



UNIVERSIDAD LA SALLE

FACULTAD DE NEGOCIOS

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de Educación
Pública según acuerdo número No 954315 De fecha 30 de Octubre de 1995

TESIS

“CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE ASIGNACIÓN PARA CAPITALES DE RENTA VARIABLE MEDIANTE COMPARACIÓN DE MÉTODOS”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA

PRESENTA:

Jesús Joel Padilla López

Asesor de Tesis: Dr. Carlos Alberto Jiménez-Bandala

México, D. F. 1 de septiembre de 2020

Ciudad de México, a 22 de septiembre 2021.

MTRA. ANA MARCELA CASTELLANOS GUZMÁN
DIRECTORA DE GESTIÓN ESCOLAR
UNIVERSIDAD LA SALLE
P R E S E N T E

Le informo que el (la) C.

JESÚS JOEL PADILLA LÓPEZ

Pasante de la Escuela o Facultad: FACULTAD DE NEGOCIOS

de la **UNIVERSIDAD LA SALLE**, de la Maestría en:

INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA

con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación

Pública según acuerdo número No 954315 De fecha 30 de Octubre de 1995

Ha elaborado el trabajo titulado: **“CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE ASIGNACIÓN PARA
CAPITALES DE RENTA VARIABLE MEDIANTE COMPARACIÓN DE MÉTODOS.”**

De conformidad con la modalidad para la obtención de grado aprobada para esta Maestría de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del Sistema Educativo de las Universidades la Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo mi conducción, tiene la calidad suficiente para ser la base de sustentación de su Examen de Grado por lo que se le autoriza presentarlo.


Mtro. José Ramón Barreiro Iglesias
Director Facultad de Negocios

AGRADECIMIENTOS

¡A mi abuelita Bertha y a mi madre Dora! Ambas, pilares a quienes les debo mucho

¡A la Dra. Carmen Lozano, al Mtro. Bruno Díaz, y en particular, al Dr. Carlos Alberto Jiménez-Bandala por todo su apoyo y compromiso!

ÍNDICE

Introducción	7
Capítulo 1: Planteamiento del problema	8
1.1 Descripción del problema	8
1.2 Objetivo general	15
1.3 Objetivos particulares	15
1.4 Pregunta general	15
1.5 Preguntas particulares	15
1.6 Hipótesis de trabajo	16
1.7 Justificación	16
1.8 Alcances y delimitaciones	17
Capítulo 2: Marco Teórico–Conceptual	18
2.1 Teoría moderna de portafolios	18
2.1.1 Modelo Markowitz	18
2.1.2 Modelo Black–Litterman	23
2.1.3 Medidas de desempeño	26
2.2 Teoría del Valor en Riesgo [VaR]	27
2.2.1 VaR por simulación histórica	27
2.2.2 VaR por cálculo paramétrico	28
2.2.3 VaR por simulación estocástica	28
2.3 Teoría del Análisis Fundamental y Razones Financieras	29
2.4 Programación lineal y no lineal	31

2.5 Método Delphi	33
Capítulo 3: Marco metodológico	35
3.1 Diseño metodológico	36
3.2 Selección de la muestra	36
3.3 Datos	41
3.4 Modelos	44
Capítulo 4: Resultados del modelo por el método Delphi	47
4.1 Entrevista y calificación de indicadores	47
4.2 Interpretación de los resultados y ponderación final	48
4.3 Generación del coeficiente a optimizar	50
4.4 Proceso de selección y resultados de las empresas a optimizar	52
4.5 Optimizaciones del primer periodo	56
4.5.1 Asignación por Índice Sharp	56
4.5.2 Asignación por VaR	55
4.5.3 Asignación por ROE	60
4.5.4 Asignación por Coeficiente J	62
4.5.5 Análisis de los resultados del primer periodo	64
4.6 Optimizaciones del segundo periodo	67
4.6.1 Asignación por Índice Sharp	67
4.6.2 Asignación por VaR	69
4.6.3 Asignación por ROE	71
4.6.4 Asignación por Coeficiente J	73
4.6.5 Análisis de los resultados del segundo periodo	75

4.7 Comentarios globales de ambos periodos	77
Conclusiones	79
Referencias	82

CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE ASIGNACIÓN PARA CAPITALES DE RENTA VARIABLE MEDIANTE COMPARACIÓN DE MÉTODOS

Introducción

Las Finanzas, en particular las bursátiles, han sido abordadas por la Estadística y la Probabilidad para predecir su comportamiento con resultados inconsistentes (Forero, 2010; Azofra, 2005). Quizá esta problemática deba abordarse simplemente desde el enfoque de la posibilidad en vez de cualquier otro. Si bien la incidencia de eventos nuevos puede explicarse en función de su ocurrencia pasada, la volatilidad del carácter humano hace necesaria la indagación de enfoques que den certidumbre a la toma de decisiones.

En esta tesis se buscará desde el ámbito matemático – financiero, encontrar una solución sencilla, y fácilmente replicable por inversores inexpertos que deciden especular, que aglutine la importancia de algunos estimadores frecuentes al momento de asignar capitales de renta variable para periodos cortos de inversión. En el Capítulo 1 se describe el panorama al que los inversores se enfrentan y los motivos por los que podrían llevarlo a elegir el corto plazo frente al largo plazo. A su vez, estarán los objetivos e hipótesis.

En el Capítulo 2 se encontrarán todas las teorías que sirvieron de base y en el Capítulo 3 la metodología implementada. Es de destacar que las teorías expuestas pertenecen a varias disciplinas como lo son las Finanzas, la Investigación de Operaciones, la Contabilidad y las Matemáticas. Con el método Delphi como guía, se obtuvo el coeficiente a optimizar apegado al corto plazo y contrastado en diversos periodos.

Finalmente, en el Capítulo 4 estarán todos los resultados de las asignaciones por los diversos métodos y un análisis comparativo, tanto entre los estimadores como de los periodos.

Capítulo 1: Planteamiento del problema

Este capítulo contiene los elementos que dificultan al inversor en el corto plazo, tomar sus decisiones para maximizar sus rendimientos. De igual forma, se establecen los objetivos, hipótesis y preguntas de investigación. Finalmente, se enuncian algunos alcances y delimitaciones que son necesarias para interpretar adecuadamente los resultados desarrollados en capítulos posteriores.

1.1 Descripción del problema

En un terreno de incertidumbre y ligado a la conducta humana como en el bursátil, asumir que un modelo es perfecto es esfuerzo perdido. Ninguno se ha presentado como confiable y dentro de los muchos argumentos cabría la manipulación contable (Elvira y Amat, 2008; Lev & Srivastava, 2019). Por supuesto, la manipulación en los precios también llega a estar presente en el mercado (Herrera, 2017). Sin embargo, para posibilitar la aplicación del modelo, se asumirá un mercado abierto con información perfecta.

Dado que los especuladores desean siempre mayores rendimientos, han tenido que usar medidas con datos generados a partir de los elementos anteriores (como los resultados contables y la acción del precio) para cumplir sus objetivos. Esto ha dado origen a lo que se conoce como análisis fundamental y análisis técnico.

El análisis fundamental centra su efectividad en el largo plazo, es decir, todo aquel periodo superior a 1 año y cuyos resultados contables sean analizados con el paso de los mismos. Considera el funcionamiento interno de la empresa registrado en su información contable, en el conocimiento del valor de la empresa y en el contraste de esta con su sector, contexto económico e información privilegiada. El objetivo es poder cuantificar el valor real de las acciones a fin de encontrar aquellas infravaloradas para comprarlas y venderlas una vez que lo haya excedido. Dentro de los precursores están Graham y Dodd en la década de los 30. En la actualidad, Buffet y Lynch son algunos partidarios de este (Malkiel, 2019).

El análisis técnico promete ser efectivo en periodos de tiempo más cortos en contraste con el fundamental. Surge a partir de la identificación de tendencias derivadas del movimiento de los precios en intervalos de tiempo. Utiliza trazos en las gráficas e indicadores calculados con promedios móviles de un rango de precios y su desviación estándar. El objetivo es análogo a la lógica fundamentalista, encontrar puntos óptimos para comprar y vender una acción (Achelis, 2013).

Soros (1997) expresó la problemática sobre la falta de correlación transitoria entre los precios de las acciones con respecto a los fundamentales de las compañías. Graham (2007) y Lynch (2015) manifestaron también la importancia primaria de los fundamentales de las empresas por encima al de sus precios de referencia en el mercado accionario para poder hacer una selección y asignación de cartera efectiva. En oposición, Wang et al., (2019) y Gerritsen et al., (2019) postulan al análisis técnico como mayor fuente de rentabilidad y beneficios frente al uso de otras estrategias.

Sin embargo, en la práctica, se utilizan todas las herramientas disponibles. Existe el comportamiento de inversionistas para decantarse por alguna metodología anterior en función de los periodos de volatilidad. En ocasiones, se prefiere el análisis técnico para aquellos relativamente estables y el fundamental para los inestables (Schmitt y Westerhoff, 2013). De lo anterior se desprende la incógnita sobre cuáles de los estimadores más habituales en los que un especulador o inversor con horizontes de tiempo cortos, realmente utiliza. Es claro que la respuesta no podría ser todos y, según cada experiencia, algunos serán superiores.

El debate anterior conlleva a cuatro momentos nodales en el juego de las Finanzas bursátiles. El primero es seleccionar las empresas en las que invertirá. El segundo es determinar en qué cantidad deberá hacerlo para optimizar sus rendimientos. El tercero es el momento en el que habrá que comprar y el último es cuándo habrá que cerrar la posición.

Dichas incógnitas engloban un número de variables no fáciles de enumerar ni mucho menos de determinar.

Las respuestas a los problemas descritos se resolverían con un conjunto de elementos técnicos y fundamentales, o al menos eso prometen. En teoría, indican cuáles activos seleccionar y los momentos oportunos para su compra - venta. Empero, si ambos mundos han recibido también merecidas críticas por su ineficiencia (Lev & Srivastava, 2019; Malkiel, 2019), existe una duda legítima también al plantearse si las formas en que se asignan esos capitales son igual de eficientes. La inferencia inmediata conduciría a pensar que ninguna será perfecta.

Como ejemplos clásicos de asignación están los modelos de Markowitz (1959) y de Black y Litterman (1991; 1992). El primero se vale de los rendimientos promedio y la volatilidad y el segundo de esa misma noción, pero incluyendo elementos de probabilidad. Se presume su falencia no solo al hecho de usar valores pasados para pronosticar eventos futuros, sino a que los rendimientos y la volatilidad son los estimadores principales. Hay otros estimadores que también se han considerado como al valor en riesgo (Belles-Sampera y Santolino, 2013) o ratios basados en análisis fundamental de la empresa (Damodaran, 2002). El común denominador es que usualmente parten del supuesto de la inversión a largo plazo.

En este punto es sensato poner de forma análoga el cuestionamiento inicial. Así como el modelo fundamental y técnico tenía posturas divergentes, los modelos de asignación las pueden llegar a tener. Si no todos los inversores son adeptos al largo plazo, es imperativo analizar si los estimadores de asignación anteriores obedecen a la necesidad del corto plazo para maximizar la rentabilidad. En adición, es imperativo indagar también sobre cuáles estimadores son los más importantes para los especuladores, al margen de aquellos que la academia ha colocado como referentes.

Tener una aproximación a los estimadores de asignación más recurrentes de la operación habitual en el corto plazo, y además aplicados de forma sencilla, permitirá un enfoque distinto de las finanzas bursátiles. Una vez construido un modelo que los aglutine, se necesitará contrastarlo con aquellos modelos clásicos. Validarlos a largo plazo es importante y tiene bondades, pero existe ya exhaustiva literatura enfocada en ello. Entonces, el corto plazo será el lapso elegido en esta investigación, delimitándolo para fines prácticos de cero a tres meses.

La evaluación se ejecutará en el mercado mexicano. Hay vasta literatura que aborda todo desde la perspectiva europea, estadounidense o japonesa. Es un hecho que pueden ser más rentables, pero también los mercados emergentes ofrecen grandes oportunidades, tanto asiáticos (Kumar, 2017) como latinos (Mosionek–Schweda et al., 2017). Asimismo, al tener una correlación independiente con el resto de los mercados desarrollados, los emergentes ofrecen una respuesta a la necesidad de diversificación de portafolios (Meriç et al., 2016). En ese sentido, México fue elegido por estar circunscritos a dichos mercados y por su papel como una economía importante en Latinoamérica.

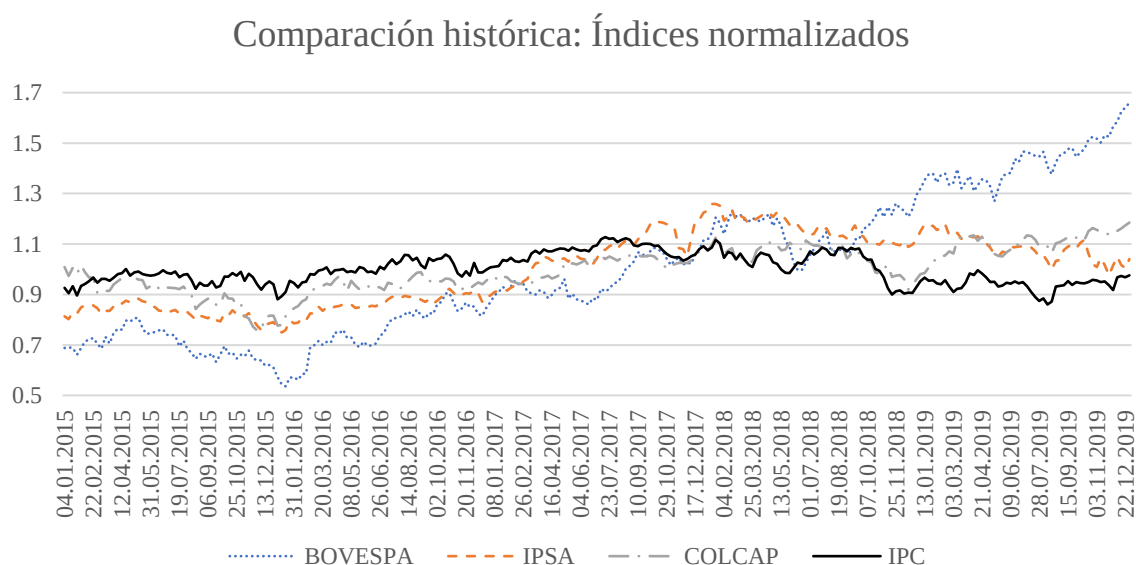
México es una de las economías emergentes con mejor proyección en América Latina (Cárdenas, 2015), al menos hasta hace algunos años. El escenario emanado a partir del 2018 dejó en entredicho cualquier proyección tras la victoria del candidato Andrés Manuel López Obrador. Dentro de las principales inquietudes estuvieron la afrenta con la clase empresarial que había tenido en los años anteriores de campaña y si los costos de los programas sociales que iba a emprender estarían planificados adecuadamente para darles sostenibilidad. Pese a que hacia mediados del 2020 que es escrito este texto es prematuro decirlo, por la coyuntura actual, la realidad económico – financiera no parece favorecerle. Con el escenario anterior el lector se preguntará, ¿por qué elegir el mercado mexicano para probar los modelos si existen mejores?

Desde Basilea III, se le reconoce a América Latina y al Caribe como una región de suma importancia en el contexto financiero internacional. Al invitársele a la adopción de mecanismos regulatorios internacionales, se le está dotando también de fortaleza ante escenarios de crisis sistémicas (Caruana, 2010). Esto, indirectamente le otorga a la región una intención de generar estabilidad en sus mercados para que sean terrenos fértiles para la inversión y cualquier estrategia de diversificación de capitales. En línea con lo expuesto por muchos autores, permite la reducción de riesgos y la posibilidad de tener rendimientos no correlacionados como lo muestran los mercados europeos y estadounidenses. A su vez, podría hacer realmente menos correlacionadas y mejor optimizadas a partir del modelo de portafolio global que expone Black y Litterman (1992), dado que América Latina es una región en constante desarrollo convulso.

Si la región es importante, entonces ¿por qué elegir un mercado que a partir de 2018 tuvo el desempeño más pobre (de la primera semana de 2015 a la última de 2019), frente a sus pares de Brasil, Chile y Colombia (ver Figura 1)? Es precisamente ese escenario el que convierte a México en el candidato perfecto para el objetivo planteado en esta investigación.

Figura 1

Comparativo histórico de índices bursátiles latinoamericanos



Nota: El gráfico representa el comparativo histórico del índice BOVESPA, IPSA, COLCAP e IPC con valores estandarizados. Elaboración propia con datos de la base Economatica.

Una nación que tiene como vecino y socio comercial a los Estados Unidos podría otorgar un panorama de relativa estabilidad. Ninguna desearía un socio caótico. No obstante, el cambio de régimen despierta la especulación, poniendo en duda la continuidad de todos los proyectos de las empresas y el cumplimiento de sus guías de inversión. Al no existir certidumbre, incentiva la cautela en el largo plazo y amplía la necesidad de apostar por periodos más cortos. Particularmente a inversores y especuladores con montos no excesivos o millonarios, hace al mercado una opción relevante en periodos trimestrales.

Por otro lado, vuelve interesante al mercado mexicano, la falta de un mercado desarrollado de derivados. Los futuros o las opciones permiten relativa certeza para las partes involucradas y a su vez es un vector de dirección anticipada del mercado, al mismo tiempo que permite cubrir los vaivenes (Hull, 2009). Ante la ausencia de coberturas no solo en sus títulos de renta variable sino también en sus *commodities*, pone en entredicho

constantemente la permanencia en el largo plazo. Adicionalmente, debido a la ausencia de coberturas en las tasas de interés, provoca que en ciertos periodos deje de ser productivo invertir en bolsa dado el efecto que estas tienen sobre el mercado accionario ya sea en el corto o largo plazo (Kutty, 2010) y al nuevo escenario político al que se enfrenta el inversor.

Hay que hacer hincapié en la importancia de esta investigación para toda persona sin importar si se autodenomina inversor o especulador; por ello no se hará distinciones semánticas. Desde Graham (2007) se popularizó el mote de inversión para el largo plazo y de especulación para el corto. Es ridículo suponer que tanto uno como otro no están especulando con el mismo fin: tener rendimientos con el presupuesto elegido. Además, es ocioso imaginar que alguien que piensa en el largo plazo no esté dispuesto a adoptar una postura cortoplacista si advierte condiciones desfavorables en sus elecciones. Caso contrario sucedería con alguien que persigue el corto plazo, y que, por diversas circunstancias favorables al momento, desee adoptar una posición larga. De igual forma, se usará solo por convencionalismo académico la palabra corto plazo para el periodo de tres meses, ya que debatir sobre la dilación del tiempo acabaría en algo relativo además de lo poco pragmático que es encasillarse en solo una visión.

Tras los elementos expuestos, se tienen ya los problemas identificados que obligan a dar a luz esta investigación. El primero es la discrepancia entre las posturas fundamental y técnica. El segundo es sobre los estimadores que utilizan para asignar los capitales y los rendimientos que ofrecen. El tercero es sobre los resultados que los modelos de asignación arrojen para el periodo de tiempo elegido. El cuarto es sobre la identificación de aquellos estimadores que los inversionistas consideran realmente al momento de asignar en sus operaciones. Y el quinto, es sobre cómo construir un modelo que aglutine la opinión de los expertos con las variables anteriores. La pregunta restante es ¿cómo llegar al modelo sugerido y así determinar al más rentable para las circunstancias señaladas?

1.2 Objetivo general

Evaluar la eficiencia, medida en niveles de rendimientos, de modelos de asignación de capitales en renta variable, bajo el enfoque teórico de Markowitz, la perspectiva del análisis fundamental, análisis de riesgo y el método Delphi, en un periodo de inversión menores a tres meses, con el fin de mejorar la toma de decisiones de inversores cortoplacistas.

1.3 Objetivos particulares

- Contrastar el enfoque del método Delphi y de otros modelos de asignación para generar un modelo para periodos cortos de inversión a partir de la opinión de varios expertos.
- Contrastar modelo de Markowitz y la programación lineal y no lineal como base para la asignación de capitales.
- Desarrollar herramientas de decisión de fácil aplicación para inversores cortoplacistas que alienten el acceso a los mercados financieros.

1.4 Pregunta general

¿Cuál modelo de asignación de capitales resulta más eficiente, bajo el enfoque teórico de Markowitz, la perspectiva de análisis fundamental, análisis de riesgo o el método Delphi, para periodos de inversión menores a tres meses?

1.5 Preguntas particulares

- ¿Cuáles elementos del método Delphi permiten generar un modelo de asignación fácil para periodos cortos de inversión y con la opinión de varios expertos?
- ¿De qué manera el modelo de Markowitz y la programación lineal y no lineal forman la base para la asignación de capitales?
- ¿Cuáles herramientas servirán a inversores cortoplacistas en la toma de decisiones que alienten el acceso a los mercados financieros?

1.6 Hipótesis de trabajo

Un modelo de asignación de capitales de renta variable inspirado con el método Delphi es más eficiente, medido en niveles de rentabilidad, que otros que usan el enfoque de Markowitz, el riesgo y los fundamentales, para periodos de inversión menores a tres meses

1.7 Justificación

Es importante conocer perspectivas diversas para asignar capitales de renta variable porque ningún modelo se ha proclamado como exitoso, principalmente en horizontes cortos de tiempo. Compararlos dará nociones de la efectividad y alcance de cada uno, donde se podría dar paso a futuras investigaciones sobre su efectividad sometiéndolos a otros periodos y mercados. Al proponer un modelo de asignación, puede ser una herramienta futura alterna a los inversores que conozcan esta investigación, alimentando a considerar otros elementos en su toma de decisiones.

Es necesaria la comparación de dichos modelos en el contexto mexicano. Además de que la mayoría se enfoca en mercados desarrollados y partiendo de la importancia de los emergentes como ya se expuso, para su conformación les falta el componente del análisis contextual. Aunque los mercados emergentes muestren ventajas, no existe una investigación que se aventure a probar algún modelo en un clima coyuntural como el mexicano, que recién transita por un régimen opuesto a la visión a favor del mercado y la rentabilidad. Incluso hasta irracional y divorciado de toda lógica, sería probar algún modelo a largo plazo con este tipo de coyuntura.

Finalmente, considerar el consejo de expertos puede revelar los estimadores idóneos para este tipo operaciones. Construir un sistema con estos es tarea de la Ingeniería Económica y Financiera cuyo propósito es ofrecer soluciones con el uso de herramientas y disciplinas como lo son los modelos de asignación, la programación lineal y no lineal, el análisis fundamental y el método Delphi.

1.8 Alcances y delimitaciones

El alcance pretende ir más allá de lo académico. Si puede ser utilizado por otros inversores con resultados aceptables ajustando sus expectativas bajo los mismos parámetros de este documento, será un hito. Inclusive, podría servir también para seleccionar las emisoras y asignar capitales de forma conjugada con los mismos parámetros, especializándose en periodos cortos de inversión. Esto facilitaría la homologación de la visión fundamental, la técnica y la contextual que usualmente se han mantenido divorciadas.

A su vez, busca ser una herramienta más en el complejo mundo bursátil y su toma de decisiones. No obstante, a futuro se pretende construir un sistema en el que el modelo de asignación propuesto sea utilizado análogamente para la selección de emisoras. Una vez generado, constituir una teoría básica de especulación que sirva tanto para maximizar ganancias en cortos periodo de tiempo.

Dentro de las limitaciones estará el periodo y emisoras estudiadas, y los estimadores arrojados. La investigación se encuentra sujeta a cierto número de expertos que no constituyen por si mismos una muestra estadística significativa. Pese a plantearse ser imparcial, estará sometida a la voluntad de la opinión al momento del experto y al periodo que el investigador juzgó pertinente. Asimismo, está circunscrita a los criterios teóricos y contextuales que el investigador juzgó prudentes. Finalmente, y apelando al sentido común, la mayor limitación obvia es la que la complejidad de la realidad misma impone.

Capítulo 2. Marco Teórico - Conceptual

En ese apartado se enuncian y describen las teorías que sustentan el desarrollo de la investigación. Se trata de un capítulo de investigación documental que aborda la Teoría Moderna de Portafolios, la Teoría del Análisis Fundamental, la Teoría del Valor en Riesgo, la Programación Lineal y No Lineal y el método Delphi.

2.1 Teoría Moderna de Portafolios

2.1.1 Modelo Markowitz

La Teoría Moderna fue creada por Harry Markowitz (1952) y centra su objetivo en determinar la selección de los valores de un portafolio a partir del desempeño histórico. El inversor debería considerar los rendimientos futuros como algo deseable y su varianza como algo indeseable, bajo el supuesto de racionalidad y aversión al riesgo. Para tal fin, buscará maximizar los rendimientos y minimizar los riesgos. Asimismo, sentencia la predominancia de la diversificación como norma sensata en virtud de las imperfecciones del mercado y la hipótesis de que el inversor querrá colocar su capital en todos aquellos activos existentes con mayor valor potencial.

Analíticamente la idea de Markowitz (1952) sobre lo anterior, puede apreciarse de la siguiente forma: se supone que se tienen N activos, con un retorno estimado r_{it} en el periodo de tiempo t invertido en el activo i ; d_{it} será la tasa que se descontará del retorno invertido en el activo i dentro del periodo t a valor presente, de una cantidad relativa de dinero X . Tanto el capital deberá ser mayor a 0 y para el proceso se suprimen las ventas en corto. Por lo tanto, el retorno descontado del portafolio se detalla en (1), (2), (3) y (4) (Markowitz, 1952):

$$R = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{t=1}^N d_{it} r_{it} X \quad (1)$$

$$R = \sum_{i=1}^N X_i \left(\sum_{t=1}^{\infty} d_{it} r_{it} \right) \quad (2)$$

$$R_i = \sum_{t=1}^{\infty} d_{it} r_{it} \quad (3)$$

$$R = \sum_{i=1}^{\infty} X_i R_i \quad (4)$$

En lo anterior, tanto X_i será independiente de R_i , asumiendo en ambos casos la condición de no negatividad. Por lo tanto, R será el rendimiento ponderado de los activos. Los valores generados serán a través de un flujo de rendimientos, obtenidos por la serie histórica de cotizaciones, es decir, se establece un modelo estático.

Maximizar los rendimientos no necesariamente conlleva la mínima varianza dado que puede obtener los retornos esperados a costa de la varianza misma. En un portafolio ponderado, la varianza de cada activo está en función de su covarianza con el resto de los activos; de otra forma, podría expresarse a la covarianza como la correlación de las desviaciones estándar de cada activo i y j .

La varianza de una suma ponderada puede expresarse de la siguiente forma, donde α es el coeficiente de una relación lineal (es decir, 1), σ_{ij} es la covarianza entre los activos i y j , V es la varianza y X_i es el porcentaje destinado al activo i (Markowitz, 1952), indicada en (5):

$$V(R_i) = \sum_{i=1}^N \alpha_i^2 V(X_i) + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{t>i}^N a_i a_j \sigma_{ij} \quad (5)$$

Si se considera el hecho de que R_i (el rendimiento del activo i) es σ_{ij} entonces se aprecia en (6) que:

$$V(R_i) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_i a_j \sigma_{ij} \quad (6)$$

Con relación a los rendimientos esperados y el riesgo, el inversor tendrá una serie de combinaciones en la ponderación de sus activos. Deberá buscar situarse en el límite que le permita asegurar una el menor riesgo con el mayor rendimiento y viceversa. A ello le denominó “Frontera Eficiente”, la cual podrá estar calculada con técnicas matemáticas o por el juicio de expertos.

El modelo para maximización de los rendimientos esperados ($E(R_p)$) del portafolio (R_p) se indica en (6). Detalla que la suma de los rendimientos esperados ($E(R_i)$) de cada uno de los activos i por su ponderación (W_i), está sujeta a que la varianza del portafolio ($\sigma^2(R_p)$), compuesta por la suma ponderada de n activos y la covarianza (σ_{ij}) entre los activos i y j , sea menor o igual a la establecida como límite (σ_0^2), indicada en (7). Asimismo, a que la suma de las ponderaciones iguale a uno, indicada en (8), y a que no haya condiciones de negatividad en la ponderación, indicada en (9), (Franco-Arbeláez et al., 2011):

$$\text{Max } E(R_p) = \sum_{i=1}^N W_i * E(R_i) \quad (6)$$

Sujeto a:

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_i W_j \sigma_{ij} \leq \sigma_0^2 \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^N W_i = 1 \quad (8)$$

$$W_i \geq 0 \quad (9)$$

El modelo de minimización de la varianza ($\sigma^2 (R_p)$) del portafolio (R_p) que se expresa en (10), indica la suma ponderada de la covarianza entre el activo i y j . En (11) se aprecia la condición de que el rendimiento esperado del portafolio ($E (R_p)$), compuesto por la suma ponderada W_i del rendimiento esperado ($E (R_i)$) del activo i , sea superior a un rendimiento mínimo dado (μ_0). En (12) se observa la condición de que la suma de las ponderaciones iguale a uno, y en (12) la condición de no negatividad (Franco-Arbeláez et al., 2011):

$$\text{Min} \sigma^2 R_p = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_i W_j \sigma_{ij} \quad (10)$$

Sujeto a:

$$E (R_p) = \sum_{i=1}^N W_i * E (R_i) \geq \mu_0 \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^N W_i = 1 \quad (12)$$

$$W_i \geq 0 \quad (13)$$

Asimismo, Markowitz (1952) sugiere la diversificación no solo en cantidad, sino en calidad. Es decir, debe existir diversificación entre sectores a fin de evitar resultados excesivamente riesgosos por la similitud de correlaciones. Como conclusión señala que es importante usar una base estadística para la configuración y cómputo de las ponderaciones, pero que el juicio crítico determinará los decrementos o incrementos de la selección por criterios no considerados en el cálculo; no obstante, se requiere un análisis probabilístico para el planteamiento de dichos incrementos o decrementos.

Myles (2013) refiere a la teoría como normativa ya que refleja el comportamiento de los inversores al construir un portafolio. Dicha idea está sustentada por Fabozzi, Grupta y Markowitz (2002), quienes a su vez señalan la importancia de la diversificación como vía a reducir el riesgo de los activos (no sistemático), más no el sistémico. Dentro de las limitaciones teóricas, Myles (2013) señala puntos concretos relacionados a la inconexión de los postulados con el mundo real:

- Irracionalidad del inversor. Es absurdo perseguir al mismo tiempo la maximización de los rendimientos y la minimización de los riesgos, en un mercado altamente especulativo y determinando por periodos de alza y baja.
- Alto riesgo = Altos rendimientos. Los inversores usualmente asumen altas posiciones de riesgo en derivados para reducir el riesgo en sus posiciones sin que incrementen sus expectativas de rendimientos.
- Información Perfecta. La información suele ser asimétrica entre los inversores por ello llega a ser importante comparar el valor de mercado con la del valor en libros.
- Acceso ilimitado al capital. Cada inversor suele tener una tasa de interés particular que nunca corresponderá con la tasa libre de riesgo, limitando su capacidad de crédito.
- Mercados eficientes. No considera otras dimensiones que puedan llegar a afectar a los mercados como la social, los desequilibrios, información asimétrica o las fluctuaciones propias de las burbujas, *booms* y crisis financieras.
- Costos e impuestos por transacción. Simplemente el modelo no los contempla.

- Independencia de las inversiones. En la práctica, muchos valores están altamente correlacionados.
- Inexistencia de la tasa libre de riesgo. En realidad, los países pueden caer en impagos.
- Valor histórico esperado. Es imposible pretender que el pasado prospecte rendimientos y volatilidad futura.

2.1.2 Modelo Black – Litterman

El modelo desarrollado por Litterman y Black (1991 y 1992) parte del supuesto del equilibrio de mercado. Es una variación del modelo de Markowitz que pretende corregir la visión de Markowitz optimizando la rentabilidad esperada según la ponderación de la capitalización. Considera N activos con diversa capitalización de mercado (número de títulos totales por el precio de mercado, dado por M), cuya ponderación está en función de la capitalización total ($\sum M_i$) y la del activo i (dado por M_i) (Franco-Arbeláez et al., 2011) como se indica en (14):

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (14)$$

A su vez, establece un coeficiente de aversión al riesgo lambda dado por la tasa entre la prima por riesgo que es la diferencia del rendimiento de mercado (R_m) y el de la tasa libre de riesgo (R_f), y la varianza de los rendimientos del mercado (σ_m^2) (Franco-Arbeláez et al., 2011) como en (15):

$$\lambda = \frac{R_m - R_f}{\sigma_m^2} \quad (15)$$

La idea básica es buscar los retornos implícitos a través del modelo CAPM (Capital Asset Price Model), expresada en (16). Es decir, el ICAPM, que es el rendimiento total dado por la diferencia entre el rendimiento del mercado (R_m) y el rendimiento del activo i (R_i), por la sensibilidad del activo (β). El coeficiente beta (β) es el coeficiente de la

covarianza entre los activos y el mercado (σ_{im}) y la varianza del mercado (σ_i^2), expresados en (17) (Perold, 2004):

$$CAPM = \beta(R_m - R_i) \quad (16)$$

$$\beta = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_i^2} \quad (17)$$

El exceso de retornos implícitos (Π) es proporcional a la prima de riesgo (λ) y su ponderación ($\sum W$). Se muestra en (18) y (19) su desarrollo (Franco-Arbeláez et al., 2011):

$$\Pi = \frac{(R_m - R_f)}{\sigma_m^2} \sum W \quad (18)$$

$$\Pi = \lambda \sum W \quad (19)$$

Black y Litterman (1992) postularon que era un error asumir medias históricas como estimadores de retorno futuro. Además de considerar que el modelo de Markowitz inducía a la compra de largos y cortos sin contemplar que podrían estar sobrevaluados o subvaluados. Por ello, la visión de asignación por el equilibrio de mercado le daría al inversor un mejor punto de referencia. Para tal fin, Black y Litterman (1992) consideran que el exceso de retornos de un activo i (representado como R_i) iguala a la prima de riesgo de equilibrio de i (π_i) más el impacto de ese activo (γ_i) en Z (o factor común) más el choque independiente de i (v_i). Se expresa en (20):

$$R_i = \pi_i + \gamma_i Z + v_i \quad (20)$$

La expectativa se señala en (21), de acuerdo con la ecuación (20), como:

$$E(R_i) = \pi_i + \gamma_i E(Z) + E(v_i) \quad (21)$$

Las expectativas estarán interpretadas en el marco de una distribución normal $(\pi, \tau E)$. El objetivo es calcular el condicional de una distribución normal de los rendimientos esperados que satisfagan las restricciones lineales de las expectativas de retornos entre un activo a y uno b , que será Q , dónde P será un vector equivalente a $[1, 0, -1]$. El rendimiento esperado será $E[R]$. Dado que los rendimientos son desconocidos, agrega la variable tau (τ) como vector de error. Esta abarcará de cero a uno, siendo cero el valor más cercano a la certidumbre y el uno a la incertidumbre total.

La notación científica de sus postulados es muestra en (22), (23) y (24) (Black y Litterman, 1992):

$$\pi' + \tau E * P' * [P * \tau E' * P']^{-1} * [Q - P * \pi'] \quad (22)$$

La cual es la solución al problema de minimización:

$$(E[R] - \pi) \tau E^{-1} (E[R] - \pi)' \quad (23)$$

Sujeto a:

$$P * E[R]' = Q \quad (24)$$

Franco–Arveláez et al., (2011) indica que el modelo no ayudaba a configurar una estrategia de inversión como tal y que Idzorek (2004 y 2007) y Meucci (2008) contribuyeron a que se ajustara a inversores pendientes de los movimientos del mercado y las expectativas mediante múltiples simulaciones y corroboraciones. Idzorek (2007) lo hizo a controlando las desviaciones del portafolio ajustando la matriz Q , y Giacometti et al., (2005) con elementos de la distribución *t Student* y distribuciones estables.

Walters (2009) y Cheung (2009) hicieron lo propio; el primero elaboró interpretaciones y aplicaciones diversas y el segundo le dio un enfoque económico al modelo. Herold (2003) agregó elementos cualitativos al modelo para mejorar el riesgo. Finalmente, Benninga (2014) sugiere este modelo aplicando la volatilidad implícita del mercado de derivados como estimador futuro.

2.1.3 Medidas de desempeño

Zenteno (2015) expone al Índice Sharp, Treynor y Jensen como los principales para evaluar a un portafolio. Su definición y fórmulas son las siguientes:

- Jensen: su objetivo es medir la rentabilidad del portafolio en torno a las decisiones de su gestor (J_P). Se obtiene al restar del rendimiento esperado del portafolio ($E[R_p]$), la suma del rendimiento libre de riesgo (R_f) y la prima por riesgo (rentabilidad esperada de mercado ($E[R_m]$) menos la rentabilidad del activo libre de riesgo) por la beta del portafolio (β_P), como se expresa en (25).

$$J_P = E[R_p] - (R_f + (E[R_m] - R_f)\beta_P) \quad (25)$$

- Sharp: indicador creado por William Sharp (1963) cuyo objetivo es medir la rentabilidad de un portafolio o activo en función de su volatilidad ($\widehat{S_P}$). Su cálculo resulta del cociente de la prima por riesgo (rentabilidad media del portafolio o activo ($\overline{R_p}$) menos la rentabilidad del activo libre de riesgo ($\overline{R_f}$)) y la desviación estándar del activo o portafolio (σ_p), como se expresa en (26).

$$\widehat{S_P} = \frac{\overline{R_p} - \overline{R_f}}{\sigma_p} \quad (26)$$

- Tryenor: medida creada por Treynor y Black (1973) con el fin de medir la rentabilidad en función de la sensibilidad del activo ($\widehat{T_P}$). Su cálculo se basa en el cociente de la prima por riesgo (rentabilidad media del portafolio o activo ($\overline{R_p}$) menos la rentabilidad media del activo libre de riesgo ($\overline{R_f}$)) y la beta del portafolio o activo (β_p), como se expresa en (27).

$$\widehat{T}_p = \frac{\overline{R}_p - \overline{R}_f}{\beta_p} \quad (27)$$

2.2 Teoría del Valor en Riesgo [VaR]

El VaR es una medida estadística para medir y controlar el riesgo en las inversiones. Cuellar (2014) da dos definiciones de forma específica:

- VaR: máxima pérdida esperada en un horizonte de tiempo dentro de un intervalo de confianza.
- VaR: si X es una variable aleatoria que representa las pérdidas o ganancias en alguna fecha futura T , y Z la probabilidad porcentual, su notación está en (28):

$$P(X_T < VaR) = Z \quad (28)$$

El Valor en Riesgo corresponde entonces a una medida estadística para situar un valor, en términos porcentuales de pérdida / ganancia, y que constituye una probabilidad de ocurrencia para el horizonte de tiempo tomado. Existen tres modelos principales para su cálculo: por valores históricos, por valores paramétricos y por métodos estocásticos. Sánchez (2001) y Holton (2003) ofrecen las metodologías, las cuales se resumen en las siguientes fórmulas:

2.2.1 VaR por simulación histórica

El objetivo es proyectar las pérdidas futuras a partir de rendimientos pasados. A partir del Acuerdo de Basilea se consideró su uso para estimar los montos mínimos de capital a fin de no tener riesgo de liquidez. En (29), con los rendimientos logarítmicos pasados (r_n) se calcula el factor de riesgo (Fr), expresado en (30), con el valor actual. De dicha serie con sus ganancias y pérdidas resultantes, se deberá ordenar de mayor a menor, como se puntualiza en (31). Finalmente, se seleccionará aquella pérdida en el porcentaje elegido (Sánchez, 2001):

$$r_n = \ln \left(\frac{Valor\ final}{Valor\ inicial} \right) \quad (29)$$

$$F_r * \exp \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Fr_{n1} \\ Fr_{n2} \\ Fr_{nn} \end{bmatrix} \quad (30)$$

$$a, b, c \dots z \quad a > z \quad (31)$$

2.2.2 VaR por cálculo paramétrico

El objetivo es usar herramientas estadísticas que consideren una distribución normal para estimarlo. Surge a partir de los supuestos de la Teoría de Portafolios de Markowitz. El nivel de confianza emanará de la distribución T (expresada como ϑ), por lo que para ajustar la desviación estándar del portafolio (σ_p) a la probabilidad T se multiplicará por theta y a su vez se multiplicará por la raíz del número de días a extrapolar ($\sqrt{d}$). Dicho resultado se multiplicará por el valor del portafolio en unidades monetarias. La fórmula se aprecia en (32) (Holton, 2003):

$$VaR = \vartheta * \sigma_p * \sqrt{d} * Valor \$ del portafolio \quad (32)$$

2.2.3 VaR por simulación estocástica

Centra su objetivo en calcularlo a partir de valores aleatorios, procurando replicar la imprevisibilidad del mercado. Existen tres principales: por movimiento Browniano geométrico, por proceso Weiner y por proceso generalizado Weiner. De los anteriores, el más usado es el primero y coincide con el generalizado salvo que este último toma una constante. En el generalizado, dichos valores aleatorios deben poseer una media de 0 y varianza de 1 (distribución normal). Una vez obtenido el *ito* (incrementos o decrementos en el precio simulado proyectado en el tiempo deseado), su cálculo es como el proceso histórico o paramétrico. El *ito* ($\Delta precio$) se calcula multiplicando el rendimiento medio (la

constante μ_i) por el incremento del tiempo (ΔT) más la multiplicación de la desviación estándar (σ_i), la distribución T y la raíz del incremento del tiempo ($\sqrt{T}$), como se señala en (33) (Holton, 2003):

$$\Delta \text{precio} = \mu_i \Delta T + \sigma_i T \sqrt{T} \quad (33)$$

No haría falta especificar que todos poseen críticas. Estas no difieren de las que a Markowitz se le señalan. A saber, Embrechts (2000) menciona algunas como las derivadas por la correlación, por el tipo de distribución que considera, por la imprecisión de que el pasado determine el futuro y los resultados tan diversos que otorga la aplicación de cada metodología, particularmente en el estocástico que produce un “caminata aleatoria” siempre imprevisible (Malkiel, 1973). Sin embargo, suelen ser las medidas más usadas, estandarizadas y aceptadas para tener una noción del riesgo (Embrechts, 2000).

2.3 Teoría de Análisis Fundamental y Razones Financieras

El precursor de la Teoría Fundamentalista de las Finanzas fue Graham (2007). Su solución se basaba en analizar al mercado de valores desde una perspectiva netamente empresarial, no desde lo que acontecía exclusivamente con los precios. Con el uso de técnicas contables, contribuyó con la estimación temprana de algunos indicadores que podrían ser de utilidad al momento de invertir. Severino (2018) indica que a pesar de que existieron detractores de la correspondencia de los estados de resultados con el movimiento del mercado, otros autores como Tua, Bauman, Sánchez o Fairfield (Severino, 2018) obtuvieron valor al incorporarlo en sus metodologías de análisis y selección.

El objetivo central es elegir aquellos activos con buena expectativa a partir del funcionamiento de las empresas y comparándolas con otras del mismo sector. Las razones financieras generan índices que involucran variables esenciales en el desempeño de una empresa. Su consideración en la toma de decisiones puede incidir en el comportamiento de los precios de mercado (Arce y Giner, 1997). Damodaran (2002), García y Meling (2014)

al igual que Gitman (2003) estipulan una serie divididas en razones de liquidez, de eficiencia y de rentabilidad.

Las razones financieras principales de liquidez son la de circulante (34), la prueba del ácido (35) y la de capital de trabajo (36) (Severino, 2018):

$$\text{Razón Circulante} = \frac{\text{Activo Circulante Total}}{\text{Pasivo Circulante Total}} \quad (34)$$

$$\text{Prueba del Ácido} = \frac{\text{Activo Circulante Total} - \text{Inventarios}}{\text{Pasivo Corto Plazo}} \quad (35)$$

$$\text{Capital de Trabajo} = \text{Activo Circulante} - \text{Pasivo Corto Plazo} \quad (36)$$

Las razones financieras principales de eficiencia son la de apalancamiento (37), la de cobertura de intereses (38) a partir de su EBITDA (*Earnings before Interest, Taxes, Debt and Amortization*), y la del porcentaje de EBITDA (39) (Severino, 2018):

$$\text{Apalancamiento} = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}} \quad (37)$$

$$\text{Cobertura de intereses} = \frac{\text{EBITDA}}{\text{Gastos Financieros}} \quad (38)$$

$$\%EBITDA = \frac{\text{EBITDA}}{\text{Ingresos Operacionales}} \quad (39)$$

Las razones financieras principales de rentabilidad son las de retornos sobre activos (40), retornos sobre capital en (41) y (42), y retornos sobre capital invertido (43) (Severino, 2018):

$$ROA = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Activos Totales}} \quad (40)$$

$$ROE = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ventas}} * \frac{\text{Ventas}}{\text{Activos Totales}} * \frac{\text{Activos Totales}}{\text{Patrimonio Neto}} \quad (41)$$

$$ROE = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Capital Contable}} \quad (42)$$

$$ROIC = \frac{EBIT * (1 - \text{Impuestos})}{\text{Activo Total} - \text{Pasivo Corto Plazo}} \quad (43)$$

Las razones financieras principales bursátiles son las ganancias por acción (44), el ratio por precio-ganancias (45), el precio valor en libros (46) y el valor de la empresa conforme al EBITDA (47) (Severino, 2018):

$$EPS = \frac{\text{Utilidad neta} - \text{Dividendos}}{\text{Acciones en circulación}} \quad (44)$$

$$PER = \frac{\text{Capitalización de mercado}}{\text{Utilidad neta}} \quad (45)$$

$$P.VL = \frac{\text{Precio de mercado de la acción}}{\text{Precio valor en libros de la acción}} \quad (46)$$

$$EV.EBITDA = \frac{\text{Capitalización bursátil} + \text{Deuda neta}}{EBIDA} \quad (47)$$

2.4 Programación lineal y no lineal

La Investigación de Operaciones es la Ciencia de la Administración. Data de la Segunda Guerra Mundial, pero su uso en las Finanzas y Negocios se popularizó varios años después.

A partir de modelos matemáticos se pretende resolver problemas de asignación y distribución de recursos. La programación lineal y no lineal, comprendida dentro del área de investigación de operaciones, son las herramientas para dicha toma de decisiones.

La Programación Lineal (PL) es una herramienta para resolver problemas de optimización con técnicas de álgebra lineal o matricial. El algoritmo para resolverlo y que se conoce como método SIMPLEX, fue desarrollado por Dantzig en 1947; es el más popular al momento de resolver este tipo de problemas. La idea nodal es encontrar una solución factible, minimizando o maximizando, dentro de un punto determinado por sus restricciones lineales. Su forma canónica y que muchos programas de cómputo ejecutan queda establecida en (49) (Dantzig & Thapa, 1997):

$$C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n = Z \text{ [MIN o MAX]} \quad (49)$$

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n = b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n = b_2$$

$$\dots + \dots + \dots + \dots = \dots$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n = b_m$$

$$X_{1=n} \geq 0$$

La Programación No Lineal (PNL) centra su resolución en problemas cuyas funciones describen formas gráficas convexas o cóncavas, ya sea por sus restricciones o en su función principal. A diferencia de la PL, la PNL por su misma naturaleza en las funciones, puede contener varias zonas factibles de solución. Utiliza herramientas del cálculo diferencial para llegar a los resultados. Winston (2006) define como funciones relevantes de la PNL a toda función en un conjunto convexo con las siguientes condiciones:

Sea $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ en una función definida para los puntos $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ en un conjunto convexo S:

- Es convexa (50) una función $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ en un conjunto convexo S si para cualquier $x' \in S$ y $x'' \in S$

$$f[cx' + (1 - c)x''] \leq cf(x') + (1 - c)f(x'') \quad (50)$$

Se cumple para $0 \leq c \leq 1$

- Es cóncava (51) una función $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ en un conjunto convexo S si para cualquier $x' \in S$ y $x'' \in S$

$$f[cx' + (1 - c)x''] \geq cf(x') + (1 - c)f(x'') \quad (51)$$

Se cumple para $0 \leq c \leq 1$

A partir de lo anterior, la PNL puede dar solución a otro tipo de funciones como las cuadráticas, polinomiales, cúbicas, etc. Los campos de aplicación actuales son diversos, en particular para la Administración, la Economía, las Finanzas y las Ciencias Sociales, como Budnick (2007) lo ejemplifica. En particular, en el ámbito financiero, los cálculos llegan a ser tan complejos que su resolución y modelado requiere software especializado en hojas de cálculo electrónicas para una mayor facilidad y precisión (Eppen et al., 2000).

2.5 Método Delphi

Es un método que toma su nombre del Oráculo de Delfos, en el que los griegos acudían a él en busca de respuestas. Eliminando el factor mágico, el objetivo principal de este es que a través de la consulta a expertos se llegue a consensos o a la prospección de determinados eventos, sucesos y problemas de investigación. En la actualidad muchas disciplinas se valen de este método para la obtención de resultados.

López-Gómez (2018) ofrece cinco factores metodológicos fundamentales a considerar:

1. Selección y conformación del panel de expertos. Debe obedecer a criterios de inclusión donde el problema de investigación y la naturaleza del estudio condiciona el perfil de los expertos. De forma general, el perfil debe cumplir con antecedentes, experiencia y disposición a participar.
2. Número de expertos. La cantidad suele ser libre, pero puede existir un rango entre siete y 50 expertos. Sin embargo, no existe una cantidad delimitada ni establecida como idónea ya que dependerá del problema, objetivos a investigar, alcance geográfico y recursos del investigador.
3. Calidad del panel. Debe estar basado en su conocimiento sobre el tema, sus antecedentes, participación en proyectos y autoevaluación.
4. Proceso iterativo en rondas. Es el intercambio de información a través de diversas rondas, que suelen estar predefinidas, en donde se busca llegar a un consenso o a la estabilidad de las respuestas. No existe un número idóneo, pero se sugiere que a partir de tres comienza a estabilizarse y dependerá de los criterios y objetivos de la investigación.
5. Criterios para considerar para la finalización del proceso. El objetivo, ya sea en forma de respuestas argumentativas o estadísticas, es lograr el consenso y la estabilidad. Por consenso se entenderá la poca discrepancia estadística de las respuestas y por estabilización a la no variabilidad de las respuestas individuales con respecto a la ronda anterior. No obstante, no existe un criterio definido para cada elemento y todo dependerá de los objetivos de la investigación.

El método Delphi ha tenido relevancia desde sus inicios en el siglo pasado hasta la actualidad, llegando a ser estudiado desde una perspectiva cuantitativa (Cruz y Rúa, 2018). Dentro del área económica, ha tenido aplicaciones en las decisiones financieras en situación de incertidumbre (Mallo et al., 2003), la estrategia empresarial (Campos et al., 2014) o a la predicción en el ámbito bursátil (Andreu y Ceballos, 2004).

Capítulo 3: Marco Metodológico

Este capítulo precisa los motivos para la selección de determinadas variables, el tipo de investigación que se realizará, la forma de obtención de los datos, la estructuración de los modelos de optimización y las herramientas para ejecutar los cálculos correspondientes.

De acuerdo con la clasificación de Jarvinen (2000), la aproximación que se realice de esta investigación no puede ser puramente matemática. Exige una aproximación emanada de la realidad tanto de categorías analíticas conceptuales como de procesos empíricos. Por lo tanto, los criterios de selección no pueden emanar exclusivamente de estimaciones numéricas. Sería un error asumir las últimas como las mejores e infalibles. A su vez, considerar más de cinco variables observables interfiere con la memoria humana de procesar información eficientemente.

De lo anterior, se indica que la selección del mercado y del periodo corresponderán exclusivamente a factores políticos. Inclusive, la selección de las emisoras también podría entrar bajo criterios no estrictamente matemáticos y sí algunos desde el enfoque contextual; sin embargo, la estandarización de los resultados da premura al espectro numérico. Por su parte, las variables a utilizar y optimizar rigurosamente requieren un enfoque matemático – financiero para poder contrastar y llegar a conclusiones estadísticas.

Aunque no de forma extensiva, esta investigación pretende también aportar de forma breve algunos criterios de otras disciplinas y perspectivas. Como lo indica Jiménez – Bandala (2015), son necesarias nuevas formas de aproximación entre el sujeto y el objeto de estudio como una forma de construir conocimiento científico en un nuevo paradigma transmoderno. Al mezclar criterios no exclusivamente numéricos como el uso de adjetivos calificativos y selección del periodo conforme al análisis contextual, se pretende en una mínima porción aportar a esta concepción.

3.1 Diseño metodológico

Tipo de investigación

- Por su alcance es Semi-Experimental *Expos Facto*. Se pretende experimentar en un periodo de tiempo menor a tres meses (2019) con algunas de las principales emisoras del IPC, los resultados obtenidos de los modelos de optimización y asignación para determinar su desempeño
- Por su objeto de estudio tiene un enfoque mixto. Es cuantitativa a partir de la búsqueda de datos numéricos para establecer medidas de comparación. Con base en el juicio de los expertos, se busca cuantificar los valores cualitativos obtenidos para homologar los modelos a comparar.
- Por su abordaje pretende ser multidisciplinaria. Utiliza el conocimiento del área de las Matemáticas, las Finanzas (propias de una Ingeniería aplicada)
- Por su objetivo es aplicado. Persigue aplicar conocimiento técnico para obtener resultados diversos que puedan arrojar ligeros indicios de efectividad

Se realizó una investigación documental sobre las principales teorías y conceptos que componen al modelo para comprender y sustentarlo. Los datos fundamentales fueron obtenidos a partir de la página web oficial de las empresas, y los precios e indicadores técnicos a partir de portales financieros especializados como “*Investing*” o “*Economatica*”. El procesamiento de datos se efectuó con el software especializado de Microsoft Excel 2020.

3.2 Selección de la muestra

El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) fue seleccionado por los siguientes puntos:

1. Pertenencia a una región de preponderancia global
2. Transición político – ideológica de regímenes de centro – derecha a uno auto - denominado como izquierda

3. Cautela en las expectativas de las empresas dado el contexto que antecedió el triunfo presidencial
4. Desempeño pobre que podría desincentivar la permanencia en el largo plazo
5. Ausencia de un mercado de derivados que otorgue coberturas

El año 2019 se eligió por un criterio de actualidad en los datos y, en línea con lo que se pretende, por despertar a la especulación. El primer año de todo gobierno en México es crucial porque sirve de parámetro y precedente sobre la forma en que gobernará y negociará con los centros de poder. Desde la perspectiva de un especulador, tras el descenso en los mercados globales hacia finales de 2018, era crucial ver el desenvolvimiento de los acontecimientos apremiantes de ese momento: la cancelación del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México y la instauración de sus proyectos insignia, el Tren Maya y la Refinería Dos Bocas (ver Figura 2).

Figura 2

S&P IPC: Cotización histórica 2018-2019



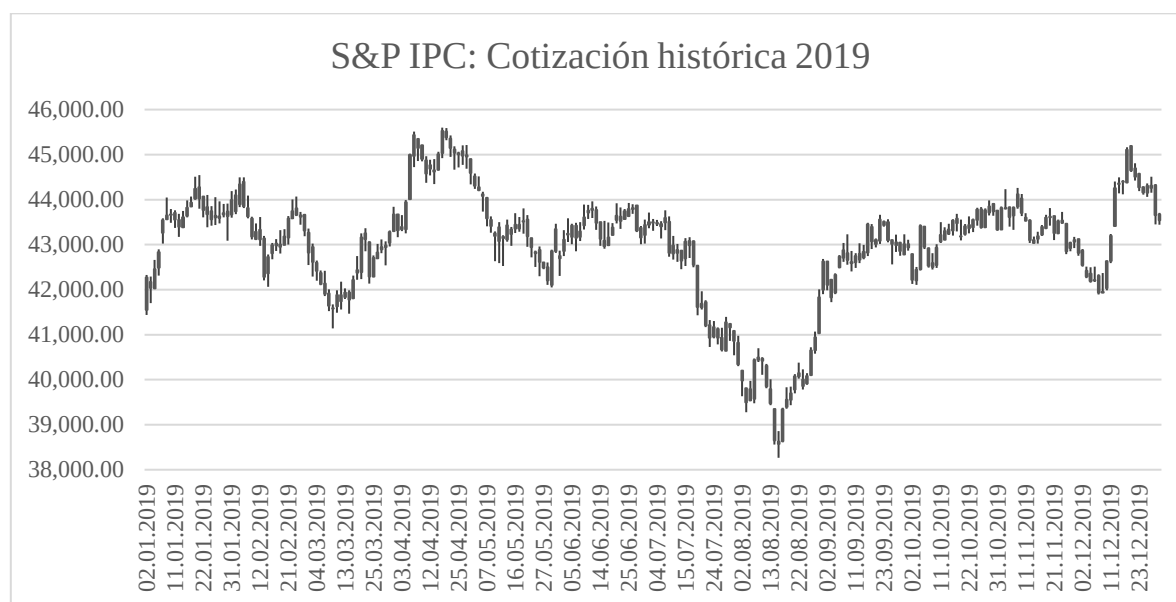
Nota: Se aprecia una tendencia bajista que parece arrojar un rompimiento hacia finales del 2019 para consolidar la lateralidad del mercado. El periodo graficado abarca desde el 2 de julio de 2018 al 31 de diciembre de 2019. Elaboración propia con datos de la base Economatica.

Para tal efecto, se consideraron los siguientes supuestos:

- a) El inversionista decidió no hacer una entrada al iniciar el año y quería esperar mejores señales. Sorpresivamente, a inicios de marzo de 2019 comienza a caer la bolsa, formando un aparente soporte en los $\pm 41,900$ puntos, por lo que el inversionista decide entrar en ese periodo. Una vez dentro, desde inicios de abril intuye que se formó una resistencia en los $\pm 45,000$ puntos, por lo que evalúa salir. Es decir, nuestro primer periodo de evaluación será del 22 de marzo al 16 de abril del 2019 (ver Figura 4).
- b) Posterior a la caída que afortunadamente evitó el inversionista, decide esperar a encontrar otro soporte. Llega a la conclusión de que el mercado ya formó un soporte nuevamente en los $\pm 43,600$ puntos, que la gestión de López Obrador no es tan caótica como decían los analistas políticos y decide entrar pensando en que habrá una etapa de subida. Sin embargo, a los pocos días ocurre la renuncia del Secretario de Hacienda y Crédito Público y en conjunción con el S&P500, los mercados comienzan a caer. El inversor decide no abandonar y esperar a recuperar lo perdido. Al intuir que el mercado no dará señales de subida más allá de donde entró, y que lo que él creía una resistencia es ya un nuevo soporte, decide cerrar sus posiciones. Es decir, el segundo periodo será del 3 de julio de 2019 al 20 de septiembre de 2019 (ver Figura 3).

Figura 3

S&P IPC: Cotización histórica 2019



Nota: Se aprecia un soporte principal en la zona de los $\pm 42,000$ pts, cuyo piso de mercado está en los 38,500 pts y el techo en los $\pm 45,600$ pts. El periodo graficado abarca desde el 2 de enero de 2019 al 31 de diciembre de 2019. Elaboración propia con datos la base Economatica.

El objetivo de seleccionar de esta forma los periodos es procurar emular la visión de un especulador con horizontes menores a tres meses aproximadamente y que coinciden con periodos justo antes de entrega de resultados trimestrales. Para fines didácticos, se titulará a este sistema “<3 Trade”. Es necesario también aclarar que estos criterios buscan someter la investigación a condiciones ligadas a la realidad; es decir, a errores humanos, al mercado y a algunos elementos de la Teoría Dow en el análisis técnico (Achelis, 2013).

La bondad de esta metodología cumple con las siguientes características:

1. Estresar el modelo a decisiones acertadas donde el inversor aprovechó un mercado *bullish*, cuyas probabilidades de ganancia jugaban a su favor y cerró con el clásico “*stop gains*”.

2. Estresar el modelo a decisiones erróneas donde el inversor experimentó el clásico mercado *bearish*, en el que trató de mantener para lograr la recuperación y que finalmente no logró batir al mercado, en una típica postura de “*stop loss*”.

En cuanto a la muestra de emisoras, es uno de los principales elementos para determinar el éxito en las inversiones. La mayoría propugna por una selección basada en los datos fundamentales a través de razones financieras bursátiles como lo sugiere Warren Buffet, Benjamin Graham y Peter Lynch, o Joel Greenblatt (2010) con su popular “fórmula mágica” para batir al mercado en la que se basa en el valor de la empresa, el EBIT y el ROIC. El común denominador de ellos es que su eficacia se basa en la perspectiva del largo plazo. Una duda razonable sería pensar entonces, ¿son estos modelos útiles para aplicar en el caso de inversiones de muy corto plazo?

Determinar un modelo de selección específico para horizontes cortos es un tema que atañe una investigación aparte y que se aleja de los objetivos de esta. Sin duda sería otro elemento que complementaría al “<3 Trade”. El análisis técnico pretende explicar esa parte, pero tiene en sí mismo muchos postulados contradictorios. Davydov et al., (2016) sugiere que la visión de Greenblatt (2010) es la mejor frente a esquemas clásicos de “*value investing*”, al menos para el mercado finlandés. El reto sería comprobar su eficacia en mercado latinoamericanos que no suelen crecer a tasas más o menos constantes cada año. Si como señala Elvira y Amat (2008), existe manipulación también en los fundamentales de la compañía, es infructuoso defender a ultranza su utilidad irrefutable.

En virtud de lo anterior, se seleccionarán diversos elementos que pueden complementarse. Finalmente, no habrá una decisión perfecta y hasta los mismos autores anteriores reconocen que de todas sus elecciones, algunas suelen fallar. Se utilizará las calificaciones a partir de los Índices de Sharp y Traynor, que son tan comunes en los modelos de asignación de capitales de los autores ya citados.

De igual forma y como condición necesaria para la diversificación del riesgo, se buscará que sus rendimientos no estén correlacionados. Teniendo en cuenta esto junto con los puntajes obtenidos por los índices, se procederá a utilizar algunas razones financieras señaladas en el capítulo anterior para descartar posibles casos de empate o duda.

Con el fin de cumplir los requisitos de bursatilidad, el cuadro muestral estará conformado por las 35 emisoras que componen al Índice de Precios y Cotizaciones (IPC). Al modelo de asignación con mejores ganancias se comparará contra el *benchmark* (IPC), según el Índice Jensen. Para replicar al IPC, se seleccionará el ETF iShares NAFTRAC, que es susceptible de comercialización y es bursátil.

3.3 Datos

Para obtener los datos cuantitativos genéricos se utilizaron portales financieros especializados ya señalados, principalmente para obtener las cotizaciones históricas diarias e información contable puntual de dichas empresas. Sin embargo, para depurar la selección de la muestra, se realizó a través del procesamiento de datos en diversos estimadores, tanto para la optimización y la configuración de la propuesta de modelo.

Se llamará estimador al valor a optimizar. Será la medida que refleje el comportamiento de la dimensión financiera analizada. La evaluación comprenderá un total de 4 estimadores, apegado a lo establecido por Jarvinen (2000). A saber, será la optimización del:

- Índice Sharp (rendimientos medios / volatilidad)
- VaR (Value at Risk)
- ROE (Return Over Equities)
- Coeficiente J

En un intento por emular el MBL, se maximizará el Índice Sharp. Como señala Idzorek (2004), ni Black ni Litterman señalaron una metodología precisa. Todo parte de interpretaciones a partir de elementos de estadística bayesiana con respecto a expectativas y ajustes de distribución, donde el CAPM (*Capital Asset Price Model*) e Índice Sharp son referentes obligados. Esa fue la razón de la elección del Índice Sharp como símil.

El VaR se prefirió por ser el estimador más popular para determinar el valor en riesgo. La meta será minimizarlo. El cálculo será el paramétrico por su facilidad de implementación. Belles – Sampera y Santolino (2003) establecen cuatro medidas para la medición de riesgo (Danneberg, Dual Power, Tail Value at Risk y Value at Risk) en un modelo de asignación de capitales comparativo. Su conclusión fue que los más adecuados para activos financieros son el TVaR y VaR por ser más sensibles a la volatilidad.

En cuanto a la volatilidad, diversos métodos como GARCH, ARCH y ARMA han sido trabajadas por Belles–Sampera y Santolino (2013), Gutiérrez y Salgado (2012) o Ruiz–Porrás y Ruiz–Porrás (2015). Dichos enfoques tienen una importancia vital en la Estadística y las Matemáticas. Empero, por lo expresado por sus autores, resultan poco prácticos en la realidad porque requieren de muchas condicionantes para su medición precisa, por el desconocimiento de toda la información relevante, por la inconsistencia de una distribución normal perpetua en el mercado, por la contradicción con la caminata aleatoria de los precios y por la existencia de un mercado ineficiente débil en el caso mexicano. Aguirre et al., (2013) si admite su utilidad para periodos de calma y volatilidad, aunque también reconoce que es imposible la no correlación de los valores en la práctica.

Este documento no considera la adopción de los esquemas anteriores para abordar la volatilidad y los rendimientos. No parecen adecuarse a los parámetros del “<3 Trade”. La experiencia demuestra que no siempre la realidad se apega a dichos métodos. Por otro lado, el clima sociopolítico latinoamericano y en concreto el mexicano, sumado con la tendencia

bajista ya descrita, no ofrece alicientes para pensar en el largo plazo ni la inyección masiva de capitales.

El estimador a utilizar para optimizar el desempeño fundamental de las emisoras será el ROE, el cual se maximizará. Cualquier inversionista debe primar que los activos de la compañía generen rentabilidad y que se refleje en los accionistas, sin comprometer la liquidez para afrontar situaciones críticas y no poseer deuda excesiva a menos que exista una buena justificación y condiciones macroeconómicas propias. El ROE aglutina muchas de esas variables. Es conocido también como el Sistema Dupont (creado por Donaldson Brown). Al involucrar muchos elementos del Balance General y Estado de Resultados, es posible evaluar empresas gracias a su robustez como lo ejemplifican los trabajos de Piña, Sepúlveda y Colado (2018), Mejía y Peña (2014) y algunas metodologías de Damodaran (2002).

La construcción del Índice Ideal (derivado del Coeficiente J) tiene como espíritu sintetizar la cotidianidad operativa con los principales indicadores financieros por parte del grupo de expertos (Delphi). Pese a que la Economía y las Finanzas utilizan elementos numéricos, no dejan de estar ineludiblemente ligadas a la conducta humana. Los modelos MM y MBL no recogen la impresión, solo a partir de los rendimientos y la volatilidad categorizan. La experiencia de Payán y Vallejo (2015) constatan su efectividad y pertinencia para generar índices en el campo de las Ciencias Sociales.

En aras de satisfacer el objetivo planteado, se mostrarán a los expertos las siguientes variables a considerar para que puedan ponderar libremente:

1. Volatilidad de la emisora (desviación estándar)
2. Rendimientos de la emisora
3. Beta de la emisora
4. Volumen operado de la emisora
5. Sensibilidad del mercado (Beta)

6. VaR (Value at Risk de la emisora)
7. ROE (Return over Equities)
8. ROA (Return over Assets)
9. ROI, ROIC o ROC (Return over Investment Capital)
10. EV / EBITDA (Enterprise Value / Earning before Interest, Taxes, Depreciations and Amortizations)
11. Apalancamiento de la empresa
12. PER (Price Earning Ratio)
13. P/VL (Price to Book)
14. EPS (Earnings Per Share)
15. Índice Sharp
16. Índice Traynor

3.4 Modelos

Esta investigación usó el esquema de asignación de capitales propuesto por Markowitz (MM), el cual, usa elementos de programación lineal y no lineal. Obviamente y más ambicioso aún sería replicar los modelos de Black y Litterman (MBL), sin embargo, dado que se buscan elementos estandarizados, bastará solo con se los tenga en mente para poder hacer las estimaciones y adaptaciones a los modelos por cuenta propia.

Como se mencionó, el MBL hace hincapié en la prospección a futuro de los estimadores a implementar. Replicar ese esquema significaría asignar valores altamente especulativos y muchos de ellos con un sinfín de metodologías que inclusive, Walters (2014) complementa. Por ello, se usarán valores históricos (más apegado al MM) a fin de que los resultados reflejados puedan ser validados por cualquiera, dando por descontado que el inversor sabe que el pasado no describirá el futuro con exactitud y mucho menos en un escenario como el que pretende este documento.

En cuanto a la propuesta de asignación, extensa literatura hay sobre las formas clásicas de asignar capitales. El reto es encontrar un modelo que se adapte más a la operativa real de un inversor con las siguientes características:

- Operadores activos en los mercados de capitales de entre 30 y 50 años
- Nacionalidad indistinta
- Sexo indistinto
- Experiencia mayor a cinco años en las inversiones de renta variable
- Experiencia con inversiones en periodos de tiempo menores a tres meses
- Operación exclusiva en mercados regulados por autoridades gubernamentales – financieras (no *market maker's* ni *broker's*)

En esencia, la intención no es hacer una revisión crítica a los modelos tradicionales ni si sus métodos son los certeros. Lo primordial en esta investigación es determinar dentro de un cúmulo de estimadores, por un grupo de tres expertos (bajo el formato de entrevista) cuáles les son de mayor utilidad para asignar capitales en sus operaciones. Una vez obtenidos los resultados, se generará un coeficiente que permita optimizar la asignación, inspirado en el MM y MBL. El apunte final vendrá de la confrontación de todos los modelos con respecto de sus ganancias o pérdidas respectivas.

El método Delphi servirá como elemento de inspiración para el constructo anterior. Es pertinente este enfoque en la medida que se desea homologar concepciones diversas con valores numéricos que permitan llegar a un resultado unificado en un coeficiente a optimizar. Para poder generarlo se normalizarán los datos obtenidos, es decir, a partir de promedios se buscará que los diversos estimadores se ajusten a una escala común (Dodge, 2006).

El mercado accionario y su selección no deben estar alejados del sujeto que estudia. El investigador trata de aproximarse también a los tomadores de decisión para crear un

diálogo circular, en donde no solo a través de una abstracción matemática alejada de la cotidianidad se llegue al resultado. Esta investigación, en concordancia, desea contribuir con la metodología expresada por Jiménez – Bandala (2015). Los pasos metodológicos para llegar a los resultados serán:

1. Generar dos rondas para obtener indicadores más frecuentes y usuales en los mercados financieros para la asignación de capitales a fin de tener la estabilización en las opiniones.
2. Entrevistar y solicitar que los expertos ponderen del mayor al menor valor posible, sin que deban llevar una calificación consecutiva rigurosa ni que deban calificarse todos.
3. Construir el coeficiente a optimizar con el conjunto de datos obtenidos.

Capítulo 4. Resultados del modelo por el método Delphi

En este capítulo se detalla el proceso de generación del coeficiente a optimizar utilizando el método Delphi, la selección de las emisoras y el contraste de los resultados frente a los otros modelos propuestos. A su vez, se discute sobre sus puntos principales y la relevancia de cada uno de ellos en la búsqueda de los objetivos e hipótesis de esta investigación.

4.1 Entrevista y calificación de los indicadores

Para la elaboración del modelo, se partió de dos iteraciones, ambas con una pregunta central, donde cada *trader* conocía ya de antemano cada una de las opciones disponibles para calificar. Asimismo, se respetó la confidencialidad de cada uno, por lo que sus nombres se omitirán; lo importante es recoger las impresiones de los especuladores con el tipo de perfil descrito. La pregunta textual fue: ¿Cuáles de los indicadores considera usted que podrían ser útiles en la asignación de capitales para periodos de tiempo menores a tres meses?

De acuerdo con el método Delphi, en la primera ronda se preguntó y evaluó de conformidad con la opinión de cada experto, y en la segunda ronda también se solicitó que volvieran a calificar los estimadores, dando opción a que ratificasen su primera respuesta o que la cambiasen si lo consideran pertinente. Los criterios que tuvieron para calificar cada estimador fueron: “Extremadamente útil”, “Bastante útil”, “Útil”, “Poco útil” e “Inútil”. En ambos casos su respuesta fue homogénea y los resultados de ambas rondas quedan expresados en la Tabla (1).

Tabla 1

Respuesta de los expertos

	Trader 1	Trader 2	Trader 3
Volatilidad	Bastante útil	Extremadamente útil	Extremadamente útil
Rendimientos	Extremadamente útil	Más o menos útil	Más o menos útil
Beta	Útil	Extremadamente útil	Extremadamente útil

Volumen	Útil	Inútil	Inútil
VaR	Más o menos útil	Útil	Extremadamente útil
ROE	Muy poco útil	Más o menos útil	Bastante útil
ROA	Inútil	Más o menos útil	Inútil
ROI	Inútilv	Inútil	Inútil
EV/EBITDA	Inútil	Inútil	Inútil
Apalancamiento	Inútil	Inútil	Inútil
PER	Inútil	Inútil	Inútil
P/VL	Inútil	Inútil	Inútil
EPS	Útil	Bastante útil	Inútil

Fuente: Elaboración propia a partir de las opiniones de los expertos

4.2 Interpretación de los resultados y ponderación final

Fue pertinente solicitar a los expertos calificaciones basadas en juicios semánticos y no numéricos ya que el humano piensa en una base conceptual y de imágenes más fácilmente antes que numérica. Nuestro lenguaje consiste en términos fundamentales caracterizados como átomo, y una colección de esos átomos, formará moléculas, frases o nuestro lenguaje natural. Un ejemplo de estos átomos, o términos fundamentales, pueden ser bello, útil o volátil. Cada individuo de cada universo interpretará de forma distinta otorgando un significado diferente, por lo que puede ser interpretado en conjuntos difusos. (Zadeh, 1975 y 1988)

Pese a que el presente documento no lo aborda, para investigaciones subsecuentes sería adecuado y conveniente tratar la información anterior desde el enfoque de los conjuntos difusos. El conjunto investigado es la utilidad de cada estimador. Cada entrevistado tiene criterios de evaluación distinta conforme su experiencia, los cuales no pueden estandarizarse a menos que se engloben en el conjunto denominado “Utilidad de los Estimadores”. Ergo, tal teoría contribuiría a interpretar la opinión de los expertos en criterios numéricos dentro de intervalos asignados de forma triangular.

De continuidad con los objetivos de esta investigación y para la construcción de un índice ideal, a los resultados semánticos anteriores se les asignaron valores del cero al cinco. El 0 correspondía a la calificación Inútil, el 1 para Muy Poco Útil, el 2 para Más o Menos Útil, el 3 para Útil, 4 para Bastante Útil y el 5 para Extremadamente Útil. Los resultados quedaron con la siguiente distribución (Tabla 2):

Tabla 2

Interpretación de la respuesta de los expertos

	Trader 1	Trader 2	Trader 3
Volatilidad	4	5	5
Rendimientos	5	2	2
Beta	3	5	5
Volumen	3	0	0
VaR	2	3	5
ROE	1	2	4
ROA	0	2	0
ROI	0	0	0
EV/EBITDA	0	0	0
Apalancamiento	0	0	0
PER	0	0	0
P/VL	0	0	0
EPS	3	4	0

Fuente: Elaboración propia a partir de la interpretación de las opiniones de los expertos

La media geométrica fue el recurso utilizado para obtener la ponderación de cada estimador dado que esta herramienta otorga menos sensibilidad ante valores extremos. Finalmente, se obtuvo el peso resultante de cada estimador para conocer la proporción en que habrían de añadirse al coeficiente a optimizar (ver Tabla 3).

Tabla 3

Ponderación de las calificaciones obtenidas

	M. Geom	Proporción
Volatilidad	4.6415	28%
Rendimientos	2.7144	16%
Beta	4.2171	25%
Volumen	0	0%
VaR	3.1072	19%
ROE	2	12%
ROA	0	0%
ROI	0	0%
EV/EBITDA	0	0%
Apalancamiento	0	0%
PER	0	0%
P/VL	0	0%
EPS	0	0%
Total	16.6804	

Fuente: Elaboración propia a partir de la interpretación de las opiniones de los expertos

4.3 Generación del coeficiente a optimizar

Para poder obtener el coeficiente a optimizar, se estandarizó los estimadores de cada emisora (en este caso, solo la Volatilidad, los Rendimientos, la Beta, el VaR y el ROE, dado que fueron los seleccionados por los expertos). Con ello se persigue reducir los sesgos en los que cada uno interactúan ya que son más homogéneos. En adición, gracias a que son pocas variables, permitirá su fácil ejecución para decisiones relativamente rápidas y continúa en línea con lo propuesto por Jarvinen (2000).

El cálculo para lo anterior se obtuvo de la suma ponderada de todos los estimadores normalizados previamente. Para normalizar cada estimador bastó con obtener el promedio total (en términos de tiempo trimestrales), el cual dividió a cada estimador (de igual forma,

expresados en una temporalidad trimestral). En términos algebraicos, se puede expresar como en (52):

$$J = \sum (x_i / \bar{x}_k) W_i \quad (52)$$

En la anterior, J es el coeficiente para optimizar, x_i es el valor del estimador elegido, $\bar{x}_k$ es el promedio resultante de todo el conjunto de estimadores elegidos, y W_i es la ponderación del estimador correspondiente para x_i .

Los estimadores deben estar expresados en términos de 90 días o tres meses (dado que es el periodo máximo de inversión) a partir de datos promedios emanados de un año. Así, para los rendimientos se deberá multiplicar el promedio diario por 90, la volatilidad diaria multiplicada por la raíz cuadrada de 90 (al ser la desviación estándar una medida cuadrática) y el VaR al 95% en un lapso también de 90 días.

En cuanto al ROE no será necesario adaptarlo, ya que es una medida que se refiere a un trimestre contable y deberá considerar siempre el trimestre inmediato anterior. Para la Beta se tomará el periodo de un año (252 días), ya que expresará una visión apegada a la sensibilidad con el índice de referencia (IPC) y con ello, una mejor correlación de la decisión tomada conforme a la Teoría Dow.

La suma final de los cinco estimadores dará el coeficiente a optimizar para cada emisora. Visto de forma didáctica, es la calificación de cada emisora para el periodo de tiempo elegido, dentro del universo de estimadores seleccionados y que es fácilmente comparable entre ellas.

A su vez, en complemento con lo que se pretende, utilizar esta metodología podría ser funcional como coeficiente para seleccionar las mejores emisoras. Dicha selección, ya

sea con las mismas ponderaciones o diversas, puede dar pie a selección de activos más resilientes (al considerar otras variables y no solo rendimientos y volatilidad exclusivamente). A su vez, al optimizar dichos activos con el coeficiente propuesto, podría dar resultados más favorables y con ello, constituir un amplio sistema de trading.

En cuanto a la optimización de coeficiente J , la ecuación (53) muestra su notación para realizarla a través de la programación lineal:

$$W_1J_1 + W_2J_2 + W_3J_3 + W_4J_4 + W_5J_5 = Z [MAX] \quad (53)$$

$$W_{1=n} \geq 0$$

$$W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 \geq 0.05$$

$$W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 \leq 0.30$$

En la ecuación (53) W pertenece a la ponderación y J al coeficiente a optimizar. Para ambos periodos se seleccionaron cinco emisoras, por lo que existen cinco términos. En todos existe la condición de no negatividad y los límites de asignación se establecieron que fuesen menores a 30% y mayores a 5% con el fin de permitir mayor flexibilidad en el modelo.

Como se aprecia, se buscará la maximización con el fin de obtener los mayores valores de rentabilidad, sensibilidad y eficiencia en sus fundamentales, a pesar de comprometer su valor en riesgo (que es una medida inevitablemente ligada a la volatilidad).

4.4 Proceso de selección y resultados de las empresas a optimizar

Para el primer periodo de evaluación (22 de marzo de 2019), de acuerdo con el Ratio Sharp y Traynor de una muestra de 252 días (un año) del IPC, así como por su mayor historial de rendimientos promedio y baja correlación, los resultados finales fueron ELEKTRA,

BOLSAA, GCARSOA1, GENTERA y OMAB. En la Tabla (4) se pueden apreciar los primeros siete lugares, quedando solo cinco.

Tabla 4

Resultados del análisis cuantitativo de las empresas: primer periodo

Sharp		Treynor		Rendimientos	
1	ELEKTRA	1	ELEKTRA	1	ELEKTRA
2	BOLSAA	2	BOLSAA	2	BOLSAA
3	GCARSOA1	3	GCARSOA1	3	GENTERA
4	OMAB	4	GENTERA	4	GCARSOA1
5	GENTERA	5	GCC	5	OMAB
6	WALMEX	6	OMAB	6	WALMEX
7	GCC	7	WALMEX	7	GCC

Nota: Elaboración propia a partir de la cotización histórica obtenida de la base Economatica

El porcentaje de correlación de las emisoras seleccionadas fue el siguiente (ver Tabla 5):

Tabla 5

Matriz de correlaciones de las empresas del primer periodo

	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB
BOLSAA	100.00%				
ELEKTRA	8.85%	100.00%			
GCARSOA1	8.87%	26.05%	100.00%		
GENTERA	13.29%	16.95%	25.30%	100.00%	
OMAB	12.87%	15.27%	17.66%	38.69%	100.00%

Nota: Elaboración propia a partir de la cotización histórica obtenida de la base Economatica

El resumen de sus rendimientos promedio, beta y volatilidad diaria son los siguientes (ver Tabla 6):

Tabla 6

Principales estadísticos de las empresas del primer periodo

	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB	IPC
Rend prom	0.0010	0.0030	0.0007	0.0007	0.0006	-0.0003
Volatilidad	0.0176	0.0210	0.0212	0.0243	0.0200	0.0104
β	0.5411	0.6096	0.9405	1.1320	1.0854	1

Nota: Elaboración propia a partir de la cotización histórica obtenida de la base Economatica

Su matriz de varianza – covarianza fue (ver Tabla 7):

Tabla 7

Matriz de covarianzas: empresas del primer periodo

	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB
BOLSAA	0.000313739	3.62232E-05	3.41661E-05	5.79351E-05	4.62882E-05
ELEKTRA	3.62232E-05	0.000451506	0.000118807	8.89515E-05	6.63749E-05
GCARSOA1	3.41661E-05	0.000118807	0.000452842	0.000131377	7.56736E-05
GENTERA	5.79351E-05	8.89515E-05	0.000131377	0.000591681	0.000188766
OMAB	4.62882E-05	6.63749E-05	7.56736E-05	0.000188766	0.000401023

Nota: Elaboración propia a partir de la cotización histórica obtenida de la base Economatica

Para el segundo periodo (3 de julio), siguiendo el mismo procedimiento anterior, los resultados finales fueron: ELEKTRA, GCARSOA1, KIMBERA, LABB y OMAB. Los resultados se muestran a continuación (ver Tabla 8):

Tabla 8

Resultados del análisis cuantitativo de las empresas: segundo periodo

Sharp		Treynor		Rendimientos	
1	ELEKTRA	1	ELEKTRA	1	ELEKTRA
2	OMAB	2	GCARSOA1	2	OMAB

3	GCARSOA1	3	KIMBERA	3	GCARSOA1
4	KIMBERA	4	OMAB	4	BSMX
5	GAPB	5	GAPB	5	LABB
6	BSMX	6	LABB	6	KIMBERA
7	KOFUBL	7	BSMX	7	GAPB

Nota: Elaboración propia a partir de la cotización histórica obtenida de la base Economatica

El porcentaje de correlación de dicha elección fue (ver Tabla 9):

Tabla 9

Matriz de correlaciones de las empresas del segundo periodo

	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB
ELEKTRA	100.00%				
GCARSOA1	21.01%	100.00%			
KIMBERA	17.26%	36.84%	100.00%		
LABB	27.10%	25.05%	31.41%	100.00%	
OMAB	14.62%	23.40%	26.22%	16.18%	100.00%

Nota: Elaboración propia a partir de la cotización histórica obtenida de la base Economatica

El resumen de sus rendimientos promedio, beta y volatilidad fueron (ver Tabla 10):

Tabla 10

Principales estadísticos de las empresas del segundo periodo

	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB	IPC
Rend prom	0.0037	0.0007	0.0005	0.0005	0.0007	-0.0002
Volatilidad	0.0207	0.0209	0.0161	0.0249	0.0205	0.0103
β	0.4931	0.8158	0.7520	0.9965	1.1498	1

Nota: Elaboración propia a partir de la cotización histórica obtenida de la base Economatica

Su matriz de covarianzas fue (ver Tabla 11):

Tabla 11

Matriz de covarianzas: empresas del segundo periodo

	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB
ELEKTRA	0.000443573	9.41002E-05	5.99138E-05	0.000142541	6.52536E-05
GCARSOA1	9.41002E-05	0.000441332	0.00012516	0.000131864	0.000101709
KIMBERA	5.99138E-05	0.00012516	0.000260449	0.00012694	8.75188E-05
LABB	0.000142541	0.000131864	0.00012694	0.000624816	8.37143E-05
OMAB	6.52536E-05	0.000101709	8.75188E-05	8.37143E-05	0.000424598

Nota: Elaboración propia a partir de la cotización histórica obtenida de la base Economatica

4.5 Optimizaciones del primer periodo

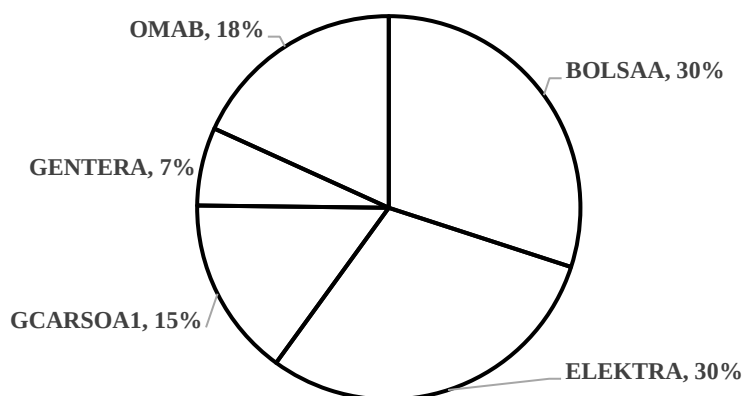
4.5.1 Asignación por Índice Sharp

La siguiente distribución se realizó a partir de la maximización del cociente resultante de los rendimientos históricos promedios y la volatilidad correlacionada del portafolio (emanada de su matriz de covarianza). Para permitir una asignación con mayor libertad y sin inconvenientes, se estableció en ésta y el resto un mínimo de 5% y un máximo de 30% por emisora. Se utilizó la herramienta Solver del software Microsoft Excel y el resultado fue (ver Figura 4):

Figura 4

Asignación de capitales por Índice Sharp

ASIGNACIÓN DE CAPITALS: ÍNDICE SHARP



Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

En la Tabla (12) se aprecia el precio de entrada y de salida, así como el resultado total de la rentabilidad del periodo. Cabe mencionar que no se considera el costo de comisiones dado que es cada vez más frecuente que las casas de bolsa dejen de cobrarlas o tiendan a ser mínimas y sin gastos de mantenimiento.

Tabla 12

Desempeño de la asignación por Índice Sharp

Inversión	\$ 100,000.00					TOTAL
	BOLSA A	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB	
Asignación	30%	30%	15%	7%	18%	
Fecha de entrada						22/03/2019
Precio por acción	\$ 40.58	\$ 1,048.87	\$ 73.61	\$ 14.80	\$ 102.83	
Monto	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	\$ 15,189.13	\$ 6,593.96	\$ 18,216.91	
Títulos comprados	739	28	206	445	177	\$ 99,307.55

Remanente	\$ 692.45
-----------	-----------

Fecha de salida	16/04/2019
-----------------	------------

Precio por acción	\$ 40.07	\$ 1,017.30	\$ 70.50	\$ 18.92	\$ 45.84	
Monto por venta	\$ 29,531.59	\$ 28,484.40	\$ 14,170.50	\$ 8,003.16	\$ 7,838.64	\$ 88,028.29
Rentabilidad	-\$ 10,155.34					
Rentabilidad	-10.23%					

NAFTRAC

22/03/2019	\$ 42.34	Precio por título
16/04/2019	\$ 44.90	Precio por título
Rentabilidad	6.05%	
Días transcurridos	25	

Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

4.5.2 Asignación por VaR

La siguiente distribución se realizó a partir de la minimización del VaR paramétrico de un año al 95%. Se utilizó la herramienta Solver del software Microsoft Excel. El resultado de su VaR (ver Tabla 13) y de la asignación (ver Figura 5) fueron:

Tabla 13

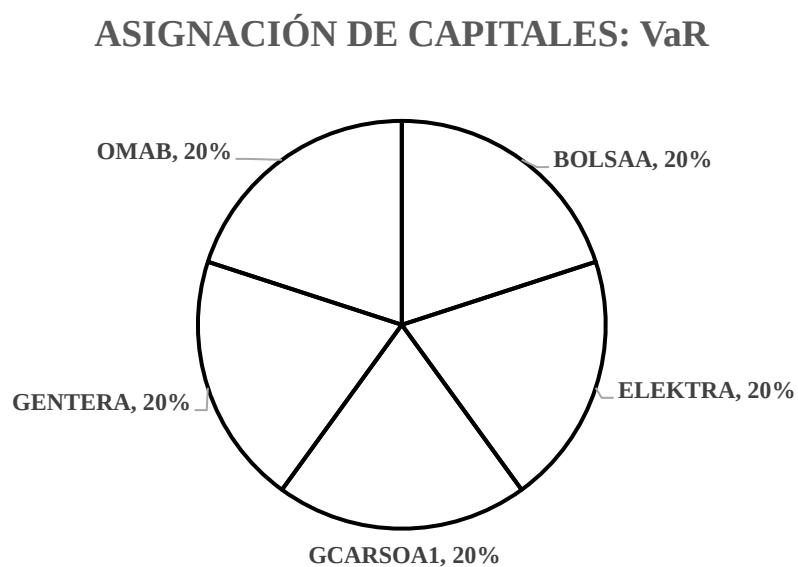
Cálculo del VaR para las empresas del primer periodo

	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB	IPC
95%	-46.16%	-54.91%	-55.53%	-63.48%	-52.26%	-27.21%

Nota: elaboración propia a partir de su cotización histórica

Figura 5

Asignación de capitales por su VaR



Nota: elaboración propia a partir de su cotización histórica

En la Tabla (14) se detalla el desempeño de este portafolio:

Tabla 14

Desempeño de la asignación por su VaR

Inversión	\$ 100,000.00					TOTAL
	BOLSA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB	
Asignación	20%	20%	20%	20%	20%	
Fecha de entrada						22/03/2019
Precio por acción	\$ 40.58	\$ 1,048.87	\$ 73.61	\$ 14.80	\$ 102.83	
Monto	\$ 20,000.02	\$ 20,000.02	\$ 20,000.02	\$ 20,000.02	\$ 20,000.02	
Títulos comprados	492	19	271	1351	194	\$ 99,786.02
Remanente						\$ 214.08
Fecha de salida						16/04/2019

Precio por acción	\$	40.07	\$	1,017.30	\$	70.50	\$	18.92	\$	45.84		
Monto por venta	\$	19,714.44	\$	19,328.70	\$	19,105.50	\$	25,560.92	\$	8,892.96	\$	92,602.52
Rentabilidad	-\$	7,183.50										
Rentabilidad		-7.20%										

NAFTRAC

22/03/2019	\$	42.34	Precio por título
16/04/2019	\$	44.90	Precio por título
Rentabilidad		6.05%	
Días transcurridos		25	

Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

4.5.3 Asignación por ROE

La distribución se efectuó conforme a la maximización de su ROE (a partir de los últimos reportes trimestrales disponibles; en este caso, el cuarto trimestre de 2018). Sus medidas (ver Tabla 15) y asignación de capitales (ver Figura 6) fueron:

Tabla 15

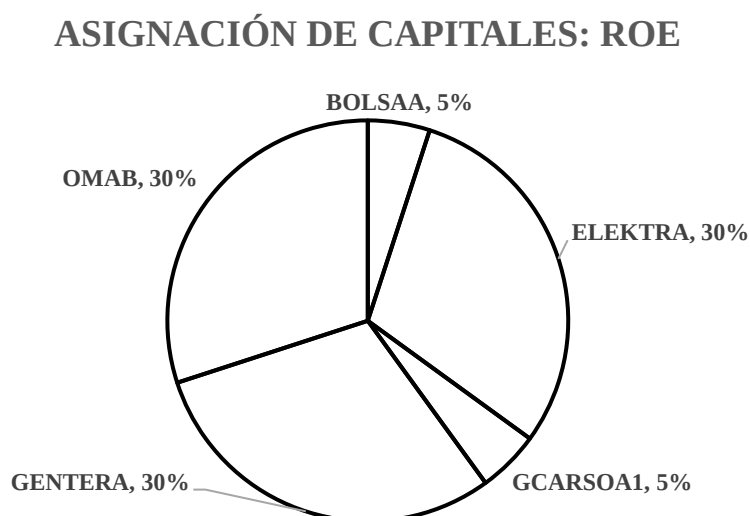
ROE de las empresas

	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB
ROE	5.24%	6.99%	4.24%	12.66%	9.62%

Nota: elaboración propia a partir del estado de resultados de las empresas

Figura 6

Asignación de capitales por ROE



Nota: elaboración propia a partir del estado de resultados de las empresas

En la Tabla (16) se describe el desempeño de esta distribución:

Tabla 16

Desempeño de la asignación por el ROE

Inversión	\$ 100,000.00					TOTAL
	BOLSA A	ELEKTRA	G CARSO A1	GENTERA	OMAB	
Asignación	5%	30%	5%	30%	30%	
Fecha de entrada						22/03/2019
Precio por acción	\$ 40.58	\$ 1,048.87	\$ 73.61	\$ 14.80	\$ 102.83	
Monto	\$ 5,000.00	\$ 30,000.10	\$ 5,000.00	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	
Títulos comprados	123	28	67	2027	291	\$ 99,214.70
Remanente						\$ 785.40
Fecha de salida						16/04/2019
Precio por acción	\$ 40.07	\$ 1,017.30	\$ 70.50	\$ 18.92	\$ 45.84	

Monto por venta	\$	4,928.61	\$ 28,484.40	\$	4,723.50	\$ 38,350.84	\$ 13,339.44	\$	89,826.79
Rentabilidad	-\$	9,387.91							
Rentabilidad		-9.46%							

NAFTRAC

22/03/2019	\$	42.34	Precio por título
16/04/2019	\$	44.90	Precio por título
Rentabilidad		6.05%	
Días transcurridos		25	

Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

4.5.4 Asignación por Coeficiente J

La siguiente distribución estuvo realizada maximizando el Coeficiente J. Este fue obtenido con la ecuación (52) planteada y cuyo desarrollo específico puede verse a continuación. Una vez que se obtuvieron los estimadores de cada emisora y se ajustaron al periodo de 90 días (tres meses), se estandarizaron los resultados. Posteriormente, se multiplicó dicha estandarización por su ponderación a partir de la lógica difusa para finalmente sumar cada resultado. En otras palabras, el Coeficiente J a maximizar es la suma de los resultados ponderados de la estandarización de cada estimador. El proceso y resultados se detallan en la Tabla (17).

Tabla 17

Cálculo para obtener el Coeficiente J

Estandarización

DELPH	ESTIMADOR	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB
28%	Volatilidad	0.1677	0.1995	0.2017	0.2306	0.1898
16%	Rendimientos	0.0981	0.2737	0.0677	0.0680	0.0617
25%	Beta	0.5411	0.6096	0.9405	1.1320	1.0854
19%	VaR	-0.2758	-0.3281	-0.3318	-0.3793	-0.3123
12%	ROE	0.0523	0.0699	0.0424	0.1266	0.0962
	PROMEDIO	0.1167	0.1649	0.1841	0.2356	0.2242

Ajuste de la estandarización con su ponderación por Delphi

DELPH	ESTIMADOR	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB
28%	Volatilidad	0.3998	0.3366	0.3048	0.2724	0.2356
16%	Rendimientos	0.1369	0.2700	0.0599	0.0470	0.0448
25%	Beta	1.1722	0.9345	1.2914	1.2147	1.2239
19%	VaR	-0.4403	-0.3706	-0.3357	-0.2999	-0.2594
12%	ROE	0.0537	0.0508	0.0276	0.0644	0.0514
		BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB
Coefficiente J		1.3225	1.221	1.3481	1.2986	1.2964

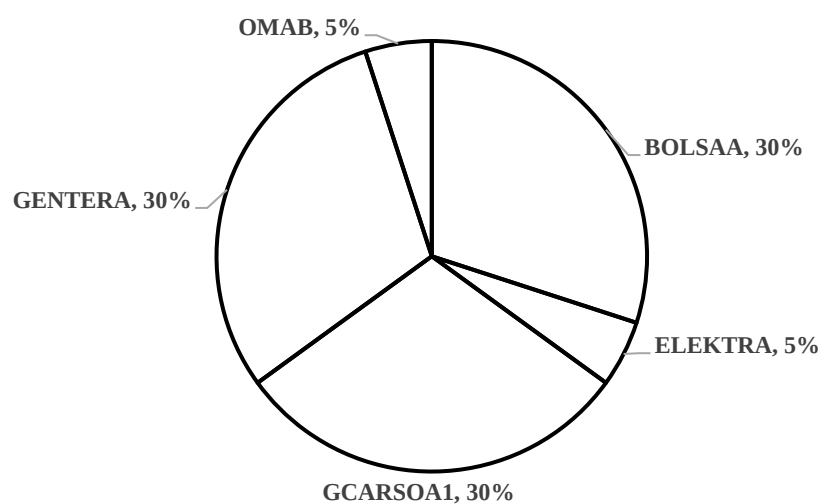
Nota: elaboración propia

Su distribución quedó de la siguiente manera (ver Figura 7):

Figura 7

Asignación de capitales por el Coeficiente J

ASIGNACIÓN DE CAPITALS: COEFICIENTE J



Nota: elaboración propia

En la Tabla (18) se puede apreciar el desempeño de la propuesta:

Tabla 18

Desempeño de la asignación por el Coeficiente J

Inversión	\$ 100,000.00					TOTAL
	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB	
Asignación	30%	5%	30%	30%	5%	
Fecha de entrada						22/03/2019
Precio por acción	\$ 40.58	\$ 1,048.87	\$ 73.61	\$ 14.80	\$ 102.83	
Monto	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00	
Títulos comprados	739	4	407	2027	48	\$ 99,078.81
Remanente						\$ 921.19
Fecha de salida						16/04/2019
Precio por acción	\$ 40.07	\$ 1,017.30	\$ 70.50	\$ 18.92	\$ 45.84	
Monto por venta	\$ 29,611.73	\$ 4,069.20	\$ 28,693.50	\$ 38,350.84	\$ 2,200.32	\$ 102,925.59
Rentabilidad	\$ 3,846.78					
Rentabilidad	3.88%					
NAFTRAC						
22/03/2019	\$ 42.34	Precio por título				
16/04/2019	\$ 44.90	Precio por título				
Rentabilidad	6.05%					
Días transcurridos	25					
Nota: elaboración propia						

4.5.5 Análisis de los resultados del primer periodo

A partir de las asignaciones elegidas, el portafolio optimizado con el Coeficiente J se mostró positivo para el periodo. Pese a que ninguno tuvo una Beta superior a 1, su rendimiento fue positivo mientras que el resto negativo. En adición, es notable que se haya mantenido coherente con la expectativa del inversionista al elegir entrar en dicho periodo estimando un mercado alcista.

Al ser contrastado con el *benchmark* (NAFTRAC), su resultado fue bastante precario, tanto por su rendimiento como por su volatilidad anualizada. Sin duda esto indica que estadísticamente se obtuvo un portafolio con mucho riesgo en el que el rendimiento no fue proporcional al mercado, asumiendo una pésima asignación y/o calidad de los activos elegidos. Existen debates sobre la efectividad real o no de la Beta pero partiendo de su utilidad como medida de riesgo (Flores et al, 2020), puede deberse a que solo GENTERA y OMAB tenían una Beta >1 , por lo que si se considera su distribución, iban a ser poco probables expectativas superiores a los rendimientos del mercado. En la Tabla (19) puede apreciarse la comparación final del rendimiento de cada asignación:

Tabla 19

Resumen comparativo del desempeño de los portafolios

Portafolio	Sharp	VaR	ROE	Coef. J
Rentabilidad	-10.23%	-7.20%	-9.46%	3.88%
Beta portafolio	0.76	0.86	0.92	0.76
Volatilidad anualizada	19.12%	19.83%	22.89%	21.39%
Días	25	25	25	25
Benchmark	NAFTRAC IPC			
Rentabilidad	6.05%			
Beta ETF	0.98			
Volatilidad anualizada	16.28%			
Días	25			

Nota: elaboración propia

En cuanto a la asignación, no se puede señalar que fue el error principal al no superar al mercado dado que el Coeficiente J tuvo un buen desempeño. El motivo principal de no haberlo superado puede estar entonces en los activos seleccionados. Aunque metodológicamente se sustenta en medidas estadísticas, el pasado no determina el futuro. Seleccionar los activos a través de otras fuentes parece ser más efectivo que a partir del Índice Sharp dado que está en función de las expectativas alcistas de los activos y que tal

ratio no contempla; sin embargo, hacer una selección por otros medios se alejaría del objetivo de la investigación.

Es relevante que en igualdad de condiciones y bajo una selección metodológicamente correcta, las asignaciones hechas tanto por el Ratio Sharp, el VaR y el ROE hayan sido caóticas y contrarias a las expectativas. Esto pone de manifiesto cinco nociones:

1. Fue una medida totalmente coherente con el objetivo de aprovechar una etapa alcista.
2. Parece responder a la necesidad de ajustarse a periodos cortos de inversión.
3. Posiblemente la fortaleza del resto de estimadores radique en el largo plazo.
4. Existe una necesidad de encontrar más evidencia que contraste los resultados con otros periodos de tiempo explosivos (30 días máximos quizá).
5. Dicha asignación parece compensar una mala selección de activos para el periodo estudiado.

En cuanto al punto 1, se asume que la efectividad devino de considerar la Beta en la ponderación. Otorgar casi un 50% en la ponderación a la Beta y la Volatilidad, ayudó en el movimiento explosivo que se buscaba (ver Tabla 17). La Beta posee casi un 25% por lo que puede ser un factor esencial para los movimientos de tiempo expresados en el punto 4. A su vez, resultó relevante la efectividad de la distribución sin tomar en cuenta el volumen de operaciones de las emisoras; esto viene a colación con el punto 5, donde es más efectivo asegurar la selección por su oferta y demanda (volumen de operación y flujo de órdenes) que de una cadena de indicadores que consideran resultados históricos y que no contemplan resultados ni expectativas futuras.

Asimismo, por ello se sugiere la necesidad de encontrar más evidencia que ratifique los resultados en otros periodos cortos y con diversas selecciones de emisoras. Es categórico este punto para los inversores minoristas (aquellos con una posición no relevante

en el mercado) dado que sus decisiones no tendrán impacto significativo en él. Son ellos los que *a fortiori* tienen que seguir la actividad de la oferta y demanda de los participantes fuertes (usualmente reflejado en el volumen de operaciones y flujo de órdenes intradía). Indirectamente la Beta da una manifestación del movimiento con respecto al índice de referencia; es decir, puede interpretarse como la intencionalidad con la que los participantes fuertes del mercado actuarán sobre la emisora con respecto al índice. Ergo, tanto la Volatilidad como la Beta se vuelven relevantes para inversores inexpertos o para aquellos cuyas malas decisiones en la selección de activos o entrada en la posición, no se haya interpretado correctamente el volumen operado ni el flujo de órdenes intradía.

4.6 Optimizaciones del segundo periodo

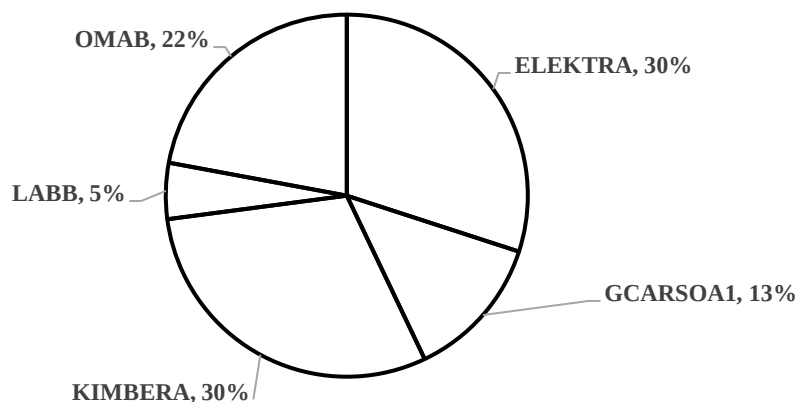
4.6.1 Asignación por Índice Sharp

La siguiente distribución se realizó a partir de la maximización del cociente resultante de los rendimientos históricos promedios y la volatilidad correlacionada del portafolio (emanada de su matriz de covarianza). Para permitir una asignación con mayor libertad y sin inconvenientes, se estableció en ésta y el resto un mínimo de 5% y un máximo de 30% por emisora. Se utilizó la herramienta Solver del software Microsoft Excel y el resultado fue (ver Figura 8):

Figura 8

Asignación de capitales por el Índice Sharp

ASIGNACIÓN DE CAPITALES: ÍNDICE SHARP



Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

En la Tabla (20) se muestra el desempeño del portafolio. Los resultados fueron:

Tabla 20

Desempeño de la asignación por el índice Sharp

Inversión	\$ 100,000.00					TOTAL
	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB	
Asignación	30%	13%	30%	5%	22%	
Fecha de entrada						03/07/2019
Precio por acción	\$ 1,262.24	\$ 72.92	\$ 35.91	\$ 17.60	\$ 117.25	
Monto	\$ 30,000.00	\$ 12,919.33	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00	\$ 22,080.67	
Títulos comprados	23	177	835	284	188	\$ 98,964.61
Remanente						\$ 1,035.39
Fecha de salida						20/09/2019
Precio por acción	\$ 1,463.60	\$ 60.48	\$ 39.03	\$ 18.13	\$ 116.46	

Monto por venta	\$	33,662.80	\$	10,704.96	\$	32,585.88	\$	5,148.92	\$	21,894.48	\$	103,997.03
Rentabilidad	\$	5,032.43										
Rentabilidad		5.09%										

NAFTRAC

03/07/2019	\$	43.45	Precio por título
20/09/2019	\$	43.63	Precio por título
Rentabilidad		0.41%	
Días transcurridos		79	

Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

4.6.2 Asignación por VaR

La siguiente distribución se realizó a partir de la minimización del VaR paramétrico de un año al 95% de confianza. El resultado de su VaR (ver Tabla 21) y de la asignación (ver Figura 9) fueron:

Tabla 21

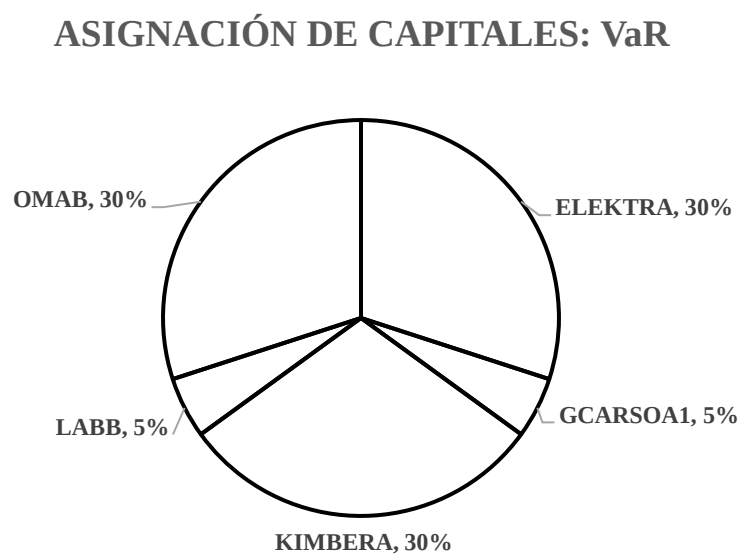
Cálculo del VaR para las empresas del segundo periodo

	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB	IPC
95%	-54.11%	-54.82%	-42.11%	-65.25%	-53.77%	-26.99%

Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

Figura 9

Asignación de capitales por su VaR



Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

En la Tabla (22) se detalla el desempeño de este portafolio:

Tabla 22

Desempeño de la asignación por el VaR

Inversión	\$ 100,000.00					TOTAL
	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB	
Asignación	30%	5%	30%	5%	30%	
Fecha de entrada						03/07/2019
Precio por acción	\$ 1,262.24	\$ 72.92	\$ 35.91	\$ 17.60	\$ 117.25	
Monto	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00	\$ 30,000.00	
Títulos comprados	23	68	835	284	255	\$ 98,872.08
Remanente						\$ 1,127.92
Fecha de salida						20/09/2019
Precio por acción	\$ 1,463.60	\$	\$	\$	\$ 116.46	

		60.48	39.03	18.13			
Monto por venta	\$	33,662.80	\$ 4,112.64	\$ 32,585.88	\$ 5,148.92	\$ 29,697.30	\$ 105,207.54
Rentabilidad	\$	6,335.46					
Rentabilidad		6.41%					

NAFTRAC

03/07/2019	\$	43.45	Precio por título
20/09/2019	\$	43.63	Precio por título
Rentabilidad		0.41%	
Días transcurridos		79	

Nota: elaboración propia a partir de su cotización histórica

4.6.3 Asignación por ROE

La distribución se efectuó conforme a la maximización de su ROE (a partir de los últimos reportes trimestrales disponibles; en este caso, el primer trimestre de 2019). Sus medidas (ver Tabla 23) y asignación de capitales (ver Figura 10) fueron:

Tabla 23

Cálculo del ROE de las empresas del segundo periodo

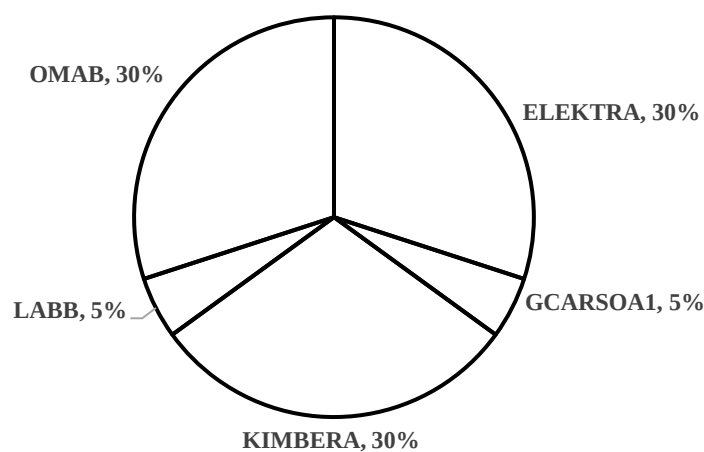
	BOLSAA	ELEKTRA	GCARSOA1	GENTERA	OMAB
ROE	5.24%	6.99%	4.24%	12.66%	9.62%

Nota: elaboración propia a partir de los estados de resultados de las empresas

Figura 10

Asignación de capitales por el ROE

ASIGNACIÓN DE CAPITALS: ROE



Nota: elaboración propia a partir de los estados de resultados de las empresas

El desempeño de dicha asignación se muestra en la Tabla (24):

Tabla 24

Desempeño de la asignación por el ROE

Inversión	\$ 100,000.00					TOTAL
	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB	
Asignación	30%	5%	30%	5%	30%	
Fecha de entrada						03/07/2019
Precio por acción	\$ 1,262.24	\$ 72.92	\$ 35.91	\$ 17.60	\$ 117.25	
Monto	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00	\$ 30,000.00	
Títulos comprados	23	68	835	284	255	\$ 98,872.08
Remanente						\$ 1,127.92
Fecha de salida						20/09/2019
Precio por acción	\$ 1,463.60	\$ 60.48	\$ 39.03	\$ 18.13	\$ 116.46	

Monto por venta	\$	33,662.80	\$	4,112.64	\$	32,585.88	\$	5,148.92	\$	29,697.30	\$	105,207.54
Rentabilidad	\$	6,335.46										
Rentabilidad		6.41%										

NAFTRAC

03/07/2019	\$	43.45	Precio por título
20/09/2019	\$	43.63	Precio por título
Rentabilidad		0.41%	
Días transcurridos		79	

Nota: elaboración propia a partir de sus cotizaciones históricas

4.6.4 Asignación por Coeficiente J

La siguiente distribución estuvo realizada maximizando el Coeficiente J. Este fue obtenido con la ecuación (52) planteada y cuyo desarrollo específico puede verse a continuación. Una vez que se obtuvieron los estimadores de cada emisora y se ajustaron al periodo de 90 días (tres meses), se estandarizaron los resultados. Una vez efectuado, se multiplicó dicha estandarización por su ponderación con el método de lógica difusa para finalmente sumar cada resultado. En otras palabras, el Coeficiente J a maximizar es la suma de los resultados ponderados de la estandarización de cada estimador. El procedimiento se detalla en la Tabla (25).

Tabla 25

Cálculo y procedimiento para obtener el Coeficiente J

Estandarización

DELPH	ESTIMADOR	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB
28%	Volatilidad	0.1965	0.1991	0.1530	0.2370	0.1953
16%	Rendimientos	0.3388	0.0642	0.0530	0.0531	0.0688
25%	Beta	0.4931	0.815	0.7520	0.9965	1.1498
19%	VaR	-0.3233	-0.3276	-0.2516	-0.3899	-0.3213
12%	ROE	0.0526	0.0275	0.7516	0.0331	0.0820
PROMEDIO		0.1515	0.1558	0.2916	0.1859	0.2349
Ajuste de su estandarización con su ponderación por Delphi						

DELPH	ESTIMADOR	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB
28%	Volatilidad	0.3609	0.3556	0.1459	0.3546	0.2313
16%	Rendimientos	0.3637	0.0671	0.0296	0.0464	0.0476
25%	Beta	0.8225	1.3235	0.6519	1.3545	1.2373
19%	VaR	-0.3974	-0.3916	-0.1607	-0.3905	-0.2547
12%	ROE	0.0416	0.0211	0.3090	0.0213	0.0418
		ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB
Coefficiente J		1.1915	1.37586805	0.9758	1.3865	1.3034

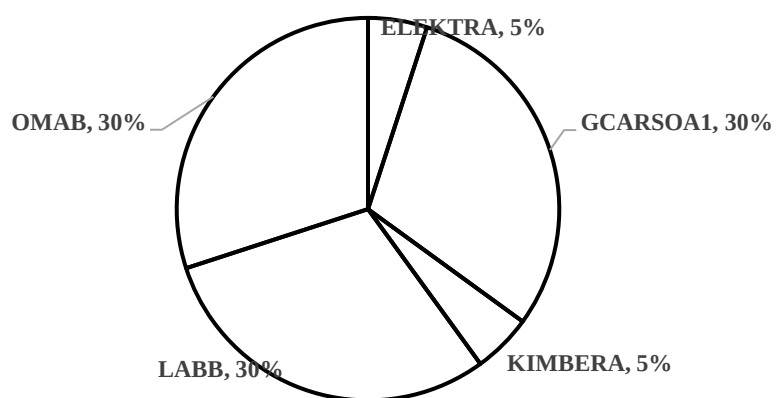
Nota: elaboración propia

Su distribución quedó de la siguiente manera (ver Figura 11):

Figura 11

Asignación de capitales por el Coeficiente J

ASIGNACIÓN DE CAPITALES: COEFICIENTE J



Nota: elaboración propia

El desempeño del portafolio con el coeficiente propuesto se muestra en la Tabla (26):

Tabla 26

Desempeño de la asignación por el Coeficiente J

Inversión	\$ 100,000.00					TOTAL	
	ELEKTRA	GCARSOA1	KIMBERA	LABB	OMAB		
Asignación	5%	30%	5%	30%	30%		
Fecha de entrada						03/07/2019	
Precio por acción	\$ 1,262.24	\$ 72.92	\$ 35.91	\$ 17.60	\$ 117.25		
Monto	\$ 5,000.00	\$ 30,000.00	\$ 5,000.00	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00		
Títulos comprados	3	411	139	1704	255	\$ 98,637.48	
Remanente						\$ 1,362.52	
Fecha de salida						20/09/2019	
Precio por acción	\$ 1,463.60	\$ 60.48	\$ 39.03	\$ 18.13	\$ 116.46		
Monto por venta	\$ 4,390.80	\$ 24,857.28	\$ 5,424.48	\$ 30,893.52	\$ 29,697.30	\$ 95,263.38	
Rentabilidad	-\$ 3,374.11						
Rentabilidad	-3.42%						
NAFTRAC							
03/07/2019	\$ 43.45	Precio por título					
20/09/2019	\$ 43.63	Precio por título					
Rentabilidad	0.41%						
Días transcurridos	79						
Nota: elaboración propia							

4.6.5 Análisis de los resultados del segundo periodo

De acuerdo con la selección de tiempo para este periodo, el inversor tenía la expectativa de cerrar la posición asumiendo que el mercado ya no iba a superar el nivel en donde entró y tras haberse recuperado de una gran caída. En ese sentido el Coeficiente J reflejó el sentimiento al arrojar resultados negativos. Sin embargo, el resto de las asignaciones resultaron positivas y con resultados muy superiores a los del mercado.

No se puede aseverar que la selección de activos por el Ratio Sharp fue deficiente dado que existe evidencia de que la asignación hecha por otros estimadores ajenos al coeficiente fueron superiores. Inclusive, y contemplando la posibilidad misma de que no fuesen las mejores emisoras del índice y de que existen otras mejores que podían superar al mercado, la evidencia señala que el Coeficiente J no pudo incidir en la mejoría de su desempeño pese a estar pensado en periodos cortos de tiempo. En la tabla (27) se muestran los resultados:

Tabla 27

Cuadro comparativo del desempeño de los portafolios del segundo periodo

Portafolio	Sharp	VaR	ROE	Coef. J
Rentabilidad	5.09%	6.41%	6.41%	-3.42%
Beta portafolio	0.78	0.81	0.81	0.78
Volatilidad anualizada	19.98%	20.29%	20.29%	23.15%
Días	79	79	79	79
Benchmark	NAFTRAC IPC			
Rentabilidad	0.41%			
Beta ETF	0.98			
Volatilidad anualizada	16.13%			
Días	79			

Nota: elaboración propia

Aquellas asignaciones con una volatilidad anualizada mayor superaron al mercado. Fueron la optimización a través del VaR y el ROE que tuvieron un empate; de compararse con la del Ratio Sharp, su riesgo compensó la rentabilidad otorgada, por lo que este último obtuvo el segundo lugar. Es decir, en un marco de 79 días totales (52 días efectivos aproximadamente), las anteriores asignaciones mostraron una superioridad frente al Coeficiente J y al mercado, lo que *a priori* puede llevar a algunas conjeturas:

1. El Coeficiente J mostró un sentimiento coherente frente a la expectativa de negatividad del mercado por parte del inversionista.

2. Parece perder efectividad el Coeficiente J a medida que el tiempo de permanencia en el mercado transcurre.
3. La fortaleza de los otros estimadores frente al Coeficiente J parece radicar más hacia el largo plazo.
4. La asignación por VaR y ROE parece ser idónea en periodos que se aproximen a los tres meses (90 días aproximados).
5. Se necesita más evidencia que corrobore que una selección de activos potencialmente deficiente puede ser compensada por los estimadores que mostraron superioridad.

Finalmente, así como se señaló que una interpretación de la Beta podría ser la de intensidad e intencionalidad de movimiento de una cotización con respecto al índice, también podría mostrar indirectamente su correlacionado con el índice de referencia (IPC en este caso). Es decir, si la Beta es sensibilidad, entonces refleja la capacidad de mover al índice. Si el Coeficiente J la considera y el inversor ya estaba preparado para una pérdida del mercado, tanto la asignación y el resultado fueron coherentes con la pérdida esperada (el problema fue la potenciación del efecto negativo que tuvo).

4.7 Comentarios globales de ambos periodos

Los resultados anteriores parecen sugerir que el Coeficiente J fue mejor para periodos muy cortos (menos de 30 días, ver Tabla 19). Por otro lado, conforme el tiempo avanza, considerar otros modos de asignación parece ser más idóneo. Asimismo, para el periodo estudiado, queda de manifiesto que una asignación de capitales correcta podría ser un elemento nodal para ganar o perder (partiendo del hecho de una selección arbitraria con las mismas fechas de apertura y cierre de las posiciones) y que los inversores no experimentados deberían considerar, principalmente si optan por movimientos altamente especulativos (ver Tabla 19 y 27).

Por otro lado, evaluar las carteras partiendo de entradas y salidas de capital de forma uniforme y sin considerar periodos de tiempo diferenciados entre las emisoras, no reflejaría una operativa real ni una correcta estrategia; sin embargo, la presente investigación los omite por fines de facilidad en su aplicación y uniformidad de criterios. A pesar de ello, debe quedar de manifiesto que, así como existe vasta literatura para saber seleccionar a las emisoras en función de múltiples parámetros (ya sea fundamentales o análisis técnico), se tiene que considerarse el momento de las inversiones (Díaz de Rábago, 2019).

Evaluar el Coeficiente J con emisoras seleccionadas conforme al periodo considerado correcto, podría dar otros resultados y reflejar más su potencial. Se requiere más evidencia de lo anterior, ya que un indicador tan robusto que considera tanto los rendimientos, la volatilidad, la Beta, el VaR y el ROE, sería un error no contrastarlo con selecciones arbitrarias y hasta alejadas de cualquier procedimiento académicamente aceptado o correcto; finalmente, el inversor busca maximizar sus rendimientos, no tener la razón académica.

Conclusiones

Parece existir una alternativa eficaz para la asignación de capitales de renta variable para periodos cortos de tiempo. Aunque no fue infalible para ambos periodos estudiados, su relevancia está en su desempeño frente al resto durante el primer periodo (ver Tabla 19), por lo que sugiere usarla junto con otras herramientas. En otras palabras, obtener un estimador sencillo (a través del Coeficiente J) con la opinión de expertos resultó tan válido como cualquier otro con los que se comparó.

Lo anterior remite a los objetivos planteados al inicio de la investigación. De forma puntual se cumplió el objetivo principal al dar a los inversores una herramienta de apoyo en su toma de decisiones a partir de la comparación de diversos modelos de asignación. Asimismo, se contrastó el método Delphi para obtener un modelo específico con la operativa cortoplacista (ver Tabla 1).

En respuesta a la pregunta general de investigación, el modelo de asignación por el Coeficiente J fue el mejor de los tres para el primer periodo, no así para el segundo en el que mostró el peor desempeño (ver Tabla 27). En adición a las respuestas de las preguntas particulares, el método Delphi ayudó a la generación del modelo tras recoger las opiniones de la operativa frecuente y que será menester de los inversores contrastarlos con otros periodos de tiempo y mercados.

El resultado anterior deriva en una respuesta parcial de la hipótesis por los motivos ya explicados, empero, eso conduce a nuevas líneas de investigación. Es notorio que haya sido eficiente para periodos de tiempo menores a 30 días. Queda investigar si contrastado con otros periodos similares y mercados diversos puede mostrar la misma efectividad frente a los otros métodos, y en caso de no serlo, indagar si el problema principal radica en la ponderación de cada estimador (ver Tabla 3) a fin de encontrar una óptima al margen de lo que la muestra de expertos respondió (ver Tabla 2), o si tan solo fue un resultado fortuito.

En adición, una de las bondades que dio este proceso de selección de los estimadores, fue construir un Coeficiente robusto con los principales indicadores financieros en una operativa cortoplacista. Ergo, si el Coeficiente J por sí mismo también aglutina a los estimadores principales, su uso no tendría razón para limitarse exclusivamente a la asignación de capitales.

Se necesita también investigar si la utilización del Coeficiente J podría servir para seleccionar emisoras dentro de determinada muestra. La finalidad es no solo considerar a los rendimientos y a la volatilidad, como ya lo hace el Índice Sharp o el Treynor con la beta, sino contemplar el resto de los estimadores para construir escenarios más completos y eficientes. El simple sesgo de usar los rendimientos históricos como principal elemento quedaría neutralizado al añadir el ROE (una medida de análisis fundamental que cualquier inversionista necesita para evaluar una compañía de forma muy rápida y sencilla).

Al ser el Coeficiente J una ponderación de elementos normalizados, le confiere relativa igualdad de importancia. Por ello, si se optimiza con el mismo coeficiente, las asignaciones de capital podrían ser más fidedignas con la expectativa del especulador al momento de elegir sus entradas y salidas con base en la Teoría de Soportes y Resistencias (teniendo a la Beta como una consecuencia de tal expectativa alcista o bajista).

Así como en el proceso de optimización para la asignación, quedaría pendiente y sería objeto de otra investigación el indagar sobre qué porcentajes del coeficiente se apegan más a un modelo ideal. En primera instancia, los porcentajes tienen que estar estimados con base en las expectativas de cada inversor, ya que es él quién se enfrenta a las vicisitudes del mercado y evalúa las situaciones de forma rápida; usualmente el ámbito académico no puede replicar con exactitud la realidad de operar y todos los factores que intervienen. Sin embargo, una forma para llegar a otros porcentajes podría ser a través del uso de la programación lineal.

De un índice bursátil, se podría elegir una canasta de empresas para evaluar. Quizá sería óptimo las principales 10 empresas con los mejores rendimientos del año, que una vez normalizados todos sus estimadores (rendimientos promedio, volatilidad, beta, VaR y ROE), con programación lineal se distribuyeran los porcentajes. Estos, formarían parte de un coeficiente J optimizado para cada región o mercado. No obstante, existen innumerables formas que cada inversor tiene que descubrir, investigar y experimentar.

Tras haber estudiado la creación de un coeficiente que permitió la optimización de capitales de corta estancia en 2 periodos (de los cuales la evidencia mostró ser más efectivo en el periodo menor a un mes) y sugerir al mismo coeficiente como una nueva herramienta de selección de emisoras y con una posible distribución de los porcentajes ajustada a otros mercados, se podría estar frente a un nuevo sistema.

Finalmente, esa podría ser una última línea de investigación que perseguiría configurar el Coeficiente J como un sistema automatizado llamado “<3 Trade” que permitiese facilitar la toma de decisiones de los especuladores. Con ello, tan solo será labor del inversor analizar sus momentos de entrada y salida conforme a sus expectativas.

REFERENCIAS

- Achelis, S. (2013). *Technical Analysis from A to Z*. McGraw-Hill Education.
- Aguirre, A., Vaquera, H., Ramírez, M., Valdez, J. y Aguirre C. (2013). Estimación del valor en riesgo de la Bolsa Mexicana de Valores usando modelos de heterocedasticidad condicional y teoría de valores extremos. *Economía Mexicana Nueva Época*, XXII(1), 177-205.
- Andreu, J. y Ceballos, D. (2004). Aplicación del método Fuzzy Delphi a la predicción bursátil. *Universitat de Barcelona*, 1-20.
- Arce, M. y Giner, B. (1997). El papel del análisis fundamental para la determinación de los precios en los mercados financieros. *Revista española de financiación y contabilidad*, XXVI(92), 697-725.
- Azofra, V. (2005). Acerca de una nota crítica sobre la investigación actual en las finanzas. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, (24), 121-150.
- Belles-Sampera, J. y Santolino, M. (2013). Asignación óptima de capital en base al perfil de riesgo de las instituciones de inversión colectiva: una aplicación de las medidas de riesgo distorsionadas. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 15(1), 65-86.
- Benninga, S. (2014). *Financial Modeling*. MIT Press.
- Black, F. y Litterman, R. (1991). Asset allocation: Combining investor views with market equilibrium. *Goldman, Sachs & Co., Fixed Income Research*. 7-18.
- Black, F. y Litterman, R. (1992). Global portfolio optimization, *Financial Analysts Journal*, 48(5), 28-43.
- Budnick, F. (2007). *Matemáticas Aplicadas para Administración, Economía y Ciencias Sociales*. University of Rhode Island.

- Campos, V., Melián, A. y Sanchis, J. (2014). El método Delphi como técnica de diagnóstico estratégico. Estudio empírico aplicado a las empresas de inserción de España. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 23(2), 72-81.
- Cárdenas, E. (2015). *El largo curso de la economía mexicana. De 1970 a nuestros días*. Fondo de Cultura Económica – El Colegio de México.
- Caruana, J. (2010). La importancia de Basilea III para los mercados financieros de América Latina y El Caribe. *Reunión de alto nivel ASBA-FSI sobre “El marco emergente para reforzar la estabilidad financiera y las prioridades regulatorias en las Américas”*. Banco Internacional de Pagos, Guatemala.
- Cheung, W. (2009). The Black-Litterman model explained. *Working paper*.
- Cuellar, A. (2014). *Aplicación del valor en riesgo de mercado y la teoría de valor extremo en los portafolios de referencia de los fondos de ahorro para el retiro* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Cruz, M. y Rúa, J. (2018). Surgimiento y desarrollo del método Delphi: una perspectiva cuantitativa. *Biblos*, (71), 90-107.
- Damodaran, A. (2002). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. John Wiley & Sons, Inc.
- Dantzig, G. & Thapa, M. (1997). *Linear Programming, 1: Introduction*. Springer.
- Davydov, D., Tikkanen, J., & Äijö, J. (2016). Magic Formula vs. Traditional Value Investment Strategies in the Finnish Stock Market. *New Jersey Business Magazine*, 65(3-4), 38-54.
- Díaz de Rábago, A. (2019). *Factor Timing: análisis y contraste de las principales posturas acerca del timing en el factor investing* [Tesis de Licenciatura, Universidad Pontificia Comillas].
- Dodge, Y. (2006). *The Oxford Dictionary of Statistical Terms*. Oxford University Press.
- Elvira, O. y Amat, O. (2008). La manipulación contable: tipología y técnicas. *Partida Doble*, (203), 48 – 59.

- Embrechts, P. (2000). Extreme Value Theory: potentials and Limitations as an Integrated Risk Management Tool. *Derivatives Use, Trading & Regulation*, 6(1), 449-456.
- Eppen, G., Gould, F., Schmidt, C., Moore, J. & Weatherford, L. (2000). *Investigación de operaciones en la Ciencia Administrativa*. México, Prentice-Hall.
- Fabozzi, F., Gupta, F. & Markowitz, H. (2002). The legacy of modern portfolio theory. *Journal of Investing*, 7-22.
- Flores, E., Rodríguez, A., Flores, J. y Varela, J. (2020). Valuación del riesgo para micro empresas del sector comercial en México a través del coeficiente Beta. *Innovaciones de Negocios*, 17(33), 41-73.
- Forero, G. (2010). Contrastación de paradigmas de las finanzas: normalidad e hipótesis del mercado eficiente. Aplicaciones en MATLAB. *Odeon*, (5), 167-227.
- Franco-Arbeláez, L., Avendaño-Rúa, C. y Barbutín-Díaz, H. (2011). Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión. *TecnoLógicas*, (26), 71-88.
- García, A. y Meling, L. (2014). *Estrategias financieras empresariales*. Editorial Patria.
- Gerritsen, D., Bouri, E., Ramezanifar, E. y Roubaud, D. (2019). The profitability of technical trading rules in Bitcoin market. *Finance Research Letters*, 1-10.
- Giacometti, R., Bertocchi, M., Rachev, S., y Fabozzi, F., (2005). Stable distributions in the Black-Litterman approach to the asset allocation. *Quantitative Finance*. 1-39.
- Gitman, L. (2003). *Principios de Administración Financiera*. Prentice-Hall.
- Graham, B. (2007). *El inversor inteligente*. Deusto.
- Greenblatt, J. (2010). *The Little Book That Still Beats the Market*. John Wiley & Sons, Inc.
- Gutiérrez, M., y Salgado, M. (2012). Construcción de una cartera de inversión usando modelos GARCH. *Industrial Data*, 15(1), 84-89.
- Herold, U., (2003); Portfolio construction with qualitative forecasts. *The Journal of Portfolio Management*, 61-72.

- Herrera, J. (2017). *La manipulación en el mercado bursátil ecuatoriano* [Tesis de Licenciatura, Universidad de las Américas].
- Holton, A. (2003). *Value-at-Risk: Theory and Practice*. Academic Press.
- Hull, J. (2009). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*. Prentice-Hall.
- Idzorek, T. (2004). A step-by-step guide to the Black-Litterman model: incorporating user specified confidence levels. *Zephyr Associates Inc.*, 1-34.
- Idzorek, T. (2007). Private Equity and Strategic Asset Allocation. *Ibbotson Associates*, 1-35.
- Jarvinen, P. (2000). Research Questions Guiding Selection of an Appropriate Research Method. *ECIS 2000 Proceedings*, 1-26.
- Jiménez-Bandala, C. (2015). El paradigma transmoderno en la Administración, los retos metodológicos. *Administración y Organizaciones*, 18(34), 15-33.
- Kumar, S., Srivastava, A. & Chauhan, K. (2017). Globalization and Opportunities for Investors in Emerging Stock Markets. *FIIB Business Review*, 6(3), 51-60.
- Kutty, G. (2010). The relationship between Exchange Rates and Stocks Prices: The Case of Mexico. *North American Journal of Finance and Banking Research*, 4(4), 1-12.
- Lev, B. & Srivastava, A. (2019). Explaining the Recent Failure of Value Investing. *NYU Stern School of Business*, 1-29.
- López-Gómez, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en Educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XX1*, 21(1), 17-40.
- Lynch, P. (2015). *Un paso delante de Wall Street*. Deusto.
- Mallo, P., Artola, M., Galante, M., Martínez, D. y Pascual, M. (2003). Aplicación del método Delphi en decisiones financieras en situaciones de incertidumbre. *XXIV Jornadas de profesores universitarios de Matemática Financiera*, 159-170.
- Malkiel, B. (2019). *A random walk down Wall Street*. W.W. Norton & Company.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7(1), 77-91.

- Mejía, M. y Peña, A. (2014). *El análisis Du Pont y el cálculo del EVA en la Gestión Hospitalaria: el caso del Hospital Santa Inés de Cuenca, Ecuador* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Azuay].
- Meriç, I., Ding, J. & Meriç, G. (2016). Global Portfolio Diversification with Emerging Stock Markets. *Emerging Markets Journal*, 6(1), 59-62.
- Meucci, A. (2008). The Black-Litterman approach: original model and extensions. *Bloomberg ALPHA research & Education Paper*, (01), 1-17.
- Mosionek-Schewedda, M., Mrzyglód, U. y Nowak, S. (2017). Do managers really care about shareholders' expectations? Evidence on dividend smoothing on Latin America emerging stock markets. *Ekonometria*, 2(56), 67-91.
- Myles, M. (2013). A simplified perspective of the Markowitz Portfolio Theory. *Global Joruney of Business Research*, 7(1), 59-70.
- Payán, L. y Vallejo, J. (2015). Evaluación de políticas y programas sociales mediante lógica difusa. *Noésis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 24(47), 84-113.
- Perold, A. (2004). The Capital Asset Pricing Model. *Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 3-24.
- Piña, G., Sepúlveda, C. y Colado, C. (2018). Rentabilidad financiera, aplicando el Sistema Dupont: El caso de tres empresas establecidas en México. *Congreso Escala*, 4(1), 179-192.
- Ruiz-Porras, A., y Ruiz – Porras, B. (2015). La hipótesis de eficiencia y la modelación de series bursátiles mexicanas: un análisis multivariado. *Economía Informa*, (390), 28-57.
- Sánchez, C. (2001). *Valor en Riesgo y Otras aproximaciones*. Valuación, Análisis y Riesgos.
- Severino, J. (2018). *Gestión activa de portafolios de inversión mediana Análisis Fundamental, Análisis Técnico y Teoría Moderna de Portafolios* [Tesina de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Schmitt, N. & Westerhoff, F. (2013). Speculative behaviour and the dynamics of interacting stock markets. *Bamberg Economic Research Group*, (90), 1-48.

- Soros, G. (1997). *Alquimia de las Finanzas*. Distral.
- Sharp, W. (1963). A simplified model for portfolio analysis. *Management Sciences*. IX(2), 277-293.
- Treynor, J. & Black, F. (1973). How to Use Security Analysis to Improve Portfolio Selection. *The Journal of Business*, 46(1), 66-86.
- Wang, J., Liu, H., Du, J. y Hsu, Y. (2019). Economical benefits of technical analysis in portfolio management: Evidence from global stock markets. *Finance & Economics*, 24(2), 890-902.
- Walters, J. (2014). The Black-Litterman model in detail. *Blacklitterman.org*, 1-65.
- Winston, W. (2006). *Investigación de Operaciones, aplicaciones y algoritmos*. Grupo Editorial Iberoamérica.
- Zadeh, L. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning – I. *Inf. Sci.*, 8, 199–249.
- Zadeh, L. (1988). Fuzzy logic. *IEEE*, 21(4), 83-93.
- Zenteno, M. (2015). *Desempeño de las sociedades mexicanas de inversión: estudio basado en la Teoría Moderna de Portafolios y ciertas medidas de desempeño* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].