central Bank of Chile 01/2000.

BALCHUNAS, E (2013), "*The Wal-Mart of the ETF World is Raking In the Assets*", publicado el 4 de Diciembre de 2013 Blomberg recuperado el 28 de Marzo de 2014 de : http://www.bloomberg.com/news/2013-12-04/the-wal-mart-of-the-etf-world-is-raking-in-the-assets.html

BERNSTEIN, P (1996), "*Against the Gods*", The remarkable story of risk, Wiley John Sons; Edición: New Ed, Pág. 217.

BETANCOURT, GARCÍA Y LOZANO (2013), *"Teoría de Markowitz con metodología EWMA para la toma de decisión sobre cómo invertir su dinero"*. Universidad Piloto de Colombia. Revista Atlántica de Economía – Volumen 1 – 2013. Documento recuperado el 16 de julio de 2014 de: http://www.unagaliciamoderna.com/eawp/coldata/upload/Vol1_2013_teoria_Markowitz.pdf

BLACK ROCK ETF ISHARES (2013), "*Preguntas frecuentes"*, recuperado el 24 de Marzo de 2014. Recuperado de: http://co.ishares.com/content/stream.jsp?url=/content/co/es/repository/material/iShares-FAQ_ES.pdf&mimeType=application/pdf.

BOLSAS Y MERCADOS (2000), "*Exchange Traded Funds (ETF)*", (93) 28-31. Recuperado de http://www.bolsasymercados.es/esp/publicacion/revista/2000/11/p28-31.pdf

BOYLE, P (1977), "*Options: A Monte Carlo approach*", The University of British Columbia, Canadá, Journal pf Finance Economics, p. 323 – 328.

BVC – Bolsa de Valores de Colombia (2013), "*Metodología para el cálculo del índice COLCAP*", índices bursátiles, publicación Abril de 2013.

BVC – Bolsa de Valores de Colombia (2011), "*MILA en cifras – Mayo 30 a Octubre 31 de 2011*", publicación 16 de Noviembre de 2011.

CESLA – CENTRO DE ESTUDIOS LATINOAMERICANOS (2014), Buscador de noticias Colombia, Chile, Perú y Brasil, recuperado el 24 de Marzo de 2014. Recuperado de: http://www.cesla.com/centros-de-estudios-latinoamericanos.php

DINERO (2013), "*Así se la jugará la BVC en 2013*", artículo publicado en la sección inversionistas el 26 de Abril de 2013, recuperado de http://m.dinero.com/inversionistas/articulo/asi-jugara-bvc-2013/174412

FAMA, E. (1979), "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", Journal of Finance, May.

FERIA, J. (2005), "El riesgo del mercado: su medición y control", Delta Publicaciones, primera edición, ISBN: 978-84-96477-02-5

FIDUCOLDEX (2012), "*¿QUÉ SON LOS ETF´S?",* Datos estadísticos, publicado por Fiducoldex S.A, Volumen 1, N° 3, 16 de noviembre De 2012, recuperado de http://www.fiducoldex.com.co/recursos/ec/20130125104144201301110521 03Que%20son%20los%20ETFs.pdf

GÓMEZ, D Y MESA, J (2014), "*Portafolio de inversión en exchange traded funds (ETF) de índices accionarios de mercados globales*", Escuela de Ingeniería de Antioquia, Revista Soluciones de Posgrado.

HERNÁNDEZ, J (2012), "*Propuesta metodológica para la construcción de un ranking de emisores en la Bolsa de Valores de Colombia*", Equidad y Desarrollo No. 18 ISSN: 1692-7311, Universidad de La Salle, Bogotá Julio-Diciembre de 2012.

iShares (2013), "*Prospecto del Fondo Bursatil iShares COLCAP*", ICOLCAP Prospectus, recuperado el 28 de Marzo de 2014. Recuperado de: http://co.ishares.com/content/stream.jsp?url=/content/co/es/repository/material/ICOLCAP_Prospectus_ES.pdf&mimeType=application/pdf

iSHARES BLACK ROCK (2013), "*ISHARE MSCI BRAZIL CAPPED ETF"*, Diciembre 31 de 2013. Recuperado de: http://ca.ishares.com/content/stream.jsp?url=/content/en_ca/repository/resource/fact_sheet/ewz.pdf

JENSEN, M (1972), "*Capital markets: Theory and Evidence*", Bell Journal of economics and management science, pp. 357-398.

JORION, P (2001), "*Value at Risk, The New benchmark for mananging financial risk*", Mc Graw-Hill, Thrid edition, Chapter 12, Pág 291 – 295

HAMMERSLEY, J Y HANDSCOMB, D (1964), "*Monte Carlo Methods*", London: Methuen and Co. Ltd, 1964.

KNOP, R, VIDA, J Y ORDOVAS, R (2004), "*Medición de riesgos de mercado y crédito*", Editorial Ariel, España, SBN: 9788434445062

LEÓN Y MORA (2011), "CDS: relación con índices accionarios y medida de riesgo". sSerie: Revista Ensayos Sobre Política Económica (ESPE), Volumen: 29, Número: 64, 2011, Bogotá. Editorial Banco de la República.

LINTNER, J (1965), "*The valuation of risk assets and selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets*", The review of economics and statistics, Vol. 47, No1, (Feb. 1965).

MARKOWITZ, H (1952), "*Portfolio Selection*", The Journal of finance , Vol 7, No.1, (Mar.1952), pp 77-91.

MSCI DATA OPERATIONS & TECHNOLOGY (2014), " *MSCI Index Calculation Methodology*", Febrero de 2014. Recuperado de: http://www.msci.com/eqb/methodology/meth_docs/MSCI_Feb14_IndexCalcMethodology.pdf

MORERA, A (2002), "VAR: Una opción para medir el riesgo de Mercado en los fondos de pensiones", Superintendencia de pensiones SuPen, Departamento de estudios especiales y valoración en riesgo, Chile.

MOSSIN, J (1966), "*Equilibrium in a capital asset market*", Econometrica, Vol. 34, No.4,(Oct. 1966)

PWC (2013), "*The next generation of ETFs*", Why every assets manager needs an ETF strategy. Noviembre de 2013. Recuperado de: http://www.cetfa.ca/files/1388510741_pwc-the-next-generation-of-efts.pdf

REPORTE DE MERCADOS FINANCIEROS (2013), Banco de La Republica Colombia, Primer trimestre de 2013, (34-46). Recuperado de: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/rmf_ene_mar_2013.pdf

SALINAS, MALDONADO Y DÍAZ, *"Estimación del riesgo de un portafolio de inversión"*, Apuntes del CENES, ISSN 0120-3053, Vol. XXIX - Nº. 50, ol. XXIX - Nº. 50, Págs. 117 – 150. 2010.

SHARPE, W (1964), "*Capital assets prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk*", The Journal of finance, Vol. XIX, No. 3, September 1964.

S&P DOW JONES ÍNDICES LLC (2013), "*S&P MILA Metodología*", S&P Dow Jones Indices McGraw Hill Financial, Octubre 2013.

TERÁN y MOLINA. (2005), "*Simulación eficiente del valor en riesgo de un portafolio de acciones del IPSA: un análisis de componentes principales",* Revista Investigación y Desarrollo, No. 5: 91-105 (2005). Universidad Privada Boliviana.

TREYNOR, J. L. (1962). "*Toward a Theory of Market Value of Risky Assets*." Unpublished manuscript. "Rough Draft" dated by Mr. Treynor to the fall of 1962. A final version was published in 1999, in Asset Pricing and Portfolio Performance. Robert A. Korajczyk (editor) London: Risk Books, pp. 15–22.

ANEXOS

Anexo. Caminatas Aleatorias. Simulaciones realizadas por Crystal Ball a la especie Ecopetrol para el año 2010.

No. Datos	1	2	…499	500
1	0.99401319	0.9936668	0.0040161	0.9945287
2	1.012290984	1.0130077	-0.012097	0.9909735
3	1.009095908	0.9937198	-0.00203	1.0059666
4	1.01268143	0.9976042	-0.008163	1.0030006
5	1.021450861	0.9838644	0.0122201	0.9917422
6	1.022864397	0.9872038	-0.010173	0.992697
7	0.997013965	0.9969786	-0.004098	0.9806734
8	0.991088923	0.9885813	0.0061413	1.0105479
9	0.995248348	0.9880098	0.0081301	0.9758179
10	1.001404381	0.9896451	-0.002026	0.9680854
11	1.015822095	1.0145358	-0.00203	1.0086643
12	1.010878817	0.9986762	-0.002035	0.9980113
13	1.017683474	0.9893389	-0.026833	0.9911271
14	0.98846293	1.0077835	0.0041754	0.9987576
15	1.003596522	0.9948676	-0.012579	0.9728368
16	1.000388597	1.0103246	0.0229416	0.9840599
17	0.992824028	0.9969718	0.0082136	0.9737857
18	1.003582262	0.9936808	0.0020429	0.9862953
19	0.99496454	1.0066159	0.0020387	0.9956238
20	0.979332955	0.9930951	-0.00818	0.9835563
21	0.995419867	1.0179606	0.0040984	0.9936603
22	1.014201157	1.0257511	0.0040816	1.0072808
23	1.03403312	0.9703462	-0.012295	1.008974
24	0.994557714	1.0030047	-0.004132	1.0151444
25	1.008321032	1.0019611	-0.004149	1.0004915
26…	1.000669051	1.0171655	0.0205769	0.9838205
…245	1.009310805	0.9876679	-0.003652	1.0085401