

**CONSTRUCCION DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIONES EN EL MILA**

**PRESENTADO POR:**

**DANIEL ALEJANDRO RUBIO CAMPO**

**JESUS ANDRES COMETA**

**Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA-  
Maestría de Finanzas Corporativas  
Bogotá  
2017**

**CONSTRUCCION DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIONES EN EL MILA**

**PRESENTADO POR:**

**DANIEL ALEJANDRO RUBIO CAMPO**

**JESUS ANDRES COMETA**

**Director:  
Santiago Stozitzky**

**Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA-  
Maestría de Finanzas Corporativas  
Bogotá  
2017**

## **TABLA DE CONTENIDOS**

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUCCION</b>                                       | <b>3</b>  |
| <b>2.</b> | <b>ESTADO DEL ARTE</b>                                    | <b>6</b>  |
| <b>3.</b> | <b>MARCO TEORICO</b>                                      | <b>9</b>  |
|           | <b>a. Estrategia de inversión: <i>value investing</i></b> | <b>10</b> |
| <b>4.</b> | <b>METODOLOGIA</b>  | <b>23</b> |
|           | <b>a. Selección de activos</b>                            | <b>23</b> |
|           | <b>b. Modelo Black-Litterman</b>                          | <b>30</b> |
| <b>5.</b> | <b>CONSTRUCCION DEL MODELO BLACK-LITTERMAN</b>            | <b>39</b> |
|           | <b>a. Capitalización de mercado</b>                       |           |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSIONES</b>                                       | <b>45</b> |
| <b>7.</b> | <b>ANEXOS</b>   |           |
| <b>8.</b> | <b>BIBLIOGRAFIA</b>                                       | <b>46</b> |

## I. INTRODUCCION

El 30 de mayo del 2011, las bolsas de valores de Colombia, Chile y Perú entraron a operar conjuntamente un nuevo mercado de valores, cuya visión es la de presentar nuevas oportunidades a inversionistas en la región. El nombre para esta integración se ha denominado como MILA: Mercado Integrado Latinoamericano, y es el primer pilar fundamental para la alianza del Pacífico donde se idealiza un bloque económico constituido por países de la región.

Durante los últimos años, la iniciativa ha venido tomando fuerza dentro de los países vecinos, hasta el punto donde economías como la de México<sup>1</sup> se han percatado de los avances y han optado por entrar a participar en la integración.

Los beneficios son amplios y numerosos para los inversionistas, intermediarios, emisores y para cada país que incluye esta integración. Mayor liquidez en el mercado, más diversificación del riesgo, mayor oferta de productos, eficiencias en costos, y la lista continua de las ventajas de esta integración, sin embargo, la más importante es que se entraría a competir con mercados extranjeros de peso pesado, y seríamos el cuarto mercado en tamaño después de Estados Unidos, Europa y Asia (Tapia, 2014).

Hoy en día, MILA, se encuentra en una segunda fase de pruebas en la región. Su volumen promedio de negociación mensual alcanza los USD \$6.200 millones de dólares y solo pueden acceder inversionistas institucionales de la región. Al comparar el volumen

---

<sup>1</sup> México ingresó al Mercado Integrado Latinoamericano en diciembre de 2014.

promedio mensual contra los montos transados en algunas de las diferentes plazas bursátiles que lo componen, la diferencia es notable. (USD \$65.000 millones y USD \$94.000 millones de dólares en la BVC (Colombia) y BCS (Chile), respectivamente). Actualmente, los únicos que tienen acceso al MILA son inversionistas institucionales, que hacen parte de la fase de pruebas. Por lo que se muestra que MILA es un mercado con mucho camino por recorrer y varias limitantes que solucionar. La principal limitante, y es la que este trabajo de investigación pretende abrirle camino, es la falta de conocimiento de los inversionistas regionales acerca del MILA. Cuando hay integración de un grupo de mercados, los rendimientos esperados de cada uno son proporcionales a su riesgo en forma exacta (Lopez-Herrera & Martinez, 2012). De tal manera que si el inversionista desconoce los riesgos de cada mercado, se le dificultará tomar una decisión de inversión, lo que le impedirá calcular el retorno esperado de su portafolio, y finalmente terminara no invirtiendo o perdiendo dinero.

Cada mercado exhibe riesgos propios, dado que éstos se derivan de las condiciones actuales de cada economía. Un inversionista en Colombia puede mostrar una aversión al riesgo diferente a la de un inversionista en Chile. Así mismo, un inversionista en Perú puede tener expectativas diferentes de retornos esperados al de uno en Colombia. Todas estas diferentes variables aparecen en escena al momento de tomar una decisión de inversión o desinversión. Los inversionistas esperan alcanzar una combinación óptima de riesgo y rendimientos de sus portafolios. Para llegar a esta combinación, el inversionista debe conocer los riesgos, volatilidades, y supuestos de cada activo financiero para lograr una diversificación adecuada de su portafolio, con el fin de obtener una combinación

óptima de sus decisiones (Henriquez & Ortega, 2014). Así que si el inversionista es incapaz de medir estos riesgos financieros por su carencia de información, se le dificultará lograr un portafolio de inversiones eficiente. Es esta la principal raíz del problema que se propone abordar, dado que las condiciones propuestas en párrafos anteriores son el principal impedimento para que inversionistas en la región tomen decisiones fundamentadas que conlleven a resultados óptimos.

Otro de los riesgos que se presentan al invertir en el MILA es el riesgo cambiario. Dado que este grupo de mercados no comparten una misma divisa, es ineludible incurrir en el riesgo cambiario de la moneda del país en el que se desea invertir. Dado que en este escenario, el inversionista no solo tendría que preocuparse por la gestión de los activos de su portafolio, sino también de la volatilidad de las cuatro tipos de divisas: peso colombiano, mexicano, chileno y sol peruano. Lo cual se considera una gestión ardua, dado los altos niveles de volatilidad que las monedas latinoamericanas presentan en la coyuntura internacional actual.

Dado lo anterior se requiere la implementación de coberturas cambiarias al momento de invertir en el MILA. El deseo de hacer una cobertura proviene de inversionistas que presentan adversidad al riesgo en algún grado y desean maximizar su beneficio esperado a través de reducción de las volatilidades en los flujos de caja esperados de la inversión (Castillo, 2010). De tal forma que desconocer el retorno esperado de una inversión, dificulta la decisión de invertir en un mercado como el MILA.

La comprensión de los riesgos financieros en los mercados de capitales es el factor más determinante en el comportamiento de cada agente. Desconocer los riesgos

subyacentes de cada decisión de inversión es una de las limitantes más importantes en el proceso de inversión (Pascual-Ezama, Scandroglio, & Liaño, 2013). El panorama del MILA es un escenario ideal donde estas premisas toman autoridad y el desarrollo de un proyecto tan ambicioso como el MILA se puede ver truncado por problemas de este calibre.

Las razones exhibidas en párrafos anteriores, son nuestra mayor motivación para el trabajo de investigación donde se plantean mitigar los riesgos explicados, donde el objetivo principal es construir un portafolio de inversiones para el Mercado Integrado Latinoamericano, que maximice la rentabilidad del inversionista, y minimice los riesgos cambiarios, de mercado y aporte de forma cuantitativa y cualitativa a los inversionistas interesados a hacer parte de este mercado. Por tal razón los objetivos puntuales de la presente investigación son los siguientes:

- Crear una metodología de “*stock picking*”, como estrategia principal en el portafolio de inversiones, con el fin de escoger acciones con potencial de valorización del MILA.
- Implementar un modelo de optimización de inversiones llamado Black-Litterman que permite incluir el resultado del stock picking y las opiniones del inversionista.
- Utilizar indicadores de medición de portafolios de acuerdo a las siguientes medidas de performance para evaluar la rentabilidad del portafolio creado
  - Ratio de Sharpe
  - Ratio de Treynor
  - Alfa de Jensen

## II. ESTADO DEL ARTE

A partir de la mitad del siglo XX, las teorías de administración de portafolios comenzaron a tomar escena en el contexto financiero a nivel mundial. Dado el proceso de globalización que tuvo el sector bursátil internacional en la década de los setentas, las teorías de portafolios eficientes comenzaron a surgir entre los académicos. Con el tiempo estos modelos matemáticos fueron modificados para luego ser implementados en las entidades financieras más importantes del mundo, con el único fin de ofrecer a clientes portafolios estructurados de activos financieros de todas partes del mundo (Ayuso, 2001).

La teoría pionera y en la cual actualmente muchos inversionistas basan su conocimiento es la de Harry Markowitz. Su teoría es la primera en establecer una relación entre riesgo y rentabilidad mediante una óptima administración del riesgo en activos subvaluados con potencial de crecimiento (Markowitz, 1952). Markowitz introduce el concepto de la aplicación selectiva de portafolios, donde mediante estudios individuales de los inversionistas se construye una cartera eficiente, con el fin de minimizar el riesgo esperado y maximizar los rendimientos del inversionista (Zabalza, 2002). Su planteamiento conocido como “*la teoría de portafolios moderna*”, fue ampliamente adoptado por bancos, fondos de pensiones, fondos privados e inversionistas en todo el mundo, dado que antes de Markowitz se hablaba de acciones, y después solo se hablaba de portafolios de acciones. Además la teoría de portafolios de llegó en un momento ideal por todo el desarrollo de Wall Street que se lleva a cabo a partir de la segunda mitad del siglo XX en Estados Unidos. A partir de ese entonces, la teoría de Markowitz fue la base para miles de investigaciones enfocadas a lograr la eficiencia en los portafolios de inversión.



Quince años luego, la teoría de Markowitz es mejorada por Willam F. Sharpe, donde establece el modelo de Capital Asset Pricing Model, cuyo modelo sugiere la identificación de un beta del portafolio, por medio del hallazgo de betas individuales de las diferentes inversiones y activos financieros a realizar (Sharpe, 1964). La idea detrás de esta teoría es correlacionar el portafolio a un índice, creado a partir del beta del portafolio. Sharpe toma la estructuración de Markowitz y le agrega un riesgo sistemático del mercado y establece que este no puede ser eliminado a través de la gestión de la construcción del portafolio. A fin de cuentas, Sharpe le da un panorama más realista a la teoría de Markowitz y se vuelve en un modelo apetecido por los bancos e inversionistas a nivel internacional. Sharpe trabajó mucho en la medición de la volatilidad de los portafolios, variable que la teoría de Markowitz no medía de forma oportuna. Según Sharpe, la volatilidad tenía que ser evaluada y administrada dentro del portafolio, donde siempre existía una media y varianza, elementos claves que no se incluían en Markowitz.

Los aportes al modelo de la administración de portafolios y gerenciamiento de riesgo realizadas por Markowitz y Sharpe, son la base para el auge de investigaciones en este tema que comenzaron aparecer después de la década de los noventa. La teoría moderna de portafolio de Markowitz y Sharpe, tuvo un gran aporte en 1992 cuando Robert Litterman y Fischer Black publicaron su investigación, "*Black-Litterman Global Asset Allocation Model*". La perspectiva de la gestión de portafolio cambió radicalmente principalmente a la inclusión de las opiniones de los inversionistas a la teoría de Markowitz y Sharpe. En este nuevo modelo, los inversionistas le asignan opiniones a una serie de activos, cuyo resultado arroja una serie de rendimientos esperados. Estos retornos esperados son utilizados a la

hora de maximizar los pesos en la teoría óptima de “*asset allocation*”<sup>2</sup>. En párrafos posteriores, analizaremos en detalle este modelo, pero es importante tener en cuenta que fue una de las innovaciones más grandes a la literatura financiera.

Después de la era Black-Litterman, otro de los trabajos reconocidos fue el de Konno y Annista donde proponen un modelo de optimización de portafolio a través de una desviación de la media absoluta, que a través de un modelo computacional arroja soluciones para la selección óptima de portafolios (Puerta & Laniado, 2010). Sin embargo esta metodología asume que los costos de transacción marginales aumentan a medida que se incluyen más activos al portafolio. Es decir, entre mayor sea la cantidad de activos que compongan un portafolio, mayor será el costo de la transacción. Este modelo ignora las economías de escala en la industria y es una clara desventaja en la estructura del portafolio.

Para afrontar este inconveniente, Cai propone un modelo de optimización de portafolio trabajando con un alto número de acciones, y así mitigar el tema de los costos transaccionales que Konno y Annista no resuelven (Xiaoqiang, 2000). En esta metodología, existe una relación entre la rentabilidad esperada de los activos y la participación de estos en la composición del portafolio, donde dicha composición varía dependiendo de las proyecciones de rendimientos futuros de cada activo. Sin embargo, esta metodología no considera las ventas a corto plazo, sino más bien asume portafolios para periodos de tres a cinco años. También se ignora la correlación entre acciones lo que disminuye la

---

<sup>2</sup> La literatura financiera denomina “*asset allocation*”, como la actividad donde un gestor de inversiones crea una estrategia e invierte en activos seleccionados a partir de su conocimiento.

diversificación de la inversión en diferentes sectores, dado que el fin del portafolio es lograr el máximo rendimiento posible (Konno & Annista, 1999).

Para fines de la presente investigación el enfoque principal es el estudio del modelo Black-Litterman, dado que una de las características particulares en la literatura académica es la ausencia de material intuitivo y práctico para la implementación del modelo. Paralelamente, se incluirá el modelo Black-Litterman en la estrategia de inversión que se desarrollará durante el trabajo.

### **III. MARCO TEORICO**

El éxito o fracaso de un portafolio de inversiones dependen de muchas variables que deben ser reguladas, administradas, ejecutadas y monitoreadas correctamente. En la última década, la literatura financiera ha crecido de forma importante, especialmente en un tema: los fracasos de grandes instituciones financieras, que en su momento nadie se atrevió a dudar de su integridad y experticia en el tema. Sin embargo, hoy aquellas instituciones no son más que lecciones que enseñan la forma en que no se deben hacer las cosas en Wall Street; donde la conclusión que más destaque dentro de las muchas que uno encuentra, es la importancia de una sólida y consistente política de inversiones.

La política de inversión es el “*mapa ruta*” que guía el proceso de inversiones de una cartera, donde se especifican los tipos de riesgos, objetivos y restricciones de la cartera, y los requerimientos de recursos de todo tipo que se necesitaran, entre otras cosas (Wilson,

2010). Dentro de la política se deben establecer con criterios acertados que fijan los lineamientos que deben seguidos al pie de la letra por el equipo de trabajo encargado de la gestión del portafolio. A continuación se detallan los elementos claves a la hora de tener en cuenta al momento de estructurar una política de inversiones (Simon C. Krinsky, 2012).

- Delinear el propósito y los objetivos del portafolio de inversión.
- Identificar y articular las restricciones y limitaciones primordiales para el funcionamiento.
- Establecer una apropiada estructura de inversiones que cumplan con los propósitos de portafolio teniendo en cuenta las restricciones del mismo.
- Implementar una metodología fundamentada con el objetivo de buscar un óptimo asset allocation del portafolio, llamada estrategia de inversión.
- Fijar criterios para el monitoreo del desempeño y riesgo del portafolio.
- Definir roles y responsabilidades dentro del equipo encargado de la gestión del portafolio de inversiones.

Es de suma importancia que al momento de estructurar la política de inversiones tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Utilizar vocabulario simple que todo el equipo pueda entenderlo de forma intuitiva.
- Menos es más. Una política de inversión efectiva es aquella que se pueda digerir fácilmente en un comité de inversiones donde sea intuitivo aplicar los principios y lineamientos básicos a la hora de implementarla.

- Mantenerlo actualizado. Se recomienda hacer informes de monitoreo y agendar reuniones de dos a tres veces por año.

Para fines del presente capítulo, se expondrán los elementos que deben incluir una adecuada política de inversión. Los demás elementos serán explicados con mayor practicidad en el capítulo de Metodología.

#### **a. Estrategia de Inversión**

Un portafolio de inversiones es una combinación de activos - tanto como financieros (por ejemplo: efectivo, CDTs, bonos, acciones) como reales (tierras, metales preciosos, edificaciones, energéticos) con características propias de plazo, rentabilidades y riesgo – que posee un inversionista con la finalidad de obtener un buen nivel de rentabilidad minimizando al máximo el riesgo de pérdida de inversión (Granados, 2012).

La composición de cada portafolio se construye a partir del nivel de aversión al riesgo del inversionista y los objetivos de la cartera de activos, sin embargo, son muchas las metodologías y estudios que han sido empleados durante los últimos cien años. Desde algoritmos financieros supersticiosos con inteligencia artificial hasta modelos de astrología que invierten de acuerdo a la fase lunar, la cantidad de teorías y modelos financieros y son incontables, sin embargo, justificables. Y es esta las razón de porque el mercados financiero es una de las materias más estudiadas y analizadas en los últimos tiempos, dado que no existe y nunca existirá el “*santo grial*” para esta industria.

Sin embargo, siempre ha existido una rama de estudio y tendencia dentro de los académicos e inversionistas que nace en el primer cuarto del siglo XX bajo la responsabilidad de Benjamin Graham, conocida como Análisis Fundamental. Esta rama se encarga de estudiar los ciclos económicos, sectores e información financiera de compañías con el fin de tomar decisiones de inversión sustentadas. El propósito detrás del análisis fundamental se basa en encontrar el valor económico a compañías con amplias proyección de crecimiento que aún no han sido percibidos por el mercado, también conocido como “*Value Investing*”.

Desde la publicación Graham en 1953 de su libro “*The Intelligent Investor*”, considerada como la biblia del análisis fundamental, mucho se ha escrito y estudiado. Para definir la estrategia de inversión, se ha enfatizado en estudiar una investigación de Joseph D. Priotorski, profesor de la Universidad de Chicago, publicado en el año 2000. En su investigación titulada, “*Value investing: The Use of Historical Financial Statement Information to Separate Winners from Losers*”, el autor lleva acabo una exhaustiva investigación de los indicadores financieros que determinan y encuentran valor potencial en las empresas. En su trabajo, el autor presenta nueve indicadores financieros que al ser aplicados en un portafolio de inversión entre los años 1976 y 1996, se obtiene una rentabilidad del 23% anual durante ese periodo de tiempo vs. un 7% anual, equivalente a la rentabilidad anual del índice Dow Jones durante el periodo. Los nueve indicadores se dividen en tres categorías diferentes que se explicaran brevemente a continuación. La lógica del Priotoski Score es asignarle 1 si el indicador es positivo o 0 si el indicador es negativo (Priotoski, 2002).

### **i. Priotoski Score**

Este modelo de calificación de empresas se divide en tres pilares fundamentales:

rentabilidad, apalancamiento y eficiencia. De cada título, se derivan indicadores financieros que califican el desempeño de cada empresa en cada uno de estas categorías.

#### **Rentabilidad**

- **ROA- Return on Asset:** Mide la rentabilidad económica del negocio frente a los activos de la empresa. Se debe tener en cuenta que el ratio varía dependiendo de la empresa, pero entre mayor sea el indicador, mayor eficiencia económica existe en la empresa.

Formula: *Utilidad antes de Impuesto/ Activos Totales*

Puntaje: 1 si es Positivo, 0 si es Negativo.

- **CFO – Cash Flow Return on Asset:** Mide la capacidad del activo de generar caja. Para el análisis financiero, el indicador puede mostrar señales de posibles problemas crediticios, ineficiencias en el manejo de los activos o iliquidez de la compañía.

Formula: *Flujo de Caja Operativo / Activos Totales*

Puntaje: 1 si es Positivo, 0 si es Negativo.

- **Cambio ROA:** Mide el cambio del ROA entre un año y otro. Lo que busca este indicador es determinar la tendencia de la empresa en gestionar bien sus activos y la eficiencia de este.

Formula:  $(ROAt1 - ROAt0) / ROAt0$

Puntaje: 1 si es Positivo, 0 si es Negativo.

## **Apalancamiento**

- **Endeudamiento:** Medir el cambio en la deuda de la empresa con respecto a años anteriores donde se puede determinar que tanto la empresa se viene endeudando. La medición se hace con respecto al año anterior.

Formula: Deuda Total / Activo Total

Puntaje: 1 si es menor al año anterior, 0 si es mayor

- **Liquidez:** Este indicador mide la eficiencia en el capital de trabajo dentro de la empresa. La variación del capital de trabajo entre años demuestra si la empresa está en capacidad de pagar sus obligaciones a corto plazo. El indicador se compara contra el indicador del año anterior.

Formula: Activos Corriente / Pasivo Corriente

Puntaje: 1 si es menor, 0 si es mayor

- **Oferta Accionaria:** No es un indicador sino el número de acciones circulantes en bolsa de la empresa. El número se compara con el número del año anterior donde algún cambio demuestra que la empresa requirió de capital en mercados financieros a cambio de diluir las acciones existentes.



Formula: Numero de acciones

Puntaje: 1 si el número es igual, 0 si aumento.

## **Eficiencia**

- **Margen:** Cambio en el margen operacional con respecto ano anterior. Si el margen operacional disminuye es porque la empresa no está siendo eficiente en la operación y está destruyendo valor.

Formula: Utilidad Operacional / Ingresos Operacionales

Puntaje: 1 si es mayor, 0 si es menor

- **Rotación del Activo:** Este indicador demuestra cuanto porcentaje del activo es explicado por sus ventas. Se debe compara contra el año anterior con el fin de mostrar eficiencias en la relación activo – ingreso.

Formula: Ventas Totales / Activos Totales

Puntaje: 1 si es mayor, 0 si es menor

### **ii. Priotoski Score Modificado**

Tal como se mencionó anteriormente, el modelo fue creado en la década de 1960, y al día de hoy aun es utilizado por muchos inversionistas fundamentales. Sin embargo, en la presente investigación se propone modificar algunos de los indicadores financieros con el

fin de tener una calificación más contundente y asertiva para las empresas evaluadas. Así mismo, se propone una modificación en la interpretación de los resultados con el fin de ser más rigurosos en la metodología de selección de activos. Recordemos que la información que depuremos de esta tabla de calificaciones será el input que introduciremos a nuestro modelo de portafolio Black-Litterman, por lo que la información debe ser lo más asertiva posible, con el fin de la maximización de la rentabilidad del inversionista.

En cuanto a la interpretación de los resultados de las razones financieras, actualmente el modelo sugiere calificar con 1 si el indicador es positivo, y calificar con 0 si es negativo. El aporte que se sugiere es aumentar la rigurosidad en los indicadores y ser más ácidos. Es decir, calificar con 1 si el indicador tuvo cambio positivo con respecto al año anterior. Si el cambio fue negativo, se califica con 0. De esta forma, estamos filtrando a empresas cuyo desempeño financiero fue inferior con respecto al año anterior.

Con respecto a los indicadores, el primero que se propone modificar en el modelo es el cambio en el ROA, donde se sugiere ser reemplazado por el ROE. Como mencionamos anteriormente, en el Priotoski Score las variables serán medidas por cambios con respecto a años anteriores, así que en este orden de ideas el cambio en el ROA está siendo repetido.

Lo que se busca con este reemplazo, es que el inversionista conozca el retorno sobre el patrimonio de los accionistas y se le asigne peso a esta variable dentro de la selección final de los activos.

- **ROE:** Mide el cambio del ROE entre un año y otro. Este indicador mide el retorno de las utilidades netas de la empresa sobre el patrimonio de los accionistas. Esta

razón representa si la compañía está generando valor para los accionistas a través del tiempo.

Formula:  $(ROEt1 - ROEt0) / ROAEt0$

Puntaje: 1 si el cambio porcentual es positivo con respecto al año anterior, 0 si es negativo.

Para las razones financieras de endeudamiento, sugerimos cambios en dos indicadores, dado que el endeudamiento es un tema que debe ser medido con las herramientas adecuadas y evitar generar falsas alarmas. Hay que tener en cuenta que la estructura de capital es diferente para cada tipo de sector, por lo que hay que ser muy exactos al momento de medir el endeudamiento de una empresa. Se proponen cambiar la forma en que se mide el endeudamiento total de la empresa y la capacidad de pago para el servicio de la deuda.

(Garcia, 2009)

- **DEBT-TO-EQUITY:** indica la cantidad de deuda que utiliza una empresa relativa al patrimonio de los accionistas. Indica el nivel de apalancamiento que la empresa usa en la financiación de sus proyectos. Altos niveles de este indicador están asociados a altos niveles de riesgo.

Formula:  $Deuda\ Financiera / Patrimonio$

Puntaje: 1 si el cambio porcentual es negativo con respecto al año anterior, 0 si es positivo.

- **DEBT-TO-EBITDA:** indica cuantas veces el EBITDA puede pagar la deuda financiera de la compañía. El número que arroja este indicador se interpreta como los años en que el que se saldaría la deuda en caso de que se destinen los recursos operativos de la empresa para pagar obligaciones financieras. El indicador mide que tan comprometida esta la empresa.

Formula: *Deuda Financiera / EBITDA*

Puntaje: 1 si el indicador disminuye con respecto al año anterior, 0 en caso que aumente.

Para la categoría de eficiencia, se reemplaza el indicador de acciones disponibles en el mercado por el último dividendo percibido por los inversionistas. El objetivo de este nuevo indicador es agregarle peso a los dividendos que el inversionista recibirá por invertir en esta acción. Se agrega el calificativo para este indicador con el fin de evaluar si la empresa está retribuyendo de forma adecuada a los accionistas.

- **DIVIDENDS PER SHARE:** indica lo que la empresa está pagando de dividendo por la acción. Si el dividendo aumenta con respecto al año anterior, es porque la empresa está haciendo las cosas bien y este resultado se ve reflejada en la utilidad. Es decir, la empresa está generando valor para el accionista.

Formula: *Dividendos decretados en el año fiscal vigente*

Puntaje: *1 si el dividendo aumenta con respecto al año anterior, 0 en caso que disminuya.*

Con los cambios sugeridos, se considera que el filtro para las acciones es más robusto y cumple con las expectativas de todo inversionista donde se invierte en empresas que operativamente están haciendo las cosas bien, no hay endeudamientos excesivos, y el riesgo que se está tomando está siendo bien retribuido por la empresa.

A continuación se muestra la tabla donde se compara el Priotoski Score original con el modificado.

| <b>PRIOTOSKI SCORE</b> |   |
|------------------------|---|
| <b>CATEGORIA</b>       | <b>INDICADOR</b>  |
| <b>RENTABILIDAD</b>    | ROA<br>FCL/ACTIVOS<br>CAMBIO EN ROA                             |
| <b>APALANCAMIENTO</b>  | DEUDA/ACTIVO<br>LIQUIDEZ  |
| <b>EFICIENCIA</b>      | MARGEN OPERACIONAL<br>ROTACION ACTIVOS<br>DIVIDENDOS POR ACCION |

| <b>PRIOTOSKI SCORE MODIFICADO</b> |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>CATEGORIA</b>                  | <b>INDICADOR</b>  |
| <b>RENTABILIDAD</b>               | ROA<br>FCL/ACTIVOS<br>ROE                                   |
| <b>APALANCAMIENTO</b>             | DEUDA/PATRIMONIO<br>LIQUIDEZ<br>DEUDA/EBITDA                |
| <b>EFICIENCIA</b>                 | MARGEN OPERACIONAL<br>ROTACION ACTIVOS<br>OFERTA ACCIONARIA |

Cuando se suman todos los puntajes de los indicadores, ya se tiene la Tabla Priotoski donde se podrá visualizar las diferencias en la gestión financiera y valor fundamental de las empresas a las cuales se les aplica la metodología. El inversionista también podrá ver en qué aspectos de la gestión financiera las empresas están generando valor y en cuales se está destruyendo.

Como se comentó anteriormente, la estrategia de inversión depende del gestor del fondo de inversiones, y puede ser tanto sencilla como compleja. En el mundo financiero, indicadores como estos son ampliamente utilizados por los gestores dado que señalan un claro comportamiento en las finanzas corporativas de las empresas. Para esta investigación en particular, estos resultados que arroja la tabla Priotoski serán utilizados durante el ejercicio para una estrategia de inversión sólida y concreta.

### **iii. Modelo Black Litterman**

Tal como se comentó en el Estado del Arte, el modelo de asignación de portafolio de Markowitz revolucionó la forma de estructuras inversiones. Pero la literatura financiera ha sido proactiva en todas las formas de proponer teorías más aplicadas y equilibradas y han sacado a relucir limitantes y críticas al modelo tradicional de Markowitz. Especialmente en el año 1992, cuando Fischer Black y Robert Litterman se vieron incentivados a crear un modelo que corrigiera estas falencias. Lo que buscaba la investigación era hacer un modelo más equilibrado, más diversificado y trajeron un elemento nuevo en contexto: las expectativas del inversionista. Es decir, la opinión del gestor del portafolio son inputs al modelo y entrar a implementarse, haciendo un modelo más ajustado a la realidad y a las expectativas del inversionista (He & Litterman, 1999). En el siguiente capítulo se describirá la metodología utilizada para la estrategia de inversión y se demostrara la implementación del modelo Black-Litterman.

#### **IV. METODOLOGIA**

##### **a. Selección de Activos**

La primera fase consiste en determinar cuáles serán los activos elegibles con los cuales se realizara el proceso de selección. Como mencionamos anteriormente, uno de los objetivos principales de esta investigación es hacer un portafolio óptimo para el mercado integrado latinoamericano (MILA). Teniendo en cuenta que el MILA es conformado por cuatro países con bolsas de valores y tipos de cambio diferente, sería un proceso largo y costoso lograr hacer un portafolio integrado. Para evitar esto, el primer filtro será escoger títulos que tengan ADRs nivel 1 y 2 en el NYSE. Un American Depositary Receipt es un certificado negociable, que es emitido por un banco estadounidense, donde se soporta que una cierta cantidad de acciones extranjeras se encuentran en el depósito de una entidad depositario de ese país (Lopez, 2008). Actualmente existen 29 ADRs de empresas pertenecientes al MILA, es decir esta es la población de activos de donde se escogerán para conformar el portafolio.

Adicional al tema cambiario de los cuatros países que componen el MILA, se considera que empresas que suscriben su ADRs en mercados internaciones es por su interés en tener presencia ante inversionistas extranjeros. Son empresas que desean compartir su actividad empresarial que han venido desarrollando en las últimas décadas, con el fin de ser reconocidas internacionalmente y ofrecer valor a sus inversionistas.



Para una empresa poder suscribir su ADR debe registrarse bajo el Securities Act de 1933, donde el emisor extranjero debe acceder al sistema de revelación continua de información de la SEC<sup>3</sup> bajo el Exchange Act de 1934<sup>4</sup> (Lopez et al., 2008). Esto compromete a las empresas inscritas a una serie de requisitos y obligaciones que deben cumplir ante esta institución, lo que compromete a las empresas a tener mejores prácticas y un sólido gobierno corporativo. De esta forma se considera que incluir empresas con ADRs en nuestro portafolio es una forma de asegurar que son inversiones seguras en compañías comprometidas a la honestidad e integridad de sus actividades.

El listado de los 29 ADR's de las empresas del MILA que cotizan en el NYSE son las siguientes:

---

<sup>3</sup> Security and Exchange Commission es la institución encargada de vigilar y supervisar el cumplimiento de las leyes federales, la regulación de las bolsas de valores y el mercado de opciones. La institución es dependiente del gobierno de Estados Unidos.

<sup>4</sup> Normatividad expedida por el Congreso de Estados Unidos en 1934 después de la crisis de 1929, cuyo objetivo es la protección del comercio interestatal y crédito nacional, y asegurar la honestidad e integridad en el mercado de valores.

| EMPRESA |  |
|---------|--|
| 3       | CemexCXNYSEConstruct.&Materials                              |
|         | Cencosud CNCO Chile NYSE                                     |
| 5       | Controladora Vuela Compania de Aviacion S.A.B. de C.V.       |
|         | Embotelladora Andina - B Shares AKO.A Chile NYSE             |
|         | Endesa-Empresa Nacional de Electricidad EOC Chile NYSE       |
|         | Enerjis ENI Chile NYSE Latam Airlines Group LFL Chile NYSE   |
|         | Vina Concha y Toro VCO Chile NYSE                            |
| 4       | Coca-Cola FemsaKOFNYSEBeverages                              |
| 8       | Grupo Aeroportuario del PacificoPACNYSEIndustrialTransport.  |
|         | Compania Cervecerias Unidas CCU Chile NYSE                   |
|         | Itau CorpBanca ITCB Chile NYSE                               |
|         | Soc. Quimica y Minera de Chile - B Shares SQM Chile NYSE     |
| 9       | Grupo Aeroportuario del SuresteASRNYSEIndustrialTransport.   |
| 13      | Santander MexicoBSMXNYSE                                     |
|         | Cementos Pacasmayo CPAC Peru NYSE                            |
| 1.      | America Movil - A SharesAMOVNYSEMobile Telecom               |
| 2       | America Movil - L SharesAMXNYSEMobile Telecom.               |
| 6       | Fomento Economico MexicanoFMXNYSEBeverages                   |
| 7       | Grupo Aeroportuario (OMA)OMABNASDAQIndustrialTransport.      |
| 11      | Grupo TelevisaTVNYSEMedia                                    |
|         | BANCOLOMBIA SA CIB Colombia NYSE                             |
|         | Avianca Holdings S.A. AVH Colombia NYSE                      |
|         | Grupo Aval Acciones Y Valores S.A. (AVAL) AVAL Colombia NYSE |
|         | Banco de Chile BCH Chile NYSE                                |
| 10      | Grupo Simec - B SharesSIMNYSEIndust.Metals&Mining            |
| 12      | Industrias BachocoIBNYSEFood Producers                       |
|         | CIA DE Minas Buenaventura SA BVN Peru NYSE                   |
|         | Grana y Montero S.A.A. GRAM Peru NYSE                        |
|         | ECOPETROL SA EC Colombia NYSE                                |

### i. Stock-Picking

El stock picking es una de los pasos primordiales para el éxito de un portafolio de inversión. Como hemos mencionado con anterioridad, aquí es donde el criterio del inversionista toma protagonismo, y la rentabilidad del portafolio dependerá de la calidad de

los activos que se seleccionan. Para fines de la investigación, la información financiera de los años recientes para cada empresa, se descargó del portal S&P Capital IQ<sup>5</sup>.

Para cada una de las 29 empresas que tienen ADRs inscritos en el NYSE se hizo un análisis de los resultados financieros de los años 2014 y 2015. El objetivo es medir las tres variables que menciona Priotoski: rentabilidad, apalancamiento y eficiencia, a través de los nueve indicadores que mencionamos con anterioridad.

| Empresa  | PUNTAJES     |                |            |                            |
|--|--------------|----------------|------------|----------------------------|
|  | Rentabilidad | Apalancamiento | Eficiencia | PRIOTOSKI SCORE MODIFICADO |
| 1. America Movil - A SharesAMOVNYSEMobile Telecom                                  | 0            | 1              | 1          | 2                          |
| 2. Controladora Vuela Compania de Aviacion S.A.B. de C.V. - VolarisVLRNYSEAirlines | 3            | 3              | 1          | 7                          |
| 3. CemexCXYNSEConstruct.&Materials   | 3            | 3              | 2          | 8                          |
| 4. Coca-Cola FemsaKOFNYSEBeverages   | 3            | 1              | 1          | 5                          |
| 2. America Movil - L SharesAMXNYSEMobile Telecom.                                  | 0            | 2              | 1          | 3                          |
| 6. Fomento Economico MexicanoFMXNYSEBeverages                                      | 1            | 0              | 2          | 3                          |
| 7. Grupo Aeroportuario (OMA)OMABNASDAQIndustrialTransport.                         | 1            | 1              | 1          | 3                          |
| 8. Grupo Aeroportuario del PacificoPACNYSEIndustrialTransport.                     | 3            | 0              | 2          | 5                          |
| 9. Grupo Aeroportuario del SuresteASRNYSEIndustrialTransport.                      | 2            | 1              | 1          | 4                          |
| 10. Grupo Simec - B SharesSIMNYSEIndust.Metals&Mining                              | 0            | 1              | 0          | 1                          |
| 11. Grupo TelevisaTVNYSEMedia  | 1            | 1              | 1          | 3                          |
| 12. Industrias BachocolBANYSEFood Producers  | 0            | 1              | 0          | 1                          |
| 13. Santander MexicoBSMXNYSE   | 1            | 3              | 0          | 4                          |
| 14. Banco de Chile BCH Chile NYSE  | 0            | 2              | 0          | 2                          |
| 15. Cencosud CNCO Chile NYSE   | 3            | 2              | 3          | 8                          |
| 16. Compania Cervecerias Unidas CCU Chile NYSE                                     | 2            | 1              | 2          | 5                          |
| 17. Itau CorpBanca ITCB Chile NYSE   | 2            | 2              | 1          | 5                          |
| 18. Embotelladora Andina - A Shares AKO.B Chile NYSE                               | 3            | 2              | 2          | 7                          |
| 19. Embotelladora Andina - B Shares AKO.A Chile NYSE                               | 3            | 2              | 2          | 7                          |
| 20. Endesa-Empresa Nacional de Electricidad EOC Chile NYSE                         | 2            | 3              | 2          | 7                          |
| 21. Enersis ENI Chile NYSE Latam Airlines Group LFL Chile NYSE                     | 3            | 2              | 2          | 7                          |
| 22. Soc. Quimica y Minera de Chile - B Shares SQM Chile NYSE                       | 1            | 2              | 2          | 5                          |
| 23. Vina Concha y Toro VCO Chile NYSE  | 3            | 1              | 2          | 6                          |
| 24. Cementos Pacasmayo CPAC Peru NYSE  | 3            | 0              | 1          | 4                          |
| 25. CIA DE Minas Buenaventura SA BVN Peru NYSE                                     | 0            | 0              | 1          | 1                          |
| 26. Grana y Montero S.A.A. GRAM Peru NYSE  | 0            | 1              | 0          | 1                          |
| 27. ECOPETROL SA EC Colombia NYSE  | 0            | 0              | 1          | 1                          |
| 28. Avianca Holdings S.A. AVH Colombia NYSE  | 1            | 1              | 1          | 3                          |
| 29. Grupo Aval Acciones Y Valores S.A. (AVAL) AVAL Colombia NYSE                   | 2            | 1              | 0          | 3                          |

En la tabla se puede visualizar el puntaje que obtuvo cada categoría de interés cuya sumatoria y resultado final se encuentra en la última columna. Este es el puntaje que se tendrá en cuenta para el primer filtro de selección de activos. A continuación, se presentan las empresas en orden de calificación descendente.

<sup>5</sup> [www.capitaliq.com](http://www.capitaliq.com)

| EMPRESA  | PUNTAJE |
|--|---------|
| 3CemexCXNYSEConstruct.&Materials                             | 8       |
| Cencosud CNCO Chile NYSE                                     | 8       |
| 5Controladora Vuela Compania de Aviacion S.A.B. de C.V.      | 7       |
| Embotelladora Andina - B Shares AKO.A Chile NYSE             | 7       |
| Endesa-Empresa Nacional de Electricidad EOC Chile NYSE       | 7       |
| Energis ENI Chile NYSE Latam Airlines Group LFL Chile NYSE   | 7       |
| Vina Concha y Toro VCO Chile NYSE                            | 6       |
| 4Coca-Cola FemsaKOFNYSEBeverages                             | 5       |
| 8Grupo Aeroportuario del PacificoPACNYSEIndustrialTransport. | 5       |
| Compania Cervecerias Unidas CCU Chile NYSE                   | 5       |
| Itau CorpBanca ITCB Chile NYSE                               | 5       |
| Soc. Quimica y Minera de Chile - B Shares SQM Chile NYSE     | 5       |
| 9Grupo Aeroportuario del SuresteASRNYSEIndustrialTransport.  | 4       |
| 13Santander MexicoBSMXNYSE                                   | 4       |
| Cementos Pacasmayo CPAC Peru NYSE                            | 4       |
| 1.America Movil - A SharesAMOVNYSEMobile Telecom             | 3       |
| 2America Movil - L SharesAMXNYSEMobile Telecom.              | 3       |
| 6Fomento Economico MexicanoFMXNYSEBeverages                  | 3       |
| 7Grupo Aeroportuario (OMA)OMABNASDAQIndustrialTransport.     | 3       |
| 11Grupo TelevisaTVNYSEMedia                                  | 3       |
| BANCOLOMBIA SA CIB Colombia NYSE                             | 3       |
| Avianca Holdings S.A. AVH Colombia NYSE                      | 3       |
| Grupo Aval Acciones Y Valores S.A. (AVAL) AVAL Colombia NYSE | 3       |
| Banco de Chile BCH Chile NYSE                                | 2       |
| 10Grupo Simec - B SharesSIMNYSEIndust.Metals&Mining          | 1       |
| 12Industrias BachocolBANYSEFood Producers                    | 1       |
| CIA DE Minas Buenaventura SA BVN Peru NYSE                   | 1       |
| Grana y Montero S.A.A. GRAM Peru NYSE                        | 1       |
| ECOPETROL SA EC Colombia NYSE                                | 1       |

Después de disponer de las calificaciones, el segundo paso es seleccionar las acciones que se van a escoger para tener en cuenta al momento de invertir y las cuales se introducirán al modelo Black-Litterman. Para fines del presente ejercicio hemos dividido las calificaciones de la siguiente forma:

| <b>%</b> | <b>Puntajes</b> | <b>Calificacion</b> |
|----------|-----------------|---------------------|
| 21%      | 7 - 8           | Excelente           |
| 19%      | 5 - 6           | Buena               |
| 42%      | 3 - 4           | Regular             |
| 18%      | 1 - 2           | Insuficiente        |

De acuerdo a Joseph Priotoski, una alta puntuación en el priotoski score son calificaciones que oscilan entre 6 y 8 puntos. Empresas que tienen un bajo puntaje son aquellas con 2, 3 y 4 puntos. Durante la investigación que se realizó entre 1975 y 1995, Priotoski obtuvo cerca de 14,000 observaciones de empresas pequeñas, medianas y grandes que cotizan en la bolsa estadounidense. La conclusión principal de la investigación fue que los inversionistas pueden aumentar la rentabilidad de sus portafolios en un 7% anual al invertir en empresas con altos puntajes en el Priotoski Score (Priotoski et., 2002).

Para fines de nuestro ejercicio, observamos que el 21% de las empresas calificadas son de puntajes entre 7 y 8, las cuales calificaremos como “Excelente”. Las empresas cuya calificación esta entre 5 y 6, se les asigna un calificativo de “Buena”. Los puntajes de 4 para abajo, son consideradas como “Regular” e “Insuficiente”. Para fines de nuestra investigación, solo tendremos en cuenta activos que se encuentran calificados como Excelente y Buenos, es decir calificaciones entre 5 y 8. Por ende los activos que se tendrán en cuenta son los siguientes:

| EMPRESA  | PUNTAJE |
|--|---------|
| 3CemexCXNYSEConstruct.&Materials                             | 8       |
| Cencosud CNCO Chile NYSE                                     | 8       |
| 5Controladora Vuela Compania de Aviacion S.A.B. de C.V.      | 7       |
| Embotelladora Andina - B Shares AKO.A Chile NYSE             | 7       |
| Endesa-Empresa Nacional de Electricidad EOC Chile NYSE       | 7       |
| Enersis ENI Chile NYSE Latam Airlines Group LFL Chile NYSE   | 7       |
| Vina Concha y Toro VCO Chile NYSE                            | 6       |
| 4Coca-Cola FemsakOFNYSEBeverages                             | 5       |
| 8Grupo Aeroportuario del PacificoPACNYSEIndustrialTransport. | 5       |
| Compania Cervecerias Unidas CCU Chile NYSE                   | 5       |
| Itau CorpBanca ITCB Chile NYSE                               | 5       |
| Soc. Quimica y Minera de Chile - B Shares SQM Chile NYSE     | 5       |

## ii. Debida diligencia

Después de haber filtrado las acciones, el trabajo para el inversionista se facilita por el hecho que se encuentra ante una serie de empresas que vienen generando valor y por su buen desempeño financiero en los últimos años, el potencial de valorización es importante. El paso conocido como debida diligencia<sup>6</sup> es cuando el inversionista le dedica un tiempo a investigar, leer, y conocer las proyecciones de estas empresas y hacer un análisis cualitativo donde se toman en cuenta los sectores de cada empresa y las condiciones de mercado de cada compañía. De acuerdo a la opinión que realiza el inversionista, debe construir expectativas para cada empresa en que se desea invertir. Estas expectativas serán parte fundamental en el proceso de implementación del modelo Black-Litterman. Más adelante veremos la forma en que debemos adicionar estas opiniones al modelo.

<sup>6</sup> Se traduce de su texto original en inglés “due diligence”, dado que es considerada una buena práctica de dentro de la comunidad financiera.

## **b. Modelo Black-Litterman**

### **i. Markowitz vs. Black-Litterman**

El modelo Black-Litterman es un modelo más robusto y congruente con respecto al modelo de Markowitz. Aunque este último fue razón de premio noble de economía en 1990, varias décadas luego de su origen se puede concluir que su mayor aporte fue el cambio de paradigma que tuvieron los inversionistas al tener contacto con el modelo, en ese entonces. Antes de Markowitz, los inversionistas escogían acciones de forma aleatoria e intuitiva, motivados únicamente por su intuición de mercado y sus opiniones individuales acerca del futuro de las empresas de la época. Después de Markowitz, el término “*portafolio de acciones*”, surgió entre los inversionistas y se comenzó a generar una ciencia sobre las diferentes metodologías de inversión, donde se hacía énfasis en una selección óptima de un portafolio con el fin de generar una utilidad máxima con el menor riesgo posible.

Con el fin de entender el gran valor del modelo Black-Litterman que se está exponiendo en el presente trabajo, se explicara brevemente el modelo de Markowitz. La primera regla de este modelo de portafolio es que los inversionistas son racionales y toman sus decisiones bajo dos variables: la rentabilidad esperada de los activos y su riesgo, es decir, la media y su varianza (de aquí surge su nombre de modelo optimización media-varianza de Markowitz). El inversionista dispone de una cantidad de activos riesgos donde hay que construir un portafolio con la mayor rentabilidad a un mínimo nivel de riesgo determinado. Para Markowitz, el rendimiento del portafolio se considera una variable aleatoria. Esta variable aleatoria se calcula con base a rentabilidades históricas de los activos que componen el portafolio, por lo que el valor esperado de la variable aleatoria se utiliza para calcular la rentabilidad de la inversión. La segunda regla establece que la varianza y la

desviación estándar se utilizan para medir la dispersión de la variable aleatoria, es decir define el riesgo de dicha variable. (Franco-Arbelaez, Avendano-Rua, & Barbutin-Diaz, 2011) Cada activo debe tener su medición de riesgo, al igual que todo el portafolio como un todo.

Los principales supuestos del modelo de Markowitz se resumen de la siguiente manera al momento de construir un portafolio de inversión:

- ✓ El valor de un activo depende de su retorno futuro esperado
- ✓ Se debe tener en cuenta la covarianza<sup>7</sup> de un activo con respecto a los demás activos.
- ✓ No hay asimetría de información en los precios del mercado
- ✓ El mercado no cuenta con expectativas sobre el comportamiento futuro de los activos.
- ✓ No existen costos de transacción

De acuerdo a lo anterior, el rendimiento esperado del portafolio termina siendo una multiplicación entre las rentabilidades esperadas de los activos y los pesos que se les asignara a cada activo para su respectiva inversión. El rendimiento esperado y la varianza se calculan con las siguientes formulas: (Torres , 2014)

---

<sup>7</sup> Otra de las novedades de la teoría de Markowitz fue la importancia de la relación de los activos entre sí mismos. Markowitz es el primer autor en incorporar la matriz de covarianzas de los activos al momento de construir un portafolio de acciones.



$$E(R) = w_1\mu_1 + \dots + w_n\mu_n = \mu'w$$

$$\sigma = w'\Sigma w$$

De acuerdo a las anteriores formulas, cada símbolo significa lo siguiente:

- $\mu$  = retornos promedio históricos por activo
- $w$  = ponderación del activo que compone el portafolio
- $\Sigma$  = matriz de varianzas y covarianzas de los activos

Al contar con esta información, el siguiente paso es proceder con uno de los enfoques del modelo Markowitz, cual es encontrar las ponderaciones de activos óptimas.

Para fines demostrativos de la presente investigación, se implementó el modelo de Markowitz con el fin de ser más claros en la demostración, y tener mayor claridad en lo que pretende corregir el modelo Black-Litterman. Siendo así concluimos que la rentabilidad esperada del modelo termina siendo el promedio de las rentabilidades históricas de los activos seleccionados; y el riesgo de los activos se calcula por la desviación estándar histórica de los mismos. Para el presente ejercicio se calcularon las rentabilidades historias y volatilidades de los activos seleccionados de la fase de stock-picking.

| MARKOWITZ                     | CX    | CNCO   | VLRS | AKOA | EOCC  | VCO   | LFL    |
|-------------------------------|-------|--------|------|------|-------|-------|--------|
| Rentabilidad Mensual Esperada | 13,8% | -10,9% | 2,1% | 4,2% | -6,6% | -0,4% | -18,9% |
| Volatilidad (Desv. Estand)    | 10,9% | 7,7%   | 8,0% | 7,5% | 6,4%  | 6,0%  | 11,0%  |

Al contar con las rentabilidades históricas y sus respectivas desviaciones estándar, podemos encontrar las ponderaciones por cada activo. Para poder calcular lo anterior, se deben

resolver los dos problemas de optimización. El primero busca maximizar la rentabilidad esperada, mientras que el segundo logra minimizar el riesgo del portafolio:

$$\mathbf{Max}_w \mathbf{w}^T \mathbf{R}$$

$$\mathbf{w}^T \mathbf{R} = R_p$$

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

$$\mathbf{Min}_w \mathbf{w}^T \Sigma \mathbf{w}$$

$$\mathbf{w}^T \Sigma \mathbf{w} = \sigma_p^2$$

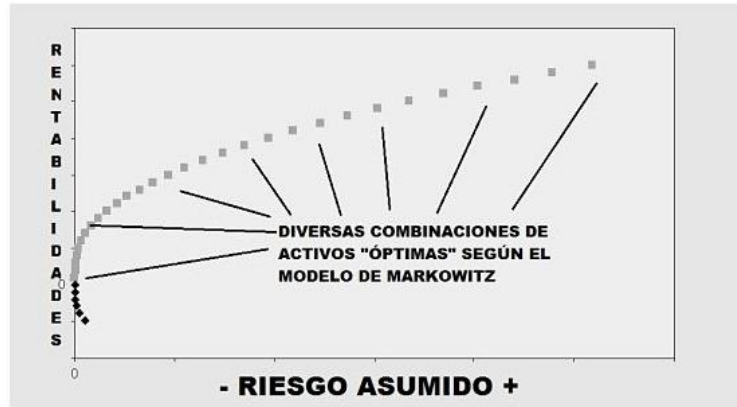
$$\sum_{i=1}^n w = 1$$

De esta forma hallamos las dos variables que son fundamentales para el modelo de Markowitz donde se toma la decisión del inversionista, y se definen los pesos que se le otorgara a cada activo seleccionado. El inversionista entra en un dilema entre maximizar su rentabilidad al riesgo necesario o minimizar su riesgo a una rentabilidad determinada. En este orden de ideas, las ponderaciones se cambian dependiendo de lo que el inversionista decida<sup>8</sup>. De este dilema nace la frontera eficiente de portafolios donde se resumen las diferentes combinaciones que se pueden generar respetando los lineamientos anteriormente mencionados. En la siguiente figura se puede visualizar una curva con que se construye con

---

<sup>8</sup> En caso que el inversionista decida maximizar la rentabilidad, se debe utilizar la herramienta solver en Excel para maximizar la variable rentabilidad esperada, donde las celdas a modificar son aquellas que contienen las ponderaciones. En caso de minimizar la varianza, solver procederá a minimizar el riesgo.

diferentes puntos, donde cada punto representa una rentabilidad puntual acompañado de un riesgo determinado, que genera unas ponderaciones de portafolio óptimas.



Fuente: (Benninga, 2014)

A continuación se presentan las ponderaciones del portafolio para cada activo al momento de minimizar la varianza del portafolio:

| PESO ASIGNADO | %             |
|---------------|---------------|
| CX            | 3,5%          |
| CNCO          | 20,3%         |
| VLRS          | 25,5%         |
| AKOA          | 0,0%          |
| EOCC          | 9,2%          |
| VCO           | 41,4%         |
| LFL           | 0,0%          |
| <b>Total</b>  | <b>100,0%</b> |

| Portafolio    |       |
|---------------|-------|
| E(Rp) mensual | 0,17% |
| Riesgo        | 3,96% |

El modelo arroja una varianza mínima de 3,96% con una rentabilidad mensual de 0.17%, lo que sería una rentabilidad de portafolio anual del 2,01%. Es una rentabilidad baja si lo comparamos con las rentabilidades promedios del mercado accionario. Además, que el nivel de riesgo es alto si lo comparamos contra la rentabilidad esperada. Conjuntamente, procedimos a realizar a maximizar la rentabilidad esperada a cualquier riesgo, cuyo resultado en las ponderaciones es una asignación del 100% de los recursos en un solo activo: aquel que tuvo la mejor rentabilidad en el pasado (Ver anexos). Este particularmente es lo que se llama una solución de esquina<sup>9</sup>, y es la crítica principal del modelo media-varianza de Markowitz.

## ii. Críticas al Modelo de Markowitz

La crítica más importante del modelo es la maximización de error del portafolio que causa el optimizador de Markowitz. En la práctica, el presente modelo asigna en su portafolio activos con altos retornos y bajos riesgos, de acuerdo a comportamientos históricos de

---

<sup>9</sup> Se denomina “soluciones de esquina” cuando los resultados de un modelo resultan ser extremos y no son capaces de brindarle al modelo una explicación estadísticamente correcta.

estos. Por lo general, los activos que tienen estas características suelen ser los más riesgosos. De acuerdo a los autores (He & Litterman, 1999) diversos estudios afirman que el problema se debe principalmente al error en la estimación de los retornos esperados y las respectivas covarianzas. Al momento de introducirlas al optimizador media-varianza de Markowitz, la selección de activos se ve alterada por este error. Estos errores son los responsables de sobrevalorar activos con altos retornos esperados y tiene poco en cuenta activos con bajos retornos esperados.

En línea con el punto anterior, otra crítica al optimizador de Markowitz es la implementación de rentabilidades históricas para definir el comportamiento futuro de los activos seleccionados. Markowitz supone que los rendimientos históricos se mantendrán para el siguiente periodo. De igual forma, se supone que la varianza y covarianza de un activo se volverán a dar en el futuro cercano (Cruz Salazar, 2012). Es por eso que el modelo utiliza la rentabilidad histórica de los activos para calcular la rentabilidad esperada del portafolio y la volatilidad/desviación estándar histórica para determinar el riesgo esperado. Sin embargo, a comienzos de los ochentas, la escuela de inversionistas que consideraban que el mercado era irracional, surgió afirmando que las rentabilidades históricas son el pasado y no existe relación con el comportamiento futuro de los activos. Por lo que un portafolio que se base solamente en su comportamiento histórico puede producir sesgos importantes al momento de calcular los parámetros esperados y no podrán ser comparados con la realidad del mercado y las expectativas del inversionista (Michaud, 1989). Esto conlleva a que los portafolios eficientes que se deriven del modelo Markowitz se compongan de activos que hayan tenido altas rentabilidades en el pasado y baja correlación con los demás activos, y así tener portafolios concentrados en pocos títulos. En especial, esto ocurre cuando decidimos darle solución al modelo Markowitz maximizando

la rentabilidad esperada. Esto conlleva a que en ocasiones se tenga que imponer ciertas restricciones al inversionista y así evitamos soluciones de esquina, en nuestros resultados (Schutel Da Silva, Lee, & Pornrojngkool, 2009).

Otra crítica que se engendró después de la crisis financiera 08-09, va en contra de uno de los supuestos de Markowitz que expone que la mejor manera de minimizar el riesgo de un portafolio es a través de una buena diversificación de los activos seleccionados. Sin embargo, hay una variable esencial para los inversionistas que no se tiene en cuenta y tiene que ver con la valoración de los activos. La premisa que todos los inversionistas tienen en común es la de comprar barato y vender caro, y esta no es tomada en cuenta por Markowitz (Statman, 2013). El modelo solo se enfoca en la diversificación del portafolio y no tiene en cuenta el potencial de valoración que tengan los activos que lo componen. Un inversionista que considera un activo sub-valorado espera un mayor rendimiento en el futuro.

Una crítica final que está muy relacionada con la anterior tiene que ver con la opinión de los inversionistas. Hay una limitación en el modelo con respecto a las expectativas futuras de los activos que componen el portafolio. Markowitz se encarga de darle una explicación al comportamiento de los activos, pero no tiene en cuenta lo que el mercado piensa y opina. Factor que hace que el modelo sea poco práctico en su implementación al momento de construir un verdadero portafolio de inversión.

El modelo de Markowitz fue bien acogido por el mercado por su simplicidad al darle una explicación cuantitativa y lógica a los objetivos de los inversionistas y asignarle un riesgo a cierto nivel de rentabilidad del portafolio. Tal como explico el famoso autor y estadista norteamericano Nasim Taleb en una entrevista: *“Harry Markowitz aplico las matemáticas y la estadística al proceso de inversión, y ese es su aporte más valioso”*.

### iii. Supuestos del modelo Black-Litterman

Desde la publicación de Markowitz hasta inicios de la última década del siglo XXI, el modelo de optimización media-varianza de Markowitz fue el principal referente. Junto al modelo CAPM, Markowitz fue referido en miles de investigaciones y estudios y no dejó de ser protagonista. Sin embargo, esto cambió en 1992, cuando Fischer Black y Robert Litterman desarrollaron una nueva metodología con el fin de innovar el proceso de distribución de activos en la construcción y administración de portafolios de inversión. La principal primicia de la investigación fue la incorporación de métodos bayesianos en el estudio que dan la oportunidad de incluir información “*a priori*” en la estimación de las variables que afectan el modelo. Es decir, el MBL<sup>10</sup> incorpora las opiniones del inversionista con respecto al rendimiento futuro de los activos y combina esta información con las expectativas del mercado (Idzorek, 2005). El MBL permite que la opinión del administrador del portafolio sea implementada en el proceso de construcción de portafolios, cuyo resultado será realista y práctico en el mundo real. De esta forma, la implementación de información propia del inversionista crea portafolios más robustos y menos sensibles a errores en su construcción (Schutel Da Silva et al., 2009).

El MBL cuenta con los siguientes supuestos:

- Los retornos están normalmente distribuidos
- El mercado es racional
- El riesgo se toma sobre activos en que se tienen opiniones
- Las opiniones de los inversionistas no son 100% seguras

---

<sup>10</sup> Abreviación para modelo Black-Litterman por sus iniciales

- No hay costos de transacción e impuestos

## V. CONSTRUCCION DEL MODELO BLACK-LITTERMAN

### a. Capitalización de Mercado

El MBL supone que el mercado es eficiente y parte de una situación de equilibrio, donde existe un índice creado por el mercado que expresa las opiniones y expectativas del mercado. El modelo se implementa sobre una asignación de activos que el mercado considera que es la correcta y representa un estado de equilibrio (Franco-Arbeláez et al., 2011).

Dado que los activos fueron escogidos de acuerdo a un stock-picking propio, el portafolio de acciones del ejercicio no se cuenta con un índice de referencia ya estipulado, por lo que se procede a construir un índice propio con el fin de implementar el modelo en referencia. El índice se construye teniendo como variable principal la capitalización de mercado de la cartera de acciones que se escogieron en el proceso de stock-picking anteriormente. Se procede a sumar todas las capitalizaciones de mercado y se halla la participación de cada acción sobre la suma total. A continuación, se muestran las ponderaciones de cada acción en nuestro índice.



## Tabla Capitalización de Mercado<sup>11</sup>

| STOCK | \$ (B)        | W           |
|-------|---------------|-------------|
| CX    | 12,58         | 9,78%       |
| CNCO  | 27,06         | 21,04%      |
| VLRS  | 2,21          | 1,72%       |
| AKOA  | 19,18         | 14,91%      |
| EOCC  | 37,00         | 28,76%      |
| VCO   | 24,93         | 19,38%      |
| LFL   | 5,68          | 4,42%       |
|       | <b>128,64</b> | <b>100%</b> |

### b. II : Retorno de Equilibrio Implícito de Mercado

El segundo paso del modelo B-L es la realización de la optimización inversa con el fin de obtener la rentabilidad esperada de equilibrio. Esta optimización inversa fue otra de las implementaciones innovadoras de los autores, ya que antes de Black-Litterman, ósea época Markowitz, el mercado se preguntaba cuál era la ponderación necesaria para determinada rentabilidad, tal como lo vimos en el previo ejercicio de Markowitz. Ahora con B-L, se plantea que rentabilidad esperada supone la ponderación que indica la capitalización del mercado (Franco-Arbeláez et al., 2011). En otras palabras es una optimización inversa al planteamiento de Markowitz, y de ahí su nombre, y se conoce como los retornos implícitos de equilibrio o vector  $\Pi$ . Estos rendimientos de equilibrio son una interpretación de lo que el mercado piensa en términos de rentabilidad, es donde la oferta iguala la demanda. Esta situación de equilibrio que arroja el vector  $\Pi$  es el centro de gravedad en el modelo de B-L, es el momento 0 en un estado de equilibrio y racionalidad de mercado (Sotelo, 2015). Estas

---

<sup>11</sup> Los valores están expresados en billones USD

rentabilidades sirven como marco de referencia y hay que tener en cuenta que cualquier shock de mercado desviara estos rendimientos de su equilibrio. Es importante resaltar que esta matriz de excesos fue creada por Sharpe en su modelo CAPM y propuesta por los autores en su modelo. En este orden de ideas, los autores Fisher Black y Robert Litterman parten de esta hipótesis que en su modelo es una opinión neutra del mercado.

La matriz de excesos de retornos implícitos de equilibrio se conoce  $\Pi$ , y se calcula de la siguiente forma:

$$\Pi = \delta \Sigma w$$

- $\delta$  = lambda o coeficiente de aversión al riesgo.
- $\Sigma$  = matriz de covarianza de las acciones (matriz NxN)
- $w$  = Peso de acuerdo a su capitalización de mercado

La fórmula anterior introduce una nueva variable  $\delta$ , también conocida como lambda. Por medio de este parámetro se conoce el riesgo del portafolio del inversionista. Este indicador se obtiene como la división entre el riesgo Premium<sup>12</sup> y la varianza del mercado (Martinez, 2012). Este es un coeficiente que entre más alto, significa que mayor retorno es esperado a cambio de mayor volatilidad. Por lo general, la tolerancia al riesgo de un inversionista se mide a través de esta variable en una escala de 1 a 5. Siendo 1 un nivel de alto aversión al

---

<sup>12</sup> El riesgo Premium, conocido como “risk Premium”, es la diferencia entre la rentabilidad del mercado y la tasa libre de riesgo. Para el cálculo, se utilizó el índice Dow Jones como la rentabilidad del mercado y los bonos del tesoro americano a 30 años para la tasa libre de riesgo.

riesgo, ósea tolera poco riesgo, y 5 una baja aversión al riesgo, es decir, busca mayores rentabilidades a costo de un mayor riesgo. La fórmula de lambda es la siguiente:

$$\delta = \frac{E(Rm - Rf)}{2\sigma^2}$$

- $E(R)$  = Riesgo de mercado
- $Rm$  = Rentabilidad del mercado de renta variable
- $Rf$  = Rentabilidad del mercado renta fija
- $\sigma^2$  = Varianza del portafolio de inversión.

Para fines del cálculo de  $\delta$  del modelo B-L, escogimos el índice Dow Jones de los últimos 25 años para el  $Rm$ . Para el  $Rf$  se utilizó como referencia los bonos del tesoro americano a 30 años. Es importante saber interpretar el resultado de lambda y reconocer las condiciones del mercado en los años que se escogieron los precios. En este caso el indicador da un resultado de 3,0 lo que se considera un riesgo moderado-agresivo. Si se hubiese disminuido el rango de fechas a 10 años, el indicador fuera mayor dado que en los últimos 10 años el índice Dow Jones ha tenido su mejor rendimiento en toda su historia, lo que traduce en mayor volatilidad y apetito de riesgo al portafolio.

Ya se cuenta con la información necesaria para calcular los excesos de retornos implícitos de equilibrio ( $\Pi$ ) cuyo resultado son las siguientes rentabilidades mensuales.

| Implied Equilibrium Returns |       |
|-----------------------------|-------|
| CX                          | 1,00% |
| CNCO                        | 0,91% |
| VLRS                        | 0,63% |
| AKOA                        | 1,01% |
| EOCC                        | 0,84% |
| VCO                         | 0,58% |
| LFL                         | 1,29% |

**c.  $\tau$ : parámetro de confianza**

Los retornos implícitos de equilibrio que se muestran en la tabla anterior tienen están acompañados de un grado de incertidumbre. Este parámetro conocido como  $\tau$  representa la confianza del inversionista hacia el equilibrio de mercado, es decir, es una oportunidad para decidir si se está de acuerdo con lo que el mercado piensa y espera. No existe una regla o tabla exacta para determinar este nivel de incertidumbre, pero un valor mínimo de  $\tau$  represente un nivel alto de confianza en los retornos dado por  $\Pi$  dado que en este orden de ideas re-escala hacia abajo la matriz de covarianza que se compone de los rendimientos históricos de los activos. (Trujillo Segura, 2009) De acuerdo a (Idzorek, 2005), estos valores de  $\tau$  deben darse entre 0.01 y 0.05. Igualmente coincide (Cheung, 2010) donde recomienda utilizar un valor bajo cercano a 0 de  $\tau$  para mercados estables. Para el presente portafolio de inversión, adoptamos la opinión de (Idzorek, 2005) y escogemos un  $\tau = 0.05$ .

#### d. Opinión del Inversionista: Matrices P y Q

A principio de la investigación, cuando mencionábamos la novedad en la aplicación de la teoría bayesiana al MBL, nos referíamos a esta sección. Las matrices P y Q son las encargadas de representar la opinión del inversionista sobre los futuros rendimientos del mercado dentro del modelo.

En primer lugar, las respectivas matrices no requieren que el inversionista tenga opinión sobre todos los activos seleccionados en el scoring inicial. Esta es la oportunidad del inversionista para expresar sus expectativas futuras y perspectivas sobre ciertas acciones seleccionadas. Estas opiniones deben ser sustentadas con la debida diligencia que cada inversionista debe realizar al momento de invertir los recursos de terceros. Aquí radica la responsabilidad de un gestor de cartera donde su principal objetivo es la de cumplir con la política de inversión del portafolio.

El vector Q es el que representa el número de opiniones que tiene el inversionista, es decir  $k$  opiniones representadas en relaciones lineales. Q es representado como un vector  $k \times 1$  de la siguiente forma:

$$Q + \varepsilon = \begin{pmatrix} Q_1 & + & \varepsilon \\ \dots & \dots & \dots \\ Q_k & + & \varepsilon \end{pmatrix}$$

Teóricamente, cada opinión  $k$  trae consigo un término de error  $\varepsilon$  con distribución normal, media 0 y matriz de covarianza  $\Omega$  (Black & Litterman, 1992). De esta forma, una opinión tiene forma de  $Q + \varepsilon$ . De acuerdo a lo anterior, por ser un error con media 0, este término no se incluye en la fórmula de Black-Litterman. Sin embargo, la varianza del error de cada opinión si ingresa a la fórmula de MBL representada a través de  $\Omega$ . Este nuevo termino  $\Omega$

viene en forma de una matriz de covarianza que representa la incertidumbre de cada opinión del inversionista. Su fórmula es la siguiente:

$$\Omega = \tau P \Sigma P^T$$

El vector P es la segunda matriz que conforma la opinión del inversionista. En este vector P se seleccionan los activos donde el inversionista tiene cierta opinión acerca de su rentabilidad futura. Esta matriz viene representada de la siguiente forma:

$$P = \begin{pmatrix} p_{1,1} & \dots & \dots & \dots & p_{1,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{k,1} & \dots & \dots & \dots & p_{k,n} \end{pmatrix}$$

Donde la primera línea de la matriz P representa la opinión del activo  $p_1$ , y así continúa sucesivamente hasta que se llega a la opinión  $p_k$ , hasta completar la cantidad de opiniones  $n$  que existen.

Al momento de introducir las opiniones a la formula, hay que tener en cuenta que para MBL existen dos tipos de opinión. Por ejemplo:

- Opinión Absoluta: La acción P1 presentara un rendimiento del 5%
- Opinión Relativa: La acción P2 superara la acción P3 en un 3%.

Al expresar una opinión absoluta en la matriz  $p_1$ , la suma horizontal de la fila debe sumar

1. Para opiniones relativas, la sumatoria horizontal de la fila  $p_2$  debe ser 0 (Trujillo Segura,

2009). Al momento de invertir, las opiniones relativas son más realistas y comúnmente son las más utilizadas por el mercado.

En el presente portafolio de inversión, se utilizaron las siguientes opiniones relativas:

- La acción CX tendrá un rendimiento mensual superior de 2,5% que la acción EOC.
- La acción CNCO tendrá un rendimiento mensual superior de 1,75% que la acción VCO.
- La acción VLRS tendrá un rendimiento mensual superior de 1,20% que la acción LFL.

De acuerdo a las siguientes opiniones, la matriz P y Q quedarían de la siguiente forma:

| MATRIZ DE OPINION Y ASIGNACION ( P y Q ) |       |    |      |      |      |      |     |     |   |   |    |
|--|-------|----|------|------|------|------|-----|-----|---|---|----|
| P  | Q     | CX | CNCO | VLRS | AKOA | EOCC | VCO | LFL |   |   |    |
| Opinion 1                                | 2,50% | 1  | 0    | 0    | 0    | 0    | -1  | 0   | 0 | 0 | 0  |
| Opinion 2                                | 1,75% | 0  | 1    | 0    | 0    | 0    | 0   | -1  | 0 | 0 | 0  |
| Opinion 3                                | 1,20% | 0  | 0    | 1    | 0    | 0    | 0   | 0   | 0 | 0 | -1 |

Para concluir la presente sección, podemos resumir que en MBL los inversionistas tienen una serie de  $k$  opiniones. Estas opiniones son rendimientos porcentuales donde son absolutas con respecto al mercado o relativas con respecto a otras acciones del mismo portafolio. Así mismo cada opinión  $Q_k$  tiene su retorno esperado  $p_k$ .

#### e. Calculo de retornos esperados

En las secciones anteriores se describieron todas las variables que se requieren para encontrar los rendimientos esperados por el MBL. De forma resumida tenemos:

- $\Pi$  = rendimientos implícitos de equilibrio
- $\tau$  = parámetro de confianza de  $\Pi$
- $\Sigma$  = matriz de varianza-covarianza de rendimientos
- $Q$  = matriz que incluye  $k$  opiniones
- $P$  = matriz que asigna las opiniones
- $\Omega$  = grado de incertidumbre de  $k$  opiniones

En las secciones anteriores se describieron todas las variables que se requieren para encontrar los rendimientos esperados por el MBL. De forma resumida tenemos:

$$\mu_{BL} = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1} P]^{-1} [(\tau\Sigma)^{-1} \Pi + P'\Omega^{-1} Q]$$

La fórmula maestra de Black-Litterman se realizó en dos partes dado que manejamos Microsoft Excel. Cuando realizamos la multiplicación de ambas partes de la fórmula, el resultado es el siguiente, en términos de rentabilidades esperadas de acuerdo a nuestras opiniones:

| BL Retornos Esperados |       |
|-----------------------|-------|
| CX                    | 1,57% |
| CNCO                  | 1,04% |
| VLRS                  | 0,40% |
| AKOA                  | 0,67% |
| EOCC                  | 0,29% |
| VCO                   | 0,03% |
| LFL                   | 0,38% |

Los siguientes rendimientos esperados son en término mensual, y estas rentabilidades son las que nosotros como inversionista esperamos. Realizamos una comparación de los



rendimientos esperados que hemos analizado en la presenta investigación: Markowitz, implícitos de equilibrio, y MBL.

| TABLA DE COMPARACION |       |           |           |
|----------------------|-------|-----------|-----------|
| ACTIVO               | BL    | IMPLICITO | MARKOWITZ |
| CX                   | 1,57% | 0,77%     | 0,40%     |
| CNCO                 | 1,04% | 0,87%     | -1,98%    |
| VLRS                 | 0,40% | -0,07%    | 0,49%     |
| AKOA                 | 0,67% | 0,74%     | -0,25%    |
| EOCC                 | 0,29% | 0,71%     | -0,17%    |
| VCO                  | 0,03% | 0,60%     | -0,26%    |
| LFL                  | 0,38% | 1,08%     | -3,02%    |

#### f. Asignación de ponderaciones

Para encontrar los pesos óptimos y así maximizar la rentabilidad esperada del portafolio debemos utilizar la función de utilidad. (Bernal, 2013) Esta función representa la relación inversa entre la rentabilidad y riesgo de un inversionista. Para maximizar la rentabilidad esperada se utiliza la siguiente formula:

$$Max E = E(Rp - Rf) - \delta\sigma^2$$

Dado que estamos encontrando los pesos asignados, debemos reemplazar la rentabilidad esperada por los pesos e igualamos a 0.

Reemplazando,

$$\sigma^2 = w\Sigma w$$

En,

$$Max_w = w(\mu_{BL} - Rf) - \delta w \Sigma w = 0$$

Teniendo en cuenta lo siguiente reemplazamos por z.

$$z = \delta w$$

Donde,

$$(\mu_{BL} - Rf) = \Sigma z$$

$$z = S^{-1}(\mu_{BL} - Rf)$$

Damos un valor z por cada activo del portafolio y se le asigna un peso a cada activo dependiendo de la división sobre la suma total de zn.

$$w_1 = \frac{z_1}{z_1 + z_n}$$

A continuación mostramos los resultados obtenidos al aplicar el proceso en mención.

| ASSET ALLOCATION CALC (sin restriccion) |                |                |
|---|----------------|----------------|
| ACCION                                  | Z              | %              |
| CX                                      | 1,62620        | 54,5%          |
| CNCO                                    | 2,12735        | 71,3%          |
| VLRS                                    | 1,20329        | 40,3%          |
| AKOA                                    | 0,44477        | 14,9%          |
| EOCC                                    | -0,29403       | -9,9%          |
| VCO                                     | -0,92173       | -30,9%         |
| LFL                                     | -1,20276       | -40,3%         |
| <b>SUM</b>                              | <b>2,98309</b> | <b>100,00%</b> |

A través de solver en Excel realizamos restricciones básica con el fin de evitar ventas en cortos para los activos que dan ponderaciones negativas. Finalmente, se logran los resultados de las ponderaciones de acuerdo al modelo planteado. En el cuadro a continuación se muestran las ponderaciones de los modelos de Black-Litterman y Markowitz.

| PONDERACION (con restriccion) |        |           |
|-------------------------------|--------|-----------|
| ACCION                        | BL     | Markowitz |
| CX                            | 24,85% | 3,5%      |
| CNCO                          | 30,10% | 20,3%     |
| VLRS                          | 36,08% | 25,5%     |
| AKOA                          | 0,00%  | 0,0%      |
| EOCC                          | 8,96%  | 9,2%      |
| VCO                           | 0,00%  | 41,4%     |
| LFL                           | 0,00%  | 0,0%      |

#### g. Nivel de confianza sobre opiniones

Uno de los supuestos del modelo Black-Litterman mencionado anteriormente, es que los inversionistas no tienen plena seguridad sobre sus opiniones. De acuerdo con (Benninga, 2014), se plantea una forma de medir el nivel de confianza de los inversionista sobre sus planteamientos de rentabilidades futuras de los activos. Este método es una combinación ideal entre las ponderaciones del MBL con las ponderaciones de equilibrio del mercado que vimos en la sección anterior.

Siendo  $y$  el nivel de opinión y  $w_t$  las proporciones del portafolio

$$w_t = (1 - y) * \text{pesos. implícitos. equilibrio} + y * \text{pesos. BL}$$

Para la presente investigación, se utilizó una confianza del 70% sobre las opiniones de los inversionistas. A continuación se muestra los resultados de las ponderaciones del modelo Markowitz, MBL y MBL con un porcentaje de confianza del 70%.

| PONDERACION (con restriccion) |        |            |           |
|-------------------------------|--------|------------|-----------|
| ACCION                        | BL     | BL Opinion | Markowitz |
| CX                            | 24,85% | 20,33%     | 3,5%      |
| CNCO                          | 30,10% | 27,38%     | 20,3%     |
| VLRS                          | 36,08% | 25,77%     | 25,5%     |
| AKOA                          | 0,00%  | 4,47%      | 0,0%      |
| EOCC                          | 8,96%  | 14,90%     | 9,2%      |
| VCO                           | 0,00%  | 5,81%      | 41,4%     |
| LFL                           | 0,00%  | 1,32%      | 0,0%      |

|                  |     |
|------------------|-----|
| <b>Confianza</b> | 70% |
|------------------|-----|

## VI. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Las medidas de desempeño nacen conjuntamente con la teoría de portafolios de Markowitz. Cuando las variables riesgo y rendimiento aparecieron en el radar de los inversionistas a mediados del siglo anterior, también surgió la necesidad de medir estas variables de forma práctica y comparativa. De acuerdo a (Moreno & Olmeda, 2003), “una medida de performance es una fórmula que resume estos dos aspectos en un solo número, generando una valoración de los resultados desde la perspectiva del binomio rentabilidad-riesgo” (p.58)

Con el fin de medir la metodología que demuestra la presente investigación, se pondrán a prueba los supuestos anteriormente expuestos y conocer su interpretación ante el mercado.

#### **a. Índice de Sharpe**

El índice de Sharpe es la medida más utilizada y conocida en el mercado durante las últimas décadas desde su implementación por el economista William Sharpe en 1994 en su trabajo, “*The Sharpe Ratio*”. Esta medida se calcula restándole la tasa libre de riesgo a la rentabilidad del portafolio de inversión. Es decir, demuestra la compensación que recibe el inversionista por asumir cierto nivel de riesgo (Moreno & Olmeda, 2003). Entre mayor sea el cálculo, el inversionista es mejor retribuido por la inversión. Su cálculo se deriva con la siguiente formula:

$$S = \frac{Rp - Rf}{\sigma p}$$

- $Rp$  = rendimiento del portafolio
- $Rf$  = rendimiento tasa libre de riesgo
- $\sigma p$  = varianza del portafolio

#### **b. Ratio de Treynor**

Es un indicador de rentabilidad propuesto por Jack Treynor en 1966, que busca calcular el exceso de rentabilidad del portafolio obtenido, en términos de unidad de riesgo sistemático. Este indicador va de la misma línea que el Sharpe Ratio, a diferencia que el Ratio de Treynor solo considera el riesgo sistemático en su cálculo (Beta), mientras que

Sharpe considera el riesgo total/varianza de portafolio (Moreno & Olmeda, 2003). Este indicador fue creado para comparar diferentes portafolios de inversión. Entre mayor el índice, es porque el portafolio de inversiones fue mejor administrado y gestionado que los demás portafolios. El portafolio que obtenga mayor ratio de Treynor es porque obtuvo una mayor rentabilidad por unidad de riesgo que las demás carteras de inversión.

Este ratio funciona de forma adecuada cuando se comparan diferentes carteras, donde entre mayor sea el índice de Treynor para una cartera, es porque fue mejor gestionada que las demás y obtuvo una mejor rentabilidad por unidad de riesgo.

$$Treynor = \frac{Rp - Rf}{\beta p^{13}}$$

- $Rp$  = rendimiento del portafolio
- $Rf$  = rendimiento tasa libre de riesgo
- $\beta p$  = beta del portafolio

### c. Medida Alfa de Jensen

Esta medida compara el rendimiento de un portafolio de inversión contra un índice similar que contenga activos del mismo mercado, también conocido como el riesgo sistemático. El indicador calcula la diferencia entre el portafolio y el riesgo sistemático del mercado donde

---

<sup>13</sup> Ver anexos para revisar cálculo del  $\beta$  del portafolio.

se está invirtiendo, donde una prima de rentabilidad por encima de 0, se interpreta como un desempeño superior al del mercado. En la práctica, el indicador es utilizado para medir la capacidad de los gestores de carteras de inversión en obtener mayores rentabilidades que el benchmark o fondo similar.

$$\alpha = (Rp - Rf) - \beta p(Ri - Rf)$$

- $Rp$  = rendimiento del portafolio
- $Rf$  = rendimiento tasa libre de riesgo
- $Rbm$  = rendimiento índice de referencia
- $\beta p$  = beta del portafolio

#### **d. Implementación indicadores**

Para la presente investigación se utilizó tres portafolios de inversión con el fin de comparar sus desempeños durante el año 2016. Los primeros dos portafolios utilizados fueron los contruidos a partir de los modelos de Markowitz y Black-Litterman. El tercer fondo de inversión utilizado fue el índice S&P MILA Andean 40<sup>14</sup>. De esta forma, con estos tres portafolios tenemos la información suficiente para compararlos.

---

<sup>14</sup> Índice creado en el 2011 por Standard & Poor para medir el rendimiento de las 40 acciones más grandes y líquidas del MILA. TICKER: SPMILA

**i. MBL con 70% confianza sobre opiniones**

| <b>Indicadores de Desempeño</b> |                          |                    |                    |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
|                                 | <b>Indice MBL al 70%</b> | <b>Indice Mwtz</b> | <b>Indice Mila</b> |
| <b>Rentabilidad mensual</b>     | 1,04%                    | 0,38%              | 1,55%              |
| <b>Rentabilidad anual</b>       | 12,09%                   | 4,22%              | 18,65%             |
| <b>Desv. Estandar</b>           | 5,87%                    | 4,54%              | 4,74%              |
| <b>Desv. Estandar annual</b>    | 14,39%                   | 11,11%             | 11,60%             |
| <b>Beta</b>                     | 1,19                     | 1,17               | 0,88               |
| <b>Sharpe Ratio</b>             | <b>0,628</b>             | <b>0,104</b>       | <b>1,344</b>       |
| <b>Ratio de Treynor</b>         | <b>0,076</b>             | <b>0,010</b>       | <b>0,177</b>       |
| <b>Alfa de Jensen</b>           | <b>-0,004</b>            | <b>-0,011</b>      | <b>0,007</b>       |

De acuerdo a los resultados, durante el 2016 el portafolio MBL con 70% de confianza sobre sus opiniones, obtuvo una rentabilidad anual de 12,09% vs. 4,22% que obtuvo el portafolio de Markowitz durante el mismo periodo. El indicador Sharpe Ratio de MBL fue superior al de Markowitz, al igual que el ratio de Treynor. Finalmente, el alfa de Jensen fue negativo para ambos casos, dado que se comparan con el índice S&P MILA Andean 40, que tuvo una rentabilidad del 18,65% durante el 2016. De acuerdo a lo anterior, se puede resaltar que al utilizar el modelo Black-Litterman con 70% de confianza sobre sus opiniones en activos del mercado MILA durante el año 2016, fue más rentable que haber utilizado el modelo de Harry Markowitz para el mismo periodo de tiempo. Esto refuerza lo que se expuso en la presente investigación y resalta la fortaleza del MBL.



**i. MBL con 100% confianza sobre opiniones**

| <b>Indicadores de Desempeño</b> |                           |                    |                    |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|
|                                 | <b>Indice MBL al 100%</b> | <b>Indice Mwtz</b> | <b>Indice Mila</b> |
| <b>Rentabilidad mensual</b>     | 1,66%                     | 0,38%              | 1,55%              |
| <b>Rentabilidad anual</b>       | 19,98%                    | 4,22%              | 18,65%             |
| <b>Desv. Estandar</b>           | 6,66%                     | 4,54%              | 4,74%              |
| <b>Desv. Estandar anual</b>     | 16,31%                    | 11,11%             | 11,60%             |
| <b>Beta</b>                     | 1,19                      | 1,17               | 0,88               |
| <b>Sharpe Ratio</b>             | <b>1,037</b>              | <b>0,104</b>       | <b>1,344</b>       |
| <b>Ratio de Treynor</b>         | <b>0,142</b>              | <b>0,010</b>       | <b>0,177</b>       |
| <b>Alfa de Jensen</b>           | <b>0,002</b>              | <b>-0,011</b>      | <b>0,000</b>       |

Se procedió a comprobar uno de los supuestos del Modelo Black-Litterman donde los inversionistas no están plenamente seguros sobre sus opiniones. En este escenario se supuso un 100% en el nivel de confianza sobre la opinión del inversionista, y la rentabilidad para el portafolio fue del 19,98% vs. 18,65% del índice S&P MILA Andean 40. A primera vista se observa que el MBL tuvo mejor rendimiento, sin embargo los indicadores de desempeño señalan que en términos de gestión de riesgo, no fue superior. Los indicadores Sharpe, Treynor y Alfa del MBL fueron 1.03, 0.142 y 0.002, respectivamente, vs. 1.34, 0.177 y -0.000003 del índice SPMILA. Por lo que es totalmente coherente decir que el índice SPMILA fue mejor gestionado que el MBL, y obtuvo una mejor rentabilidad por unidad de riesgo.

Con respecto a la explicación de porqué el MBL al 100% tuvo mejor desempeño que el MBL al 70%, tiene que ver con un tema de riesgo. A mayor riesgo, mayor rentabilidad y si observamos la volatilidad de ambos portafolios, el MBL 100% tuvo mayor riesgo lo que

explica una mejor rentabilidad durante el 2016. Sin embargo, se sigue recomendando seguir la premisa de los autores dado que de acuerdo a (Benninga, 2014), un nivel de confianza moderado (60% - 80%), se traduce en mayor diversificación, dado que se le da relevancia a los retornos implícitos de equilibrio que asume el mercado, y en futuras ocasiones esa diversificación puede proteger al portafolio de pérdidas.

## **VII. COMENTARIOS FINALES**

Uno de los objetivos principales de la presente investigación era presentar una forma adecuada de realizar una estrategia de inversión para la construcción de un portafolio en el MILA. Este mercado ha tenido ciertos factores significativos que han frenado el desarrollo esperado por los inversionistas e instituciones financieras. Los riesgos que se exponen en la primera parte del trabajo, son lo suficientemente cuantiosos para frenar un ambicioso proyecto como el MILA. Sin duda alguna, el principal reto es el tema jurídico que difiere en cada país, y van varios años desde la implementación de este mercado y aun no se logra la profundidad que se quiere. Por ahora, son los grandes jugadores financieros que tienen acceso a este mercado que tiene tantas oportunidades de inversión. Durante nuestra investigación, nos encontramos con excelentes trabajos aplicados a este mercado con conclusiones interesantes, sin embargo encontramos un enfoque muy institucional y poco encontramos con un enfoque práctico y común. La mayoría de trabajos, se desarrollan bajo la premisa que los activos del MILA se pueden comprar y vender como si fueran activos de una bolsa local donde el tema cambiario pasa a un segundo nivel. Es por eso que nuestro

compromiso con la investigación es ofrecerle al inversionista común una guía completa y practica para crear estrategias de value investing para este mercado.

Los resultados de la investigación demuestran las ventajas del modelo Black-Litterman sobre el modelo tradicional de Markowitz. Aunque el modelo expuesto no supera el desempeño del índice de SP MILA, es importante reconocer que el año 2016 fue de volatilidad y mucha incertidumbre para los inversionistas. Cuando acontecen estos años, las estrategias de value investing, pueden ser opacadas por estas volatilidades que también se conocen como “*ruidos en el mercado*”. Estas estrategias también conocidas como fundamentales, tienen alta efectividad en el largo plazo, es decir, plazos de inversión mayor a 2 o 3 años. Tal como expone Joseph Priotoski en su investigación del F-Score, su trabajo consistió en recolectar información de 20 años para llegar a su conclusión más importante de una rentabilidad adicional de 7% anual al incluir acciones con fuertes fundamentales y alto potencial de crecimiento.

De acuerdo a lo expuesto, se sugiere extender este estudio utilizando el scoring de Priotoski para mayores series de tiempo donde se pueda visualizar los resultados para periodos de 5 a 10 años. También se puede optar por una estrategia de inversión donde el scoring tenga en cuenta indicadores financieros de los últimos 3 o 5 años, donde los puntajes de años recientes tengan mayor ponderación. De esta forma se le daría trascendencia a las empresas que tengan buena tendencia en sus indicadores financieros durante los últimos años.

Lo importante acá es resaltar que esta estrategia puede ser aplicada de forma práctica. El único requisito es abrir una cuenta con un bróker americano y girar la cantidad de dólares que se invertirán. El resto lo pueden encontrar en la presente investigación.

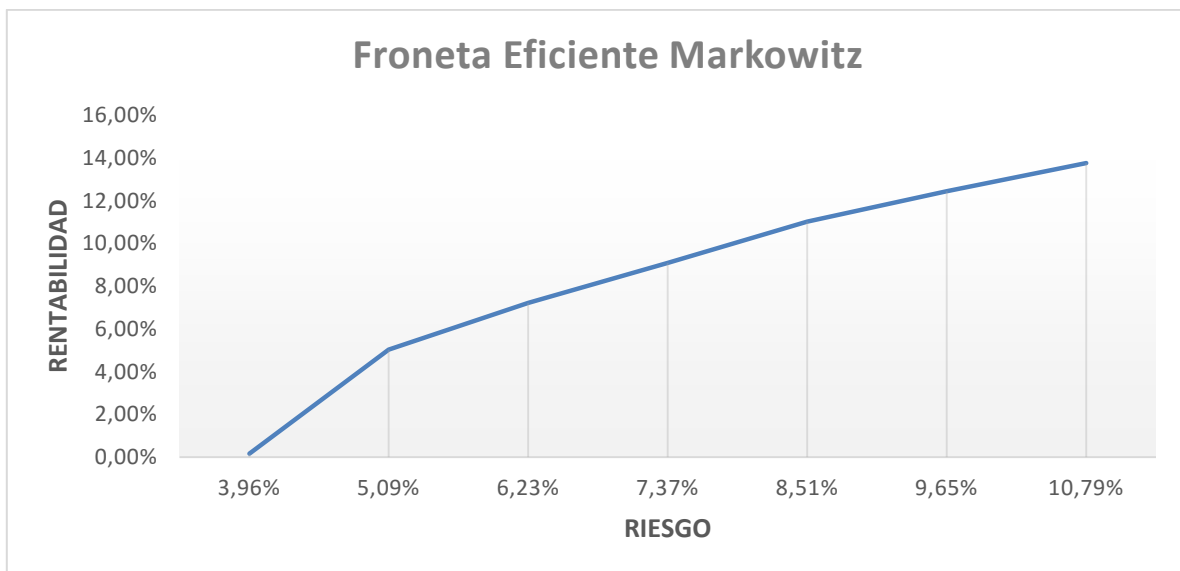
## VIII. ANEXOS

### Anexo 1

| PESO ASIGNADO | %      |
|---------------|--------|
| CX            | 100,0% |
| CNCO          | 0,0%   |
| VLRS          | 0,0%   |
| AKOA          | 0,0%   |
| EOCC          | 0,0%   |
| VCO           | 0,0%   |
| LFL           | 0,0%   |
| Total         | 100,0% |

| Portafolio    |       |
|---------------|-------|
| E(Rp) mensual | 4,74% |
| Riesgo        | 9,56% |

### Anexo 2



## **IX. BIBLIOGRAFIA**

- Ayuso, J. &. (2001). Has financial market integration increased during the nineties. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 165-287.
- Bekaert, G., & Harvey, C. R. (2003). Emerging Market Finance. *Journal Of Empirical Finance*, 3 - 55.
- Benninga, S. (2014). *Financial Modeling* (Vol. 4). London: The MIT Press.
- Castillo, A. (Julio de 2010). Cobertura de Riesgo Cambiario: El Caso de un Inversionista Local que Invierte en el Exterior. *Panorama Socioeconómico*, 4-17.
- Cheung, W. (2010). The Black-Litterman Model Explained. *Journal of Asset Management*, 229-243.
- Cruz Salazar, R. (Mayo de 2012). *Aplicacion del Modelo Black-Litterman a la Seleccion de Portafolios Internacionales*. Mexico D.F., Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Fischer, B., & Litterman, R. (1992). Global Portfolio Optimization. *Financial Analysts Journal*, 28.
- Franco-Arbelaez, L., Avendano-Rua, C., & Barbutin-Diaz, H. (Junio de 2011). Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimizacion de Portafolios de Inversion. *Revista Tecno Lógica*, 71-88.
- Garcia, O. L. (2009). *Administracion Financiera: Fundamentos y Aplicaciones*. Cali: PRENSA MODERNA IMPRESORES.
- Granados, J. A. (2012). *Mercado Capitales y Portafolios de Inversion*. Medellin: Universidad de Medellin.

- He, G., & Litterman, R. (1999). *The Intuition Behind Black-Litterman Model Portfolios*. Goldman Sachs Investment Management.
- Henriquez, J., & Ortega, J. P. (September de 2014). Construction, management, and performance of sparse Markowitz portfolios. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 18, 383 - 402.
- Idzorek, T. (2005). *A Step by Step Guide to the Black-Litterman Model*. Chicago: Ibbotson Associates.
- Konno, H., & Annista, W. (1999). Mean Absolute Deviation Portfolio Optimization Model Under Transaction Cost". *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 422-435.
- Lopez Alvarez, A. (2008). Introduccion a la regulacion de Valores en Estados Unidos. *Revista Mercatoria*, 7(2), 2-69.
- Lopez-Herrera, F., & Martinez, F. V. (2012). Integracion Financiera Mexico-Estados Unidos: Mercados Accionarios y de Derivados Accionarios. *Economia y Practica*, Enero-Julio, 179-196.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 77-91.
- Martinez, O. (2012). *Aplicacion del Modelo Black-Litterman a la optimizacion de Portafolios del BCB*. Banco de Bolivia.
- Michaud, R. (Febrero de 1989). The Markowitz Optimization Enigma: Is "Optimized" Optimal? *Financial Analyst Journal*, 31-42.
- Moreno, D., & Olmeda, I. (Febrero de 2003). Empleo de medidas de performance en la evaluacion de fondos de inversion. *Bolsa de Madrid*, 56 - 62.

- Pascual-Ezama, D., Scandroglio, B., & Liaño, B. G.-G. (12 de Diciembre de 2013). ¿Es posible predecir el comportamiento de los inversionistas en los mercados bursátiles? *Universitas Psychologica*, 1-13.
- Priotoski, J. D. (2002). *Value Investing: The Use of Historical Financial Statement Information to Separate Winners from Losers*. Chicago: The University of Chicago.
- Romero-Alvarez, Y. (Enero-Junio de 2013). MILA: análisis de correlación y diversificación de los portafolios de acciones de los tres países miembros en el periodo 2007-2012. *Cuaderno Contable*, 14, 53-74.
- Satchell, S., & Scowcroft, A. (2000). A demystification of the Black-Litterman model: Managing quantitative and traditional portfolio construction. *Journal of Asset Management*, 138-150.
- Schutel Da Silva, A., Lee, W., & Pornrojngkool, B. (2009). The Black-Litterman Model For Active Portfolio Management. *Journal of Portfolio Management*, 2-14.
- Sharpe, W. (Septiembre de 1964). Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442.
- Simon C. Krinsky, C. (2012). *A Road for the roadmap: creating an investment policy statement for endowments and foundations*. New York: Hall Capital Partners LLC.
- Sotelo Rojas, A. F. (2015). Administración y gestión de portafolios de renta variable: Una Aplicación corporativa de los modelos de optimización de Markowitz y de expectativas Black Litterman. *Trabajo final de Maestría*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Buenos Aires.
- Statman, M. (2013). Is Markowitz Wrong? Investment Lessons. *The Journal of Portfolio Management*, 40, 8-11.

- Tapia, J. F. (2014). *Integrando Mercados: MILA, motor de la alianza del Pacifico*. Peru: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Torres , J. (2014). *Optimizacion de Portafolios: Aplicacion al Modelo Black-Litterman para el mercado MILA*. Universidad de Antioquia.
- Trujillo Segura, M. E. (Enero de 2009). Construccion y gestion de portafolios con el modelo Black-Litterman. *Construccion y gestion de portafolios con el modelo Black-Litterman: Una aplicacion a los fondos de pensiones obligatorias en Colombia*. Bogota, Colombia: Universidad de los Andes.
- Wilson, R. C. (2010). *The Hedge Fund Book*. New Jersey: John Wiley & Sons INC.
- Xiaoqiang, C. (2000). Portfolio Optimization Under a Minmax Rule. *Institute for Operations Research and Science*, 46(7), 957-972.
- Zabalza, L. M. (2002). El Modelo de Markowitz en la Gestion de Carteras. *Cuaderos de Gestion*, 2(1), 33-46.