



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Economía

Licenciatura en Actuaría



SELECCIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN MEDIANTE LA
METODOLOGÍA MULTICRITERIO, UN PROCESO DE ANÁLISIS
JERÁRQUICO DE ACCIONES QUE COTIZAN EN LA BOLSA
MEXICANA DE VALORES, 2019-2022.

TESIS

Que para obtener el grado de Licenciadas en Actuaría

Presentan:

Jocelyne Gutiérrez Uribe

María Fernanda Linares Navas

Alessandra Cristina Valdés Geremia

Asesora:

Revisores:

Lic. en Act. Fin. Yelitza Marina
Valdespino Jiménez

Toluca, Estado de México

Abril, 2023

Resumen

Este trabajo de Tesis comprende un estudio de selección de cartera de inversiones, para accionistas que buscan maximizar su rentabilidad mitigando el riesgo, tomando en cuenta sus preferencias en el mercado financiero. Es por ello que, para ayudar a esta tarea se utilizan diferentes herramientas y modelos como lo son la teoría moderna de la selección de cartera de Harry Markowitz y el modelo de la cartera de Sharpe, así como la metodología del proceso analítico jerárquico de Thomas Saaty.

Palabras Clave

Portafolio de inversión, Mercados financieros, Toma de decisiones, Riesgo, Rentabilidad, Acciones, Markowitz, Sharpe, Saaty.

Abstract

This Thesis includes an investment portfolio selection study, for shareholders who are looking for the profit maximization mitigating risk, taking into account their preferences in the financial market. That is why, to help with this task, different tools and models are used, such as Harry Markowitz's modern theory of portfolio selection and the Sharpe portfolio model, as well as Thomas Saaty's hierarchical analytical process methodology.

Keywords

Investment portfolio, Financial markets, Decision making, Risk, Profitability, Actions, Markowitz, Sharpe, Saaty.

Dedicatoria

"Quiero dedicar este logro a las personas más importantes en mi vida. Primero, Diana Uribe mi amada madre, quien siempre ha sido mi fuente de inspiración y apoyo incondicional. A Javier Gutiérrez, mi padre, quien ha sido mi guía y mentor en todo momento. A mis hermanas, Leslie y Kelssy, quienes han sido mi apoyo constante en los momentos difíciles. A Yareth Rodriguez, quien me ha acompañado en cada paso de este camino y ha sido mi motivación para seguir adelante. Y finalmente, a mis amigos, quienes han sido una fuente constante de alegría y apoyo durante estos años de carrera. ¡Gracias por ser parte de mi vida y por compartir este logro conmigo!"

Jocelyne Gutiérrez Uribe

Dedico este trabajo de investigación principalmente a familia por su incondicional apoyo y motivación a lo largo de mi vida. Mamá esta tesis es el resultado de años de esfuerzo y dedicación, pero también es una muestra del amor y el apoyo que siempre me has brindado. A mis abuelos porque sin su amor y apoyo incondicional, nunca habría llegado hasta aquí. A Fernando, tu presencia en mi vida ha sido una verdadera bendición, Ari por enseñarme el valor de la lealtad y amistad verdadera. Finalmente, a mis mejores amigas Ale, Joss y Paty por estar siempre a mi lado, incluso en los momentos más difíciles.

María Fernanda Linares Navas

Quiero dedicar esta Tesis a 3 personas en específico. Mi mamá, quien a pesar de todo siempre ha estado conmigo, por apoyarme con mis noches de estudios y con mis reuniones de tesis. A mi papá por ser soporte en mis 5 años de carrera y por estar al pendiente y nunca dejarme de recordar lo importante que es este paso. Y por último a mi Nonna, que aunque ya no está aquí, todos mis logros van a ser siempre suyos.

Alessandra Cristina Valdés Geremia

Agradecimientos

"No puedo dejar de agradecer a los profesores que me han guiado durante este camino. En especial, quiero agradecer a Yelitza Valdespino por su inquebrantable apoyo y compromiso con mi desarrollo académico. Su dedicación y paciencia han sido una fuente constante de inspiración para mí.

También quiero agradecer a Manuel Fuentes, quien me inspiró a elegir el tema de mi tesis y me brindó su experiencia y conocimientos para llevar a cabo esta investigación. Su pasión y entusiasmo por la actuaría han sido una gran influencia en mi carrera y siempre lo recordaré con gratitud.

Gracias a todos mis profesores por su enseñanza y orientación. Sin su guía, no habría llegado hasta aquí.

Por último pero no menos importante, quiero agradecer a las personas que han sido un pilar importante en mi vida durante mi carrera. A mi amiga Fernanda Linares por su constante apoyo y palabras de aliento que me han mantenido motivado en los momentos difíciles.

También agradezco a mi amiga Alessandra Valdes, quien ha sido una compañera de vida y una amiga incondicional. Gracias a ella, he podido superar muchos obstáculos y llegar hasta donde estoy ahora.

Y no puedo olvidar a mi amiga Patricia Garduño, quien ha sido una gran influencia en mi vida académica, personal y profesional. Sus consejos y su amistad han sido una verdadera bendición en mi vida.

Gracias a todas mis amigas por su apoyo y su amistad. Sin su aliento y su compañía, este camino habría sido mucho más difícil."

Jocelyne Gutiérrez Uribe

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a mi asesora Yelitza Valdespino, quien me guió a lo largo de todo el proceso de investigación y me brindó su sabiduría y experiencia. Sin su ayuda y orientación, esta tesis no habría sido posible.

También quiero agradecer a mis profesores, quienes me enseñaron y me motivaron para seguir adelante en este proyecto. Sus comentarios y sugerencias fueron fundamentales para mejorar y enriquecer mi trabajo.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mis amigas Ale, Paty y Joss, quienes me brindaron su apoyo y aliento incondicional durante todo este tiempo. Su amistad verdadera fue una fuente de motivación para mí y me ayudaron a superar los momentos difíciles.

En resumen, quiero agradecer a todos aquellos que contribuyeron de alguna manera a la realización de esta tesis. Gracias por su tiempo, su dedicación y su apoyo en este proyecto tan importante para mí.

María Fernanda Linares Navas

Quiero agradecer a mi mamá y a mi papá que me han acompañado a lo largo de todo mi camino y por apoyarme en el proceso de terminar la tesis, no hay personas que ame más que ustedes. También quiero agradecer a mis Nonnos, que, aunque ya no están aquí, son y seguirán siendo el pilar de mis sueños, son mi ejemplo de vida.

También agradecer a aquellos que nos apoyaron en este proyecto, a la maestra Yelitza, que sin ella no habiéramos podido concluir este capítulo en nuestra vida, por darnos esperanzas y sobre todo apoyo incondicional, gracias por habernos guiado en la experiencia de ser Actuario desde el día uno. Al maestro Emilio Olvera que gracias a él tuvimos un enfoque acertado y fue el primero en guiarnos en este sueño de titularse.

Les quiero agradecer a mis amigas, Joss y Fer por no haberse rendido en estos 3 años, por guiarme y ser mi soporte en este trabajo, por la paciencia y por el esfuerzo, porque además de compañeras de tesis, se crea una amistad para toda la vida. A Paty, ahora también a Lucía, y a Sugey que siempre estuvieron, y que siguen estando, con su amistad, su amor, apoyo y enseñanzas. A mis niños de “quinto” que me acompañaron en mi último año de carrera y que se quedaron en mi corazón para siempre, Javi, Jonás, Uriel y Eber, gracias por estar en este proceso y en lo que siguió después, por creer en mí.

Gracias Dani, por estar y por ser mi soporte en este proceso y en todos mis sueños, por no soltarme y por quererme tanto. Gracias por incorporarte a este sueño, el que después de mucho tiempo, por fin estoy cumpliendo. Que sean muchos más.

Alessandra Cristina Valdés Geremia

Contenido

| | |
|---|-----|
| Resumen | i |
| Palabras Clave | i |
| Abstract..... | i |
| Keywords..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimientos | iii |
| Contenido | vi |
| Índice de Figuras..... | 1 |
| Índice de Gráficas..... | 1 |
| Índice de Tablas..... | 2 |
| Índice de Anexos..... | 5 |
| Capítulo I. Marco Teórico..... | 6 |
| 1.1. Teoría Moderna de Selección de Cartera de Harry Markowitz..... | 6 |
| 1.1.1. Antecedentes de la Teoría de la Cartera | 7 |
| 1.1.2. Modelo de Markowitz | 9 |
| 1.1.3. Supuestos de la Teoría de Markowitz | 9 |
| 1.1.4. Hipótesis..... | 10 |
| 1.1.5. Riesgo..... | 11 |
| 1.1.6. Desviación estándar | 13 |
| 1.1.7. Rendimiento esperado | 13 |
| 1.1.8. Curvas de indiferencia | 13 |
| 1.1.9. Covarianza y coeficiente de correlación | 16 |
| 1.1.10. Matriz covarianza | 16 |
| 1.1.11. Frontera eficiente | 17 |
| 1.1.12. Diversificación..... | 19 |
| 1.2. Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM) | 21 |
| 1.2.1. Antecedentes..... | 21 |
| 1.2.2. Supuestos | 22 |
| 1.2.3. Ventajas e inconvenientes..... | 23 |
| 1.2.4. Frontera eficiente y activo libre de riesgo | 24 |
| 1.2.5. Tasa libre de riesgo y cartera de mercado | 24 |

| | | |
|---------------|---|----|
| 1.2.6. | Teorema de la separación..... | 27 |
| 1.2.7. | Modelo de Sharpe..... | 27 |
| 1.2.8. | Coeficiente Beta..... | 28 |
| 1.2.9. | Índice de Sharpe..... | 28 |
| 1.3. | El Proceso Jerárquico Analítico, de Thomas L. Saaty | 29 |
| 1.3.1. | Teoría de la Decisión | 29 |
| 1.3.2. | Programación Multiobjetivo o Multicriterio | 30 |
| 1.3.3. | Método AHP..... | 32 |
| 1.3.4. | Ventajas de la metodología y desventajas del AHP | 36 |
| 1.3.5. | Áreas de aplicación del AHP..... | 36 |
| Capítulo II. | Sistema Financiero Mexicano | 38 |
| 2.1. | Definición del Sistema Financiero Mexicano..... | 38 |
| 2.1.1. | Antecedentes del Sistema Financiero Mexicano..... | 38 |
| 2.1.2. | Estructura del Sistema Financiero Mexicano | 40 |
| 2.1.3. | SBUR | 45 |
| 2.2. | Mercado de Valores..... | 48 |
| 2.2.1. | Funcionamiento general | 49 |
| 2.2.2. | Clasificación de acuerdo con los agentes que intervienen | 50 |
| 2.2.3. | Regulación | 51 |
| 2.2.4. | Estructura..... | 52 |
| 2.3. | Mercado de Dinero..... | 52 |
| 2.4. | Mercado de metales amonedados | 53 |
| 2.5. | Mercado de Derivados | 54 |
| 2.5.1. | Historia de los derivados en México | 55 |
| 2.5.2. | Tipos de Instrumentos Financieros Derivados..... | 55 |
| 2.5.3. | Mercados Organizados..... | 55 |
| 2.5.4. | Mercados <i>Over the Counter</i> (OTC)..... | 56 |
| 2.6. | Mercado de capitales..... | 57 |
| 2.6.1. | Instrumentos del mercado de capitales..... | 58 |
| Capítulo III. | Aplicación de las teorías Markowitz y Sharpe utilizando la metodología del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) | 63 |
| 3.1. | IPC y las acciones seleccionadas para el ejercicio | 63 |
| 3.2. | Homologación de los datos | 64 |

| | |
|---|-----|
| 3.3. Aplicación de la Técnica de AHP a las acciones seleccionadas del portafolio..... | 66 |
| 3.4. Aplicación de la Teoría de Portafolios de Markowitz..... | 74 |
| 3.5. Elaboración de Frontera Eficiente | 78 |
| 3.6. Aplicación de Modelo de Sharpe | 81 |
| Capítulo IV. Resultados | 84 |
| 4.1. Resultados..... | 84 |
| 4.1.1. Portafolio de inversión para Inversionista 1..... | 84 |
| 4.1.2 Portafolio de inversión para Inversionista 2..... | 86 |
| 4.1.3 Portafolio de inversión para Inversionista 3..... | 87 |
| Conclusiones | 89 |
| Anexos..... | 91 |
| Referencias..... | 102 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Evolución de trabajos precursores a la Teoría Moderna de Selección de Cartera de Harry Markowitz | 8 |
| Figura 2. Subdivisión del Riesgo no sistemático | 11 |
| Figura 3. Problema de decisión | 30 |
| Figura 4. Estructura del Sistema Financiero Mexicano..... | 41 |
| Figura 5. Esquema de mercado primario | 51 |
| Figura 6. Esquema de mercado primario | 51 |
| Figura 7. Estructura del Mercado de Valores..... | 52 |
| Figura 8. Estructura del Mercado de Derivados..... | 57 |
| Figura 9. Estructura del Mercado de Capitales | 58 |
| Figura 10. Índices de Mercado..... | 61 |
| Figura 11. Selección y tratamiento de datos | 66 |
| Figura 12. Aplicación Metodológica AHP | 72 |
| Figura 13. Cálculo de F.O y restricciones en Solver..... | 75 |

Índice de Gráficas

| | |
|---|----|
| Gráfica 1. Inclinación al riesgo..... | 12 |
| Gráfica 2. Curvas de Indiferencia para cada tipo de inversionista | 14 |
| Gráfica 3. Curva de indiferencia para inversionista adepto al riesgo | 15 |
| Gráfica 4. Curva de indiferencia para inversionista neutro al riesgo | 15 |
| Gráfica 5. Tipos de correlación | 16 |
| Gráfica 6. Conjunto factible..... | 17 |
| Gráfica 7. Cartera eficiente | 18 |
| Gráfica 8. Selección de una cartera óptima | 19 |
| Gráfica 9. Tasa libre de riesgo y cartera eficiente..... | 26 |
| Gráfica 10. Frontera eficiente de Markowitz para Inversionista 1..... | 80 |
| Gráfica 11. Frontera eficiente de Markowitz para Inversionista 2..... | 80 |
| Gráfica 12. Frontera eficiente de Markowitz para Inversionista 3..... | 81 |
| Gráfica 13. Estructura del portafolio de inversión Inversionista 1: Perfil altamente averso al riesgo | 85 |
| Gráfica 14. Estructura del portafolio de inversión Inversionista 2: Perfil con poca aversión al riesgo | 87 |
| Gráfica 15. Estructura del portafolio de inversión Inversionista 3: Perfil moderadamente averso al riesgo | 88 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Escala fundamental de los valores absolutos..... | 34 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Tabla 2. Índice de consistencia aleatorio (ICA) | 35 |
| Tabla 3. Aplicaciones de AHP en diferentes ramos | 37 |
| Tabla 4. Funciones de la BMV | 47 |
| Tabla 5. Sectores Productivos | 63 |
| Tabla 6. Rendimientos esperados por acción | 65 |
| Tabla 7. Desviación Estándar por acción | 66 |
| Tabla 8. Estados de la naturaleza | 67 |
| Tabla 9. Variable Sector | 67 |
| Tabla 10. Variable Industria – Sector: Industrials | 68 |
| Tabla 11. Variable Industria – Sector: <i>Basic Materials</i> | 68 |
| Tabla 12. Variable Industria – Sector: Consumer Cyclical | 68 |
| Tabla 13. Variable Industria – Sector: Consumer Defensive | 69 |
| Tabla 14. Variable Industria – Sector: Financial Services | 69 |
| Tabla 15. Variable Industria – Sector: Healthcare / Communication services / Real State | 70 |
| Tabla 16. Variable Calificaciones | 70 |
| Tabla 17. Preferencias de Estados de la Naturaleza Finales | 72 |
| Tabla 18. Acciones a invertir por cada inversionista | 73 |
| Tabla 19. Pesos obtenidos con Solver para cada inversionista | 77 |
| Tabla 20. Portafolio de inversión Inversionista 1: Perfil altamente averso al riesgo | 85 |
| Tabla 21. Portafolio de inversión Inversionista 2: Perfil con poca aversión al riesgo | 86 |
| Tabla 22. Portafolio de inversión Inversionista 3: Perfil moderadamente averso al riesgo | 88 |

Índice de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Estructura del Sistema Financiero Mexicano..... | 91 |
| Anexo 2. Proceso de compraventa de acciones en la BMV | 91 |
| Anexo 3. Acciones que componen la muestra y breve descripción | 92 |
| Anexo 4. Proceso AHP para cada inversionista..... | 96 |

Capítulo I. Marco Teórico

1.1. Teoría Moderna de Selección de Cartera de Harry Markowitz

Una inversión se considera como un proceso de acumulación de capital con la finalidad de obtener beneficios futuros, por lo que al realizar una inversión financiera surgen diferentes objetivos de acuerdo con las preferencias del inversor. Debido a la variedad de éstos, se crean herramientas y sistemas que permiten que cada tomador de decisiones, en este caso el inversionista, adopte diferentes criterios para la selección de activos financieros.

De acuerdo con Franco, H. & Guzmán, L. (2017), para negociar dichos instrumentos y activos financieros, es necesaria la existencia de los mercados financieros dado que en estos se realiza la compra-venta de los mismos. Los inversionistas se enfrentan a diversos cambios en el mercado financiero por lo cual se debe de tener en cuenta un análisis que les permita la toma de decisiones, ya que estos cambios involucran cierto grado de incertidumbre y riesgo; por lo que, se incurre al uso de herramientas y estrategias, tales como: modelos matemáticos, pronósticos o predicciones, que les faciliten la toma de decisiones, algunos de ellos expuestos en este trabajo de investigación.

Betancourt, García, & Lozano (2013) señalan que actualmente los mercados financieros ofrecen diversas alternativas de inversión, que incluyen una gran variedad de activos, los cuales se diferencian entre si, ya sea por el nivel de rentabilidad, liquidez, volatilidad y bursatilidad, entre otras características propias del mercado; lo cual conlleva a que los inversionistas utilicen diversas herramientas que les permitan escoger inversiones óptimas incurriendo en un nivel de riesgo¹ determinado.

Una de estas herramientas es el modelo propuesto por el economista norteamericano Harry Markowitz, el cual publicó en la revista *Journal of Finance* un artículo basado en su tesis doctoral titulado "*Portfolio Selection*" en 1952, en dicho artículo se expone la teoría sobre cómo hallar la composición óptima de un portafolio de inversión, maximizando la rentabilidad para un determinado nivel de riesgo

¹ Se entiende como riesgo a la volatilidad de los rendimientos de algún instrumento de inversión (Giraldo Cárdenas, y otros, 2015).

aceptable; o en forma alternativa, minimizar el riesgo para una rentabilidad mínima esperada (Franco, Avedaño, & Barbutín, 2011).

1.1.1. Antecedentes de la Teoría de la Cartera

La Teoría Moderna de Selección de Portafolios se inició con Harry Markowitz en el año de 1952, sin embargo, preliminar a este trabajo, los inversionistas únicamente prestaban atención en maximizar el nivel esperado de los retornos, es decir, el inversionista calculaba el grado esperado de los rendimientos de un conjunto de activos para luego invertir todo su dinero en aquel activo que le otorgara mayor rentabilidad esperada.

Es así como, uno de los trabajos más antiguos del análisis bursátil fue publicado por Graham, Dodd y Cottle en 1934, en donde analizan los estados financieros de las empresas con la finalidad de establecer criterios para la selección de bonos y acciones para propósitos de inversión. Posteriormente Hicks durante el año 1935 propone la Teoría Pura de Inversión de Portafolios, donde la incertidumbre juega un papel importante; señala que el riesgo total cuando se efectúa en más de una inversión riesgosa no tiene relación con el riesgo que produce cada una de ellas si se tomaran por separado (Ramírez & García, 2016).

Para 1938 John Burr Williams fue uno de los primeros economistas interesados en el tema de los mercados financieros, aseguraba que invertir en varios activos de manera suficiente podía eliminar el riesgo (Flórez, 2008). Marschak en el mismo año, construyó una Teoría de Elección Bajo Incertidumbre, en la cual expresó las preferencias por inversiones mediante curvas de indiferencia.

Más adelante en 1948 Friedman y Savage sugieren que las reacciones de las personas ante el riesgo pueden ser racionalizadas por un análisis de la curva de utilidad, esta función podría explicar por qué un individuo es amante del riesgo cuando tiene más riqueza e inversamente averso al riesgo cuando es carente de ella (Ramírez & García, 2016).

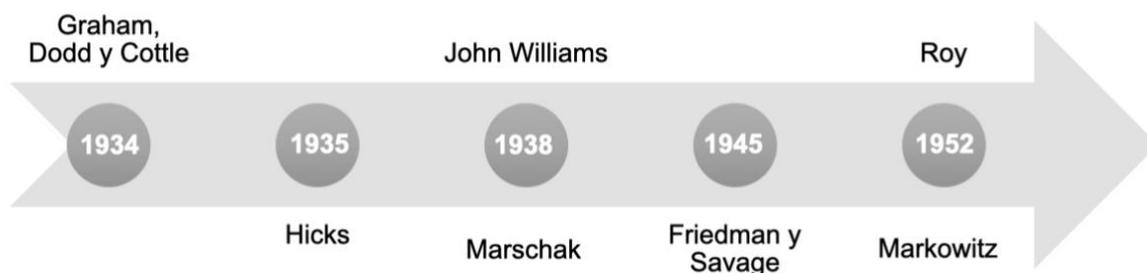
Citando a los autores, previo a que Markowitz propusiera su Teoría Moderna de Portafolios, Roy en 1952 analizó el problema de elección bajo incertidumbre basándose en la suposición de que es razonable para un individuo maximizar la

ganancia esperada en términos reales o de dinero. Definiendo tres objeciones a este enfoque:

1. El inversionista tiene que considerar todos los posibles resultados de la elección, tomando en consideración una media entre ellos.
2. El principio de maximizar el rendimiento esperado no explica el fenómeno de la diversificación de los recursos.
3. El inversionista desconoce los posibles resultados junto con sus respectivas probabilidades, por lo que el conocimiento acerca del futuro lo tiene reservado.

En la Figura 1 se muestra la evolución de trabajos precursores a la Teoría Moderna de Selección de Cartera de Harry Markowitz:

Figura 1. Evolución de trabajos precursores a la Teoría Moderna de Selección de Cartera de Harry Markowitz



Fuente: Elaboración propia con base en Ramírez & García (2016).

Finalmente, en 1952 Harry Markowitz propuso el análisis de media-varianza, dando comienzo a la Teoría Moderna del Portafolio, la cual Flórez explica que consiste en maximizar la utilidad esperada del inversionista a través de la diversificación del portafolio, repercutiendo en la búsqueda de las carteras eficientes a través de la programación cuadrática, permitiendo seleccionar la óptima combinación media-varianza de los rendimientos de los activos, dadas las preferencias del inversor.

1.1.2. Modelo de Markowitz

Como expresa Doldán (2018), Harry Markowitz en su libro desarrolla un modelo de análisis en el cual el inversor optimiza su comportamiento en ambientes de incertidumbre a través de dos medidas, el rendimiento esperado y el riesgo, por lo tanto, se busca maximizar y minimizar ambas medidas respectivamente.

Markowitz (1952), plantea que para el proceso de selección de un portafolio de inversión consta de dos etapas: “[...] *la primera etapa comienza con la observación, la experiencia y termina con creencias sobre las futuras actuaciones de los títulos disponibles. La segunda etapa inicia con las creencias relevantes sobre actuaciones futuras y termina con la elección del portafolio*”, siendo esta última la teoría de portafolios.

En palabras de Alexander, Sharpe, & Bailey (2003) el inversionista debe de estar consciente de que no puede saber cuáles serán los rendimientos del valor (y por ende de la cartera) en el próximo periodo, sin embargo, se pueden calcular los rendimientos esperados del periodo de tendencia y con ello invertir en el que tenga el rendimiento esperado más alto.

1.1.3. Supuestos de la Teoría de Markowitz

Como señalan Alexander, Sharpe, & Bailey el modelo de Markowitz considera que el inversionista tiene una suma determinada de dinero para invertir en el presente. Este dinero se invertirá durante un lapso de tiempo, conocido como periodo de tendencia del inversionista; al final de dicho periodo, el inversionista venderá los valores que compró y utilizará los beneficios o los reinvertirá en varios valores (o hará ambas cosas).

Los anteriores autores mencionan que el método de Markowitz hace la suposición de insaciabilidad, donde los inversionistas siempre preferirán los niveles más altos de riqueza terminal, por lo tanto, dadas dos carteras con la misma desviación estándar, el inversionista escoge aquella que tenga el rendimiento esperado más alto. Sin embargo, no es tan obvio lo que debe hacer el inversionista cuando tenga que escoger entre dos carteras con el mismo nivel de rendimiento esperado pero

diferentes niveles de riesgo, en este punto es donde nace la segunda suposición: aversión al riesgo, es decir, escoge la cartera con la desviación estándar más baja. Una vez dicho esto, se entiende como prima de riesgo al aumento esperado de la riqueza terminal por encima de la inversión prevista para compensar al inversionista por el riesgo que toma, por lo que, un inversionista averso al riesgo está dispuesto a recibir rendimientos esperados bajos a cambio de un riesgo menor, por el contrario, un inversionista riesgoso recibirá una prima de riesgo más alta a cambio de niveles más bajos de certeza.

Adicionalmente, Matarrita (s.f) agrega dos supuestos que debe de cumplir el inversionista.

- a) Jerarquización: El inversionista es capaz de elegir entre las diferentes alternativas que se le presentan y determinar si un bien es preferido o le es indiferente, es decir, puede jerarquizar sus alternativas de acuerdo con sus gustos y preferencias.
- b) Transitividad: El inversionista es consciente de sus elecciones, por ejemplo, si elige A sobre B y a B sobre C , por consiguiente, se cumple que $A > C$.

1.1.4. Hipótesis

En palabras de Franco, Avedaño, & Barbutín (2011) el modelo de Markowitz parte de las siguientes hipótesis:

- El rendimiento de cualquier portafolio se considera como una variable aleatoria y el valor esperado de dicha variable se emplea para cuantificar la rentabilidad de la inversión.
- La varianza y desviación estándar son utilizadas para medir la dispersión de la variable aleatoria, donde esta medición se realiza de forma individual, es decir, a cada activo y a todo el portafolio.
- La conducta racional del inversionista lo lleva a preferir la composición de un portafolio que le presente mayor rentabilidad, pero a determinado nivel de riesgo.

1.1.5. Riesgo

Un aspecto importante por considerar en los portafolios de inversión es el riesgo, por lo que es necesario conocer que en una inversión existen diferentes riesgos que pueden afectar el rendimiento de la misma (Peñaloza Calderón & Peñaloza Jaimes, 2019).

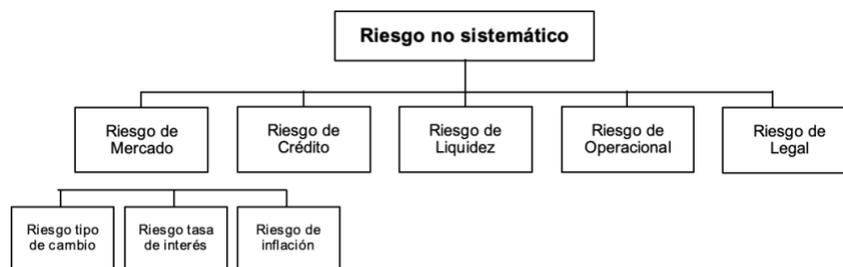
De acuerdo con Durango & Delgado (2017), la gestión del riesgo en las organizaciones ha cambiado a lo largo de la historia, pasando de ser un factor negativo para convertirse en una oportunidad; por lo que la Teoría de los Mercados Financieros ha permitido que los administradores de los portafolios de inversión minimicen los niveles de incertidumbre a los que están expuestos.

El riesgo está relacionado con la probabilidad que tiene un inversionista de perder dinero o de no obtener la rentabilidad esperada; en términos generales el verdadero riesgo se encuentra en que el dinero invertido no logre la rentabilidad esperada o que esta sea muy volátil, generando una sensación de incertidumbre (Guzmán & Cardona, 2010).

- Tipos de riesgo

Desde el punto de vista de estos autores, el inversionista puede enfrentarse a dos tipos de riesgo: riesgo no sistemático y sistemático. Donde el primero se refiere al conjunto de riesgos que está expuesto un inversionista y es susceptible a diversificarse; por otro lado, el segundo no depende de las características individuales del título, sino de otros factores que influyen sobre el comportamiento de los precios en el mercado de valores. El riesgo no sistemático se subdivide como se muestra en el Figura 2:

Figura 2. Subdivisión del Riesgo no sistemático



Fuente: Elaboración propia con base en Guzmán & Cardona (2010).

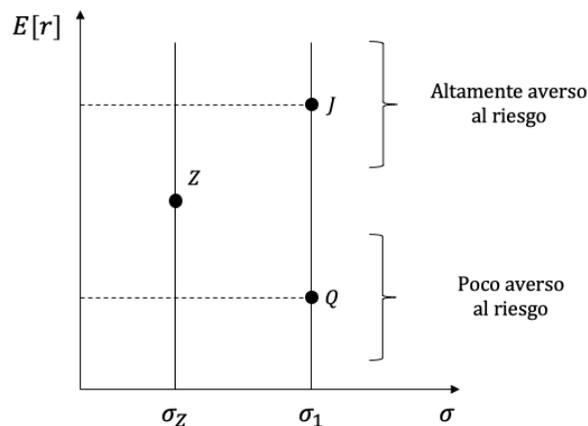
- Perfil del inversionista

De acuerdo con los objetivos del inversionista y a juicio de Durango & Delgado, en un portafolio se identifican tres perfiles según el riesgo: altamente averso, moderadamente averso y poco averso cuyas cualidades están determinadas por la edad, nivel de ingresos, liquidez, obligaciones financieras y nivel de aversión al riesgo.

- Perfil altamente averso al riesgo: Busca obtener ganancias estables y que no pierdan el valor del dinero en el tiempo, es decir, prefiere una menor rentabilidad a cambio de minimizar los riesgos que están adquiriendo con la inversión.
- Perfil moderadamente averso al riesgo: Desea obtener con sus portafolios un equilibrio entre rentabilidad y riesgo, en general son cuidadosos, sin embargo, están dispuestos a asumir un nivel de riesgo mayor en comparación al perfil anterior con la finalidad de obtener mejores utilidades.
- Perfil poco averso al riesgo: Están dispuestos a adquirir grandes riesgos a cambio de mayores ganancias, en otras palabras, tienen una gran posibilidad de incurrir en grandes pérdidas o en la totalidad del capital invertido.

Gráficamente esta inclinación al riesgo se puede visualizar de la siguiente forma:

Gráfica 1. Inclinación al riesgo



Fuente: Elaboración propia con base en Matarrita (s.f).

Donde el espacio de media-varianza y partiendo de un punto inicial Z que representa la combinación de rendimiento-riesgo particular, se puede observar que a medida que el nivel de riesgo aumenta, el inversionista escoge diferente combinación de riesgo y rendimiento, pero con la condición de mantener constante el nivel de satisfacción.

1.1.6. Desviación estándar

Anteriormente se ha hablado del riesgo y de la búsqueda para minimizar su posibilidad de ocurrencia, este grado de incertidumbre es medible cuantitativamente mediante medidas estadísticas, es así que, la desviación estándar es la indicada para medir la volatilidad. Se dice que entre dos activos se considerará como más arriesgado aquel que tenga mayor volatilidad (Doldán, 2018).

1.1.7. Rendimiento esperado

Se refiere al porcentaje de ganancia o utilidad que se obtiene respecto a la inversión durante un periodo de tiempo. Generalmente se obtiene un mayor rendimiento cuando el plazo de la inversión se prolonga, un activo financiero que contenga mayor riesgo usualmente tiene un mayor rendimiento implícito (Vasquéz, Dextre, Mejia, & Calapuja, 2017).

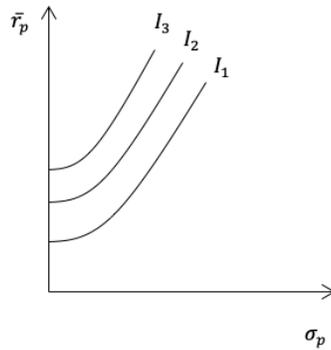
1.1.8. Curvas de indiferencia

“Se entiende por curva de indiferencia aquel conjunto de puntos o combinaciones de rentabilidad y riesgo que representan para el inversionista un mismo nivel de satisfacción” (Matarrita, s.f.), lo que da a entender que, así como existen diferentes inversionistas, existen diferentes tipos de curvas de indiferencia.

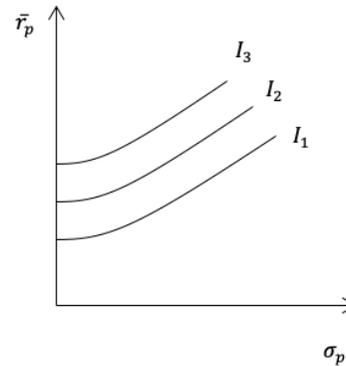
La Gráfica 2 muestra los tres tipos de inversionistas de acuerdo con la clasificación de Alexander, Sharpe & Bailey, los cuales son: altamente aversos al riesgo, moderadamente aversos y poco aversos al riesgo; como se muestra a continuación entre mayor aversión exista más inclinadas son las curvas de indiferencia.

Gráfica 2. Curvas de Indiferencia para cada tipo de inversionista

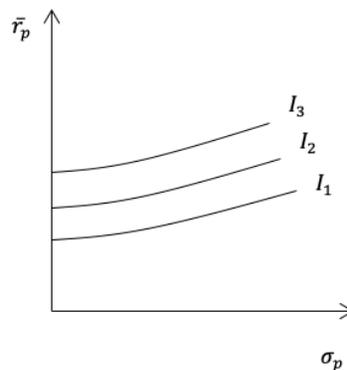
Inversionista altamente averso al riesgo



Inversionista moderadamente averso al riesgo



Inversionista poco averso al riesgo



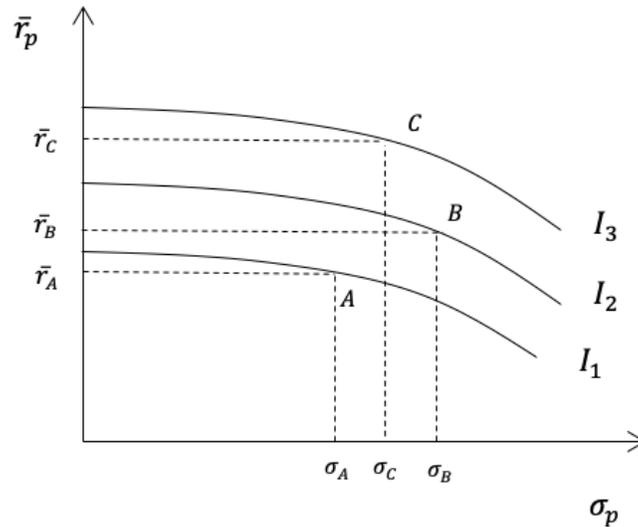
Fuente: Elaboración propia con base en Alexander, Sharpe & Bailey (2003).

En esta gráfica el eje horizontal representa el riesgo medido por la desviación estándar y el eje vertical indica los beneficios medidos por el rendimiento esperado, adicionalmente I_n representa las posibles curvas de indiferencia que cada tipo de inversionista podría poseer.

Aunado a estos tres tipos de aversión, se le suman dos más, los cuales son los inversionistas neutrales al riesgo y adeptos al riesgo; este último se refiere a que cuando el inversionista tenga la posibilidad de tomar una apuesta justa lo hará, esto quiere decir, que, al elegir entre dos carteras con el mismo rendimiento esperado, pero con desviaciones estándar diferentes, el inversionista adepto al riesgo

selecciona la cartera con la desviación estándar más alta. Esta elección sugiere que el inversionista tiene curvas de indiferencia con pendiente negativa como se muestra a continuación:

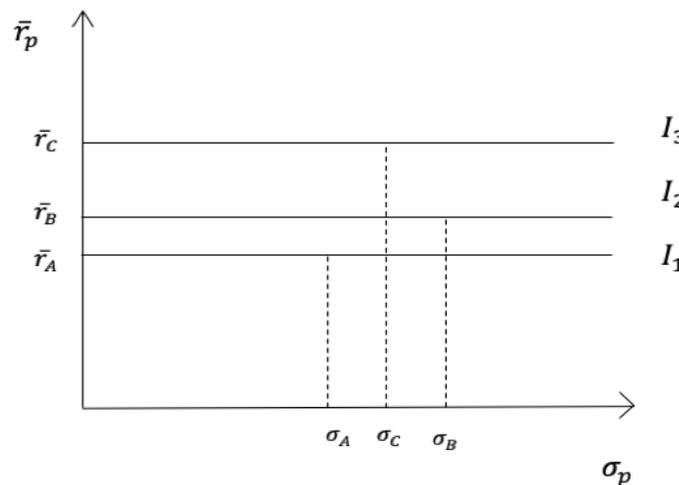
Gráfica 3. Curva de indiferencia para inversionista adepto al riesgo



Fuente: Elaboración propia con base en Alexander, Sharpe & Bailey (2003).

En el caso neutral, para el inversionista el riesgo no es importante para la toma de decisiones, por lo que sus curvas de indiferencia serán líneas horizontales, como se muestra en la siguiente Gráfica 4:

Gráfica 4. Curva de indiferencia para inversionista neutro al riesgo



Fuente: Elaboración propia con base en Alexander, Sharpe & Bailey (2003).

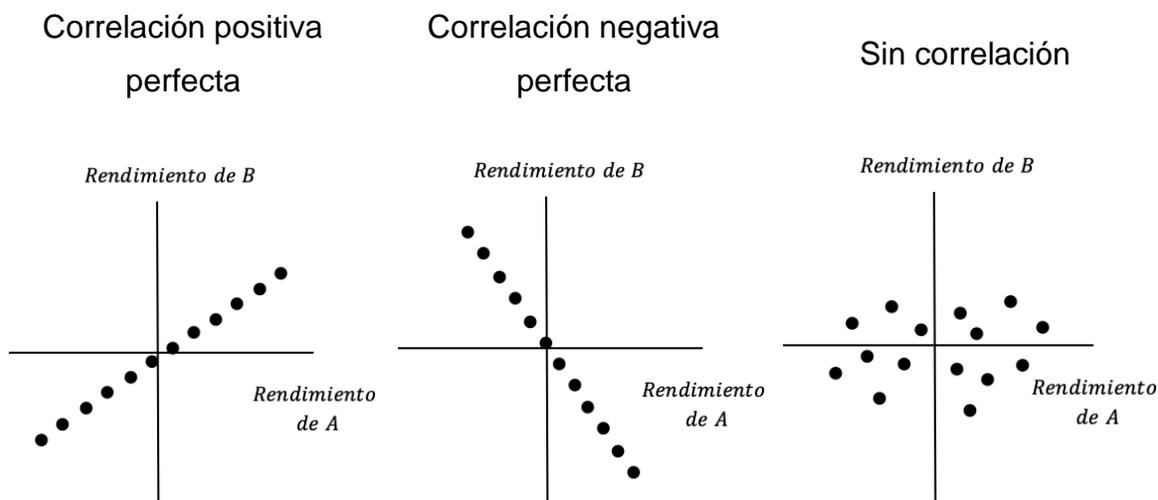
1.1.9. Covarianza y coeficiente de correlación

En la opinión de Doldán, el riesgo de una cartera está afectado por tres componentes: la proporción, la desviación estándar de cada activo, y la covarianza o coeficiente de correlación entre cada par de activos.

La covarianza calcula la relación entre dos variables aleatorias, es decir, muestra a través del signo en qué dirección se mueven las variables, positiva o negativamente, su importancia radica en saber cómo se mueven en conjunto (en este caso los rendimientos de los valores i y j) (Alexander, Sharpe, & Bailey, 2003). Por otro lado, el coeficiente de correlación es de gran utilidad ya que explica la proporción de cambio que hay entre una variable u otra. Ambas medidas están estrechamente relacionadas.

En la Gráfica 5 se presentan diversos diagramas de dispersión de rendimientos de dos valores con su respectiva correlación:

Gráfica 5. Tipos de correlación



Fuente: Elaboración propia con base en Alexander, Sharpe & Bailey (2003).

1.1.10. Matriz covarianza

En palabras de Alexander, Sharpe, & Bailey es importante destacar algunas características de la matriz covarianza:

1. Esta matriz es cuadrada, es decir, el número de columnas es igual al número de filas.
2. Las varianzas de los valores se encuentran en la diagonal de la matriz.
3. La matriz es simétrica, es decir, los elementos de las celdas que están sobre la diagonal también se encuentran en las celdas correspondientes debajo de la misma.

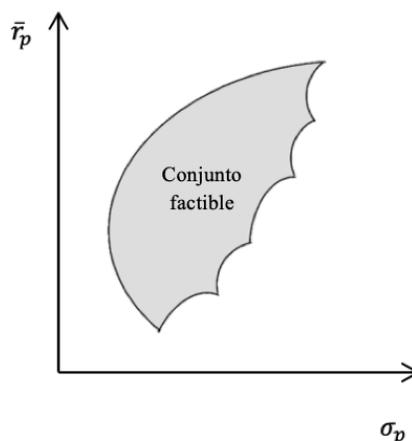
Esta matriz representa toda la variabilidad, por ende, el riesgo de los activos financieros. Doldán afirma que su estimación precisa es fundamental para la determinación de la cartera eficiente, ya que contiene la información de la volatilidad de los activos financieros, así como los comovimientos frente a los mismos, es decir, la relación y dependencia entre los activos financieros.

1.1.11. Frontera eficiente

El enfoque propuesto por Harry Markowitz es un gran aporte en el campo de las finanzas, de acuerdo con dicho economista es importante encontrar un conjunto de portafolios eficientes posibles para su elección.

El conjunto factible representa todas las carteras que se podrían formar de un grupo N de valores, es decir, son todas las carteras que están dentro del mismo. Por lo general este conjunto tendrá la forma de un paraguas similar al que se muestra en la Gráfica 6:

Gráfica 6. Conjunto factible

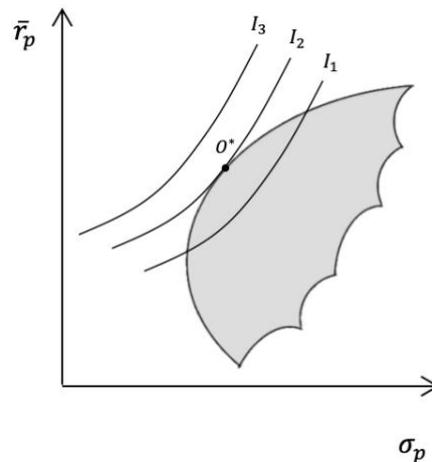


Fuente: Elaboración propia con base en Alexander, Sharpe & Bailey (2003).

De acuerdo con Alexander, Sharpe, & Bailey este conjunto eficiente (o frontera eficiente) consiste en dos condiciones, la primera son aquellas carteras que ofrezcan el máximo rendimiento esperado para niveles variables de riesgo y la segunda son aquellas que ofrezcan un riesgo mínimo de niveles variables de rendimiento esperado. Es importante que se cumplan estas dos condiciones para poder identificar el conjunto eficiente.

Para lograr la selección de una cartera eficiente es necesario tomar en cuenta los rendimientos esperados de los valores, su desviación estándar, así como también el conjunto eficiente; dicha selección se puede visualizar en la Gráfica 7:

Gráfica 7. Cartera eficiente



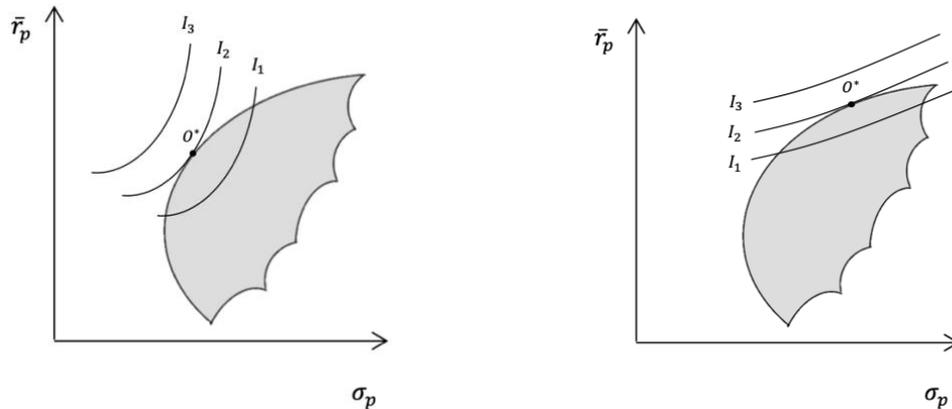
Fuente: Elaboración propia con base en Alexander, Sharpe & Bailey (2003).

Como se menciona anteriormente existen diferentes grados de aversión al riesgo por lo que la gráfica presentada va a variar dependiendo del tipo de inversionista, como se muestra en la Gráfica 8:

Gráfica 8. Selección de una cartera óptima

Inversionista altamente averso al riesgo

Inversionista moderadamente averso al riesgo



Fuente: Elaboración propia con base en Alexander, Sharpe & Bailey (2003).

En resumen, la frontera eficiente contiene todas aquellas combinaciones que ofrecen rendimientos esperados óptimos para niveles variables de riesgo y simultáneamente un riesgo mínimo para niveles variables de rendimiento esperado, es decir, los inversionistas seleccionan sus carteras óptimas que están dentro de este conjunto eficiente.

1.1.12. Diversificación

Uno de los principales aportes de Markowitz es el concepto de diversificación, el cual consiste en invertir en más de un activo, esto con el fin de reducir el nivel de riesgo, sin embargo, debido a diversos factores macroeconómicos que afectan al mercado nunca se llegará a eliminar por completo dicho riesgo, hecho que implica una exposición permanente al riesgo, que no es diversificable (Betancourt, García, & Lozano, 2013).

Markowitz demostró que conforme aumenta el número de instrumentos financieros del portafolio, se incrementa la diversificación y la posibilidad de riesgo disminuye sin afectar el rendimiento esperado; estableciendo un conjunto de instrumentos de inversión que maximizan el rendimiento a un determinado nivel de riesgo (Contreras, 2011).

En la opinión de Guzmán & Cardona existen cuatro modalidades de diversificación:

1. Diversificación a través de diferentes sectores y tipos: Creación de un portafolio que contenga una mezcla de por lo menos tres tipos de activos (acciones, bonos, y títulos de deuda pública).
2. Diversificación dentro de cada clase de activos: Inversión en distintos estilos y tipos de activos.
3. Diversificación a lo largo del tiempo: Los inversionistas tratan de calcular el momento perfecto para invertir en la bolsa, comprando y vendiendo cuando crean que el precio es justo.
4. Diversificación basada en relación riesgo-rentabilidad: La relación que existe entre riesgo y rentabilidad es lo que genera la necesidad de diversificación, entre mayor es la rentabilidad esperada, mayor es el riesgo que el inversionista debe asumir desde el punto de vista financiero.

Dueñas, Prieto, & Sánchez (2017) mencionan que Markowitz demuestra que la diversificación de un portafolio no solo consiste en la composición del número de acciones sino también en la correlación de los rendimientos de las acciones; es por ello la importancia del coeficiente de correlación, ya que, si los activos están fuertemente correlacionados, el portafolio no se ve diversificado.

El objetivo de la diversificación es poder realizar una inversión amplia con variedad de activos o valores para reducir el riesgo de una cartera. El riesgo total de una cartera o su volatilidad disminuye con la diversificación, una cartera formada por valores no perfectamente correlacionados entre sí ofrece un patrón de rentabilidad-riesgo superior al de sus componentes individuales (Guzmán & Cardona, 2010).

1.2. Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM)

El CAPM surgió de Markowitz, quien mostró como crear una Frontera Eficiente y James Tobin, quien en 1958 dijo que un inversor puede mantener activos riesgosos y ser capaz de pedir prestado, comprando acciones en el margen, o prestar, comprando activos libres de riesgo, y si el inversor hace esto, la Frontera Eficiente es una cartera única de activos riesgosos más lo pedido y lo prestado y eso domina a cualquier otra combinación.

William Sharpe²

1.2.1. Antecedentes

Negrete (2019) establece que William Forsyth Sharpe, fue un economista estadounidense premiado con el nobel de economía en el año 1990 gracias a su contribución en la Teoría de la Economía Financiera. En 1961 desarrolló su primera versión del modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM), que, después de tener una entrevista con Harry Markowitz, llega a la idea de que las acciones tienden a moverse en conjunto y que el riesgo va más allá del riesgo específico del título, considerando que existe otro riesgo proveniente de la sensibilidad de la acción del mercado, marcando así la diferencia o complementación de la Teoría de Markowitz y dando paso al esquema principal del Modelo CAPM (Fornero, 2014).

Después del análisis de Sharpe, Perrilla (2008) señala que una inversión puede dividirse en dos partes: la primera fundamentada en la seguridad y el análisis de mercado, y la segunda parte, la selección óptima de portafolios de inversión, para las cuales se involucran distintas herramientas de medición y valoración de las rentabilidades y los riesgos implícitos, acorde al perfil de riesgo del inversionista.

Siguiendo con las palabras de Fornero la idea de Sharpe es usar las estimaciones de la sensibilidad del título y el riesgo específico como medidas de los parámetros de la ecuación, deduciendo que, dado que la diversificación se encarga de minimizar el riesgo del portafolio, la composición del portafolio óptimo depende de que tan sensible sea cada uno de los activos en cuanto a las fluctuaciones del mercado. De

² *Dow Jones Asset Manager* (como se citó en Hernández, M, 2006).

esto concluye que el conjunto de portafolios eficientes será aquel conjunto de portafolios diversificados (Bárcenas, 2016).

1.2.2. Supuestos

Como expresa el autor, Markowitz se convierte en un ejercicio de inversión en una economía normativa³ mientras que Sharpe, a través del CAPM logra adentrarse en una economía positiva presentando un modelo descriptivo de cómo se evalúan los activos y suponiendo que todos los inversionistas procesan y analizan la información de la misma manera, es decir, a través de la homogeneidad se fija una única frontera eficiente generando que sólo exista un portafolio eficiente para todos.

En palabras de Sansores (2008), el objetivo de este modelo es cuantificar e interpretar la relación entre el riesgo y rendimiento, debido a que a través de esta relación lineal se puede establecer el equilibrio de los mercados financieros. Adicionalmente a los supuestos básicos, se añaden los siguientes:

- Existe un periodo único en que los activos se negocian al principio del periodo y producen un rendimiento al final de este.
- Los inversionistas son aversos al riesgo y pretenden maximizar la utilidad.
- Las expectativas de todos los inversionistas en cuanto a rendimiento esperado, volatilidad y correlación entre los activos son las mismas.
- La oferta de los activos financieros está dada.
- Existe la posibilidad de invertir en un activo libre de riesgo⁴ con oferta neta igual a cero.
- El mercado es de competencia perfecta, es decir, ningún inversionista es lo suficientemente importante para influir en los precios de los activos.
- El mercado financiero es informativamente eficiente, esto quiere decir que los precios reflejan toda la información disponible tanto sobre la economía y el mercado bursátil como sobre la empresa particular.

³ Método prescriptivo, en donde se dice a los inversionistas qué deben de hacer y los pasos específicos para lograrlo (Alexander, Sharpe, & Bailey, 2003).

⁴ Activo caracterizado por brindar a la inversión un rendimiento seguro y conocido a un tiempo determinado (Bárcenas, 2016).

En general, los primeros tres supuestos nos muestran como los inversionistas forman los portafolios, los siguientes dos establecen que las decisiones se toman en el mismo tiempo y para el mismo periodo, y los últimos supuestos estandarizan las decisiones a tomar sobre el mercado. De acuerdo con este mismo autor, estos supuestos se fundamentan en los factores del CAPM: Teorema de Separación, Recta del mercado de capitales, y Línea del Mercado de Valores.

1.2.3. Ventajas e inconvenientes

Existen varios autores que señalan las ventajas del modelo CAPM, así como las limitaciones que este presenta. Para el autor De Sousa (2013) las ventajas son:

- Cuenta con una metodología suficientemente exacta para numerosas aplicaciones y cuenta con gran aceptación en la estimación de costos de capital.
- Es un método muy difundido, que puede ser aplicado en diversas situaciones, como la evaluación del impacto del riesgo generado en las acciones de la empresa por un nuevo proyecto; la definición del precio de activos que aún no fueron negociados en el mercado; o la verificación de la razonabilidad del retorno de ciertos activos.

Negrete reconoce que el modelo de Sharpe es un perfeccionamiento del modelo de su predecesor Markowitz, donde admira la ventaja de este:

- El nuevo modelo es más eficiente para el cálculo de rendimientos en carteras numerosas, e incorpora supuestos y premisas que marcan un gran avance en el estudio de las carteras de activos.

Por otro lado, Castillo, Trinidad & Casado (s.f.), mencionan que la principal ventaja es la sencillez y funcionalidad que presenta, empleando la valoración de activos y mercados. Simultáneamente, reconoce los inconvenientes de este mismo modelo, haciendo una crítica a los supuestos anteriormente mencionados:

- El horizonte temporal es solo de un año.
- Todos los inversores se rigen por el criterio de selección media-varianza y que la frontera eficiente es igual entre ellos.

- El mercado es transparente, de competencia perfecta y no existen costes de transacción ni impuestos. Además, los activos son infinitamente divisibles.
- Existencia de un solo activo libre de riesgo, por lo que su rentabilidad esperada es conocida y su varianza es cero.
- Los activos que se tienen en cuenta son todos los que ofrece el mercado y tienen acceso a ellos todos los inversores.

1.2.4. Frontera eficiente y activo libre de riesgo

El CAPM toma como punto de partida la construcción de la frontera eficiente del modelo de Markowitz que, de acuerdo con Castillo, Trinidad & Casado pretende determinar las rentabilidades esperadas de cualquier tipo de título, sumando a su estudio la relación de este con el mercado incorporando el concepto del activo libre de riesgo que permite obtener un rendimiento sobre un activo financiero el cual carece de riesgo.

Grande (2018), afirma que para cada inversor existe una cartera formada por activos con riesgo denominada fondo, que, al combinarla con el activo libre de riesgo, define la frontera eficiente del conjunto de posibilidades de inversión de ese inversor, la única decisión que tiene que tomar éste es la proporción a invertir en el activo libre de riesgo y cual en el fondo formado por activos con riesgo.

Así mismo, menciona que el rendimiento del activo libre de riesgo es una variable cierta, mientras que el rendimiento del fondo es una variable aleatoria, por lo que la correlación entre ambos activos es cero. Es importante mencionar que existen limitaciones en las ideas de diversificación planteadas en la Teoría de Markowitz, dado que, de acuerdo con Sharpe, el portafolio de al ser conformado en su totalidad por acciones (activos con riesgo), no permite la obtención de un rendimiento seguro, que carezca de riesgo. Por lo que, al existir una grande variedad de activos, se opta por la inclusión de un activo libre de riesgo.

1.2.5. Tasa libre de riesgo y cartera de mercado

Comun & Huaman definen a la tasa libre de riesgo como la variable que representa la rentabilidad obtenida al invertir en un activo libre de riesgo y se caracteriza por ser un activo de renta fija con mínima fluctuación en el mercado respaldada por un emisor con gran solvencia. Esta se caracteriza por pertenecer a instrumentos de

inversión gubernamental, que no registran riesgo por incumplimiento, y que el riesgo sistemático de dicha tasa sea igual a cero.

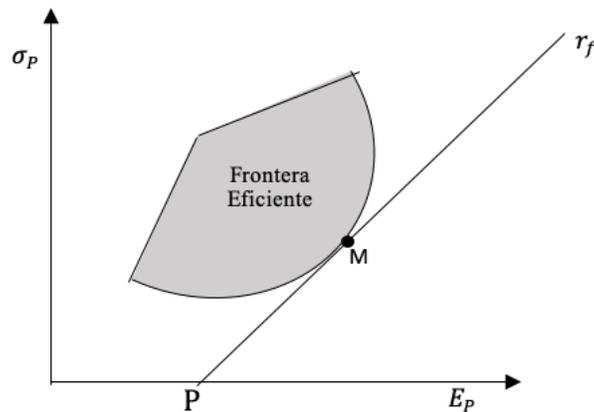
Una vez que se conoce esta tasa, Fernández, M. (2006) a partir de esta definición expone dos términos importantes de este modelo, mostrados en la Gráfica 9. El primer término nace de extender una línea recta que parte de la tasa libre de riesgo (r_f) hasta tocar el punto M , estableciendo una nueva frontera eficiente que domina a todo lo que queda por debajo de esta línea en la frontera eficiente original (de Markowitz). Esta línea recta que parte de la tasa libre de riesgo tangente al punto M se denomina *Capital Market Line* (CML).

El segundo término que expone el autor nace de conocer que la cartera M se ubica en el punto de tangencia, siendo ésta la mejor combinación de cartera y por lo tanto todos los inversores querrán invertir en ella y prestar o solicitar un préstamo⁶ para ubicarse en algún punto de la CML. Este punto deberá incluir a todos los activos riesgosos. Si un activo riesgoso no pertenece a esta cartera, nadie querrá invertir en él, no tendrá demanda y por lo tanto no tendrá valor. Esta cartera que incluye a todos los activos riesgosos se la denomina cartera de mercado.

En conclusión, de acuerdo con esta misma autora, sí un inversor no desea invertir en activos libres de riesgo se ubicará en el punto M . Pero, si está dispuesto a endeudarse o prestar dinero al mismo tipo de interés libre de riesgo (r_f) y colocar el resto en una cartera M de acciones ordinarias, puede obtener cualquier combinación de rentabilidad esperada y riesgo de las que se encuentra sobre la línea recta que une r_f con M .

⁶ De acuerdo con Sharpe en su artículo "*Capital Asset Prices: A Theory of Market, equilibrium under conditions of risk*" menciona que se puede considerar la posibilidad de *préstamo*. Si el inversor puede prestar a la tasa de interés, esto es equivalente a desinvertir en P . El efecto de pedir prestado para comprar más de cualquier inversión con la cantidad inicial de riqueza se puede encontrar simplemente tomando valores negativos en las ecuaciones derivadas para el caso de préstamos. Obviamente, esto dará puntos a lo largo de la extensión de la línea que exista entre P y cualquier plan de inversión. (Siendo P un activo)

Gráfica 9. Tasa libre de riesgo y cartera eficiente



Fuente: Elaboración propia con base en Sharpe (2003).

Adicionalmente, Negrete especifica que la cartera de mercado, además, representa un valor importante en el CAPM debido a que el conjunto eficiente consta de una inversión en dicha cartera, junto con otra cantidad deseada de endeudamiento u otros activos.⁷ En general, esta cartera toma en cuenta el activo libre de riesgo, lo cual hace que solo exista una cartera eficiente compuesta en su totalidad por activos riesgosos dentro de la frontera eficiente de Markowitz.

Sharpe destaca que la cartera eficiente será la que coincida con el punto entre la frontera eficiente y el punto del activo libre de riesgo. Esta cartera domina sobre el resto de las carteras y será la misma para todos los inversores y a su vez representa la situación de equilibrio del mercado (Castillo, Trinidad, & Casado).

En general, los mercados de valores proporcionan una ubicación en donde se pueden comercializar el tiempo y el riesgo, con sus precios determinados por la oferta y demanda; de acuerdo con Alexander, Sharpe & Bailey, la intersección y la pendiente de la CLM se pueden considerar como precio de tiempo y precio de riesgo respectivamente.

⁷ Otros activos pueden ser bonos, acciones preferentes y bienes raíces, sin embargo, muchos se limitan a seleccionar las acciones ordinarias ya que con los demás podrían dar resultados impropios (Alexander, Sharpe, & Bailey, 2003).

1.2.6. Teorema de la separación

Una vez definido y analizado el activo libre de riesgo, la tasa y la cartera de mercado, se puede hablar de una inclusión del término en las inversiones creando así el Teorema de la Separación, el cual, en palabras de Alexander, Sharpe & Bailey, consiste en que todos los inversionistas enfrentan al mismo conjunto eficiente, la única razón de que elijan carteras diferentes son las distintas preferencias hacia el riesgo y rendimiento, lo que genera curvas de indiferencia distintas. Aunque las carteras elegidas son diferentes, cada inversionista debe escoger la misma combinación de valores riesgosos. Como resultado cada inversionista distribuye sus fondos entre los activos riesgosos en las mismas proporciones relativas, agregando el activo libre de riesgo para lograr una combinación personal de riesgo y rendimiento.

Así, existen dos autores que analizan las aportaciones de James Tobin en 1958 sobre este Teorema; el primero es Pascale (2015), menciona que el portafolio de mercado está más allá de las preferencias de los distintos inversores, y desde su perspectiva éste señala que el portafolio de activos riesgosos se realizará con independencia de sus propias actitudes ante el riesgo, la segunda es Fernandez, M. donde aclara como Tobin reduce el teorema a un concepto sobre la división entre inversión y decisión de financiamiento.

En palabras de Castillo, Trinidad & Casado el considerar un activo libre de riesgo en el modelo provoca que el inversor no tenga que invertir todo su presupuesto en activos con riesgo, sino que la cartera se pueda formar por un porcentaje en activos con riesgo y un porcentaje del capital en el activo sin riesgo, siendo este el punto central del Teorema.

1.2.7. Modelo de Sharpe

El CAPM, de acuerdo con Pascale, está basado en que el mercado, siendo el único factor para tomar, afecta los rendimientos de un activo. Esta relación es conocida como Modelo de Mercado y fue expuesta por Sharpe en 1963, llamándole Modelo de un Solo Índice, y por el Profesor Jack Treynor, en manuscritos no publicados en 1961, quien la denominó Recta Característica de un Activo.

En general, Sharpe deduce que el comportamiento de rendimiento de un activo puede ser obtenido de acuerdo con los movimientos del rendimiento que muestra el portafolio. De esta forma, asume que la relación entre los rendimientos de un activo no se encuentra dada en un comportamiento lineal del mismo, sino que está determinada por el comportamiento de un índice representativo del rendimiento del mercado (Bárcenas, 2016).

De esta forma, la aplicación del modelo de Sharpe se obtiene de realizar una regresión lineal mediante el procedimiento de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Donde la variable dependiente es el incremento del rendimiento diario de la acción en el precio de la misma y como variable independiente el incremento diario observado por el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) (Yerene, 2013). En consecuencia se obtiene la siguiente ecuación:

$$r_i = \alpha_{it} + \beta_{it}r_{mt} + \varepsilon_t$$

r_i = rendimiento del valor i para algún periodo dado

r_{mt} = rendimiento del índice de mercado para el mismo periodo

α_{it} = término de intersección

β_{it} = término de pendiente

ε_t = error aleatorio

1.2.8. Coeficiente Beta

El coeficiente de Beta, es considerado como un índice de riesgo debido a las condiciones generales del mercado que no pueden ser eliminadas con la diversificación, Pascale afirma que este parámetro indica la sensibilidad del mercado e indica el nivel de volatilidad al que está expuesto el rendimiento del activo dentro de este.

1.2.9. Índice de Sharpe

Una vez expuesto este marco teórico, según Gomero (2014), es conveniente hablar sobre el Índice de Sharpe, ya que, al formarse dos carteras, se tiene que elegir aquella que posee mayor índice. Para lograrlo se busca formar la cartera con activos que estén altamente correlacionados, obteniendo una menor desviación, aumentando el rendimiento.

O de otra forma, se podrían adquirir activos que le generen una elevada prima por riesgo y a la vez, una baja desviación típica. Con esta estrategia de estructuración de carteras se estaría obteniendo una rentabilidad que aseguraría la ganancia esperada para el inversionista.

En resumen, en palabras de Valderrama (2014), se define al Índice de Sharpe como la relación que existe entre el beneficio adicional de un fondo de inversión, medido como la diferencia entre la rentabilidad del fondo y la rentabilidad de un activo sin riesgo, y su volatilidad, medida como su desviación típica.

1.3. El Proceso Jerárquico Analítico, de Thomas L. Saaty

El ser humano es naturalmente un tomador de decisiones. Todo lo que hace, ya sea consiente o no, es el resultado de una elección. Decidir es uno de los temas que ha tenido mayor presencia en la humanidad, ya que se ha alojado en aspectos económicos, sociológicos, filosóficos, etc., y es el que refleja el conocimiento, procedimiento y el grado de libertad del ser humano (Castillejo, 2001).

De acuerdo con García (1996) se dice que existe un problema de decisión cuando un grupo o un individuo se enfrenta a un conjunto de alternativas, excluyentes entre sí, posibles y válidas para la obtención de un determinado fin, sin ser evidente cuál de ellas satisface sus necesidades, es decir, que acción es la óptima para elegir.

Expresado con palabras de Castillejo, este tipo de problemas de decisión se ha convertido en algo matemático, debido a la existencia de los problemas altamente complejos, como lo es la toma de decisiones de inversión; a los cuales se le caracteriza por la incertidumbre, la existencia de múltiples escenarios, criterios, y, en especial, la necesidad de incorporar la visión de los diferentes participantes en la resolución del problema, lo cual obliga a plantear aproximaciones metodológicas más abiertas, flexibles, realistas y efectivas que el enfoque tradicional.

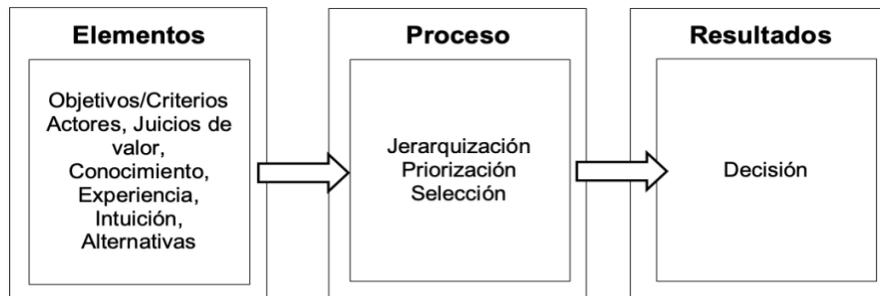
1.3.1. Teoría de la Decisión

La teoría de la decisión aborda el desarrollo de técnicas y métodos apropiados para tomar decisiones. García indica que estas constan de diferentes elementos como son:

- El decisor: Persona o grupo de personas que pretende alcanzar diferentes objetivos.
- Las alternativas o acciones: Formas posibles del decisor para alcanzar los objetivos. Son las variables que están bajo su control.
- Los estados de la naturaleza: Parámetros que definen una situación. Dichas variables están fuera del control del decisor.
- Las consecuencias: Resultados que siguen después de la elección de una alternativa en concreto.

Para que exista un problema de decisión se debe dar la existencia de un estado de ambigüedad que está caracterizado por un conjunto de posibles acciones a elegir. El proceso de decisión, mediante el cual se resuelve este estado, requiere establecer la preferencia entre las alternativas, creando así una estructura de preferencias que refleja el orden de las alternativas de acuerdo con el nivel de satisfacción alcanzado por el decisor en cada una de ellas (García, 1996).

Figura 3. Problema de decisión



Fuente: Elaboración propia con base en Pacheco & Contreras (2008).

Este tipo de problemas se pueden clasificar considerando, el número de decisores, el número de decisiones, el ambiente en que este se desarrolle y, en los que el presente trabajo se enfoca, el número de criterios.

1.3.2. Programación Multiobjetivo o Multicriterio

La programación matemática clásica es incapaz de dar respuesta a los planteamientos donde se busca optimizar más de un objetivo, pues está concebida para optimizar una función de uno solo. Sin duda, al trabajar con funciones de un solo objetivo se constituye una rigidez al momento de aplicar la programación a los

problemas de la vida real, en los que la optimización se desea realizar entre varios objetivos que constantemente resultan contradictorios entre sí (Romero, 1981).

La modelización multicriterio abarca un conjunto de técnicas y métodos capaces de tomar en consideración a un conjunto de preferencias que ayudan a la toma de decisiones en cualquier área de investigación (Montesino, 2012).

Estas técnicas, de acuerdo con Pacheco & Contreras, deben seguir una serie de pasos para poder aplicarse correctamente:

- 1) Definir los criterios y sus respectivas restricciones.
- 2) Definir si son variables discretas o continuas.
- 3) Modelar las preferencias.

Esencialmente, la programación multicriterio es una optimización con varias funciones objetivo simultáneas. De acuerdo con Montesino existen diferentes formas de dividir los métodos para la resolución de este tipo de programación, como son:

- Métodos compensatorios.
- Métodos no compensatorios.
- Métodos de determinación de los pesos.

Para los dos primeros métodos se tiene una similitud, ya que se analizan las ventajas y desventajas de los factores, atributos o criterios a evaluar, siendo el compensatorio aquel que después del análisis ofrece una mayor satisfacción al decidir intercambiar los factores. Por el otro lado, el no compensatorio, no ofrece una mejoría o no es posible el intercambio sobre la decisión.

En el método de determinación de pesos se evalúan diferentes métodos, de los cuales se hace un enfoque más preciso sobre los métodos subjetivos, ya que estos incluyen la experiencia del decisor. La hipótesis de éstos es una combinación de imaginación y percepción, susceptible de error y siempre sujeto a revisión. Dentro de este tipo de métodos se encuentra el Proceso Jerárquico Analítico, AHP por sus siglas en inglés (*Analytic Hierarchy Process*), el cual es el método utilizado en el presente trabajo.

1.3.3. Método AHP

Fue desarrollado por el profesor Thomas Saaty en 1980, el cual permite estructurar un problema de decisión de manera jerárquica, reduciendo su complejidad y mostrando la relación entre los criterios y las posibles alternativas. Quizá, la mayor ventaja de esta metodología es la inclusión de elementos intangibles como lo son la experiencia, preferencias subjetivas e intuición, de una manera lógica y estructurada (Mu & Pereyra, 2017).

Este método matemático puede considerarse una técnica, la cual permite la resolución de problemas multicriterio, multiactores y multientorno, incorporando al modelo el subjetivismo y la incertidumbre inherente a la toma de decisiones (Osorio, Herrera & Vinasco, 2008).

El modelo consta de una construcción simple, la primer ventaja es que es adaptable a las decisiones individuales y en grupo; la segunda, está orientada a la búsqueda de unificación de pensamientos, valores e intuiciones al momento de tomar una decisión y finalmente no requiere una especialización en el tema deseado (Castillejo, 2001).

De acuerdo con Saaty (2008) para realizar una decisión de una manera organizada, con el método AHP, es necesario plantear el problema de la siguiente manera:

- 1) Definir el problema y determinar la meta.
- 2) Estructurar la jerarquía desde arriba, siendo lo primero el objetivo del decisor, hacia un nivel intermedio, los criterios desde donde se va a abordar el problema, hasta un nivel más bajo que usualmente contiene la lista de las alternativas.
- 3) Construir matrices de comparación, tamaño $n \times n$, donde cada elemento a un mayor nivel es usado para comparar todos los elementos posteriores; se pregunta con qué importancia se prefiere un atributo que otro. En dichas matrices se utilizan las preferencias de los actores entre los elementos.

- 4) Utilizar los eigenvectores⁸ de las matrices para ponderar los pesos de todos los elementos hasta terminar con las prioridades de todas las alternativas.

Aunado a los puntos anteriores, Kamal (1999) añade dos etapas, donde, con el eigenvalor⁹ se determina el índice de consistencia para las matrices de comparación.

Una vez construido el modelo jerárquico, como indica Saaty en el paso dos y tres, el decisor realiza evaluaciones subjetivas con respecto a la importancia de cada uno de los criterios, e indica la preferencia de comparación al realizar las matrices pareadas entre los subcriterios con respecto al nivel superior (Rivitti, Sánchez, Milanesi, & Brufman, 2015).

Estas matrices cuadradas $A = (a_{ij})$ reflejan la preferencia relativa de un elemento frente a otro respecto a un atributo o propiedad que estos tienen en común. En particular a_{ij} representa la dominación de la alternativa i sobre la j (Castillejo, 2001). Para realizar dichas comparaciones, es necesario utilizar una escala numérica que indique cuantas veces es más importante o dominante un elemento sobre otro, utilizando la escala numérica propuesta por Saaty (1990):

⁸ La raíz eigen proviene del alemán que significa “propio”, por lo que eigenvectores también recibe el nombre de vectores propios o vectores característicos (Rico, s.f.).

⁹ También recibe el nombre de valor propio o valor característico (Rico, s.f.).

Tabla 1. Escala fundamental de los valores absolutos

| <i>Nivel de importancia</i> | <i>Definición</i> | <i>Explicación</i> |
|-----------------------------|--|--|
| 1 | Igual importancia | Dos elementos contribuyen de igual medida al objetivo |
| 3 | Moderadamente más importante | La experiencia y el juicio favorecen levemente a un elemento sobre el otro |
| 5 | Esencial o fuerte importancia | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un elemento sobre otro |
| 7 | Muy fuertemente importante | Un elemento es mucho más favorecido que el otro. |
| 9 | Extrema Importancia | Preferencia clara y absoluta de un criterio sobre otro. |
| 2,4,6,8 | Valores intermedios entre los anteriores | |

Fuente: Elaboración propia con base en Saaty (1990).

De acuerdo con Osorio, Herrera, y Vinasco, una vez que se definen los criterios y se realizan las comparaciones de estos, las matrices son normalizadas, es decir, se divide cada término de la matriz sobre la suma de sus columnas. Con esta matriz se obtiene el eigenvector, también conocido como el vector de prioridad del criterio al promediar los valores de las filas. La normalización surge de la necesidad de ajustar los valores medidos en diferentes escalas para unificar las unidades de medidas y así poder compararlos entre sí.

Cada uno de los vectores de prioridad obtenidos para los criterios forman una matriz de preferencia, la cual debe multiplicarse matricialmente con el vector obtenido al realizar la comparación entre los criterios. Este resultado muestra el vector de prioridad de las alternativas, el cual conforma un porcentaje de preferencia para cada uno de los criterios (Osorio, Herrera, & Vinasco, 2008).

Finalmente, como expresa el autor antes mencionado para el análisis debe calcularse el coeficiente de consistencia, el cual valida que los juicios del decisor no contengan errores entre ellos, es decir, que no se hayan producido contradicciones en los mismos. Para evaluar dicho coeficiente, se calcula la Razón de Consistencia (*RC*), el cual es el cociente entre el Índice de Consistencia (*IC*) y el Índice de Consistencia Aleatorio (*ICA*):

$$RC = \frac{IC}{ICA_n}$$

Donde:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Donde:

λ_{max} = *eigenvalor*

n = *número de criterios*

El *ICA* es obtenido al simular los juicios para las matrices recíprocas en orden, los cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Índice de consistencia aleatorio (ICA)

| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ICA | 0.525 | 0.882 | 1.115 | 1.252 | 1.341 | 1.404 | 1.452 | 1.484 | 1.513 | 1.535 | 1.555 | 1.570 | 1.583 | 1.595 |

Fuente: Elaboración propia con base en Moreno, Altuzarra, & Escobar (s.f).

El valor de este coeficiente inferior a 0.10 es considerado aceptable. Si el resultado de estos es mayor, las opiniones y los juicios deben ser reevaluados (Osorio, Herrera, & Vinasco, 2008).

Desde el punto de vista de Moreno, este índice se puede relacionar con el uso del método de mínimos cuadrados logarítmicos debido a que el vector de prioridades se obtiene a través del uso de la media geométrica por filas.

1.3.4. Ventajas de la metodología y desventajas del AHP

En palabras de Pacheco & Contreras esta metodología es una herramienta que apoya a la toma de decisiones y permite:

- Definir el problema que se desea resolver.
- Identificar los criterios discriminantes.
- Trabajar con un equipo multidisciplinario.
- Estructurar criterios y subcriterios en una jerarquía.
- Determinar la importancia de cada objetivo y sintetizar toda la información para la toma de una mejor decisión.
- Llegar a un resultado en consenso.

De acuerdo con Moreno, Altuzarra, & Escobar uno de los puntos débiles que presenta esta metodología es la dificultad que presenta cuando se trabaja en problemas de gran tamaño, debido a que, cuando los problemas presentan un número elevado de niveles de la jerarquía (arriba de cuatro), el número de comparaciones pareadas que deben efectuarse para incorporar las preferencias de los decisores es muy elevado y hace tedioso el proceso de resolución.

1.3.5. Áreas de aplicación del AHP

Al ser un proceso multicriterio de aspecto cualitativo y cuantitativo, el AHP tiene una gran cantidad de aplicaciones en diferentes ámbitos, en la Tabla 3, que se presenta a continuación, se muestran las áreas donde este método se ha aplicado, junto con sus respectivos autores.

Tabla 3. Aplicaciones de AHP en diferentes ramos

| Año | Autor | Área de aplicación | Título del artículo |
|------|--------------------------|--------------------|---|
| 1986 | Brad J. F. | Manufactura | A multi-objective methodology for selecting sub-system automation options |
| 1994 | Ceha R., Hiroshi Ohta | Política | The evaluation of air transportation |
| 1995 | Ahire S. L., Rama D. S. | Social | Selection of TQM pilot projects using an MCDM approach |
| 1997 | Cheng C H | Social | Evaluating naval tactical missile system by fuzzy AHP based on grade value of membership function |
| 2001 | Al Harbi K. M. AL-S | Personal | Application of AHP in project management |
| 2001 | Byun Dae Ho | Personal | AHP approach for selecting an automobile purchase model, Information and Management |
| 2001 | Tam M C Y Tummala VMR | Educación | An action learning evaluation procedure for multiple criteria decision making problems |
| 2002 | Al Khalil M. I. | Social | Selecting the appropriate project delivery method using AHP |
| 2002 | Lai V, Wong B K Cheung W | Ingeniería | Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in the software selection |
| 2003 | Bahurmoz A. M. A. | Educación | The analytic hierarchy process at DarAl-Hekma, Saudi |
| 2003 | Ferraru P | Política | A method for choosing from among alternative transportation projects |
| 2015 | Escobar J. W. | Finanzas | Metodología para la toma de decisiones de inversión en portafolio de acciones utilizando la técnica multicriterio AHP |

Fuente: Elaboración propia con base en Vaidya & Kumar (2006).

Capítulo II. Sistema Financiero Mexicano

2.1. Definición del Sistema Financiero Mexicano.

La definición más acertada del Sistema Financiero Mexicano (SMF), de acuerdo con Hernández E. (1988) es:

El conjunto de instituciones, operaciones y regulaciones financieras que se involucran en el proceso de captura, administración, regulación y dirección de recursos financieros que se negocian entre los agentes económicos (intermediarios y mercados) dentro del marco de legislación correspondiente, de tal forma que se aliente el sano desarrollo de la economía y la protección de los intereses del público en general (p.1).

Dicho lo anterior, según Yerene, el SFM tiene como objetivo principal intermediar recursos financieros, es decir, captar recursos de las entidades y/o personas con dinero además de canalizarlos con aquellos que buscan financiamiento, promoviendo un ambiente económico activo y seguro para los clientes, siendo estos definidos como las personas u organizaciones que realizan transacciones con cualquiera de las Instituciones financieras.

De acuerdo con Monroy (2005), se entiende por entidades del sector financiero o Instituciones financieras a: las sociedades controladoras de grupos financieros, instituciones de crédito, casas de bolsa, especialistas bursátiles, sociedades operadoras de sociedades de inversión, empresas de factoraje financiero, instituciones calificadoras de valores, así como otras instituciones y fideicomisos públicos que realicen actividades financieras y respecto a los cuales la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) ejerza facultades de supervisión.

2.1.1. Antecedentes del Sistema Financiero Mexicano

Una vez conociendo qué es el SFM, se logra identificar la importancia del mismo en el México actual, sin embargo, es imprescindible saber cómo se constituyó y qué factores influyeron para su desarrollo hasta el día de hoy. La evolución que ha tenido en los últimos 55 años ha estado determinada por dos elementos, el entorno macroeconómico y las disposiciones legales que han regulado la operación financiera del país.

Katz (1990) habla del inicio del sistema financiero con la creación del Banco de México (Banxico) en 1925, sin embargo, en ese tiempo existían únicamente 14 entidades aprobadas por este, limitando la emisión de billetes a través de este mecanismo. En 1931, ante la depresión Mundial, las cuentas externas de México se deterioraron causando una pérdida de oro y actividad económica en general, debido a este suceso se promulgó con la Ley Calles, la cual tenía el propósito de desmonetizar el oro y prohibir el uso de metales para contratos comerciales, consecuencia de esta ley, la economía mexicana sufrió destrozos y se fue a la baja. Dentro de la información proporcionada por el autor, se habla sobre la propuesta de una nueva Ley Monetaria, siendo esta la Ley Constitutiva del Banco de México, la cual prohibía a Banxico realizar operaciones directamente con el público. Adicional a esta, se creó la Ley de Instituciones Generales de Crédito, en donde se permitía a cualquier banco realizar todo tipo de operaciones que realizaba en su momento el Banco Central, siempre y cuando se respetaran las operaciones pasivas y activas en función de sus plazos. Gracias a estas leyes, aumentaron de 14 entidades aprobadas a 62.

Asimismo afirma que la economía se recuperó y posteriormente hubo un suceso que dejaría marcado el inicio del SFM, y fue en mayo de 1933, cuando el gobierno de Estados Unidos aceptó que la deuda contraída por los diferentes países europeos durante la Primera Guerra Mundial se liquidara con pagos en plata, creando una mayor demanda por parte de Estados Unidos y devaluando el peso frente al dólar, ante esto se tuvo que reformar la ley que regía el funcionamiento de Banxico creando así la Ley Orgánica del Banco de México, donde destacaban tres puntos: la relación entre Banxico y las instituciones bancarias, la relación entre Banxico y el gobierno federal, y lo respectivo a la emisión de dinero.

Después de la creación de estas leyes y hasta 1976, el SFM no tuvo variantes en su estructura, fue hasta 1982, en el sexenio de López Portillo, cuando se decretó la nacionalización de la banca, de acuerdo con Murrieta, Cruz & Solano (2011) el objetivo fue forzar el ahorro, canalizar los recursos a las actividades prioritarias para la nación, promover la participación de la banca mexicana en los mercados internacionales, que provocó que Banxico dejara de ser Sociedad Anónima.

A partir de 1976 y hasta 1991, no hubo cambios significativos en el SFM, en este último año, los autores afirman que se legalizaron las Sociedades de Ahorro y Préstamo (Cajas de ahorro) y se inició el proceso de reprivatización de la banca, mismo que culminó en 1992. Logrando formar el SFM como lo conocemos hoy en día.

2.1.2. Estructura del Sistema Financiero Mexicano

Como señala Hernández E. y complementado con el diagrama del Gobierno de México, el SFM se estructura de la siguiente manera:

Instituciones Reguladoras:

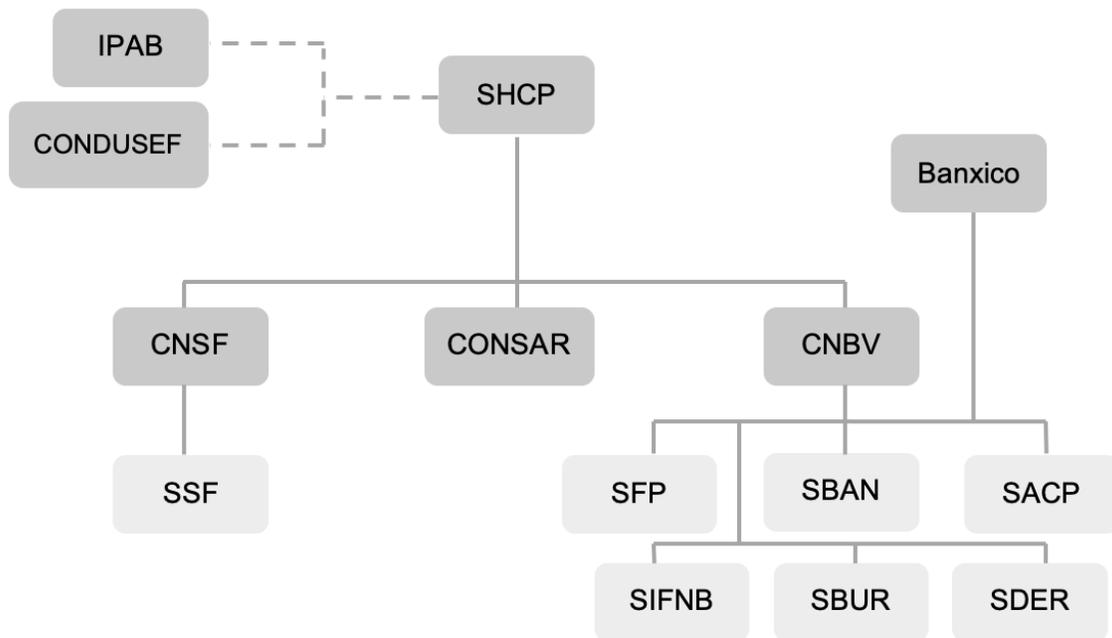
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).
- Banxico.
- Comisión para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF).
- Instituto de Protección al Ahorro Bancario (IPAB).
- CNBV.
- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF).
- Comisión Nacional de Sistemas de Ahorro para el Retiro (CONSAR).

Instituciones Operativas:

- Fondos y Fideicomisos Públicos (SFP).
- Sector Bancario (SBAN).
- Sector de Ahorro y Crédito Popular (SACP).
- Sector de Intermediarios Financieros no Bancarios (SIFNB).
- Sector Bursátil (SBUR).
- Sector de Derivados (SDER).
- Sector de Seguros y Fianzas (SSF).

El ordenamiento de estas Instituciones está enfocado a brindar un mejor servicio con mejores esquemas de vigilancia, y se representa en la siguiente Figura:

Figura 4. Estructura del Sistema Financiero Mexicano



Fuente: Elaboración propia con base en SHCP.

----- Organismos descentralizados coordinados por la SHCP.

■ Instituciones reguladoras.

□ Instituciones operativas.

Dentro de esta clasificación, la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (2017) sostiene la existencia de organismos centralizados y descentralizados, para esto es importante mencionar las diferencias entre ambos para comprender las funciones de cada uno en su totalidad.

- Organismos Centralizados

Como primera característica es la carencia de personalidad jurídica propia y representan al titular del Poder Ejecutivo, además dependen jerárquica y administrativamente del titular del mismo Poder. La segunda habla sobre los titulares de las dependencias e indica que son nombrados y removidos libremente por el propio presidente, por consecuencia, actúan exclusivamente por facultades delegadas por el mismo. Como última, menciona que estos organismos carecen de patrimonio propio y sus recursos se derivan exclusivamente de las asignaciones

establecidas en el presupuesto de egresos de la federación, sin que puedan ejercer otros recursos.

- Organismos descentralizados

Tienen como propósito dar atención a los asuntos de su competencia y dentro del ámbito territorial que se determine en cada caso; a diferencia de los centralizados, están subordinados al titular de la dependencia correspondiente, y tienen facultades específicas para resolver sobre la materia. Se caracterizan por tener autonomía administrativa, pero sin responsabilidad jurídica ni patrimonio propios. Los recursos que ejercen forman parte del gasto de la dependencia que los coordina sectorialmente.

- SHCP

Hernández E. denomina a esta secretaría como la dependencia gubernamental centralizada con máxima autoridad del SFM. Además, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2020), describe como misión el proponer, dirigir y controlar la política del Gobierno Federal en materia financiera, fiscal, de gasto, de ingresos y deuda pública.

Como afirma Osorio (2003), la SHCP tiene una función orientada a la obtención de recursos monetarios para el financiamiento del desarrollo del país, a través de la recaudación de impuestos, derechos, productos y aprovechamientos con el propósito de consolidar un país con crecimiento económico de calidad, equitativo, incluyente y sostenido, que fortalezca el bienestar de las y los mexicanos.

- Banxico

Este organismo es de carácter público descentralizado; Banxico (2020) señala que no puede ser obligado a prestarle dinero al Gobierno, además de tener independencia presupuestal y de gestión, él mismo determina sus políticas e instrumentos para alcanzar su objetivo prioritario de mantener la estabilidad de precios, así como para realizar sus otras funciones.

Adicionalmente, menciona que juega un papel fundamental en el SFM, ya que es el Banco Central del país y es el encargado de la operación y colocación de los valores

del gobierno mexicano, además de conducir la política monetaria en los mercados financieros.

En general, Osorio plantea que las principales funciones del banco son: regular la emisión y circulación de moneda y crédito, fijar tipos de cambio, operar como banco de reserva, revisar las resoluciones de la CNBV relacionadas con los puntos anteriores, además de actuar como agente financiero en operaciones de crédito, y representar al Gobierno en el Fondo Monetario Internacional (FMI) y en todo organismo multinacional que agrupe a bancos centrales.

- CONDUSEF

De acuerdo con Murrieta, Cruz & Solano la CONDUSEF es un órgano descentralizado coordinado por la SHCP, con autonomía técnica y facultades ejecutivas en los términos de la propia Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores¹⁰ (LCNBV). Además, estos autores, mencionan que esta comisión tiene por objeto supervisar y regular a las entidades financieras, procurando la protección de los intereses del público.

La misión de este organismo es empoderar a los usuarios de los servicios financieros, a través de la educación e inclusión financiera, así como potencializar los mecanismos de protección y defensa a los mismos en sus relaciones con las Instituciones Financieras, generando condiciones de bienestar al usuario que permitan equidad sustantiva (CONDUSEF, 2020).

- IPAB

Al igual que la CONDUSEF, el IPAB es un organismo descentralizado que es coordinado por la SChP, que tiene como misión principal garantizar los depósitos bancarios, principalmente de los pequeños y medianos ahorradores, y resolver problemas de solvencia de cualquier banco, priorizando que sea al menor costo posible y contribuyendo a la estabilidad del sistema bancario y a la salvaguarda del sistema nacional de pagos. (IPAB, 2020)

¹⁰ Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de abril de 1995, durante el sexenio del presidente electo en ese tiempo, Ernesto Zedillo Ponce de León (CNBV, 2020).

Esta institución, se declara perteneciente al Gobierno Federal, ya que es la encargada de administrar el Seguro de Depósitos Bancarios¹¹ en beneficio y protección de los ahorradores, complementando su función con la CONSEF al priorizar la seguridad de los usuarios.

- CNBV

La CNBV, se define a sí misma como un órgano desconcentrado de la SHCP, la cual está encargada de la regulación, supervisión y sanción sobre las entidades integrantes del sistema financiero en México, así como de las personas físicas y morales que realicen actividades previstas en las leyes relativas al mismo. La Comisión se rige por la CNBV y tiene como objetivo procurar la estabilidad y correcto funcionamiento del sistema, en protección a los intereses del público.

- CNSF

Esta comisión es un organismo descentralizado de la SHCP, la CNSF (2020) expresa que, las funciones principales de esta son: supervisar que la operación de los sectores asegurador y afianzador se apegue al marco normativo, además de lograr preservar la solvencia y estabilidad financiera de las instituciones de Seguros y Fianzas, también se encarga de promover el sano desarrollo de estos sectores con el propósito de extender los servicios a la mayor población posible.

Con base en el diagrama presentado por el Gobierno de México (Anexo 1), la CNSF únicamente está constituida por una sola institución operativa, a diferencia de la CNBV conformada por 6 instituciones, siendo esta el Sector de Seguros y Fianzas, formada por Instituciones de Seguros de Vida, Instituciones de Seguros de Accidentes y Enfermedades, Instituciones de Fianzas, entre otras.

- CONSAR

Hernández E. indica que la función de la CONSAR es regular todo lo relacionado a las operaciones de Sistemas de Ahorro para el Retiro (SAR), como la recepción,

¹¹ Tiene como característica garantizar hasta por 400 mil UDIs los depósitos bancarios de las personas físicas o morales. El IPAB protege los depósitos a la vista, depósitos en cuentas de ahorro, depósitos a plazo o retirables con previo aviso, depósitos retirables en días preestablecidos y depósitos en cuenta corriente asociados a tarjetas de débito (IPAB, 2020).

depósitos, transmisión, administración de cuotas y aportaciones así como el manejo e intercambio de información entre las dependencias y entidades de Administración Pública Federal.

Además de lo anterior, la CONSAR (2020) afirma que el SAR está constituido por las cuentas individuales a nombre de los trabajadores que manejan las AFORE. Al decir que CONSAR regula a las AFORE se refiere al establecimiento de reglas para que el SAR funcione adecuadamente, además de vigilar que se resguarden de manera correcta los recursos de los trabajadores. A grandes rasgos, esta Comisión se encarga del sano desarrollo económico de los trabajadores mexicanos.

2.1.3. SBUR

Como se menciona con anterioridad, el SBUR pertenece a las instituciones operativas del SFM, que, a pesar de que existen otras seis más dentro de la CNBV, para fines prácticos de esta Tesis se describirán ciertas características y componentes del mismo.

El crecimiento económico de un país, según la CNBV (2016), depende de la acumulación del capital físico y humano, resaltando que para lograrlo debe existir eficiencia y eficacia en la intermediación financiera para la captación y canalización de proyectos. Menciona también que existen dos pilares fundamentales para realizar dicho proceso: el crédito bancario y el mercado de valores.

Santillán (2007) define al SBUR como: el conjunto de organizaciones, tanto públicas como privadas, a través de las cuales se regulan y llevan a cabo actividades financieras mediante títulos-valor que son negociadas en la BMV, de acuerdo a lo dispuesto por la Ley del Mercado de Valores (LMV)¹².

Las operaciones que se llevan a cabo en este Sector constan de dos participantes, según Santillán, el primero conocido como Oferente, el cual obtiene un rendimiento, y el segundo siendo el Demandante, el cual paga un costo financiero por cualquier título-valor. Los dos participantes se contactan a través de cualquier intermediario

¹² Nueva Ley Publicada en el diario de la Federación el 30 de diciembre de 2005, durante el sexenio de Vicente Fox Quesada.

financiero, como Casas y agentes de Bolsa, la BMV, entre otros mencionados con anterioridad.

El Sector se compone de tres elementos principales: la BMV, Casa de Bolsa e INDEVAL, los cuales serán revisados específicamente a lo largo del apartado.

La BMV, se define como el conjunto de empresas que ofrece servicios para facilitar la operación del mercado de valores y derivados en México. La BMV opera productos derivados, una empresa de carretaje de valores y derivados *Over The Counter* (OTC), el depósito central de valores en México, una cámara de compensación de valores y derivados, así como una empresa de valuación de precios y servicios de administración de riesgos (BMV, 2015).

Esta institución declara que, en resumen “[...es el foro en el que se llevan a cabo las operaciones del mercado de valores organizado en México, siendo su objeto el facilitar las transacciones con valores y procurar el desarrollo del mercado, fomentar su expansión y competitividad]”.

Entre los años 1880-1900, se conformaron grupos de accionistas y emisores que se reunían en diferentes lugares de la ciudad. Gracias a estas reuniones, el 31 de octubre de 1894 se fundó la Bolsa Nacional, y el 14 de junio de 1895 se fundó una Sociedad bajo el nombre de Bolsa de México, al ver que sus objetivos eran los mismos se fusionaron y se fundó la Bolsa de México S.A.; en 1933 se promulgó la Ley Reglamentaria de Bolsas y es así cuando la Bolsa de Valores de México S.A. empieza a ser regulada por la CNBV. Posteriormente en 1975 entra en vigor la LMV, siendo el cambio de denominación a BMV; finalmente, en 1988 fue el inicio del despliegue electrónico de información de Mercado de Capitales y de Dinero, en 2003 se abrió la Bolsa al Mercado Internacional.

Las funciones descritas a continuación están especificadas por la BMV (2015):

Tabla 4. Funciones de la BMV

1.- Prestar los servicios necesarios para la realización de los procesos de emisión, colocación en intercambio de los referidos valores.

2.- Expedir normas que establezcan estándares y esquemas operativos y de conducta que promuevan prácticas justas y equitativas en el mercado de valores, así como vigilar su observancia e imponer medidas disciplinarias y correctivas por su incumplimiento, obligatorias para las casas de bolsa y emisoras con valores inscritos en la Bolsa Mexicana.

3.- Proporcionar, mantener a disposición del público y hacer publicaciones sobre la información relativa a los valores inscritos en la BMV y los listados en el Sistema Internacional de Cotizaciones de la propia Bolsa, sobre sus emisores y las operaciones que en ella se realicen.

4.- Establecer las medidas necesarias para que las operaciones que se realicen en la Bolsa Mexicana por las casas de bolsa se sujeten a las disposiciones que les sean aplicables.

5.- Establecer los locales, instalaciones y mecanismos que faciliten las relaciones y operaciones entre la oferta y demanda de valores, títulos de crédito y demás documentos inscritos en el Registro Nacional de Valores (RNV).

Fuente: Elaboración propia con base en la BMV (2015).

Cuando se habla de las casas de bolsa, la CNBV (2014) describe a estos organismos como “[...*sociedades anónimas dedicadas a la intermediación con valores, lo que comprende el poner en contacto a oferentes y demandantes de valores, así como ofrecer y negociar valores por cuenta propia o de terceros en el mercado primario o secundario*]”. Al igual que la BMV, este organismo requiere de la CNBV para poder operar, ya que este regula la forma y los términos en los que una casa de bolsa puede llevar a cabo sus actividades, tales como, brindar asesorías a las empresas para obtener financiamiento a través de la emisión de títulos, contribuir a dar liquidez a estos y actuar como formador de mercado, además de ofrecer servicios de inversión y actuar como fiduciarios, entre otras.

Para finalizar, en palabras del Conogasi (2018), el INDEVAL es la única empresa en México que está autorizada para operar como depósito de valores en los

términos descritos en la LMV. Entre los servicios más sobresalientes de esta empresa, de acuerdo con el INDEVAL (2018) se encuentran:

- Custodia y administración de valores: Guarda física de los valores, depósito y retiro físico de documentos de las bóvedas, ejercicios de derechos en efectivo, especie y mixtos.
- Operación Nacional: Transferencias electrónicas de valores, de efectivo. Compensaciones de operaciones y entrega contra pago (*DvP*, por sus siglas en inglés) y de operaciones para el Mercado de Dinero.
- Operación Internacional: Liquidación de operaciones de mercados internacionales, administración de derechos patrimoniales de emisiones extranjeras y de impuestos sobre acciones estadounidenses.
- Servicios de información: Asignación de códigos ISIN a emisiones y servicios de emisoras.

2.2. Mercado de Valores

De acuerdo con la CNBV (2016), el mercado de valores juega un papel importante dentro de la economía, ya que es el encargado de canalizar el ahorro, permitiendo que diversas empresas y otras entidades gubernamentales puedan acceder a un financiamiento no bancario a precios competitivos, y de igual manera permite que los inversionistas tengan mayores alternativas para encauzar sus ahorros.

Osorio, define al Mercado de Valores como *“El conjunto de normas y participantes¹³ que tiene como objeto permitir el proceso de emisión, colocación, distribución e intermediación de los valores inscritos en el Registro Nacional de Valores Intermediarios”*.

Por otro lado, Castro (1995), habla sobre la oferta, que está representada por títulos emitidos por el sector público y privado, y la demanda constituida por fondos disponibles para la inversión procedentes de personas físicas o morales que existen en el mercado.

¹³ Los participantes que existen son: emisores, intermediarios, inversionistas y otros agentes económicos. (Osorio, 2003).

El mercado de valores, como menciona Osorio, es importante para el crecimiento y desarrollo de los países, ya que a las empresas se les permite reunir recursos nuevos para inversión, optimizando costos de capital y ampliando opciones de inversión para el público en general, además de dar la opción de diversificar para obtener mayores rendimientos dependiendo del riesgo que cada uno esté dispuesto a asumir.

2.2.1. Funcionamiento general

El funcionamiento del mercado, de acuerdo con Castro, inicia con la emisión de los valores¹⁴ por parte de las empresas, posteriormente se realiza la colocación de estos entre los inversionistas a través de la intermediación autorizada. Por último, se finaliza el proceso con la obtención de las utilidades por parte de los tenedores de títulos.

La CNBV (2016), asegura que para que un mercado de valores se desarrolle y opere de manera estable, requiere de una serie de participantes los cuales se mencionan a continuación:

Emisores: Se describen como las entidades económicas que requieren de financiamiento para la realización de diversos proyectos, algunas de ellas son:

- Empresas industriales, comerciales y de servicios.
- Instituciones Financieras.
- Gobierno Federal.
- Gobiernos Estatales.
- Instituciones u Organismos Gubernamentales.

¹⁴ “El término valores se encuentra definido por la LMV como las acciones, partes sociales, obligaciones, bonos, títulos opcionales, certificados, pagarés, letras de cambio y demás títulos de crédito, nominados o innominados, inscritos o no en el Registro Nacional de Valores (RNV), susceptibles de circular en los mercados de valores, que se emitan en serie o en masa y representen el capital social de una persona moral” (CNBV, 2016).

Sistemas de negociación:

- Bolsas de Valores.
- Empresas que administran sistemas para facilitar operaciones con valores.

Intermediarios del mercado de valores:

- Casas de Bolsa.
- Instituciones de Crédito.
- Sociedades operadoras de sociedades de inversión y administradoras de fondos para el retiro.
- Sociedades distribuidoras de acciones de sociedades de inversión y entidades financieras autorizadas para actuar con el referido carácter de distribuidoras.

Otros participantes del mercado: Todas aquellas instituciones que colaboran al buen funcionamiento y operación del mercado de valores como son:

- Instituciones para el depósito de valores.
- Contraparte Central de Valores.
- Proveedores de Precios.
- Instituciones Calificadoras de Valores.
- Organismos autorregulatorios del mercado de valores.

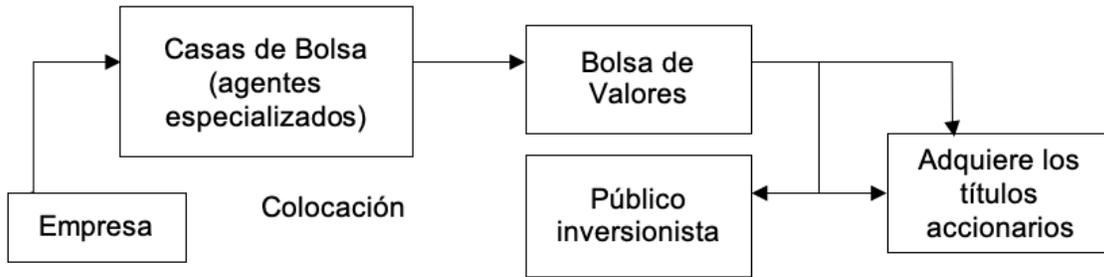
2.2.2. Clasificación de acuerdo con los agentes que intervienen

De acuerdo a los agentes involucrados en la operación de compra-venta de títulos, el Mercado se divide en Mercado Primario y Mercado Secundario:

- Mercado primario:

Las colocaciones de títulos-valor se realizan a través de una oferta pública, en donde dan a conocer explícitamente el entorno financiero de un prospecto o folleto autorizado por la CNBV. En este tipo de mercado intervienen empresas o instituciones emisoras, los Agentes Colocadores y los compradores iniciales de los valores emitidos, con base en lo dicho por Castro.

Figura 5. Esquema de mercado primario

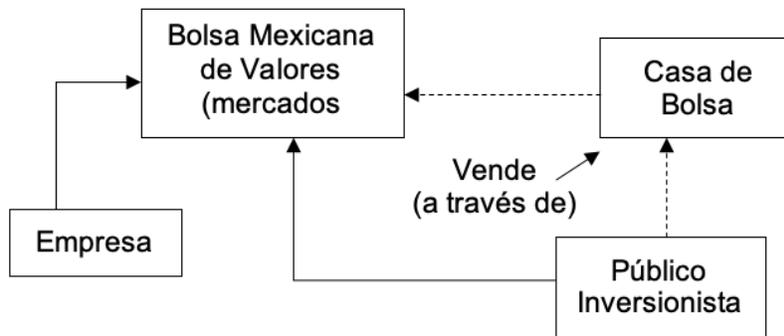


Fuente: Elaboración propia con base en Santillán (2007).

- Mercado secundario:

Castro explica que este tipo de mercado comprende de transacciones en donde los títulos-valor son transferidos de un inversionista a otro, sin que estas operaciones originen un aporte de recursos a las emisoras. Intervienen Agentes Intermediarios autorizados, es decir, casas de bolsa o especialistas bursátiles.

Figura 6. Esquema de mercado primario



Fuente: Elaboración propia con base en Santillán (2007).

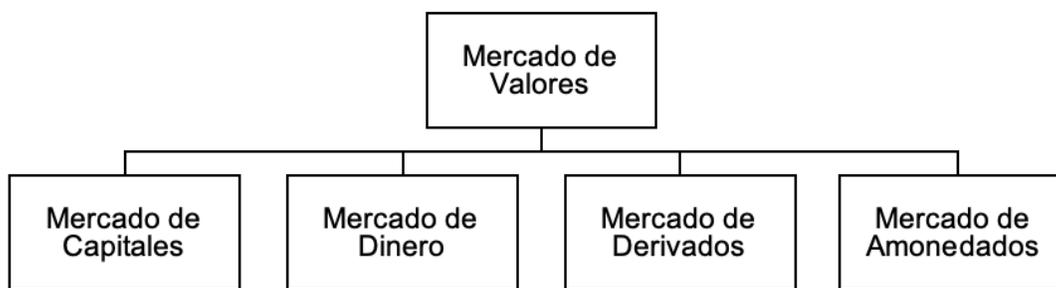
2.2.3. Regulación

La intermediación bursátil se encuentra regulada por la LMV, y en su caso, tendrá como normas supletorias a las leyes y usos mercantiles, el Código Civil para CDMX y el Código Federal de Procedimientos Civiles. En específico para las operaciones bursátiles, la normatividad se encuentra en el reglamento interior de la Bolsa, el cual fue aprobado por la CNBV (Castro, 1995).

2.2.4. Estructura

La estructura del Mercado de Valores depende del riesgo y del plazo de los instrumentos, a continuación, en la Figura 7 se presenta un diagrama para mayor entendimiento, adicional a este se describirá cada mercado que lo compone.

Figura 7. Estructura del Mercado de Valores



Fuente: Elaboración propia con base en Yerene Becerril (2013).

2.3. Mercado de Dinero

El Mercado de Dinero en México nace en 1987 con la introducción de los Certificados de Tesorería (CETES). Este mercado, también nombrado de deuda, se caracteriza porque en él se negocian diferentes activos financieros con gran liquidez y un vencimiento de corto plazo (Martínez, 2014).

El objetivo principal de éste es unir a los oferentes y demandantes de dinero, conciliando las necesidades de los ahorradores con los requerimientos de financiamiento para proyectos de inversión o capital de trabajo, por parte del gobierno federal, los gobiernos estatales o locales y las empresas privadas o paraestatales (Figuroa, 1998).

A continuación, se enlistan los valores negociados en este mercado y sus respectivos emisores:

Gubernamentales:

- CETES.
- Bonos de Desarrollo (BONDES).
- Bonos Denominados en UDIS (UDIBONOS).
- Bonos Ajustables del Gobierno Federal (AJUSTABONOS).
- Bancarios.

- Pagarés Bancarios con Rendimiento Liquidable al Vencimiento (PRVL).

Depósitos a Plazo Fijo:

- Pagarés Bancarios Denominados en UDIS (UDI-PAGARES).
- Certificados de Participación (CPO'S y CPI'S).
- Bonos Bancarios para el Desarrollo (BBD'S).
- Bonos Bancarios de Vivienda (BOVIS).
- Bonos de Desarrollo de Nacional Financiera (NAFIDES).
- Bonos Bancarios para el Desarrollo Industrial (BONDIS).

Privados

- Papel Comercial

El rendimiento que ofrecen los diversos instrumentos puede ser basados en una tasa de rendimiento, que es la proporción que produce una inversión a partir de un valor actual; o con base a descuento, que es el porcentaje que se aplica al valor nominal de un instrumento para determinar el descuento a disminuir (Elizondo, s.f).

2.4. Mercado de metales amonedados

Adicionalmente del mercado de dinero y de capitales, existe un tercer grupo de instrumentos de inversión, el mercado de metales en el cual se negocia el oro y plata, tales como:

- CEPLATAS (Certificados de Plata): Títulos de crédito emitidos por instituciones bancarias con respaldo fiduciario de 100 onzas troy de plata.
- Onza Troy de Plata.
- Centenarios:

Las monedas de inversión (o en inglés *bullion coin*) son aquellas que una nación acuña y distribuye periódicamente (generalmente año tras año) con múltiples propósitos, como establecerse en el mercado de los metales internacionales con sus propias piezas, satisfacer a inversionistas o poder tener alguna pieza de metal precioso que se mantenga como un depósito de valor o una inversión (Herrera, 2015).

Su plazo de vencimiento es indeterminado, su bursatilidad es variable y el gobierno federal actúa como emisor. En este mercado las inversiones están orientadas a equilibrar el flujo de los recursos (Bojórquez, 1994).

2.5. Mercado de Derivados

En palabras de Molina (2017) el constante crecimiento y expansión de los mercados financieros de las economías emergentes, así como su destacada participación en los mercados financieros internacionales, ha incluido una mayor negociación de derivados. Dicho esto, las condiciones económicas necesarias para garantizar el crecimiento económico de un país, se encuentran en mecanismos que permiten trasladar el riesgo de aquellos que tienen aversión, hacia los que son más tolerantes (Guerrero & Zelaya, 2002).

Dichos autores argumentan que, como respuesta a la creciente volatilidad de los mercados, se ha llevado a cabo la aplicación de prácticas de administración de riesgo, resultado de esto, se introdujeron a estos mercados contratos negociables que basan sus precios en los de otros activos¹⁵, los cuales son llamados Instrumentos Financieros Derivados (IFD). Para Roza (2002) la principal ventaja de los derivados es permitir a los agentes económicos administrar el riesgo que desean tomar.

Los derivados surgen como resultado de la necesidad de cobertura que algunos inversionistas tienen, ante la volatilidad de precios de los bienes subyacentes; su finalidad es distribuir el riesgo de movimientos inesperados en el precio del subyacente entre los participantes que quieren disminuirlo y aquellos que deseen asumirlo.

La importancia del Mercado de Derivados radica en la complementación a los mercados financieros fundamentales: los mercados de deuda y de acciones, ya que proporcionan al inversor mecanismos de cobertura. Estos instrumentos pueden ser muy versátiles, así como su ámbito de negociación debido a que pueden ser negociados de forma bursátil o extrabursátil.

¹⁵ A estos precios se les denomina activos subyacentes.

2.5.1. Historia de los derivados en México

De acuerdo con Heyman (1987) la historia de los derivados en México comienza en 1977 cuando se hizo la primera emisión de los petrobonos, fue un derivado ya que su valor dependía del precio del petróleo y el tipo de cambio peso/dólar. Para la década de los 80 se introdujo en la BMV un sistema para operar futuros de acciones, los cuales llegaron a presentar para 1985 el 5% del volumen accionario, sin embargo, para finales de esta década tanto los futuros de acciones como petrobonos se suspendieron debido a la baja operatividad (Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, 1997).

Para principios de 1990 la CNBV autorizó a las empresas inscritas en la BMV y a los intermediarios financieros, la emisión y negociación de *Warrants* (títulos opcionales); por lo que para 1992 la Casa de Bolsa Acciones y Valores de México (Accival) emitió los primeros *Warrants*, en la que la acción de TELMEX L fue un subyacente. En 1993 la Casa de Bolsa Operadora de Bolsa Serfin emitió títulos opcionales sobre el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC), para finales de ese año existían en el mercado más de cincuenta títulos operacionales (Suastegui, 2001).

2.5.2. Tipos de Instrumentos Financieros Derivados

Como se mencionó anteriormente, los Instrumentos Derivados se comercian en mercados organizados y extrabursátiles. Dicho con palabras de Ramírez (2001) en los mercados organizados (bursátiles) los contratos se negocian a través de una bolsa específica, cuentan con una cámara de compensación, la cual se interpone entre ambas partes y asume todos los riesgos de incumplimiento.

Por otro lado, en los mercados extrabursátiles, los contratos están hechos de acuerdo a las necesidades del cliente, las salvaguardas que aseguran su cumplimiento dependen de la relación entre las partes contratantes (Kozikowski, 2007).

2.5.3. Mercados Organizados

De acuerdo con Fierros (2012) los productos que se negocian en los mercados organizados son los contratos de futuros y opciones. Un futuro deriva su valor de un activo subyacente, su objetivo principal es establecer el precio de un bien o activo

para intercambiar en una fecha específica en el futuro; en este tipo de contratos las partes involucradas están obligadas a intercambiarse el bien o activo especificado. Por otra parte, para Kozikowski, una opción es un contrato donde su valor deriva de un activo subyacente, este contrato señala que el dueño de la opción tiene el derecho de comprarlo o venderlo a un precio determinado; el suscriptor de la opción tiene la obligación de vender (o comprar) el activo. Debido a la falta de simetría, el comprador tiene que pagar al suscriptor un precio llamado prima.

2.5.4. Mercados *Over the Counter* (OTC)

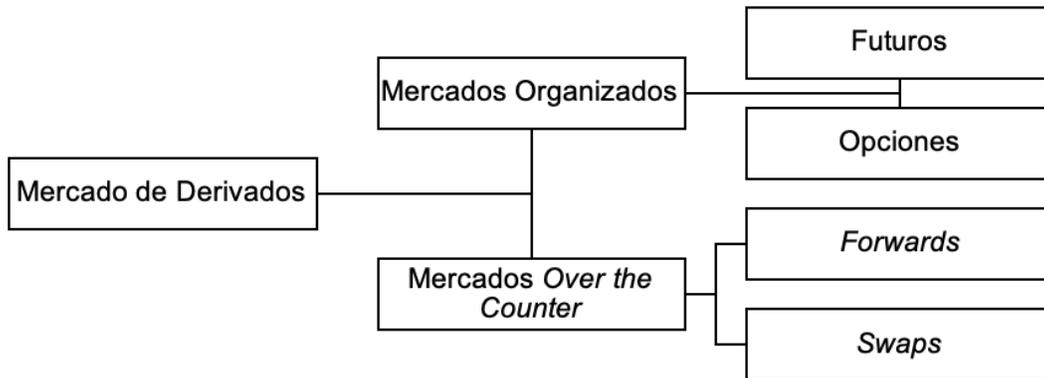
Como señalan Guerrero & Zelaya los productos OTC, se negocian, liquidan y compensan a través de mercados no organizados, donde los contratantes asumen el correspondiente riesgo de contrapartida, ya que no existe cámara de compensación; hay una gran variedad de productos OTC, donde los más utilizados con los *Forwards* y *Swaps*.

En un contrato *Forward* se acuerda vender o comprar un activo, donde se fija un precio hoy para comprar en una fecha futura determinada; es un instrumento no estandarizado (principal diferencia con los contratos futuros). Este tipo de contrato está adecuado a las necesidades específicas de las partes (Fierros, 2012).

Por último, este autor señala que los *Swaps* son un acuerdo entre dos partes para intercambiar flujos de efectivo en varias fechas futuras con base en una fórmula determinada, en este tipo de contratos al igual que los *Forwards* no cuentan con una cámara de compensación la cual garantice el cumplimiento de dichos contratos. La diferencia entre los *Forwards* y *Swaps* radica en el número de intercambios de flujos de efectivo.

En resumen, la estructura del Mercado de Derivados se visualiza en la Figura 8

Figura 8. Estructura del Mercado de Derivados



Fuente: Elaboración propia con base en Fierros Villanueva (2012).

2.6. Mercado de capitales

De acuerdo con Atehortúa (2012) el mercado de capitales es el conjunto de mecanismos a disposición de una economía, el cual cumple con la asignación y distribución de los recursos de capital, los riesgos y la información, asociados con el proceso de transferencia del ahorro y la inversión.

Continuando con la idea del autor, el propósito de este mercado es atender las necesidades de inversión, lo cual implica la transferencia de activos financieros a largo plazo, entre las entidades encargadas de canalizar dichos activos; como son los bancos, las compañías de financiamiento comercial, las corporaciones financieras, las sociedades fiduciarias y las bolsas de valores, con el público inversionista.

Este mercado se caracteriza por tener dos secciones:

- Renta variable:

El inversionista participa mediante la compra-venta de títulos, acciones o Certificados de Participación Ordinaria (CPO) y son representativos del capital social pagados de la empresa y otros como sociedades de inversión (Martínez, 2014).

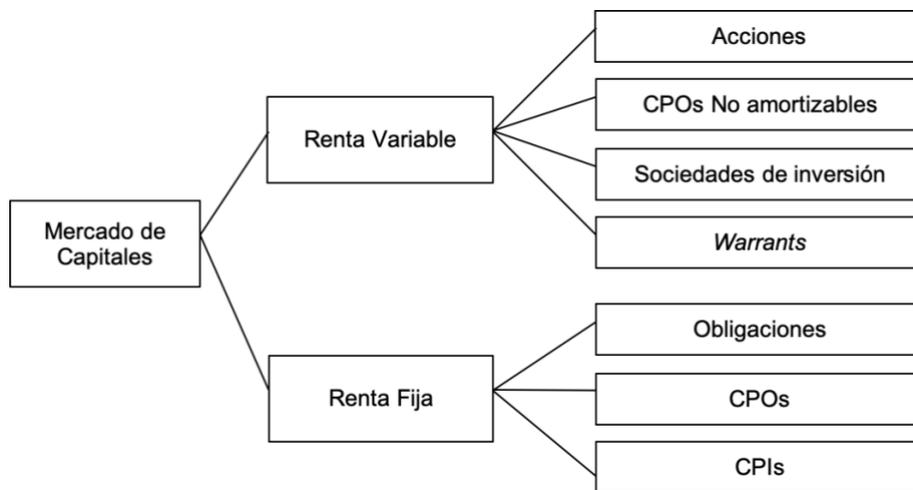
En este tipo de títulos la rentabilidad del inversionista está ligada a dos factores, el primero, las utilidades obtenidas por la empresa emisora, y segundo, a la variación entre el precio de compra y el precio de venta del mismo.

- Renta fija:

El inversionista conoce la rentabilidad desde que el título es negociado, debido a que la rentabilidad de la inversión está dada por una tasa fija de interés desde el momento de su compra y durante todo el periodo del mismo (Atehortúa, 2012). Estos títulos que representan pasivos de mediano y largo plazo para un emisor, se pueden emitir a través de obligaciones y CPOs amortizables (Martínez, 2014).

2.6.1. Instrumentos del mercado de capitales

Figura 9. Estructura del Mercado de Capitales



Fuente: Elaboración propia con base en Martínez Aguilar (2014).

Para el presente trabajo, se utilizan acciones que cotizan en la BMV; es por ello que se busca ubicar al lector en el contexto en el que se desarrollan los portafolios de inversión y tengan conocimiento previo del título elegido para una mejor comprensión de los resultados.

Las acciones son instrumentos de renta variable que se negocian en el mercado de capitales, estas son títulos que representan una proporción de la propiedad de la empresa, la cual es representativa en función del número de acciones que posea el accionista (Court & Tarradellas, 2010).

Un accionista es toda aquella persona natural o jurídica que es titular de acciones de una sociedad anónima o socio por acciones y quien las posee de conformidad con la Ley de Circulación.

El rendimiento para el accionista se presenta de dos formas, con un dividendo, aquello que paga la empresa a favor de un inversionista como retribución por su inversión, el cual es proporcional a la cantidad de acciones que este posee y también pueden obtener utilidades adicionales gracias a la ganancia de capital, diferencia de la compra y venta de la acción (Atehortúa, 2012).

- Tipos de acciones:

Cuando se funda una empresa, los socios y primeros inversionistas que reúnen el dinero para construirla son los únicos dueños de las acciones, por lo tanto, hasta ese momento las acciones son privadas. Generalmente cuando estas empresas presentan un crecimiento sostenible, buscan capital adicional para aumentar el volumen de operatividad y emprender nuevos proyectos. Los socios no disponen de ese capital por lo que realizan una oferta pública inicial, es decir, cuando una empresa pasa de ser privada a pública (Franco & Guzmán, 2017).

Para estimar el precio de las acciones se debe considerar que existen varias clases de ellas. En palabras de Marcos (2004) la clasificación de las acciones se realiza con base a flujos de ingreso que obtendrá el adquirente durante el plazo de inversión, los cuales son:

- Los dividendos: Son la porción de las utilidades periódicas que la empresa decide distribuir a sus accionistas.
- El precio de venta o valor de liquidación: El inversor obtendrá un único flujo de ingreso cuando se liquide la sociedad o decida vender su acción.

De acuerdo con los flujos que recibe el inversor, por adquirir y mantener las acciones de una empresa en su poder se pueden clasificar en:

i. Acciones preferentes

La preferencia patrimonial se refiere al reconocimiento de ciertas ventajas patrimoniales sobre el resto de los accionistas comunes, las cuales son:

- Una participación adicional en las utilidades.
- Cuando se extingue la sociedad una preferencia sobre las cuotas de liquidación.

- El derecho a un dividendo preferencial, ya sea un monto fijo respecto al valor nominal de las acciones o un porcentaje respecto a las utilidades anuales.

No pueden existir las preferencias por el voto conjuntamente con las preferencias patrimoniales. Es decir que los accionistas que poseen una preferencia patrimonial solo tienen derecho a un voto por acción, al igual que los accionistas comunes e incluso puede estipularse que las acciones con preferencias patrimoniales carezcan de voto (Marcos, 2004).

ii. Acciones ordinarias

De acuerdo con Elizondo las acciones ordinarias que son aquellas que confieren los mismos derechos y obligaciones a todos sus accionistas. Estos tienen derecho a la voz y voto en las asambleas de accionistas e igualdad de derechos para participar de los dividendos cuando se obtengan utilidades.

Se definen como acciones comunes a aquellas que no confieren ninguna clase de preferencia y donde los socios obtienen utilidades a través de dividendos, proporcionales a sus aportes. Este principio también supone que cada acción otorga derecho a un voto (Marcos, 2004).

- Valor de una acción:

En palabras de Court & Tarradellas (2010) en el mercado accionario es importante tener en cuenta los rangos de precios en los que estas rondan, con la finalidad de conocer los precios correctos al momento de la venta o adquisición, evitando de esta forma la compra de activos a precios injustos. Dicho esto, los autores señalan que las acciones pueden tomar diferentes valores como son:

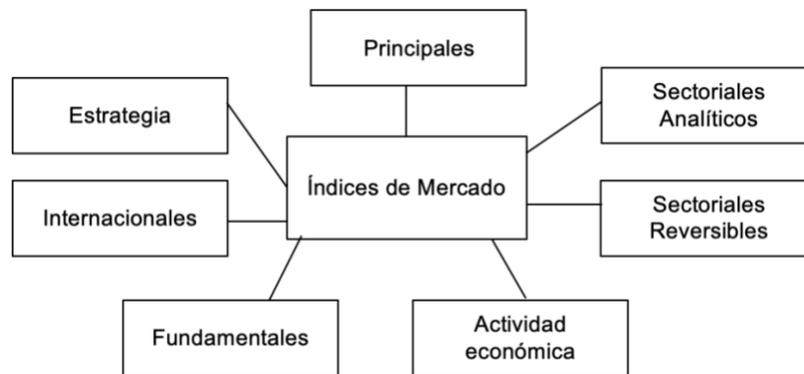
1. Valor nominal de la acción: Todas las acciones representan el capital de la empresa; es por ello que cuando se emiten, salen al mercado con un valor nominal, este indica la parte de capital de la empresa que representa.
2. Valor contable de la acción: Se calcula a partir del patrimonio neto de la empresa dividido entre el número de acciones en circulación.

3. Valor económico de la acción: Es la estimación del valor de la empresa dividido entre el número de acciones, en otras palabras, es un indicador del valor real del activo, el cual no es preciso debido a que no siempre se conoce en su totalidad la información de la empresa.
4. Valor de mercado de la acción: Es la representación del precio al que cotiza la acción en el mercado, esta es la mejor referencia del precio al que se debe comprar o vender.

- Índices Accionarios

Los índices de la BMV y S&P Dow Jones, son los principales indicadores estadísticos que reflejan el comportamiento del mercado accionario en su conjunto, o bien de diferentes grupos de empresas con alguna característica en común. Existen alrededor de 40 índices accionarios diferentes, en México, que de acuerdo con la BMV (2015) se clasifican como se muestra en la siguiente Figura:

Figura 10. Índices de Mercado



Fuente: Elaboración propia con base en la BMV (2015).

- Compra venta de acciones

De acuerdo con BMV (s.f), cualquier persona física o moral de nacionalidad mexicana o extranjera puede invertir en los valores (de capitales o deuda) listados en la Bolsa. Este proceso comienza cuando un inversionista está interesado en comprar o vender algún valor listado en la BMV. En primera instancia, dicho inversionista deberá suscribir un contrato de intermediación con alguna de las casas

de bolsa mexicanas. En el Anexo 2 se esquematiza el proceso de compraventa de acciones en la Bolsa Mexicana.

En palabras de Gitman & Joehnk (2008) la inversión puede parecer sencilla, sin embargo no lo es, ya que muchas decisiones y retos participan en el proceso, es por ello que el inversionista debe familiarizarse con los diversos aspectos de la inversión.

- Precio de Cierre: *“Último Precio Promedio Ponderado calculado durante la jornada bursátil para cada acción listada en la BMV. En su defecto, el último hecho de compraventa registrado en la sesión correspondiente. A falta de ambos, el último precio de cierre conocido”.*
- Precio de Apertura: *“Precio que se toma de referencia para cada acción al inicio de una sesión bursátil. Puede tratarse del precio de cierre de la sesión anterior, del precio ajustado [...] o del precio base para la negociación por subasta” (BMV, s.f.).*

Capítulo III. Aplicación de las teorías Markowitz y Sharpe utilizando la metodología del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP)

3.1. IPC y las acciones seleccionadas para el ejercicio

El IPC es el principal indicador del Mercado Mexicano de Valores, el cual muestra una medida estadística creada para conocer las modificaciones que puede sufrir una variable a lo largo del tiempo (Olvera & Zenteno, 2013).

Siguiendo con la idea de los autores, el IPC está conformado por el grupo de acciones con mayor bursatilidad en el mercado, las cuales son de gran interés para inversionistas nacionales, así como extranjeros. La importancia de este índice radica en que se puede conocer el funcionamiento y condiciones de un mercado, buscando las más sanas para la operación.

Así mismo, mencionan que el IPC está compuesto por diferentes sectores: energía, materiales, industrial, servicios y bienes de consumo no básico, productos del consumo frecuente, salud, servicios financieros, tecnología de la información, servicios de telecomunicaciones y, por último, servicios públicos, es por ello, que se utilizó el S&P/BMV IPC CompMx para el estudio. La siguiente Tabla refleja todas las acciones que integran al índice agrupadas de acuerdo al tipo de sector.

Tabla 5. Sectores Productivos

| Basic Materials | Communication Services | Consumer Cyclical | Consumer Defensive | Financial Services | Healthcare | Industrials | Real Estate |
|---|---|---|--|--|------------|--|-------------|
| ALPEKA CEMEXCPO GMEXICOB GMXT GCC ORBIA PE&OLES | AMXL AXTELCPO TLEVISACPO MEGACPO | ALSEA LIVEPOLC-1 LACOMERUBC NEMAKA | AC CUERVO BIMBOA KOFUBL FEMSAUBN GRUMAB CHDRAUIB HERDEZ BACHOCOB KIMBERA WMT | BBAJIOO BOLSAA CREAL ELEKTRA GFNORTEO GENTERA GFINBURO Q RA BSMXB | LABB | ALFAA ASURB VOLARA GAPB GCARSOA1 TRAXIONA OMAB PINFRA AGUA | VESTA |

Fuente: Elaboración propia con base en la BMV (2015).

Las acciones seleccionadas para los portafolios de inversión de este trabajo son aquellas que cotizaron de manera continua de 1º de Noviembre del 2019 a 30 de junio de 2022, el resultado dicha búsqueda fue la obtención 46 acciones de las 48 existentes (véase Anexo 3).

Dentro del capítulo se desarrollan las técnicas necesarias para construir una selección a través de las preferencias del inversionista con el modelo AHP para así, implementar los modelos de Markowitz y Sharpe.

3.2. Homologación de los datos

En el presente trabajo se realizan diferentes procesos, dando como resultado una base de datos homologada y así facilitar la implementación de los procesos y técnicas previamente mencionadas.

En México, el año fiscal está comprendido por 360 días, de los cuales la BMV no registra los datos en días festivos, por lo que para garantizar la continuidad diaria se realiza la interpolación en dichos días, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Interpolación} = PC_n + \frac{(PC_{n+1} - PC_n)}{\text{Fila}(PC_n) + 1}$$

Definiendo:

PC_n = Precio de Cierre de la acción de la fecha anterior a la deseada

PC_{n+1} = Precio de Cierre de la acción con fecha siguiente a la deseada

Una vez recopilados y homologados los precios de cierre, se calculan los rendimientos con una periodicidad diaria de las 46 acciones seleccionadas con la fórmula:

$$\text{Rend}_n = \frac{PC_n}{PC_{n-1}} - 1$$

Definiendo:

Rend_n = Rendimiento esperado de la fecha n

PC_{n-1} = Precio de Cierre de la acción con fecha anterior

Una vez que se obtienen los rendimientos diarios de cada activo, se procede a calcular sus rendimientos esperados con la siguiente fórmula, dicha información se visualiza en la Tabla 6

$$\text{Rend}_i = \frac{\sum_{n=1}^{541} \text{Rend}_n}{541}$$

Definiendo:

Rend_i = Rendimiento esperado de cada acción

Tabla 6. Rendimientos esperados por acción

| | | | | | | | | |
|-----------|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Acción | ALFAA.MX | ALPEKA.MX | AMXL.MX | AC.MX | ASURB.MX | AXTELCPO.MX | BBAJIOO.MX | CUERVO.MX |
| Media Rnd | 0.000342796 | 0.00011772 | 0.000615538 | 0.000669977 | 0.000711697 | 0.000877648 | 0.000690464 | 0.000875019 |
| Acción | BIMBOA.MX | BOLSAA.MX | CEMEXCPO.MX | KOFUBL.MX | VOLARA.MX | VESTA.MX | CREAL.MX | LIVEPOLC-1.MX |
| Media Rnd | 0.001006202 | 5.59776E-05 | 0.001597997 | 0.000182238 | 0.001385163 | 0.000418663 | -0.001725818 | -6.30175E-06 |
| Acción | ELEKTRA.MX | GFNORTEO.MX | FEMSAUBN.MX | LABB.MX | GENTERA.MX | GMEXICOB.MX | GMXT.MX | GRUMAB.MX |
| Media Rnd | 9.67106E-05 | 0.00073745 | 3.53206E-05 | -2.18244E-05 | -0.000509464 | 0.001546814 | 0.000866406 | 0.00063988 |
| Acción | GAPB.MX | GCARSOA1.MX | GCC.MX | CHDRAUIB.MX | GFINBURO.MX | TLEVISACPO.MX | TRAXIONA.MX | HERDEZ.MX |
| Media Rnd | 0.000870353 | 9.84109E-05 | 0.000822364 | 0.000950474 | -0.000103425 | 0.000302109 | 0.001920086 | 0.000259784 |
| Acción | BACHOCOB.MX | KIMBERA.MX | LACOMERUBC.MX | MEGACPO.MX | NEMAKA.MX | OMAB.MX | ORBIA.MX | PE&OLES.MX |
| Media Rnd | -0.000158331 | 0.000134331 | 0.000786868 | -0.000285558 | -0.000453839 | 0.000253202 | 0.000790491 | 0.000589217 |
| Acción | PINFRA.MX | Q.MX | RA.MX | AGUA.MX | BSMXB.MX | WMT.MX | | |
| Media Rnd | -7.30634E-05 | 0.000575457 | 0.000481833 | 0.001414861 | 0.000416162 | 0.000695745 | | |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Para obtener la volatilidad de un activo es necesario obtener la varianza y posteriormente calcular la desviación estándar, utilizando la fórmula:

$$\sigma(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - E(x))^2}{N}}$$

Definiendo:

$\sigma(x)$ = Riesgo esperado de cada acción

$x(i)$ = Cada valor de la población

$E(x)$ = Media poblacional

N = Tamaño de la población

Una vez obtenida la desviación, se realiza el cálculo del riesgo esperado de las acciones presentadas en la Tabla 7, empleando la siguiente fórmula:

$$\sigma(x) = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{541} (Rend_n - (Rend_i))^2}{541}}$$

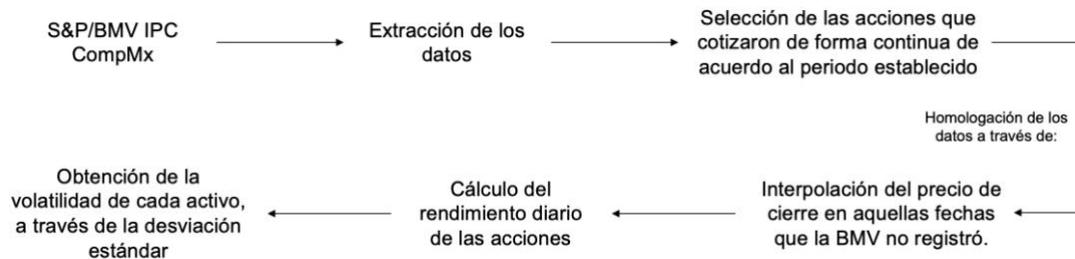
Tabla 7. Desviación Estándar por acción

| | | | | | | | | |
|----------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Acción | ALFAA.MX | ALPEKA.MX | AMXL.MX | AC.MX | ASURB.MX | AXTELCPO.MX | BBAJIOO.MX | CUERVO.MX |
| Desv Rnd | 0.030320337 | 0.021682766 | 0.016390539 | 0.013473534 | 0.022967227 | 0.027365581 | 0.023083364 | 0.018603007 |
| Acción | BIMBOA.MX | BOLSAA.MX | CEMEXCPO.MX | KOFUBL.MX | VOLARA.MX | VESTA.MX | CREAL.MX | LIVEPOLC-1.MX |
| Desv Rnd | 0.022268171 | 0.022578214 | 0.028847117 | 0.014747966 | 0.033034771 | 0.018650617 | 0.02873775 | 0.022883209 |
| Acción | ELEKTRA.MX | GFNORTEO.MX | FEMSAUBN.MX | LABB.MX | GENTERA.MX | GMEXICOB.MX | GMXT.MX | GRUMAB.MX |
| Desv Rnd | 0.007270777 | 0.025407025 | 0.017279864 | 0.022784544 | 0.032859983 | 0.023741981 | 0.019730019 | 0.017385357 |
| Acción | GAPB.MX | GCARSOA1.MX | GCC.MX | CHDRAUIB.MX | GFINBURO.MX | TLEVISACPO.MX | TRAXIONA.MX | HERDEZ.MX |
| Desv Rnd | 0.026160439 | 0.026145116 | 0.01811388 | 0.019285858 | 0.024294326 | 0.030191554 | 0.024817481 | 0.024502224 |
| Acción | BACHOCOB.MX | KIMBERA.MX | LACOMERUBC.MX | MEGACPO.MX | NEMAKA.MX | OMAB.MX | ORBIA.MX | PE&OLES.MX |
| Desv Rnd | 0.013793619 | 0.018714511 | 0.02049118 | 0.017742324 | 0.025477976 | 0.025997065 | 0.024594865 | 0.029187064 |
| Acción | PINFRA.MX | Q.MX | RA.MX | AGUA.MX | BSMXB.MX | WMT.MX | | |
| Desv Rnd | 0.017820832 | 0.020677476 | 0.026153197 | 0.02814653 | 0.025827379 | 0.016880954 | | |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

En la Figura 11 se resume el tratamiento aplicado a los datos, desde su selección hasta la homologación de ellos.

Figura 11. Selección y tratamiento de datos



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

3.3. Aplicación de la Técnica de AHP a las acciones seleccionadas del portafolio

Como se describe en el Capítulo I, la técnica AHP requiere de los estados de la naturaleza, los cuales describen a las variables elegidas; estos pueden ser cualitativos o cuantitativos. Para este estudio se realiza un tratamiento diferente para cada uno de ellos, dichos estados se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Estados de la naturaleza

| Cuantitativo | Cualitativo |
|--------------|----------------|
| Rendimiento | Sector |
| Riesgo | Industria |
| | Calificaciones |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

La metodología AHP pretende optimizar todas las variables considerando que el valor más grande siempre será la mejor opción, es decir, a mayor-mejor. Es por ello que, en el caso del rendimiento, como variable cuantitativa, no se realiza ninguna modificación debido a que, entre mayor rendimiento, es mejor el portafolio. Por otro lado, para el caso del riesgo, el tratamiento se ve modificado, ya que entre menor sea el riesgo en un portafolio, mejor es el resultado esperado.

Dicho lo anterior, es necesario transformar el riesgo a una variable a menor-mejor, para esto se utiliza una fórmula que garantiza que el valor más pequeño se transforme en el más grande, la cual se muestra a continuación:

$$\frac{\sum Rend_i}{Rend_i}$$

Para el caso de las variables cualitativas, se deben tomar en cuenta las preferencias de cada uno de los tres inversores; utilizando la Tabla 2 de Preferencias de Saaty. De la Tabla 9 a la Tabla 16 se muestran las preferencias de cada uno de los inversionistas.

Tabla 9. Variable Sector

| Preferencias Saaty | Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 9 | HEALTHCARE | FINANCIAL SERVICES | FINANCIAL SERVICES |
| 8 | BASIC MATERIALS | INDUSTRIALS | HEALTHCARE |
| 7 | COMMUNICATION SERVICES | HEALTHCARE | INDUSTRIALS |
| 5 | INDUSTRIALS | COMMUNICATION SERVICES | CONSUMER DEFENSIVE |
| 4 | FINANCIAL SERVICES | BASIC MATERIALS | CONSUMER CYCLICAL |
| 3 | CONSUMER DEFENSIVE | REAL ESTATE | REAL ESTATE |
| 2 | CONSUMER CYCLICAL | CONSUMER CYCLICAL | COMMUNICATION SERVICES |
| 1 | REAL ESTATE | CONSUMER DEFENSIVE | BASIC MATERIALS |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Para el caso de la Variable Industria, ya que al existir más de las nueve opciones que propone la escala de Saaty, se sugiere hacer una subdivisión de cada Industria

por el Sector al que pertenece, para mayor detalle véase Anexo 3, dando como resultado las siguientes Tablas:

Tabla 10. Variable Industria – Sector: *Industrials*

| Preferencias Saaty | Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 9 | CONGLOMERATES | AIRPORTS & AIR SERVICES | ENGINEERING AND CONSTRUCTION |
| 8 | ENGINEERING AND CONSTRUCTION | AIRLINES | RAILROADS |
| 5 | RAILROADS | RAILROADS | AIRPORTS & AIR SERVICES |
| 4 | POLLUTION AND TREATMENT CONTROLS | POLLUTION AND TREATMENT CONTROLS | AIRLINES |
| 3 | AIRPORTS & AIR SERVICES | ENGINEERING AND CONSTRUCTION | POLLUTION AND TREATMENT CONTROLS |
| 1 | AIRLINES | CONGLOMERATES | CONGLOMERATES |

Fuente: Elaboración propia con base en resultados.

Tabla 11. Variable Industria – Sector: *Basic Materials*

| Preferencias Saaty | Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 9 | BUILDING MATERIALS | CHEMICALS | OTHER INDUSTRIAL METALS & MINING |
| 5 | OTHER INDUSTRIAL METALS & MINING | SPECIALTY CHEMICALS | CHEMICALS |
| 3 | CHEMICALS | BUILDING MATERIALS | SPECIALTY CHEMICALS |
| 1 | SPECIALTY CHEMICALS | OTHER INDUSTRIAL METALS & MINING | BUILDING MATERIALS |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Tabla 12. Variable Industria – Sector: *Consumer Cyclical*

| Preferencias Saaty | Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 5 | DEPARTMENT STORES | RESTAURANTS | RESTAURANTS |
| 3 | RESTAURANTS | AUTO PARTS | DEPARTMENT STORES |
| 1 | AUTO PARTS | DEPARTMENT STORES | AUTO PARTS |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Tabla 13. Variable Industria – Sector: *Consumer Defensive*

| Preferencias Saaty | Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 9 | BEVERAGES—NON-ALCOHOLIC | PACKAGED FOODS | PACKAGED FOODS |
| 8 | BEVERAGES—WINERIES & DISTILLERIES | PACKAGED FOOD | GROCERY STORES |
| 7 | PACKAGED FOODS | GROCERY STORES | FARM PRODUCTS |
| 6 | BEVERAGES-BREWERS | BEVERAGES—WINERIES & DISTILLERIES | PACKAGED FOOD |
| 5 | GROCERY STORES | DISCOUNT STORES | HOUSEHOLD AND PERSONAL PRODUCTS |
| 4 | PACKAGED FOOD | HOUSEHOLD AND PERSONAL PRODUCTS | DISCOUNT STORES |
| 3 | FARM PRODUCTS | FARM PRODUCTS | BEVERAGES—NON-ALCOHOLIC |
| 2 | HOUSEHOLD AND PERSONAL PRODUCTS | BEVERAGES—NON-ALCOHOLIC | BEVERAGES—WINERIES & DISTILLERIES |
| 1 | DISCOUNT STORES | BEVERAGES-BREWERS | BEVERAGES-BREWERS |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Tabla 14. Variable Industria – Sector: *Financial Services*

| Preferencias Saaty | Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 9 | FINANCIAL CONGLOMERATES | INSURANCE-PROPERTY AND CASUALTY | BANKS—REGIONAL |
| 7 | FINANCIAL DATA & STOCK EXCHANGES | FINANCIAL DATA & STOCK EXCHANGES | FINANCIAL DATA & STOCK EXCHANGES |
| 5 | INSURANCE-PROPERTY AND CASUALTY | BANKS—REGIONAL | CREDIT SERVICES |
| 3 | BANKS—REGIONAL | CREDIT SERVICES | FINANCIAL CONGLOMERATES |
| 1 | CREDIT SERVICES | FINANCIAL CONGLOMERATES | INSURANCE-PROPERTY AND CASUALTY |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Tabla 15. Variable Industria – Sector: *Healthcare / Communication services / Real State*

| Preferencias Saaty | Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 9 | ENTERTAINMENT | ENTERTAINMENT | BROADCASTING |
| 5 | TELECOM SERVICES | REAL ESTATE— DIVERSIFIED | ENTERTAINMENT |
| 3 | BROADCASTING | BROADCASTING | REAL ESTATE— DIVERSIFIED |
| 1 | REAL ESTATE— DIVERSIFIED | TELECOM SERVICES | TELECOM SERVICES |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos

Para la Tabla 15, se decide juntar los tres sectores con el fin de utilizar la metodología AHP; ya que cada uno de éstos cuenta con una o dos opciones.

Tabla 16. Variable Calificaciones

| Preferencias Saaty | Inversionista 1, 2, 3 |
|--------------------|-----------------------|
| 9 | AAA |
| 8 | AA+ |
| 7 | AA |
| 6 | AA- |
| 5 | A |
| 4 | BBB+ |
| 3 | BBB |
| 2 | BBB- |
| 1 | BB+ |
| 1 | BB |

Fuente: Elaboración propia con base en la CNBV.

Para los tres inversionistas se aplica la misma escala de preferencias, debido a que entre mayor calificación, mejor portafolio.

Una vez definidas las escalas de preferencias, con el objetivo de convertirlas de variables cualitativas a cuantitativas; AHP propone asignar un vector de pesos a los criterios de algún problema de decisión multicriterio. Para ello parte de realizar la comparación de cada criterio i con cada criterio j , donde se obtienen los valores a_{ij} agrupados en una matriz cuadrada de orden n (Montesino, 2012).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Fuente: González & Ordóñez (2011).

Donde:

A es una Matriz $n \times n$, donde $n \in \mathbb{Z}^+$. Y a_{ij} el elemento (i, j) de A para $i = 1, 2, \dots, n$, y, $j = 1, 2, \dots, n$. Donde A , además, es una matriz de comparaciones pareadas con n alternativas, a_{ij} es la medida de la preferencia de la alternativa en el renglón i , el cual se compara con la alternativa de la columna j . Cuando i sea igual a j se compara la alternativa consigo misma, por lo que el valor es igual a 1.

- Paso 1: Sumar cada una de las columnas de la matriz A o matriz pareada.
- Paso 2: Dividir cada elemento de la matriz entre cada suma de su respectiva columna previamente calculada. Con esto se puede observar que al sumar de nuevo la columna se obtiene como resultado 1, obteniendo la matriz normalizada.
- Paso 3: Sumar cada fila de la matriz normalizada y posteriormente sumar los resultados.
- Paso 4: Calcular el promedio de cada fila, dando como resultado el vector W .
- Paso 5: Multiplicar la matriz A por el vector W , obteniendo el vector D .
- Paso 6: Dividir cada elemento del vector D entre cada elemento del Vector W , respectivamente, con el fin de obtener un nuevo vector llamado C .
- Paso 7: Obtener promedio de vector C , el cual representa λ_{max} .
- Paso 8: Calcular el índice de inconsistencia, con la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n - 1}$$

- Paso 9: Para obtener la razón de inconsistencia, se divide IC entre IA , el cual se obtiene de la Tabla 3.
- Paso 10: Verificar que el valor de la razón de inconsistencia sea menor a 0.10.

Finalmente, se obtienen los valores numéricos de las variables cualitativas, y se procede a consolidar los resultados en una nueva matriz, en donde los variables son cuantitativas de mayor-mejor en su totalidad.

Para realizar la metodología AHP completa, se seleccionan las preferencias de los estados de la naturaleza de acuerdo con el inversor, las cuales se establecen en la Tabla 17.

Tabla 17. Preferencias de Estados de la Naturaleza Finales

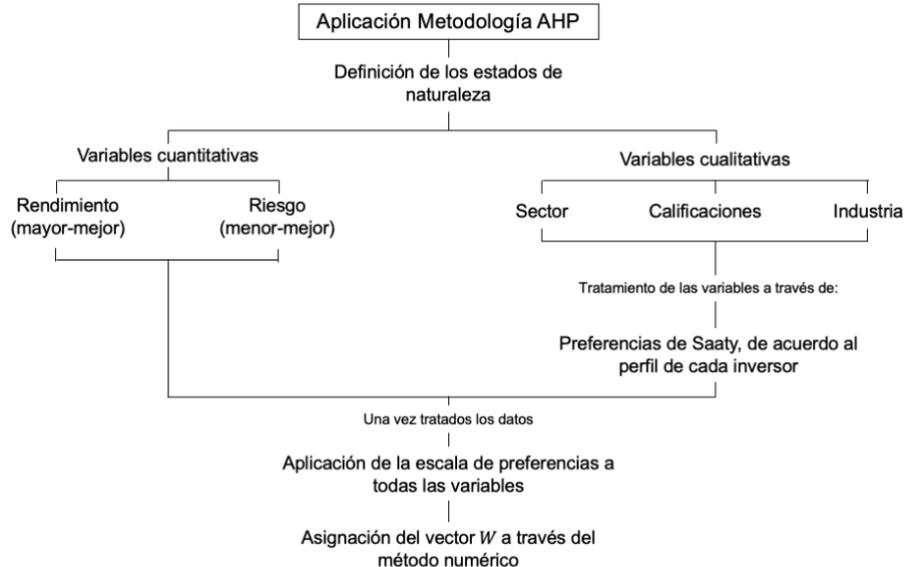
| Preferencias Saaty | Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 9 | INDUSTRIA | RENDIMIENTO | INDUSTRIA |
| 7 | SECTOR | RIESGO | SECTOR |
| 5 | RENDIMIENTO | INDUSTRIA | CALIFICACIONES |
| 3 | CALIFICACIONES | SECTOR | RIESGO |
| 1 | RIESGO | CALIFICACIONES | RENDIMIENTO |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Se obtiene una nueva matriz A , para cada uno de los inversionistas, donde se realizan los 10 pasos descritos con anterioridad (véase Anexo 4), esto con el fin de obtener el vector W , el cual indica cuales son las acciones en las que debe invertir cada tomador de decisiones de acuerdo con sus preferencias, las cuales se encuentran en la Tabla 18.

El proceso de selección de acciones a invertir aplicando la metodología AHP se resume en la Figura 12.

Figura 12. Aplicación Metodológica AHP



Fuente: Elaboración propia con base en Saaty (1990).

Tabla 18. Acciones a invertir por cada inversionista

| Acciones | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Inversionista 1 | Inversionista 2 | Inversionista 3 |
| ALFAA.MX | ALFAA.MX | ALFAA.MX |
| ALPEKA.MX | ALPEKA.MX | ALPEKA.MX |
| AMXL.MX | AMXL.MX | AMXL.MX |
| AC.MX | AC.MX | AC.MX |
| ASURB.MX | ASURB.MX | ASURB.MX |
| AXTELCPO.MX | AXTELCPO.MX | AXTELCPO.MX |
| BBAJIOO.MX | BBAJIOO.MX | BBAJIOO.MX |
| CUERVO.MX | CUERVO.MX | CUERVO.MX |
| BIMBOA.MX | BIMBOA.MX | BIMBOA.MX |
| BOLSAA.MX | BOLSAA.MX | BOLSAA.MX |
| CEMEXCPO.MX | CEMEXCPO.MX | CEMEXCPO.MX |
| KOFUBL.MX | KOFUBL.MX | KOFUBL.MX |
| VOLARA.MX | VOLARA.MX | VOLARA.MX |
| VESTA.MX | VESTA.MX | VESTA.MX |
| CREAL.MX | LIVEPOLC-1.MX | LIVEPOLC-1.MX |
| LIVEPOLC-1.MX | ELEKTRA.MX | ELEKTRA.MX |
| ELEKTRA.MX | GFNORTEO.MX | GFNORTEO.MX |
| GFNORTEO.MX | FEMSAUBN.MX | FEMSAUBN.MX |
| FEMSAUBN.MX | LABB.MX | LABB.MX |
| LABB.MX | GENTERA.MX | GENTERA.MX |
| GENTERA.MX | GMEXICOB.MX | GMEXICOB.MX |
| GMEXICOB.MX | GMXT.MX | GMXT.MX |
| GMXT.MX | GRUMAB.MX | GRUMAB.MX |
| GRUMAB.MX | GAPB.MX | GAPB.MX |
| GAPB.MX | GCARSOA1.MX | GCARSOA1.MX |
| GCARSOA1.MX | GCC.MX | GCC.MX |
| GCC.MX | CHDRAUIB.MX | CHDRAUIB.MX |
| CHDRAUIB.MX | GFINBURO.MX | GFINBURO.MX |
| GFINBURO.MX | TLEVISACPO.MX | TLEVISACPO.MX |
| TLEVISACPO.MX | TRAXIONA.MX | TRAXIONA.MX |
| TRAXIONA.MX | HERDEZ.MX | HERDEZ.MX |
| HERDEZ.MX | BACHOCOB.MX | BACHOCOB.MX |
| BACHOCOB.MX | KIMBERA.MX | KIMBERA.MX |
| KIMBERA.MX | LACOMERUBC.MX | LACOMERUBC.MX |
| LACOMERUBC.MX | MEGACPO.MX | NEMAKA.MX |
| MEGACPO.MX | NEMAKA.MX | OMAB.MX |
| NEMAKA.MX | OMAB.MX | ORBIA.MX |
| OMAB.MX | ORBIA.MX | PE&OLES.MX |
| ORBIA.MX | PE&OLES.MX | PINFRA.MX |
| PE&OLES.MX | PINFRA.MX | Q.MX |
| PINFRA.MX | Q.MX | RA.MX |
| Q.MX | RA.MX | AGUA.MX |
| RA.MX | AGUA.MX | BSMXB.MX |
| AGUA.MX | BSMXB.MX | WMT.MX |
| BSMXB.MX | WMT.MX | |
| WMT.MX | | |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

3.4. Aplicación de la Teoría de Portafolios de Markowitz

Como se menciona en el Capítulo I, para realizar la optimización de Markowitz se requiere que los datos, en este caso las acciones, sigan una distribución Normal, la cual, para el presente trabajo se da por hecho que cada uno de los activos sigue dicha distribución.

Una vez obtenidos los rendimientos y desviación estándar por acción, se continúa con el cálculo de la Matriz de covarianza de los rendimientos, que, de acuerdo con Domínguez, ésta se debe construir para estudiar el Modelo de Markowitz, y se compone de la siguiente forma:

$$\text{Matriz de Covarianza} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{1,2} & \sigma_{1,3} & \sigma_{1,4} & \cdots & \cdots & \sigma_{1,20} & \sigma_{1,21} \\ \sigma_{2,1} & \sigma_2^2 & \sigma_{2,3} & \sigma_{2,4} & \cdots & \cdots & \sigma_{2,20} & \sigma_{2,21} \\ \vdots & \vdots \\ \sigma_{20,1} & \sigma_{20,2} & \sigma_{20,3} & \sigma_{20,4} & \cdots & \cdots & \sigma_{20}^2 & \sigma_{20,21} \\ \sigma_{21,1} & \sigma_{21,2} & \sigma_{21,3} & \sigma_{21,4} & \cdots & \cdots & \sigma_{21,20} & \sigma_{21}^2 \end{bmatrix}$$

Fuente: Elaboración con base en Domínguez (2015).

Para facilitar el cálculo de esta Matriz, se puede utilizar la Herramienta de Análisis de Datos de Excel, seleccionando la opción Covarianza.

El Modelo toma las acciones seleccionadas por cada inversionista y lo plantea de la siguiente manera:

F.O.

$$\text{Min } \sigma^2(\text{Var}_p) = w \cdot (\text{Cov}(\text{Rend}_i) \cdot w^T)$$

$$\sum_i^N w_i = 1$$

$$w_i \geq 0$$

$$\text{Rend}_p \geq \frac{\sum \text{Rend}_i}{n}$$

Este modelo pretende minimizar el riesgo del portafolio el cual es la Función Objetivo (F.O), considerando las siguientes restricciones: i) la suma de los pesos del vector W debe ser igual a uno, ii) cada peso del vector W debe ser mayor o igual

a cero o la no negatividad de las acciones, iii) el rendimiento del portafolio debe ser mayor al promedio de los rendimientos esperados de las acciones.

Dada la complejidad del modelo y de los cálculos requeridos para su solución se hace uso de la herramienta Microsoft Excel¹⁶ y Matlab. A continuación, se describen los pasos realizados en Excel para mayor entendimiento:

1. Una vez obtenida la matriz de covarianza, se procede a crear un vector de participación llamado w el cual está conformado por $\sum w_i$, donde i representa cada acción; este vector contendrá valores iniciales de $\frac{1}{N}$ que posteriormente se recalculan por medio de la herramienta Solver, cambiando de acuerdo con la minimización del riesgo.
2. Se calcula el vector de rendimientos esperados ($Rend_i$) para cada activo utilizando los precios históricos de cierre para los rendimientos diarios, ejecutando la fórmula = *PROMEDIO*($Rend_n$).
3. Se procede a calcular la rentabilidad del portafolio ($Rend_p$), multiplicando el vector de rendimiento esperado que se obtiene del paso anterior a través del vector w , este cálculo se realiza mediante la fórmula de Excel = *MMULT* (w ; *TRANSPONER*($Rend_i$)).
4. Para la obtención de la varianza del portafolio (Var_p), se efectúa la multiplicación de la matriz covarianza por el vector w^T , el resultado se multiplica por el vector w , la cual en Excel se visualiza de la siguiente forma: = *MMULT* (w ; *MMULT* (*matriz cov*; *TRANSPONER*(w))).
5. Se calcula el riesgo del portafolio (σ_p) a través de la raíz del paso 4, o bien dicho, la raíz de la varianza, la fórmula utilizada en Excel = *RAIZ*(Var_p).
6. Con la herramienta Solver se procede a realizar el cálculo de la minimización de la varianza, el cual se muestra en la Figura 11, de acuerdo con el planteamiento previamente expuesto; el cual, adicionalmente, da como resultado el nuevo vector w , el cual está indicado en la Tabla 19.

Figura 13. Cálculo de F.O y restricciones en Solver

¹⁶ Las fórmulas que se obtienen de Excel se escribirán en mayúscula debido a su nomenclatura en la herramienta.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: Máx Mín Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

| | |
|--------------------|---|
| \$AXS7:\$CQS7 >= 0 | (3) Peso asignado a cada activo >= 0 |
| \$AXS12 >= \$CRS3 | (4) Rendimiento del portafolio debe ser >= al rendimiento esperado de cada acción |
| \$CRS7 = 1 | (5) La suma del vector w igual a 1 |

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Fuente: Elaboración propia utilizando Solver en Excel.

Tabla 19. Pesos obtenidos con Solver para cada inversionista

| Inversionista 1 | | Inversionista 2 | | Inversionista 3 | |
|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| Acción | W | Acción | W | Acción | W |
| ALFAA.MX | 0.0% | ALFAA.MX | 0.0% | ALFAA.MX | 0.0% |
| ALPEKA.MX | 0.0% | ALPEKA.MX | 0.0% | ALPEKA.MX | 0.0% |
| AMXL.MX | 0.0% | AMXL.MX | 0.0% | AMXL.MX | 0.0% |
| AC.MX | 6.4% | AC.MX | 6.4% | AC.MX | 6.3% |
| ASURB.MX | 1.8% | ASURB.MX | 1.8% | ASURB.MX | 1.8% |
| AXTELCPO.MX | 0.5% | AXTELCPO.MX | 0.4% | AXTELCPO.MX | 0.4% |
| BBAJIOO.MX | 0.0% | BBAJIOO.MX | 0.0% | BBAJIOO.MX | 0.0% |
| CUERVO.MX | 3.0% | CUERVO.MX | 3.3% | CUERVO.MX | 3.5% |
| BIMBOA.MX | 0.0% | BIMBOA.MX | 0.0% | BIMBOA.MX | 0.0% |
| BOLSAA.MX | 0.0% | BOLSAA.MX | 0.0% | BOLSAA.MX | 0.0% |
| CEMEXCPO.MX | 0.0% | CEMEXCPO.MX | 0.0% | CEMEXCPO.MX | 0.0% |
| KOFUBL.MX | 0.0% | KOFUBL.MX | 0.0% | KOFUBL.MX | 0.0% |
| VOLARA.MX | 0.0% | VOLARA.MX | 0.0% | VOLARA.MX | 0.0% |
| VESTA.MX | 1.3% | VESTA.MX | 0.8% | VESTA.MX | 0.8% |
| CREAL.MX | 0.0% | LIVEPOLC-1.MX | 0.0% | LIVEPOLC-1.MX | 0.0% |
| LIVEPOLC-1.MX | 0.0% | ELEKTRA.MX | 40.4% | ELEKTRA.MX | 39.3% |
| ELEKTRA.MX | 42.3% | GFNORTEO.MX | 0.0% | GFNORTEO.MX | 0.0% |
| GFNORTEO.MX | 0.0% | FEMSAUBN.MX | 0.0% | FEMSAUBN.MX | 0.0% |
| FEMSAUBN.MX | 0.0% | LABB.MX | 0.0% | LABB.MX | 0.0% |
| LABB.MX | 0.0% | GENTERA.MX | 0.0% | GENTERA.MX | 0.0% |
| GENTERA.MX | 0.0% | GMEXICOB.MX | 2.8% | GMEXICOB.MX | 3.1% |
| GMEXICOB.MX | 2.2% | GMXT.MX | 5.7% | GMXT.MX | 5.7% |
| GMXT.MX | 5.3% | GRUMAB.MX | 4.3% | GRUMAB.MX | 4.3% |
| GRUMAB.MX | 4.1% | GAPB.MX | 0.0% | GAPB.MX | 0.0% |
| GAPB.MX | 0.0% | GCARSOA1.MX | 0.0% | GCARSOA1.MX | 0.0% |
| GCARSOA1.MX | 0.0% | GCC.MX | 5.3% | GCC.MX | 5.3% |
| GCC.MX | 5.1% | CHDRAUIB.MX | 1.8% | CHDRAUIB.MX | 1.9% |
| CHDRAUIB.MX | 1.2% | GFINBURO.MX | 0.0% | GFINBURO.MX | 0.0% |
| GFINBURO.MX | 0.0% | TLEVISACPO.MX | 0.0% | TLEVISACPO.MX | 0.0% |
| TLEVISACPO.MX | 0.0% | TRAXIONA.MX | 4.7% | TRAXIONA.MX | 5.0% |
| TRAXIONA.MX | 3.7% | HERDEZ.MX | 0.0% | HERDEZ.MX | 0.0% |
| HERDEZ.MX | 0.0% | BACHOCOB.MX | 4.6% | BACHOCOB.MX | 4.3% |
| BACHOCOB.MX | 6.1% | KIMBERA.MX | 0.0% | KIMBERA.MX | 0.0% |
| KIMBERA.MX | 0.0% | LACOMERUBC.MX | 1.5% | LACOMERUBC.MX | 1.4% |
| LACOMERUBC.MX | 1.4% | MEGACPO.MX | 0.0% | MEGACPO.MX | 0.0% |
| MEGACPO.MX | 0.0% | NEMAKA.MX | 0.0% | NEMAKA.MX | 0.0% |
| NEMAKA.MX | 0.0% | OMAB.MX | 0.0% | OMAB.MX | 0.0% |
| OMAB.MX | 0.0% | ORBIA.MX | 0.0% | ORBIA.MX | 0.0% |
| ORBIA.MX | 0.0% | PE&OLES.MX | 0.2% | PE&OLES.MX | 0.2% |
| PE&OLES.MX | 0.2% | PINFRA.MX | 0.0% | PINFRA.MX | 0.0% |
| PINFRA.MX | 0.0% | Q.MX | 3.7% | Q.MX | 3.6% |
| Q.MX | 3.8% | RA.MX | 0.0% | RA.MX | 0.0% |
| RA.MX | 0.0% | AGUA.MX | 0.3% | AGUA.MX | 0.5% |
| AGUA.MX | 0.0% | BSMXB.MX | 0.0% | BSMXB.MX | 0.0% |
| BSMXB.MX | 0.0% | WMT.MX | 11.8% | WMT.MX | 12.5% |
| WMT.MX | 11.8% | REN(P) | 0.05% | REN(P) | 0.05% |
| REN(P) | 0.05% | VAR(P) | 0.00% | VAR(P) | 0.00% |
| VAR(P) | 0.00% | RI(P) | 0.55% | RI(P) | 0.56% |
| RI(P) | 0.54% | | | | |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

3.5. Elaboración de Frontera Eficiente

En palabras de Domínguez la frontera eficiente muestra los portafolios factibles que cumplen con el requisito de maximizar el rendimiento para todo nivel de riesgo; esto quiere decir que la frontera eficiente incluye las ponderaciones w_i de los distintos activos i , tales que la suma de sus elementos sea igual a 1.

A continuación, se describe el procedimiento y datos necesarios, así como la estructura del archivo de Excel para poder extraer los datos de la hoja de cálculo y posteriormente asignarlos a variables, e introducir los comandos necesarios en Matlab para obtener la frontera de eficiencia de los tres portafolios.

Para trabajar en Matlab se necesita lo siguiente:

- i. Un documento en Excel, donde la primera hoja de trabajo contenga la matriz de covarianza de los rendimientos históricos de todos los activos, comenzando en la celda A1, sin encabezados, únicamente los datos obtenidos.
- ii. En el mismo documento de Excel, en una segunda hoja, debe contener el rendimiento promedio diario de cada uno de los activos, comenzando en la celda A1 y continuando sobre el mismo reglón para los activos restantes, sin encabezados, ni cadenas de texto.
- iii. El nombre del archivo creado en Excel que se utiliza para el presente estudio es "Inv.xlsx".

Una vez creado el documento en Excel, se procede con los comandos de Matlab para crear la frontera eficiente; los pasos a seguir son los enlistados a continuación:

- i. Abrir Matlab, posteriormente en la barra de dirección de Matlab el usuario debe ubicar el directorio raíz de la carpeta en la cual se encuentra el archivo de Excel con el que se trabaja, en este caso se busca el archivo previamente guardado como "Inv.xlsx".
- ii. Para que Matlab muestre los archivos con los que pueda trabajar y extraiga los datos del libro de Excel, se ingresa en el área de trabajo el comando siguiente:

ls

- iii. Matlab debe leer todos los datos existentes en la primera hoja del archivo “Inv.xlsx” y guardarlos en la variable “a”, para ello se aplica lo siguiente:

$$a = xlsread('Inv.xlsx')$$

- iv. A continuación se le indica a Matlab que la matriz de covarianza está asignada a la variable “a”, ingresando:

$$ExpCovariance = a$$

- v. Se utiliza la función encargada de leer los datos existentes de la segunda hoja del libro “Inv.xlsx” y se asignan a la variable “b”:

$$b = xlsread('Inv.xlsx', 2)$$

- vi. Para asignar los rendimientos promedio diarios por acción están asignados a la variable “b”, se emplea el siguiente comando:

$$ExpReturn = b$$

- vii. Se calculan 20 puntos sobre la frontera eficiente. Es importante destacar que el número de portafolios es indicado de acuerdo con las necesidades del usuario:

$$NumPorts = 20$$

- viii. El proceso requiere que se ingrese una función compuesta, la cual ordena a Matlab la creación de un objeto de portafolio vacío para la optimización de cartera de rendimiento y varianza, adicional establece momentos (media y covarianza) de los rendimientos para el objeto portafolio y configura las restricciones de la cartera con ponderaciones no negativas que suman 1.

$$p = Portfolio;$$

$$p = setAssetMoments(p, ExpReturn, ExpCovariance);$$

$$p = setDefaultConstraints(p);$$

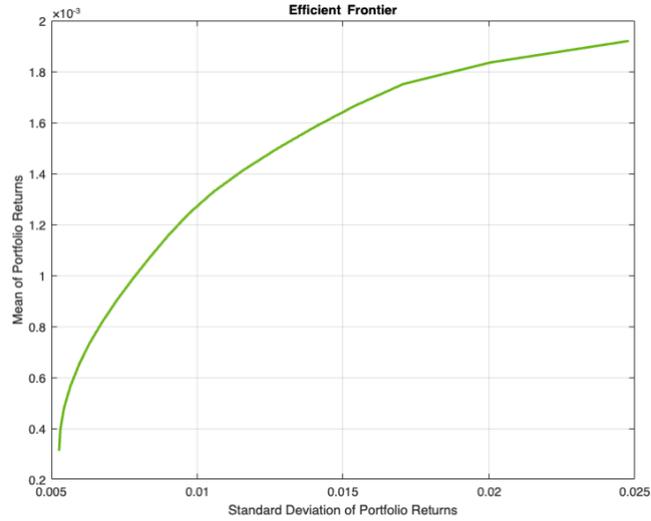
- ix. El siguiente comando estima la Frontera Eficiente con un número específico de portafolios en la frontera, en este caso 20, y adicional grafica su correspondiente frontera eficiente, el número de portafolios es definido por

$$NumPorts.$$

$$plotFrontier(p, NumPorts)$$

Gráfica 10. Frontera eficiente de Markowitz para Inversorista 1

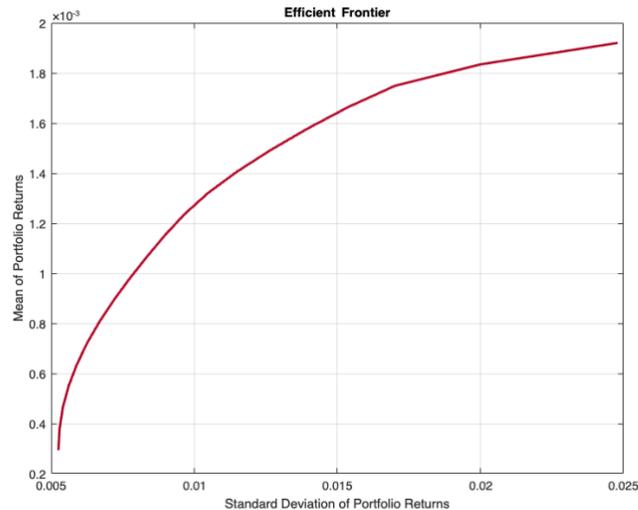
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos utilizando Matlab.



Gráfica 11. Frontera eficiente de Markowitz para Inversorista 2

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos utilizando Matlab.

Gráfica 12. Frontera eficiente de Markowitz para Inversionista 3



Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos utilizando Matlab.

3.6. Aplicación de Modelo de Sharpe

Sharpe considera que las acciones tienen que moverse en conjunto y que el riesgo va más allá de un título, considerando la existencia de un riesgo proveniente de la sensibilidad del mercado, es por ello que para el cálculo de los índices de Sharpe se realiza la investigación de los datos del IPC CompMx, calculando su riesgo, rendimiento y varianza.

Dicho esto, es importante considerar un activo libre de riesgo, el cual para el presente proyecto se conforma por el interés compuesto de los CETES a 28 días, dando como resultado la tasa libre de riesgo en la temporalidad marcada; la composición del portafolio óptimo depende de que tan sensibles sean cada uno de los activos con respecto a las fluctuaciones del mercado.

Retomando las ideas de Sharpe, el cálculo del coeficiente Beta (β) es importante para la aplicación de esta metodología, de acuerdo con Comun & Huaman, Beta se interpreta como el grado de respuesta de la variabilidad de los rendimientos de la acción respecto a la variabilidad de los rendimientos del mercado, dejando tres opciones de interpretación:

- $\beta > 1$: Significa que el activo supera el riesgo del mercado por su alta volatilidad.

- $\beta = 1$: Indica perfecta correlación con el mercado porque tiene el mismo nivel de riesgo y el retorno del activo es proporcionalmente variable con el retorno del portafolio de mercado (índice).
- $\beta < 1$: No tiene correlación por su baja volatilidad, significa que el valor del activo tiene menor nivel de riesgo sistemático respecto al mercado.

En este sentido, si β es mayor, también es mayor la sensibilidad del rendimiento de la acción respecto a las variaciones del rendimiento de la cartera, y del mismo modo a menor β , la sensibilidad resulta ser menor.

Ahora bien, una de las herramientas más útiles para la selección de un portafolio óptimo es el cálculo del Índice de Sharpe, donde el beneficio adicional que aporta a la teoría es a través de las rentabilidades tanto del portafolio como del activo libre de riesgo. Dicho índice se expresa de la siguiente forma:

$$Sharpe = \frac{\bar{r}_p - r_f}{\sigma_p}$$

En caso de que el índice sea negativo, refleja que existe un rendimiento inferior al de la rentabilidad del activo libre de riesgo. De lo contrario, al obtener un índice superior a 1, significa que el rendimiento del activo es mayor al activo libre de riesgo, en conclusión, se puede decir que, en cuanto más alto sea el índice, mejor.

En resumen, se enlistan los pasos para la aplicación del modelo de Sharpe:

- i. Con los datos obtenidos del IPC CompMx, se calcula su rendimiento promedio, su desviación estándar y su varianza.
- ii. Se utiliza el interés compuesto de los CETES para generar la tasa libre de riesgo; inicialmente los datos se encontraron de temporalidad semanal y de forma porcentual, por lo que para fines del presente trabajo es necesario transformarlos a una periodicidad diaria para finalmente obtener el promedio a través de la fórmula en Excel = *PROMEDIO*(CETES28)/100 para así obtener la tasa de rendimiento promedio de los CETES.

A partir del siguiente paso hasta la finalización del modelo, el listado es análogo para cada uno de los portafolios.

- iii. Se calcula una β para cada acción, es decir, β_i a través de la fórmula = *PENDIENTE*($Rend_i, Rend_{IPC}$).
- iv. Una vez calculadas las β_i , procedemos a calcular la Beta del portafolio, con la suma producto del vector del rendimiento de las acciones por el vector de las betas de las acciones, es decir, β_p , la cual se visualiza con la fórmula = *SUMAPRODUCTO*($Rend_n, \beta_i$).
- v. Para el cálculo del índice de Sharpe de cada acción se divide la diferencia del rendimiento esperado de la acción y la tasa libre de riesgo entre su riesgo correspondiente ($\sigma(x)$), lo cual se puede ver en Excel como = ($Rend_i - TLR$) / ($\sigma(x)$).
- vi. Finalmente se obtiene el índice de Sharpe del portafolio restando la TLR al rendimiento del portafolio y dividiendo entre el riesgo del portafolio = ($Rend_p - TLR$) / (σ_p).

Capítulo IV. Resultados

4.1. Resultados

Los inversionistas presentan diferentes preferencias respecto a una inversión, por el alto grado de volatilidad de las acciones, su desempeño en una empresa, la oferta y demanda en el mercado, generan incertidumbre. De acuerdo con estas preferencias, las cuales provienen de las vivencias y conocimientos de los accionistas, y tomando en cuenta la información financiera del activo, se crea un portafolio que busca satisfacer las necesidades específicas de cada uno de ellos. Desde esta perspectiva se plantea como objetivo principal maximizar la satisfacción de cada inversor de acuerdo con sus decisiones, a través del AHP, obteniendo una función cuantitativa capaz de evaluar numéricamente los juicios cualitativos del inversor, y combinar los datos cuantitativos y cualitativos; al obtener los resultados numéricos de dicha función se permite descartar aquellas acciones con valor negativo, debido a que no agregan ningún valor y afectan directamente el desarrollo del portafolio.

Las acciones consideradas en la aplicación de las Teorías de Markowitz y Sharpe son aquellas que presentan un valor positivo, como se muestra en la Tabla 18 existen 45 acciones que representan las preferencias de inversión para el primer sujeto, 46 para el segundo y finalmente 44 para el tercero.

4.1.1. Portafolio de inversión para Inversionista 1

Analizando las preferencias del inversor uno (Tabla 17), se determina que este se ajusta a un perfil altamente averso al riesgo, en donde su portafolio óptimo es el de menor varianza, es decir, aquel portafolio que presenta el menor riesgo, el cual se evidencia en la Tabla 20 y Gráfica 13

De acuerdo con la Teoría de Sharpe, el coeficiente Beta observado en la Tabla 20 determina que el portafolio no está altamente correlacionado con el mercado, debido a que β es menor a 1, en otras palabras, si el mercado presenta fluctuaciones, el portafolio no reaccionará de la misma forma que este, gracias a la diversificación a la que se ha sometido (mostrada en la Gráfica 13), salvaguardando al portafolio del riesgo no sistemático

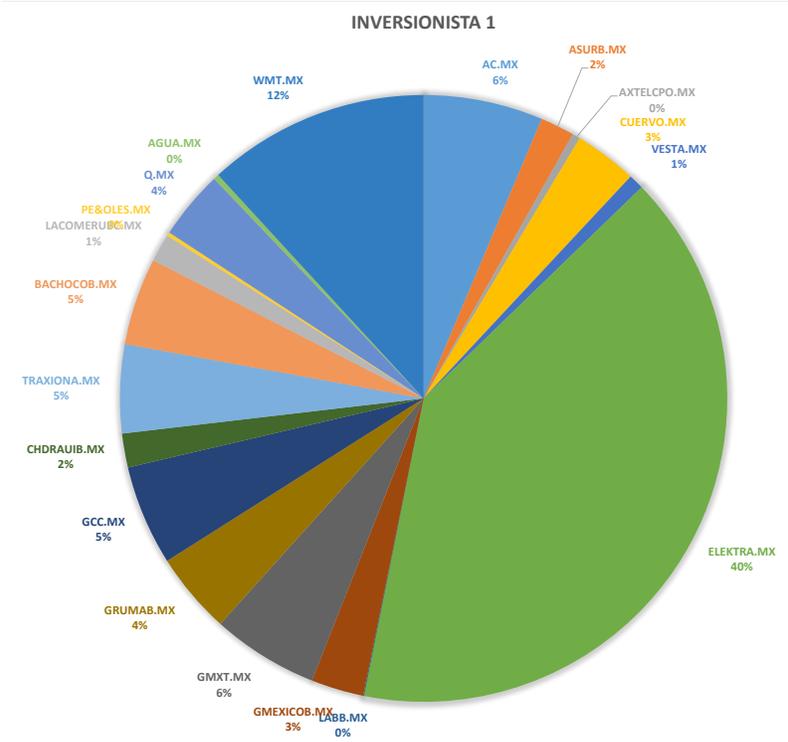
Para el caso del índice de Sharpe y tomando en cuenta que el inversionista es altamente averso al riesgo, se entiende que no tiene disposición a este y por lo tanto, de acuerdo a la Teoría, su recompensa se reduce proporcionalmente al riesgo asumido.

Tabla 20. Portafolio de inversión Inversionista 1: Perfil altamente averso al riesgo

| | |
|------------------|------------|
| REN(P) | 0.00046726 |
| VAR(P) | 2.9286E-05 |
| RI(P) | 0.00541167 |
| Beta(P) | 0.01932262 |
| Sharpe(P) | 0.06109781 |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Gráfica 13. Estructura del portafolio de inversión Inversionista 1: Perfil altamente averso al riesgo



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

4.1.2 Portafolio de inversión para Inversionista 2

Para este caso de estudio, las preferencias del inversor dos (Tabla 17), se ajustan a un perfil con poca aversión al riesgo, es decir, busca una mayor rentabilidad asumiendo un posible riesgo elevado, este portafolio se puede apreciar en la Tabla 21 y Gráfica 14.

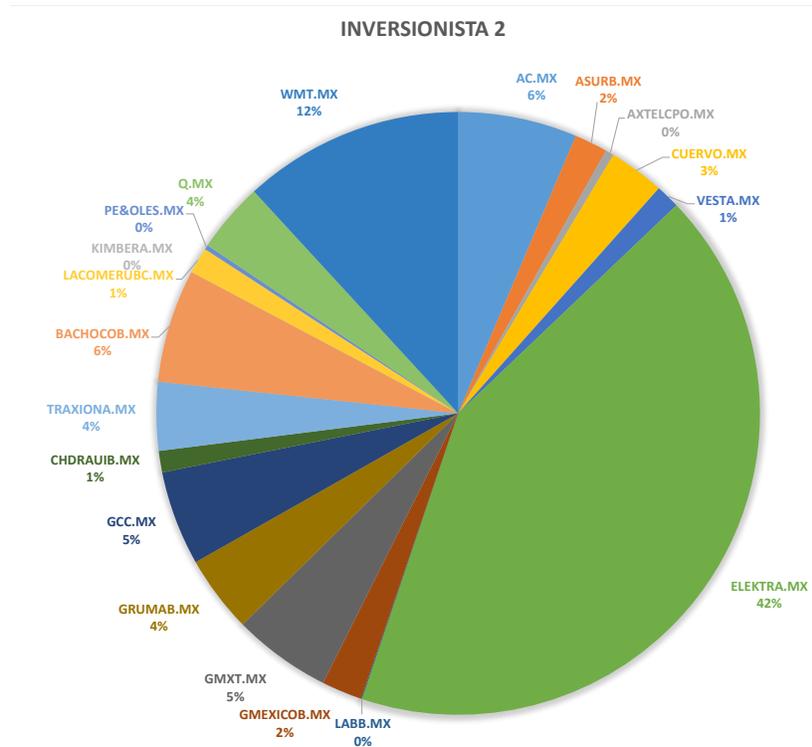
En la Tabla 21 se muestra el coeficiente Beta el cual para este inversionista es menor a uno, es decir, en dicho portafolio no existe una alta correlación con el mercado. Por otro lado, para el índice de Sharpe se observa que ambos inversionistas, uno y dos, cumplen con las mismas características de volatilidad y periodo de estudio, por lo que para el caso del sujeto dos, el índice es mejor, debido a que está dispuesto a asumir un mayor riesgo.

Tabla 21. Portafolio de inversión Inversionista 2: Perfil con poca aversión al riesgo

| | |
|------------------|------------|
| REN(P) | 0.00051599 |
| VAR(P) | 3.0461E-05 |
| RI(P) | 0.00551919 |
| Beta(P) | 0.02064648 |
| Sharpe(P) | 0.0687376 |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Gráfica 14. Estructura del portafolio de inversión Inversionista 2: Perfil con poca aversión al riesgo



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

4.1.3 Portafolio de inversión para Inversionista 3

Finalmente, para el inversor tres sus preferencias determinan un perfil moderadamente averso al riesgo, el cual, optará por un portafolio con un riesgo en medio de los límites máximo y mínimo de la frontera eficiente, es decir, un punto medio entre el riesgo y la rentabilidad, lo cual se evidencia en la Tabla 22 y Gráfica 15.

Para este inversionista, con el resultado β observado en la Tabla 22, se llega a la conclusión de la existencia de una relación entre el mercado y la cartera, sin embargo, al tener una correlación baja, el portafolio no se mueve de la misma forma que el mercado.

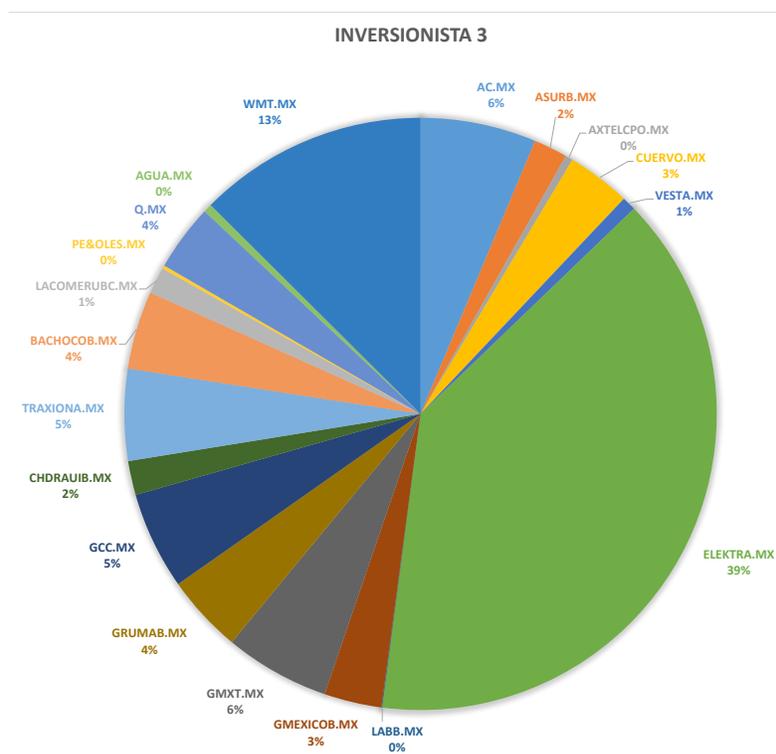
A pesar de que sus preferencias iniciales al riesgo sean moderadas, se observa, a lo largo del periodo de estudio, que el inversor adquiere un mayor riesgo, alcanzando la mejor de las recompensas entre los tres inversionistas.

Tabla 22. Portafolio de inversión Inversionista 3: Perfil moderadamente averso al riesgo

| | |
|------------------|------------|
| REN(P) | 0.00053421 |
| VAR(P) | 3.0979E-05 |
| RI(P) | 0.0055659 |
| Beta(P) | 0.02082534 |
| Sharpe(P) | 0.07143371 |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Gráfica 15. Estructura del portafolio de inversión Inversionista 3: Perfil moderadamente averso al riesgo



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Conclusiones

A lo largo del presente trabajo se menciona que las inversiones juegan un papel importante en la economía mundial, siendo los mercados financieros el medio que ofrece a los inversionistas distintas alternativas para incrementar su capital, sin embargo, en la práctica éstos no son plenamente eficientes dado que no se puede predecir lo que ocurrirá en el futuro, esta incertidumbre ha permitido que se desarrollen diferentes Teorías y metodologías que permitan optimizar los recursos y simultáneamente reducir el riesgo.

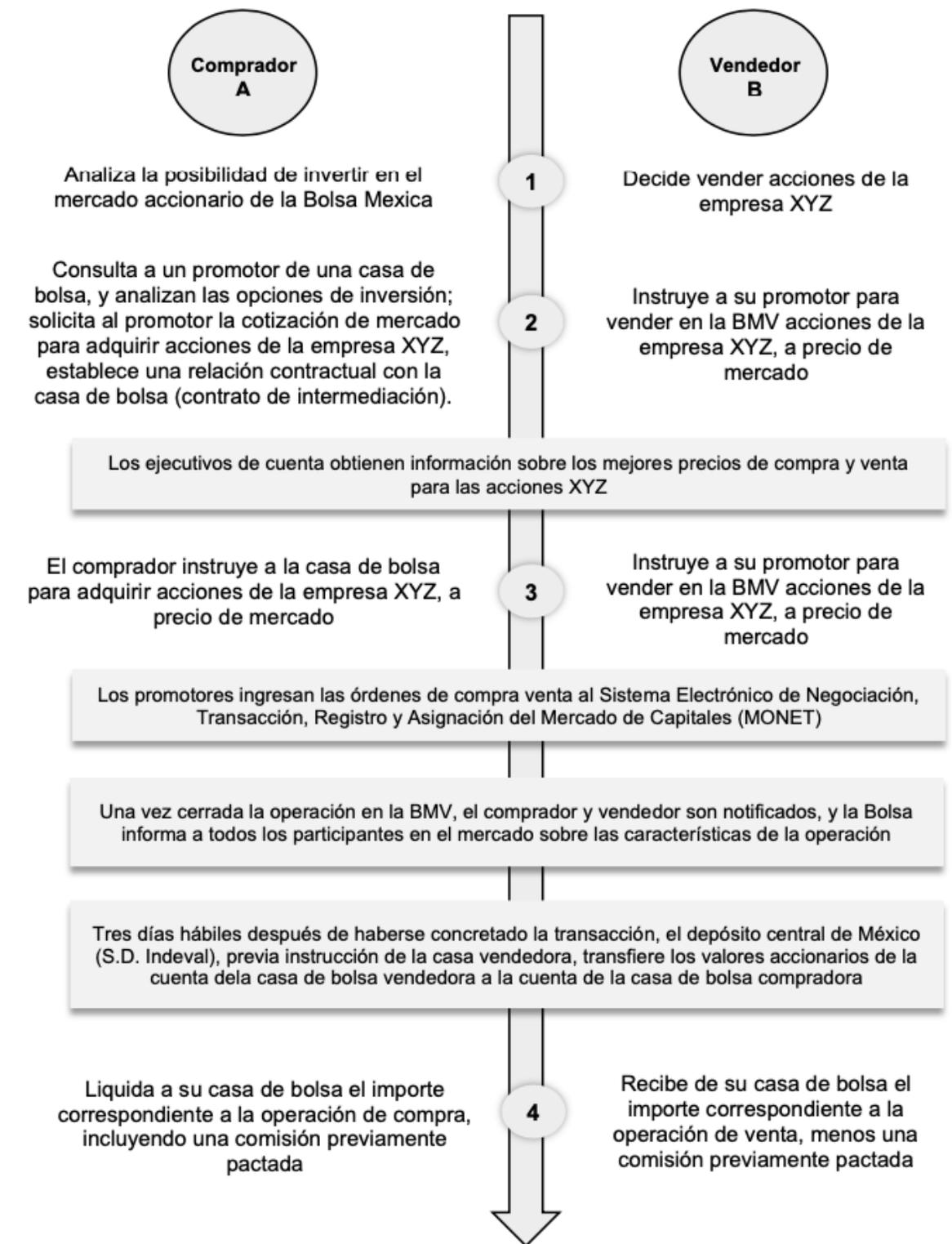
Esta incertidumbre genera un problema de decisión ya que la evaluación de alternativas de inversión no se presenta de la misma forma para los distintos perfiles debido a las preferencias sobre los diferentes factores como la aversión al riesgo, los sectores en los que se desea invertir el capital e incluso las calificaciones que un activo pueda presentar. Al ser un problema con múltiples factores, la metodología AHP cumple con las características necesarias para transferir las preferencias de cualquier naturaleza cualitativa o cuantitativa, a una decisión sustentada y práctica. La aplicación de esta metodología por sí sola no garantiza la elección de un portafolio óptimo, sin embargo, en conjunto con las Teorías de Markowitz y Sharpe, tiene la capacidad de satisfacer las preferencias de cada inversor y en paralelo la optimización de los recursos. Dicho esto, la Teoría de Markowitz resulta de gran utilidad en el campo de la teoría de selección de portafolios y por consiguiente en este estudio, en términos generales, se evalúa el riesgo como un conjunto de diferentes inversiones, brindando la ventaja de evaluar más de un activo, es decir, calculando el riesgo de un portafolio en conjunto.

En conclusión, Markowitz busca reducir el riesgo no sistemático, es decir, aquel que puede ser modificable a través de la diversificación, dando como resultado portafolios con el menor riesgo posible, por otro lado, Sharpe tiene como objetivo minimizar el riesgo sistemático adquiriendo un activo libre riesgo y tomando en cuenta la volatilidad que tiene la cartera con respecto al mercado. Aunado a esto, el índice de Sharpe muestra que cada inversionista obtiene una recompensa acorde al riesgo elegido, cada inversionista es recompensado de la manera esperada.

Las Teorías de Markowitz y Sharpe se mueven bajo el supuesto de homogeneidad, es decir, todos los inversionistas tienen las mismas preferencias en cuanto a los factores que están involucrados en la toma de decisión. Sin embargo, un punto a destacar de los resultados obtenidos del estudio es que al utilizar la metodología AHP permite segmentar en diferentes grupos de inversionistas, obteniendo para cada uno de ellos portafolios constituidos por diferentes activos y a su vez cumpliendo el supuesto de que son homogéneos.

Los resultados forman tres grupos diferentes de acuerdo a la naturaleza con respecto a las preferencias al riesgo de cada tomador de decisión, cada uno tiene diferentes afinidades sobre los diversos factores que componen la selección del portafolio dando por entendido que, a pesar de compartir características como su escasa relación con el mercado o la búsqueda de recompensa por el riesgo asumido no pueden ser comparables entre sí.

En conclusión, los portafolios resultan satisfactorios para cada grupo, por lo que AHP es una herramienta complementaria que permite brindar una mayor eficacia para la selección de activos en las carteras y en conjunto con las teorías se logra optimizar los portafolios para cada inversionista cumpliendo con la hipótesis de obtener portafolios eficientes para cada uno de ellos.



Fuente: Elaboración propia con base en la BMV (2015).

Anexo 3. Acciones que componen la muestra y breve descripción

| No | ACCION | CLAVE PIZARRA | SECTOR | INDUSTRIA | Actividad económica | Serie | Ramo |
|----|---|---------------|------------------------|-----------------------------------|--|-------------------|--|
| 1 | ALFA, S.A.B. DE C.V. | ALFAA.MX | INDUSTRIALS | CONGLOMERATES | CONTROLADORA DE EMPRESAS INDUSTRIALES EN AREAS DIVERSIFICADAS. | CAPITALES | CONTROLADORAS |
| 2 | ALPEK, S.A.B. DE C.V. | ALPEKA.MX | BASIC MATERIALS | SPECIALTY CHEMICALS | CONTROLADORA DE EMPRESAS DEDICADAS A LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS, PLASTICAS Y FIBRAS SINTETICAS. | CAPITALES | PRODUCTOS QUÍMICOS |
| 3 | AMÉRICA MÓVIL, S.A.B. DE C.V. | AMXL.MX | COMMUNICATION SERVICES | TELECOM SERVICES | PROPORCIONAR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES A NIVEL NACIONAL O INTERNACIONAL A CLIENTES RESIDENCIALES Y COMERCIALES QUE OPERAN EN UNA AMPLIA GAMA DE ACTIVIDADES. | CAPITALES - DEUDA | SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS |
| 4 | ARCA CONTINENTAL, S.A.B. DE C.V. | AC.MX | CONSUMER DEFENSIVE | BEVERAGES—NON-ALCOHOLIC | EMPRESA CONTROLADORA, CUYAS PRINCIPALES SUBSIDIARIAS SE DEDICAN A LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE BEBIDAS CARBONATADAS, NO CARBONATADAS Y BOTANAS. | CAPITALES - DEUDA | BEBIDAS |
| 5 | GRUPO AEROPORTUARIO DEL SURESTE, S. A. B. DE C. V. | ASURB.MX | INDUSTRIALS | AIRPORTS & AIR SERVICES | ADMINISTRACION, OPERACION INCLUYENDO LA PRESTACION DE SERVICIOS AEROPORTUARIOS, COMPLEMENTARIOS Y COMERCIALES, CONSTRUCCION Y/O EXPLOTACION DE AERODROMOS CIVILES EN TERMINOS DE LA LEY DE AEROPUERTOS Y | CAPITALES | INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTES |
| 6 | AXTEL, S.A.B. DE C.V. | AXTELCPO.MX | COMMUNICATION SERVICES | TELECOM SERVICES | SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES. | CAPITALES | SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DIVERSOS |
| 7 | BANCO DEL BAJÍO, S.A., INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE | BBAJIOO.MX | FINANCIAL SERVICES | BANKS—REGIONAL | SERVICIOS FINANCIEROS | CAPITALES | BANCOS |
| 8 | BECLÉ, S.A.B. DE C.V. | CUERVO.MX | CONSUMER DEFENSIVE | BEVERAGES—WINERIES & DISTILLERIES | PRODUCTORA DE TEQUILA Y PARTICIPANTE EN LA INDUSTRIA DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS A NIVEL MUNDIAL. | CAPITALES | BEBIDAS |
| 9 | GRUPO BIMBO, S.A.B. DE C.V. | BIMBOA.MX | CONSUMER DEFENSIVE | PACKAGED FOODS | CONTROLADORA DE EMPRESAS DEDICADAS A LA ELABORACION Y DISTRIBUCION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS | CAPITALES - DEUDA | ALIMENTOS |
| 10 | BOLSA MEXICANA DE VALORES, S.A.B. DE C.V. | BOLSAA.MX | FINANCIAL SERVICES | FINANCIAL DATA & STOCK EXCHANGES | SERVICIO DE BOLSA DE VALORES | CAPITALES | MERCADOS FINANCIEROS |
| 11 | CEMEX, S.A.B. DE C.V. | CEMEXCPO.MX | BASIC MATERIALS | BUILDING MATERIALS | FABRICACION Y VENTA DE TODA CLASE DE CEMENTOS. | CAPITALES | MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN |
| 12 | COCA-COLA FEMSA, S.A.B. DE C.V. | KOFUBL.MX | CONSUMER DEFENSIVE | BEVERAGES—NON-ALCOHOLIC | BEBIDAS BAJO LAS MARCAS COCA-COLA, COCA-COLA LIGHT, COCA-COLA ZERO, VALLEFRUT, FANTA, SPRITE, SIDRAL MUNDET, LIFT, FRESCA, CIEL, BRISA, DELVALLE, NESTEA, POWERADE, MATTELEAO, CEPITA, Y OTRAS | CAPITALES - DEUDA | BEBIDAS |
| 13 | CONTROLADOR A VUELA COMPAÑIA DE AVIACIÓN, S.A.B. DE C.V. | VOLARA.MX | INDUSTRIALS | AIRLINES | CONSTITUIR Y PARTICIPAR, DIRECTA O INDIRECTAMENTE, EN EL CAPITAL SOCIAL DE ASOCIACIONES Y OTRAS SOCIEDADES, CIVILES O MERCANTILES, NACIONALES O EXTRANJERAS, AL MOMENTO DE SU CONSTITUCIÓN, O CON POSTER | CAPITALES | LÍNEAS AÉREAS |
| 14 | CORPORACIÓN INMOBILIARIA VESTA, S.A.B. DE C.V. | VESTA.MX | REAL ESTATE | REAL ESTATE—DIVERSIFIED | DESARROLLO INMOBILIARIO INDUSTRIAL | CAPITALES | DESARROLLOS INMOBILIARIOS |
| 15 | CRÉDITO REAL, S.A.B. DE C.V., SOCIEDAD FINANCIERA DE OBJETO MÚLTIPLE, ENTIDAD NO REGULADA | CREAL.MX | FINANCIAL SERVICES | CREDIT SERVICES | OTORGAMIENTO DE ARRENDAMIENTOS Y CRÉDITOS | DEUDA | INTERMEDIARIOS FINANCIEROS NO BANCARIOS |
| 16 | EL PUERTO DE LIVERPOOL C | LIVEPOLC-1.MX | CONSUMER CYCLICAL | DEPARMENT STORES | CONTROLADORA DE ALMACENES DE ROPA Y ARTICULOS PARA EL HOGAR. | CAPITALES-DEUDA | VENTAS MULTILÍNEA |
| 17 | ELEKTRA | ELEKTRA.MX | FINANCIAL SERVICES | FINANCIAL CONGLOMERATES | GRUPO ELEKTRA ES UNA COMPAÑIA DE SERVICIOS FINANCIEROS Y DE COMERCIO ESPECIALIZADO ENFOCADA A LA BASE DE LA PIRÁMIDE SOCIOECONÓMICA. | CAPITALES-DEUDA | VENTAS ESPECIALIZADAS |

| No | ACCION | CLAVE PIZARRA | SECTOR | INDUSTRIA | Actividad económica | Serie | Ramo |
|----|-------------------------------------|---------------|------------------------|----------------------------------|---|------------------|---|
| 18 | FINANCIERO BANORTE | GFNORTEO.MX | FINANCIAL SERVICES | BANKS-REGIONAL | CONTROLADORA DE EMPRESAS QUE PRESTAN SERVICIOS FINANCIEROS. | CAPITALES | GRUPOS FINANCIEROS |
| 19 | FOMENTO ECONOMICO MEXICANO UBD | FEMSAUBN.MX | CONSUMER DEFENSIVE | BEVERAGES-BREWERS | LA CADENA DE TIENDAS DE CONVENIENCIA MAS EXTENSA Y DE MAYOR CRECIMIENTO EN AMERICA | CAPITALES | BEBIDAS |
| 20 | GENOMMA LAB B | LABB.MX | HEALTHCARE | ENTERTAINMENT | DESARROLLO, COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS QUE NO REQUIEREN RECETA PARA SU VENTA, ASÍ COMO PRODUCTOS DE BELLEZA Y CUIDADO PERSONAL | CAPITALES-DEUDA | PRODUCTOS FARMACÉUTICOS |
| 21 | GENERERA SAB DE CV | GENERERA.MX | FINANCIAL SERVICES | CREDIT SERVICES | PROMOVER, ORGANIZAR Y ADMINISTRAR TODA CLASE DE SOCIEDADES MERCANTILES O CIVILES | CAPITALES | SERVICIOS FINANCIEROS DIVERSIFICADOS |
| 22 | GMEXICO | GMEXICOB.MX | BASIC MATERIALS | OTHER INDUSTRIAL METALS & MINING | PROMOVER, CONSTITUIR, ORGANIZAR, EXPLOTAR, ADQUIRIR Y TOMAR PARTICIPACIÓN EN EL CAPITAL SOCIAL O PATRIMONIO DE TODO GÉNERO DE SOCIEDADES MERCANTILES O CIVILES, ASOCIACIONES O EMPRESAS, YA SEAN INDUST | CAPITALES | METALES Y MINERÍA |
| 23 | GMEXICO TRANSPORTES | GMXT.MX | BASIC MATERIALS | OTHER INDUSTRIAL METALS & MINING | TRANSPORTE DE CARGA POR FERROCARRIL | CAPITALES-DEUDA | INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTES |
| 24 | GRUMA SAB DE CV | GRUMAB.MX | CONSUMER DEFENSIVE | PACKAGED FOODS | PRODUCTOR MAS GRANDE DE HARINA DE MAIZ Y TORTILLAS EN EL MUNDO. | CAPITALES-DEUDA | ALIMENTOS |
| 25 | GRUPO AEROPORTUARI O DEL PACIFICO B | GAPB.MX | INDUSTRIALS | AIRPORTS & AIR SERVICES | PRESTACIÓN DE SERVICIOS AEROPORTUARIOS A TRAVÉS DE LOS DOCE AEROPUERTOS QUE OPERA LA COMPAÑÍA EN LA REGIÓN DEL PACÍFICO | CAPITALES | INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTES |
| 26 | GRUPO CARSO A1 | GCARSOA1.MX | INDUSTRIALS | CONGLOMERATES | CONTROLADORA DE EMPRESAS DEDICADAS A DIVERSAS AREAS DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA. | CAPITALES-DEUDA | CONTROLADORAS |
| 27 | GRUPO CEMENTOS | GCC.MX | BASIC MATERIALS | BUILDING MATERIALS | PRODUCCION, DISTRIBUCION Y COMERCIALIZACION DE CEMENTO PORTLAND, CONCRETO Y MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION. | CAPITALES | MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN |
| 28 | GRUPO COMERCIAL CHEDRAUI B | CHDRAUIB.MX | CONSUMER DEFENSIVE | GROCERY STORES | CONTROLADORA DE EMPRESAS DEDICADAS A LA COMERCIALIZACION DE DIVERSOS ARTICULOS A TRAVES DE TIENDAS DE AUTOSERVICIO Y DEPARTAMENTALES, ASI COMO PANIFICADORAS INTEGRADAS. | CAPITALES | VENTA DE PRODUCTOS DE CONSUMO FRECUENTE |
| 29 | GRUPO FINANCIERO INBURSA | GFINBURO.MX | FINANCIAL SERVICES | BANKS-REGIONAL | CONTROLADORA PURA DE ACCIONES DE EMPRESAS QUE PRESTAN SERVICIOS FINANCIEROS. | CAPITALES | GRUPOS FINANCIEROS |
| 30 | GRUPO TELEvisa UNIT | TLEVISACPO.MX | COMMUNICATION SERVICES | BROADCASTING | COMPAÑÍA DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN DE HABLA HISPANA. | CAPITALES-DEUDA | MEDIOS DE COMUNICACIÓN |
| 31 | GRUPO TRAXION | TRAXIONA.MX | INDUSTRIALS | RAILROADS | TRANSPORTE | CAPITALES | CARRETERAS Y FERROCARRILES |
| 32 | HERDEZ | HERDEZ.MX | CONSUMER DEFENSIVE | PACKAGED FOOD | PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS EN CONSERVA, ENLATADOS Y ENVASADOS. | CAPITALES -DEUDA | ALIMENTOS |
| 33 | BACHOCO | BACHOCOB.MX | CONSUMER DEFENSIVE | FARM PRODUCTS | TENEDORA PURA DE ACCIONES, A TRAVES DE SUS SUBSIDIARIAS PRODUCCION PROCESAMIENTO Y COMERCIALIZACION DE POLLO, PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE HUEVO, PRODUCCION Y VENTA DE CERDO. | CAPITALES -DEUDA | ALIMENTOS |
| 34 | KIMBERLY CLARK | KIMBERA.MX | CONSUMER DEFENSIVE | HOUSEHOLD AND PERSONAL PRODUCTS | MANUFACTURA Y MERCADEO DE PRODUCTOS PARA EL CONSUMIDOR Y PARA EL CUIDADO DE LA SALUD Y PARA INSTITUCIONES | CAPITALES -DEUDA | PRODUCTOS DOMÉSTICOS |
| 35 | LA COMER | LACOMERUBC.MX | CONSUMER CYCLICAL | DEPARMENT STORES | COMERCIO | CAPITALES | VENTA DE PRODUCTOS DE CONSUMO FRECUENTE |
| 36 | MEGACABLE | MEGACPO.MX | COMMUNICATION SERVICES | ENTERTAINMENT | TENEDORA DE ACCIONES DE EMPRESAS DEDICADAS A ACITIVIDADES REALACIONADAS CON LOS SERVICIOS DE TELEVISION POR CABLE. | CAPITALES | MEDIOS DE COMUNICACIÓN |
| 37 | NEMAK | NEMAKA.MX | CONSUMER CYCLICAL | AUTO PARTS | PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CABEZAS Y BLOCKS, ELEMENTOS PRINCIPALES DE VEHICULOS AUTOMOTRICES. | CAPITALES | COMPONENTES DE AUTOMÓVILES |

| No | ACCION | CLAVE PIZARRA | SECTOR | INDUSTRIA | Actividad económica | Serie | Ramo |
|----|--|---------------|--------------------|----------------------------------|--|----------------------------|---|
| 38 | GRUPO AEROPORTUARIO DEL NORTE | OMAB.MX | INDUSTRIALS | AIRPORTS AND AIR SERVICES | SERVICIOS DE ADMINISTRACION DE AEROPUERTOS Y HELIPUERTOS | CAPITALES - DEUDA | INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTES |
| 39 | ORBIA | ORBIA.MX | BASIC MATERIALS | CHEMICALS | LÍDER MUNDIAL EN PRODUCTOS ESPECIALIZADOS Y SOLUCIONES INNOVADORAS EN MÚLTIPLES SECTORES, DESDE AGRICULTURA E INFRAESTRUCTURA HASTA TELECOMUNICACIONES, ATENCIÓN MÉDICA Y MÁS. | CAPITALES | PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN |
| 40 | PEÑOLES | PE&OLES.MX | BASIC MATERIALS | OTHER INDUSTRIAL METALS & MINING | CONTROLADORA DE EMPRESAS DEDICADAS A LA EXPLOTACION MINERA, FUNDICION, REFINACION, MANUFACTURA DE METALES NO FERROSOS Y FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS Y REFRACTARIOS. | CAPITALES | METALES Y MINERÍA |
| 41 | PROMOTORA Y OPERADORA DE INFRAESTRUCTURA | PINFRA.MX | INDUSTRIALS | ENGINEERING AND CONSTRUCTION | CONTROLADORA DE EMPRESAS DEDICADAS AL DISEÑO, PLANEACION Y CONSTRUCCION DE TODO GENERO DE OBRAS PUBLICAS Y PRIVADAS. | CAPITALES | CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA |
| 42 | QUALITAS CONTROLADORA | Q.MX | FINANCIAL SERVICES | INSURANCE-PROPERTY AND CASUALTY | ORGANIZACIÓN, PROMOCION Y ADMINISTRACION DE TODA CLASE DE SOCIEDADES MERCANTILES Y CIVILES | CAPITALES | MERCADOS FINANCIEROS |
| 43 | REGIONAL | RA.MX | FINANCIAL SERVICES | BANKS-REGIONAL | TENEDORA DE ACCIONES | CAPITALES | SERVICIOS FINANCIEROS DIVERSIFICADOS |
| 44 | GRUPO ROTOPLAS | AGUA.MX | INDUSTRIALS | POLUTION AND TREATMENT CONTROLS | SOLUCIONES DEL AGUA | CAPITALES - DEUDA | COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN |
| 45 | GRUPO SANTANDER | BSMXB.MX | FINANCIAL SERVICES | BANKS-REGIONAL | SERVICIOS FINANCIEROS | CAPITALES- DEUDA - TITULOS | BANCOS |
| 46 | WALMART | WMT.MX | CONSUMER DEFENSIVE | DISCOUNT STORES | CONTROLADORA DE CADENAS DE TIENDAS DE DESCUENTO Y ROPA. | CAPITALES | VENTA DE PRODUCTOS DE CONSUMO FRECUENTE |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Anexo 4. Proceso AHP para cada inversionista

Tabla General de vaciado de información para los tres inversionistas

| Acción | Media Rnd | Desv Rnd | SECTOR | INDUSTRIA | CALIFICACIONES |
|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| ALFAA.MX | 0.000342796 | 34.20508094 | 0.104774006 | 0.434149543 | 0.031775862 |
| ALPEKA.MX | 0.000117720 | 47.83105424 | 0.230630661 | 0.050738764 | 0.11643497 |
| AMXL.MX | 0.000615538 | 63.2748892 | 0.156513754 | 0.255624322 | 0.188493914 |
| AC.MX | 0.000669977 | 76.97383645 | 0.047273887 | 0.306952599 | 0.147412269 |
| ASURB.MX | 0.000711697 | 45.15606377 | 0.104774006 | 0.050420519 | 0.147412269 |
| AXTELCPO.MX | 0.000877648 | 37.89832127 | 0.156513754 | 0.255624322 | 0.063150728 |
| BBAJIO.MX | 0.000690464 | 44.92887445 | 0.071243143 | 0.067777667 | 0.045023259 |
| CUERVO.MX | 0.000875019 | 55.74956663 | 0.047273887 | 0.218203759 | 0.020452593 |
| BIMBOA.MX | 0.001006202 | 46.5736305 | 0.047273887 | 0.154322576 | 0.147412269 |
| BOLSAA.MX | 5.59776E-05 | 45.93408373 | 0.071243143 | 0.260231588 | 0.031775862 |
| CEMEXCPO.MX | 0.001597997 | 35.95193158 | 0.230630661 | 0.576396775 | 0.063150728 |
| KOFUBL.MX | 0.000182238 | 70.32221156 | 0.047273887 | 0.306952599 | 0.147412269 |
| VOLARA.MX | 0.001385163 | 31.39448299 | 0.104774006 | 0.028436861 | 0.188493914 |
| VESTA.MX | 0.000418663 | 55.60725347 | 0.022292446 | 0.050738764 | 0.11643497 |
| CREAL.MX | -0.001725818 | 36.08875358 | 0.071243143 | 0.034820809 | 0.012464105 |
| LIVEPOLC-1.MX | -6.30175E-06 | 45.32185832 | 0.031765154 | 0.63334572 | 0.147412269 |
| ELEKTRA.MX | 9.67106E-05 | 142.6408163 | 0.071243143 | 0.502819496 | 0.090087174 |
| GFNORTEO.MX | 0.00073745 | 40.81979541 | 0.071243143 | 0.067777667 | 0.11643497 |
| FEMSAUBN.MX | 3.53206E-05 | 60.01838749 | 0.047273887 | 0.10888162 | 0.147412269 |
| LABB.MX | -2.18244E-05 | 45.51811912 | 0.335506949 | 0.576396775 | 0.284705127 |
| GENTERA.MX | -0.000509464 | 31.56147578 | 0.071243143 | 0.034820809 | 0.284705127 |
| GMEXICOB.MX | 0.001546814 | 43.68252127 | 0.230630661 | 0.255624322 | 0.147412269 |
| GMXT.MX | 0.000866406 | 52.56505769 | 0.230630661 | 0.255624322 | 0.147412269 |
| GRUMAB.MX | 0.00063988 | 59.65420195 | 0.047273887 | 0.154322576 | 0.147412269 |
| GAPB.MX | 0.000870353 | 39.64419526 | 0.104774006 | 0.050420519 | 0.147412269 |
| GCARSOA1.MX | 9.84109E-05 | 39.66743036 | 0.104774006 | 0.434149543 | 0.147412269 |
| GCC.MX | 0.000822364 | 57.25496582 | 0.230630661 | 0.576396775 | 0.11643497 |
| CHDRAUIB.MX | 0.000950474 | 53.77565238 | 0.047273887 | 0.076442363 | 0.284705127 |
| GFINBURO.MX | -0.000103425 | 42.68937351 | 0.071243143 | 0.067777667 | 0.147412269 |
| TLEVISACPO.MX | 0.000302109 | 34.35098345 | 0.156513754 | 0.117240139 | 0.147412269 |
| TRAXIONA.MX | 0.001920086 | 41.7894774 | 0.104774006 | 0.146764282 | 0.063150728 |
| HERDEZ.MX | 0.000259784 | 42.32716074 | 0.047273887 | 0.053308698 | 0.284705127 |
| BACHOCOB.MX | -0.000158331 | 75.18763162 | 0.047273887 | 0.037028328 | 0.147412269 |
| KIMBERA.MX | 0.000134331 | 55.4174011 | 0.047273887 | 0.025945969 | 0.147412269 |
| LACOMERUBC.MX | 0.000786868 | 50.61248572 | 0.031765154 | 0.63334572 | 0.284705127 |
| MEGACPO.MX | -0.000285558 | 58.45398709 | 0.156513754 | 0.576396775 | 0.012464105 |
| NEMAKA.MX | -0.000453839 | 40.7061206 | 0.031765154 | 0.106156324 | 0.284705127 |
| OMAB.MX | 0.000253202 | 39.89333281 | 0.104774006 | 0.050420519 | 0.147412269 |
| ORBIA.MX | 0.000790491 | 42.16772743 | 0.230630661 | 0.117240139 | 0.284705127 |
| PE&OLES.MX | 0.000489004 | 35.53319256 | 0.230630661 | 0.255624322 | 0.147412269 |
| PINFRA.MX | -7.30634E-05 | 58.19647467 | 0.104774006 | 0.250978869 | 0.147412269 |
| Q.MX | 0.000575457 | 50.1564875 | 0.071243143 | 0.134350441 | 0.045023259 |
| RA.MX | 0.000481833 | 39.65517336 | 0.071243143 | 0.067777667 | 0.284705127 |
| AGUA.MX | 0.001414861 | 36.8468004 | 0.104774006 | 0.089249926 | 0.284705127 |
| BSMXB.MX | 0.000416162 | 40.1554319 | 0.071243143 | 0.067777667 | 0.147412269 |
| WMT.MX | 0.000695745 | 61.43666791 | 0.047273887 | 0.018914088 | 0.284705127 |
| | 0.021393591 | 2285.590421 | 4.868974738 | 9.594711512 | 6.969130491 |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

AHP Inversionista 1 de acuerdo a sus preferencias

| Acción | Desv Rnd | CALIFICACIONES | Media Rnd | SECTOR | INDUSTRIA | FO |
|---------------|-------------|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| ALFAA.MX | 0.014965534 | 0.004559516 | 0.016023286 | 0.0215187 | 0.045248838 | 0.013898316 |
| ALPEKA.MX | 0.02092722 | 0.016707245 | 0.00502564 | 0.047367397 | 0.005288201 | 0.01900423 |
| AMXL.MX | 0.027684264 | 0.027046977 | 0.02877207 | 0.032145115 | 0.02664221 | 0.02793063 |
| AC.MX | 0.033677878 | 0.021152175 | 0.031316737 | 0.009709208 | 0.031991853 | 0.028417825 |
| ASURB.MX | 0.019756849 | 0.021152175 | 0.033266836 | 0.0215187 | 0.005255032 | 0.021549479 |
| AXTEL.CPO.MX | 0.016581414 | 0.009061493 | 0.041023895 | 0.032145115 | 0.02664221 | 0.019313548 |
| BBAJEO.MX | 0.019657448 | 0.006460384 | 0.032274358 | 0.014632063 | 0.007064065 | 0.017139122 |
| CUERVO.MX | 0.024391757 | 0.002934741 | 0.040900992 | 0.009709208 | 0.022742087 | 0.019973395 |
| BIMBOA.MX | 0.020377068 | 0.021152175 | 0.047032875 | 0.009709208 | 0.016084129 | 0.023287468 |
| BOL.SAA.MX | 0.020097251 | 0.004559516 | 0.00261656 | 0.014632063 | 0.027122398 | 0.013579506 |
| CEMEX.CPO.MX | 0.015729822 | 0.009061493 | 0.074695119 | 0.047367397 | 0.060074425 | 0.025604962 |
| KOFUBL.MX | 0.030767635 | 0.021152175 | 0.008518348 | 0.009709208 | 0.031991853 | 0.023891524 |
| VOLARA.MX | 0.013735831 | 0.027046977 | 0.064746646 | 0.0215187 | 0.002296306 | 0.024205551 |
| VESTA.MX | 0.024329492 | 0.016707245 | 0.019569532 | 0.004578468 | 0.005288201 | 0.019704728 |
| CREAL.MX | 0.015789685 | 0.001788473 | -0.008698965 | 0.014632063 | 0.003629167 | -0.001315155 |
| LIVEPOLC-1.MX | 0.019829388 | 0.021152175 | -0.000294562 | 0.006523992 | 0.066009876 | 0.018176191 |
| ELEKTRA.MX | 0.062408739 | 0.012926002 | 0.004520542 | 0.014632063 | 0.0524059 | 0.038168121 |
| FNORTEO.MX | 0.017859628 | 0.016707245 | 0.034470594 | 0.014632063 | 0.007064065 | 0.019196765 |
| FEMSAUBN.MX | 0.026259468 | 0.021152175 | 0.001650991 | 0.009709208 | 0.011348087 | 0.019983265 |
| LABB.MX | 0.019915256 | 0.040852317 | -0.01020137 | 0.068907104 | 0.060074425 | 0.027269989 |
| GENTERA.MX | 0.013808894 | 0.040852317 | -0.023813859 | 0.014632063 | 0.003629167 | 0.015493139 |
| GMEXICOB.MX | 0.019112139 | 0.021152175 | 0.072302689 | 0.047367397 | 0.02664221 | 0.028966473 |
| GMXT.MX | 0.022998459 | 0.021152175 | 0.040498378 | 0.047367397 | 0.02664221 | 0.026647668 |
| GRUMAB.MX | 0.026100128 | 0.021152175 | 0.029099901 | 0.009709208 | 0.016084129 | 0.023864655 |
| GAPB.MX | 0.017345275 | 0.021152175 | 0.040682874 | 0.0215187 | 0.005255032 | 0.021333241 |
| GCARSOA1.MX | 0.017355441 | 0.021152175 | 0.004600017 | 0.0215187 | 0.045248838 | 0.017883221 |
| GCC.MX | 0.025050405 | 0.016707245 | 0.038439746 | 0.047367397 | 0.060074425 | 0.027410273 |
| CHDRAUIB.MX | 0.023528123 | 0.040852317 | 0.044427981 | 0.009709208 | 0.007967135 | 0.029365871 |
| GFINBURO.MX | 0.018677613 | 0.021152175 | -0.004834388 | 0.014632063 | 0.007064065 | 0.015484133 |
| TLEVISACPO.MX | 0.01502937 | 0.021152175 | 0.014121477 | 0.032145115 | 0.012219246 | 0.017562956 |
| TRAXIONA.MX | 0.018283887 | 0.009061493 | 0.089750526 | 0.0215187 | 0.015296373 | 0.025600724 |
| HERDEZ.MX | 0.018519136 | 0.040852317 | 0.012143082 | 0.009709208 | 0.00555605 | 0.022425808 |
| BACHOCOB.MX | 0.032896372 | 0.021152175 | -0.007400856 | 0.009709208 | 0.003859243 | 0.021843542 |
| KIMBERA.MX | 0.024246427 | 0.021152175 | 0.006279019 | 0.009709208 | 0.002704195 | 0.019291859 |
| LACOMERUBC.MX | 0.022144163 | 0.040852317 | 0.036780556 | 0.006523992 | 0.066009876 | 0.029447762 |
| MEGACPO.MX | 0.025575005 | 0.001788473 | -0.013347821 | 0.032145115 | 0.060074425 | 0.015802304 |
| NEMAKA.MX | 0.017809893 | 0.040852317 | -0.02121378 | 0.006523992 | 0.011064045 | 0.017563584 |
| OMAB.MX | 0.017454279 | 0.021152175 | 0.01183542 | 0.0215187 | 0.005255032 | 0.017512382 |
| ORBIA.MX | 0.018449381 | 0.040852317 | 0.036849878 | 0.047367397 | 0.012219246 | 0.02850794 |
| PE&OLES.MX | 0.015546614 | 0.021152175 | 0.022857478 | 0.047367397 | 0.02664221 | 0.020530672 |
| PINFRA.MX | 0.025462337 | 0.021152175 | -0.003415201 | 0.0215187 | 0.026158042 | 0.020217922 |
| Q.MX | 0.021944652 | 0.006460384 | 0.026898558 | 0.014632063 | 0.014002551 | 0.017808535 |
| R.A.MX | 0.017350079 | 0.040852317 | 0.022522286 | 0.014632063 | 0.007064065 | 0.023618604 |
| AGUA.MX | 0.016121349 | 0.040852317 | 0.066134829 | 0.0215187 | 0.009301992 | 0.029404825 |
| BSMXB.MX | 0.017568954 | 0.021152175 | 0.01945264 | 0.014632063 | 0.007064065 | 0.018189651 |
| WMT.MX | 0.026879999 | 0.040852317 | 0.03252119 | 0.009709208 | 0.001971303 | 0.029242797 |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

| | Desv Rnd | CALIFICACIONES | Media Rnd | SECTOR | INDUSTRIA |
|-----------------------|----------|----------------|-----------|--------|-----------|
| Desv Rnd | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| CALIFICACIONES | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| Media Rnd | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| SECTOR | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| INDUSTRIA | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

| | | | | |
|------|------|------|-------|-------|
| 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| 1.79 | 4.68 | 9.53 | 16.33 | 25.00 |

| | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| 0.559502664 | 0.641547862 | 0.524475524 | 0.428571429 | 0.36 | 2.514097479 |
| 0.186500888 | 0.213849287 | 0.314685315 | 0.306122449 | 0.28 | 1.301157939 |
| 0.111900533 | 0.071283096 | 0.104895105 | 0.183673469 | 0.2 | 0.671752203 |
| 0.079928952 | 0.042769857 | 0.034965035 | 0.06122449 | 0.12 | 0.338888334 |
| 0.062166963 | 0.030549898 | 0.020979021 | 0.020408163 | 0.04 | 0.174104045 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |

| |
|-----------------|
| 0.502819496 |
| 0.260231588 |
| 0.134350441 |
| 0.067776677 |
| 0.034820809 |
| Vector W |

| |
|-------------|
| 2.743097411 |
| 1.413523405 |
| 0.699095248 |
| 0.340901248 |
| 0.177328227 |

| |
|-------------|
| 5.455431689 |
| 5.431790266 |
| 5.203520323 |
| 5.029698779 |
| 5.09259353 |
| 5.242606918 |

0.060651729

0.04594828

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

AHP Inversionista 2 de acuerdo a sus preferencias

| Acción | CALIFICACIONES | SECTOR | INDUSTRIA | Desv Rnd | Media Rnd | F.O |
|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| ALFAA.MX | 0.004559516 | 0.033459437 | 0.003487697 | 0.014965534 | 0.016023286 | 0.013040662 |
| ALPEKA.MX | 0.016707245 | 0.010335813 | 0.031351569 | 0.02092722 | 0.005502564 | 0.016912533 |
| AMXL.MX | 0.027046977 | 0.015200404 | 0.00622296 | 0.027684264 | 0.02877207 | 0.021269672 |
| AC.MX | 0.021152175 | 0.003234144 | 0.003182197 | 0.033677878 | 0.031316737 | 0.015277964 |
| ASURB.MX | 0.021152175 | 0.033459437 | 0.053247161 | 0.019756849 | 0.033266836 | 0.028994159 |
| AXTELCPO.MX | 0.009061493 | 0.015200404 | 0.00622296 | 0.016581414 | 0.041023895 | 0.011900313 |
| BBAJIOO.MX | 0.006460384 | 0.04867468 | 0.016477685 | 0.019657448 | 0.032274358 | 0.020585036 |
| CUERVO.MX | 0.002934741 | 0.003234144 | 0.01335401 | 0.024391757 | 0.040900992 | 0.00718881 |
| BIMBOA.MX | 0.021152175 | 0.003234144 | 0.037646831 | 0.020377068 | 0.047032875 | 0.019554054 |
| BOLSAA.MX | 0.004559516 | 0.04867468 | 0.031916637 | 0.020097251 | 0.00261656 | 0.020700572 |
| CEMEXCPO.MX | 0.009061493 | 0.010335813 | 0.014379157 | 0.015729822 | 0.074695119 | 0.012844922 |
| KOFUBL.MX | 0.021152175 | 0.003234144 | 0.003182197 | 0.030767635 | 0.008518348 | 0.014286856 |
| VOLARA.MX | 0.027046977 | 0.033459437 | 0.030781818 | 0.013735831 | 0.064746646 | 0.029628014 |
| VESTA.MX | 0.016707245 | 0.006858401 | 0.031351569 | 0.024329492 | 0.019569532 | 0.016728021 |
| CREAL.MX | 0.001788473 | 0.04867468 | 0.008312731 | 0.015789685 | -0.080669865 | 0.012943986 |
| LIVEPOLC-1.MX | 0.021152175 | 0.004608425 | 0.01301976 | 0.019829388 | -0.000294562 | 0.014917927 |
| ELEKTRA.MX | 0.012926602 | 0.04867468 | 0.00427067 | 0.062408739 | 0.004520542 | 0.024127531 |
| GFNORTEO.MX | 0.016707245 | 0.04867468 | 0.016477685 | 0.017859628 | 0.034470594 | 0.02569198 |
| FEMSAUBN.MX | 0.021152175 | 0.003234144 | 0.002319757 | 0.026259468 | 0.001650991 | 0.013626307 |
| LABB.MX | 0.040852317 | 0.022706704 | 0.070693365 | 0.019915256 | -0.001020137 | 0.037262315 |
| GENTERA.MX | 0.040852317 | 0.04867468 | 0.008312731 | 0.013808894 | -0.023813859 | 0.034431566 |
| GMEXICOB.MX | 0.021152175 | 0.010335813 | 0.00622296 | 0.019112139 | 0.072302689 | 0.017974503 |
| GMXT.MX | 0.021152175 | 0.010335813 | 0.00622296 | 0.022998459 | 0.040498378 | 0.017130457 |
| GRUMAB.MX | 0.021152175 | 0.003234144 | 0.037646831 | 0.026100128 | 0.029909901 | 0.019345713 |
| GAPB.MX | 0.021152175 | 0.033459437 | 0.053247161 | 0.017345275 | 0.040682874 | 0.029088941 |
| GCARSOA1.MX | 0.021152175 | 0.033459437 | 0.003487697 | 0.017355441 | 0.004600017 | 0.022114799 |
| GCC.MX | 0.016707245 | 0.010335813 | 0.014379157 | 0.025050405 | 0.038439746 | 0.016058641 |
| CHDRAUIB.MX | 0.040852317 | 0.003234144 | 0.018927209 | 0.023528123 | 0.044427981 | 0.027067546 |
| GFINBURO.MX | 0.021152175 | 0.04867468 | 0.016477685 | 0.018677613 | -0.004834388 | 0.026613787 |
| TLEVISACPO.MX | 0.021152175 | 0.015200404 | 0.014379157 | 0.01502937 | 0.014121477 | 0.018033574 |
| TRAXIONA.MX | 0.009061493 | 0.033459437 | 0.018000206 | 0.018283887 | 0.089750526 | 0.020046259 |
| HERDEZ.MX | 0.040852317 | 0.003234144 | 0.026762048 | 0.018519136 | 0.012143082 | 0.026656476 |
| BACHOCOB.MX | 0.021152175 | 0.003234144 | 0.004541415 | 0.032896372 | -0.007400856 | 0.014059429 |
| KIMBERA.MX | 0.021152175 | 0.003234144 | 0.006538155 | 0.024246427 | 0.006279019 | 0.014217763 |
| LACOMERUBC.MX | 0.040852317 | 0.004608425 | 0.01301976 | 0.022144163 | 0.036780556 | 0.026271418 |
| MEGACPO.MX | 0.001788473 | 0.015200404 | 0.070693365 | 0.025575005 | -0.013347821 | 0.015621222 |
| NEMAKA.MX | 0.040852317 | 0.004608425 | 0.031949306 | 0.017809893 | -0.02121378 | 0.026501435 |
| OMAB.MX | 0.021152175 | 0.033459437 | 0.053247161 | 0.017454279 | 0.01183542 | 0.028091837 |
| ORBIA.MX | 0.040852317 | 0.010335813 | 0.070693365 | 0.018449381 | 0.036949878 | 0.035265812 |
| PE&OLES.MX | 0.021152175 | 0.010335813 | 0.00622296 | 0.015546614 | 0.022857478 | 0.016011118 |
| PINFRA.MX | 0.021152175 | 0.033459437 | 0.006183928 | 0.025462337 | -0.003415201 | 0.0217806 |
| Q.MX | 0.006460384 | 0.04867468 | 0.061669328 | 0.021944652 | 0.026898558 | 0.026624385 |
| RA.MX | 0.040852317 | 0.04867468 | 0.016477685 | 0.017350079 | 0.022522286 | 0.037382007 |
| AGUA.MX | 0.040852317 | 0.033459437 | 0.01094624 | 0.016121349 | 0.066134829 | 0.034114712 |
| BSMXB.MX | 0.021152175 | 0.04867468 | 0.016477685 | 0.017568954 | 0.01945264 | 0.027384339 |
| WMT.MX | 0.040852317 | 0.003234144 | 0.00937543 | 0.026879999 | 0.03252119 | 0.025596839 |

1 1 1 1 1 1 1

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

| | CALIFICACIONES | SECTOR | INDUSTRIA | Desv Rnd | Media Rnd |
|----------------|----------------|--------|-----------|----------|-----------|
| CALIFICACIONES | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| SECTOR | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| INDUSTRIA | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| Desv Rnd | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Media Rnd | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

| | | | | |
|------|------|------|-------|-------|
| 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| 1.79 | 4.68 | 9.53 | 16.33 | 25.00 |

| | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| 0.559502664 | 0.641547862 | 0.524475524 | 0.428571429 | 0.36 | 2.514097479 |
| 0.186500888 | 0.213849287 | 0.314685315 | 0.306122449 | 0.28 | 1.301157939 |
| 0.111900533 | 0.071283096 | 0.104895105 | 0.183673469 | 0.2 | 0.671752203 |
| 0.079928952 | 0.042769857 | 0.034965035 | 0.06122449 | 0.12 | 0.338888334 |
| 0.062166963 | 0.030549898 | 0.020979021 | 0.020408163 | 0.04 | 0.174104045 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |

| |
|-----------------|
| 0.502819496 |
| 0.260231588 |
| 0.134350441 |
| 0.067777667 |
| 0.034820809 |
| Vector W |

| |
|-------------|
| 2.743097411 |
| 1.413523405 |
| 0.699095248 |
| 0.340901248 |
| 0.177328227 |

| |
|-------------|
| 5.455431689 |
| 5.431790266 |
| 5.203520323 |
| 5.029698779 |
| 5.09259353 |
| 5.242606918 |

0.060651729

0.04594828

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

AHP Inversionista 3 de acuerdo a sus preferencias

| Acción | Media Rnd | CALIFICACIONES | Desv Rnd | SECTOR | INDUSTRIA | F.O |
|---------------|--------------|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| ALFAA.MX | 0.016023286 | 0.004559516 | 0.014965534 | 0.023391861 | 0.002858372 | 0.012938953 |
| ALPEKA.MX | 0.005502564 | 0.016707245 | 0.02092722 | 0.003331732 | 0.01178456 | 0.010562295 |
| AMXL.MX | 0.02877207 | 0.027046977 | 0.027684264 | 0.004747481 | 0.005100079 | 0.025724391 |
| AC.MX | 0.031316737 | 0.021152175 | 0.033677878 | 0.015659065 | 0.003721955 | 0.026966704 |
| ASURB.MX | 0.033266836 | 0.021152175 | 0.019756849 | 0.023391861 | 0.014752222 | 0.026985149 |
| AXTELCPO.MX | 0.041023895 | 0.009061493 | 0.016581414 | 0.004747481 | 0.005100079 | 0.025712783 |
| BBAJOO.MX | 0.032274358 | 0.006460384 | 0.019657448 | 0.050143402 | 0.05054162 | 0.025708862 |
| CUERVO.MX | 0.040900992 | 0.002934741 | 0.024391757 | 0.015659065 | 0.002607996 | 0.025758719 |
| BIMBOA.MX | 0.047032875 | 0.021152175 | 0.020377068 | 0.015659065 | 0.030853779 | 0.034026867 |
| BOLSAA.MX | 0.00261656 | 0.004559516 | 0.020097251 | 0.050143402 | 0.02615755 | 0.009511692 |
| CEMEXCPO.MX | 0.074695119 | 0.009061493 | 0.015729822 | 0.003331732 | 0.005100079 | 0.02432963 |
| KOFUBL.MX | 0.008518348 | 0.021152175 | 0.030767635 | 0.015659065 | 0.003721955 | 0.015112237 |
| VOLARA.MX | 0.064746646 | 0.027046977 | 0.013735831 | 0.023391861 | 0.008971084 | 0.043337595 |
| VESTA.MX | 0.019569532 | 0.016707245 | 0.024329492 | 0.007065348 | 0.01178456 | 0.018345594 |
| CREAL.MX | -0.080669865 | 0.001788473 | 0.015789685 | 0.050143402 | 0.013504427 | -0.034106774 |
| LIVPOLC-1.MX | -0.000294562 | 0.021152175 | 0.019829388 | 0.010647689 | 0.026184324 | 0.009653874 |
| ELEKTRA.MX | 0.004520542 | 0.012926602 | 0.062408739 | 0.050143402 | 0.006812769 | 0.017657397 |
| GFNORTEO.MX | 0.034470594 | 0.016707245 | 0.017859628 | 0.050143402 | 0.05054162 | 0.029238191 |
| FEMSAUBN.MX | 0.001650991 | 0.021152175 | 0.026259468 | 0.015659065 | 0.001901177 | 0.010990121 |
| LABB.MX | -0.001020137 | 0.040852317 | 0.019915256 | 0.03446905 | 0.025694444 | 0.016024675 |
| GENTERA.MX | -0.023813859 | 0.040852317 | 0.013808894 | 0.050143402 | 0.013504427 | 0.004381059 |
| GMEXICOB.MX | 0.072302689 | 0.021152175 | 0.019112139 | 0.003331732 | 0.057937346 | 0.046670632 |
| GMXT.MX | 0.040498378 | 0.021152175 | 0.022998459 | 0.003331732 | 0.057937346 | 0.031200933 |
| GRUMAB.MX | 0.029909901 | 0.021152175 | 0.026100128 | 0.015659065 | 0.030853779 | 0.026185998 |
| GAPB.MX | 0.040682874 | 0.021152175 | 0.017345275 | 0.023391861 | 0.014752222 | 0.030390082 |
| GCARSOA1.MX | 0.004600017 | 0.021152175 | 0.017355441 | 0.023391861 | 0.002858372 | 0.01183413 |
| GCC.MX | 0.038439746 | 0.016707245 | 0.025050405 | 0.003331732 | 0.005100079 | 0.027444945 |
| CHDRAUIB.MX | 0.044427981 | 0.040852317 | 0.023528123 | 0.015659065 | 0.021933063 | 0.037956394 |
| GFINBURO.MX | -0.004834388 | 0.021152175 | 0.018677613 | 0.050143402 | 0.05054162 | 0.010741488 |
| TLEVISACPO.MX | 0.014121477 | 0.021152175 | 0.01502937 | 0.004747481 | 0.057937346 | 0.016963419 |
| TRAXIONA.MX | 0.089750526 | 0.009061493 | 0.018283887 | 0.023391861 | 0.0252275 | 0.052406737 |
| HERDEZ.MX | 0.012143082 | 0.040852317 | 0.018519136 | 0.015659065 | 0.010944392 | 0.020667323 |
| BACHOCOB.MX | -0.007400856 | 0.021152175 | 0.032896372 | 0.015659065 | 0.015511954 | 0.007804285 |
| KIMBERA.MX | 0.006279019 | 0.021152175 | 0.024246427 | 0.015659065 | 0.007683713 | 0.013248084 |
| LACOMERUBC.MX | 0.036780556 | 0.040852317 | 0.022144163 | 0.010647689 | 0.026184324 | 0.033733557 |
| MEGACPO.MX | -0.013347821 | 0.001788473 | 0.025575005 | 0.004747481 | 0.025694444 | -0.001593639 |
| NEMAKA.MX | -0.02121378 | 0.040852317 | 0.017809893 | 0.010647689 | 0.010670455 | 0.003450358 |
| OMAB.MX | 0.01183542 | 0.021152175 | 0.017454279 | 0.023391861 | 0.014752222 | 0.015899664 |
| ORBIA.MX | 0.036949878 | 0.040852317 | 0.018449381 | 0.003331732 | 0.025694444 | 0.032809383 |
| PE&OLES.MX | 0.022857478 | 0.021152175 | 0.015546614 | 0.003331732 | 0.057937346 | 0.021329586 |
| PINFRA.MX | -0.003415201 | 0.021152175 | 0.025462337 | 0.023391861 | 0.043639162 | 0.010313107 |
| Q.MX | 0.026898558 | 0.006460384 | 0.021944652 | 0.050143402 | 0.003500063 | 0.021675067 |
| RA.MX | 0.022522286 | 0.040852317 | 0.017350079 | 0.050143402 | 0.05054162 | 0.029445201 |
| AGUA.MX | 0.066134829 | 0.040852317 | 0.016121349 | 0.023391861 | 0.005068091 | 0.047812776 |
| BSMXB.MX | 0.01945264 | 0.021152175 | 0.017568954 | 0.050143402 | 0.05054162 | 0.02280453 |
| WMT.MX | 0.03252119 | 0.040852317 | 0.026879999 | 0.015659065 | 0.00533584 | 0.03184261 |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

| | Media Rnd | Desv Rnd | CALIFICACIONES | SECTOR | INDUSTRIA |
|----------------|-----------|----------|----------------|--------|-----------|
| Media Rnd | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| Desv Rnd | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| CALIFICACIONES | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| SECTOR | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| INDUSTRIA | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |

| | | | | |
|------|------|------|-------|-------|
| 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| 1.79 | 4.68 | 9.53 | 16.33 | 25.00 |

| | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| 0.559502664 | 0.641547862 | 0.524475524 | 0.428571429 | 0.36 | 2.514097479 |
| 0.186500888 | 0.213849287 | 0.314685315 | 0.306122449 | 0.28 | 1.301157939 |
| 0.111900533 | 0.071283096 | 0.104895105 | 0.183673469 | 0.2 | 0.671752203 |
| 0.079928952 | 0.042769857 | 0.034965035 | 0.06122449 | 0.12 | 0.338888334 |
| 0.062166963 | 0.030549898 | 0.020979021 | 0.020408163 | 0.04 | 0.174104045 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |

| |
|-----------------|
| 0.502819496 |
| 0.260231588 |
| 0.134350441 |
| 0.067777667 |
| 0.034820809 |
| Vector W |

| |
|-------------|
| 2.743097411 |
| 1.413523405 |
| 0.699095248 |
| 0.340901248 |
| 0.177328227 |

| |
|-------------|
| 5.455431689 |
| 5.431790266 |
| 5.203520323 |
| 5.029698779 |
| 5.09259353 |
| 5.242606918 |

0.060651729

0.04594828

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos.

Referencias

- Lasa Crespo, A. J. (2005). Construcción de la "Frontera eficiente" de portafolios de inversión Aplicación al caso México. *Denarius*(10), 131-153.
- Castillejo Peña, H. (2001). *El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, Metodología y Aplicaciones*. Zaragoza.
- Castillo Rodríguez, J. M., Trinidad Segovia, J. E., & Casado Belmont, M. d. (s.f.). *Una propuesta para la introducción de la curva de confianza en el Modelo de Sharpe*. Universidad de Almería, Economía y Empresa.
- Castro Beltrán, J. d. (1995). *El Mercado de valores en la toma de decisiones financieras*. Tesis, Universidad de Sonora, Ingeniería.
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores. (18 de Julio de 2014). *Gobierno de México* . Obtenido de Casas de Bolsa: <https://www.cnbv.gob.mx/SECTORES-SUPERVISADOS/BURSÁTIL/Descripción/Paginas/Casas-de-Bolsa.aspx>
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores. (27 de Enero de 2016). *Gobierno de México*. Obtenido de Acciones y Programas: <https://www.gob.mx/cnbv/acciones-y-programas/sector-bursatil>
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores. (2020). *Gobierno de México*. Obtenido de ¿Qué hacemos?: <https://www.gob.mx/cnbv/que-hacemos>
- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. (2020). *Gobierno de México*. Obtenido de ¿Qué hacemos?: <https://www.gob.mx/cnsf/que-hacemos>
- Comun Tamariz, L. P., & Huaman Ojeda, P. M. (2019). *Adaptación del Modelo CAPM en Mercados Emergentes*. Título de suficiencia profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Negocios, Lima.
- CONDUSEF. (2020). *Gobierno de México*. Obtenido de ¿Qué hacemos?: https://www.condusef.gob.mx/?p=que_hacemos
- Conogasi. (09 de Julio de 2018). *Conogasi, conocimiento para la vida*. Recuperado el Abril de 2021, de Instituto para el depósito de valores (INDEVAL): <http://conogasi.org/acepciones/instituto-para-el-deposito-de-valores-indeval/>
- Contreras Lovera, I. (2011). *Análisis comparativo de métodos de evaluación de comportamiento de portafolios de inversión*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la UNAM. (2017). *Unidad de Apoyo para el Aprendizaje*. Obtenido de Administración Pública Federal, Centralizada y Paraestatal: https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1152/mod_resource/content/1/contenido/index.html
- Court, E., & Tarradellas, J. (2010). *Mercado de capitales*. México : Pearson.
- Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro . (2020). *Gobierno de México*. Obtenido de ¿Que hacemos?: <https://www.gob.mx/consar/que-hacemos>
- Alexander, G. J., Sharpe, W. F., & Bailey, J. V. (2003). *Fundamentos de inversiones: Teoría y práctica* (Tercera ed.). Pearson Educación.
- Aravena Maureira, F., & Cifuentes Venegas, M. (2013). *Políticas de Riesgo Financiero banco Santander y retail Falabella*. Universidad del Bío-Bío, Departamento de Gestión Empresarial. Chillán: Facultad de Ciencia Empresariales.

- Atehortúa Granados, J. A. (2012). *Mercado de capitales y portafolios de inversión*. Medellín : Ediciones de la U.
- Bárceñas, R. A. (2016). *El CAPM en la valuación de Activos de Capital en Mercados Emergentes. El Mercado Accionario en México 2000-2015*. Tesis en Ciencias Económicas, Instituto Politécnico Nacional, Economía financiera, Ciudad de México.
- Banco de México. (2020). *Banco de México*. Recuperado el Abril de 2020, de <https://www.banxico.org.mx/footer-es/preguntas-frecuentes-dudas-ba.html>
- Betancourt Bejarano, K., García Díaz, C. M., & Lozano Riaño, V. (2013). Teoría de Markowitz con metodología EWMA para la toma de decisión sobre cómo invertir su dinero. *Atlantic Review of Economics, 1*.
- Bolsa Mexicana de Valores. (2015). *Indices de Mercado*. México. Obtenido de <https://www.bmv.com.mx/es/indices/internacionales/>
- Bolsa Mexicana de Valores. (s.f.). *Grupo BMV*. Recuperado el Agosto de 2021, de Grupo BMV: https://www.bmv.com.mx/es/Grupo_BMV/Glosario
- Bolsa Mexicana de Valores. (s.f.). *Grupo BMV*. Recuperado el Agosto de 2021, de Grupo BMV: <https://www.bmv.com.mx/es/grupo-bmv/como-participar-en-la-bolsa>
- Bolsa Mexicana de Valores SAB de CV. (2015). *Grupo BMV*. Obtenido de Acerca de: <https://www.bmv.com.mx/es/grupo-bmv/acerca-de>
- Bodie, Z., Kane, A., Marcus, A. J., & Fernández, P. L. (2004). *Principios de inversiones*. Mc Graw Hill.
- Bojórquez León, C. (1994). *El Mercado de Valores: Una Opción para el Financiamiento Público Local*. INDETEC, Guadalajara.
- De Sousa Santana, F. (2013). Modelo de valoración de activos financieros (CAPM) y teoría de valoración por arbitraje (APT). *Cuadernos de Contabilidad, 14(35)*, 732-746.
- Doldán Gómez, P. (2018). *Selección de carteras de diversificación eficiente. Índice de Treynor y Frontera Eficiente de Markowitz: cálculo y aplicación práctica en el IBEX 35*. Segovia: Universidad de Valladolid.
- Domínguez Mondragón, A. (2015). *Modelo de Markowitz y simulación Monte Carlo aplicados a un portafolio de inversión con acciones del IPC. 2013-2015*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Dueñas Ortiz, A. P., Prieto Garzón, K. Y., & Sánchez Alfonso, J. L. (2017). *Análisis de rentabilidad y riesgo de un portafolio de inversión, aplicando el modelo de Harry Markowitz*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Durango Gutiérrez, M. P., & Delgado Vélez, L. D. (julio de 2017). Diseño metodológico para la estructuración de portafolios de inversión según el perfil de riesgo del inversionista. *Clio América, 11(22)*, 177-187.
- Elizondo Silva, E. M. (s.a). *El mercado de valores en México*. UANL, Nuevo Leon.
- Flórez Ríos, L. S. (octubre de 2008). Evolución de la teoría financiera en siglo XX. *Ecos de Economía(27)*, 145-168.
- Fernández, M. (2006). *El modelo CAPM: predictividad del coeficiente beta en países , con economías emergentes caso Argentina*. Postgrado de Especialización en Administración Financiera, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas, Buenos Aires.

- Fierros Villanueva, P. A. (2012). *EL MERCADO DE DERIVADOS FINANCIEROS Y SU IMPACTO EN EL VALOR DE LAS EMPRESAS EN MÉXICO*. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana.
- Figueroa Pérez, D. A. (1998). *Comportamiento del mercado de dinero*. Tesis maestría, UANL, Nuevo Leon.
- Fornero, R. A. (Septiembre de 2014). CAPM, Cincuenta años de una aventura intelectual. *XXXIV Jornadas Nacionales de Administración Financiera*.
- Franco Arbeláez, L. C., Avedaño Rúa, C. T., & Barbutín Díaz, H. (2011). Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la optimización de Portafolios de inversión. *Tecno Logicas*, 71-88.
- Franco Bendeck, H. D., & Guzmán Salazar, L. S. (2017). *Los Mercados Financieros*. Bogotá.
- García Aguado, A. M. (1996). *Programación Estocástica por metas*. Madrid.
- Giraldo Cárdenas, L., Malver Díaz Zapata, J., Arboleda Ríos, S. M., Galarcio Padilla, C. L., Lotero Botero, J. E., & Isaza Cuervo, F. (2015). Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de BlackLitterman. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 111-130.
- Gitman, L. J., & Joehnk, M. (2008). *Fundamentos de inversiones*. Arizona, Estados Unidos: Pearson.
- Gomero Gonzales, N. A. (Marzo de 2014). Portafolios de Activos Financieros utilizando el Modelo de sharpe y Traynor. *Revista de la Facultad de Ciencias Contables*, 22(41), 135-146.
- Grande Freire, A. (2018). *Estimación del coeficiente beta del modelo CAPM para el mercado español*. Trabajo de Fin de Grado, Universidad Pontificia, ICADE, Madrid.
- Guerrero, W. E., & Zelaya Alfaro, H. F. (2002). *Instrumentos Financieros Derivados: algo mas que cobertura*. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Economicas, San Salvador.
- Guzmán Ramírez, L. M., & Cardona Giraldo, J. A. (2010). *La importancia de la diversificación en la conformación de un portafolio de inversión en Colombia a partir del año 2009*. Medellín: Universidad de Medellín.
- Hernández, E. R. (1988). *El Sistema Financiero Mexicano*. Ed. Pac.
- Herrera, P. L. (2015). *El Dato*. Obtenido de Numismática de México: <https://eldatonumismatico.wordpress.com/las-onzas-troy-en-mexico-y-la-del-capricho/>
- Heyman, T. (1987). *Inversion Contra Inflacion (Analisis y Administracion de Inversiones en Mexico)*. Editorial Milenio.
- INDEVAL. (2018). *S.D Indeval, Institución para el Depósito de Valores*. Obtenido de Servicios: <http://www.indeval.com.mx/wb3/wb/indeval/servicios>
- Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. (1997). *Boletin 20*.
- Instituto para la Protección al Ahorro Bancario. (2020). *Gobierno de México*. Obtenido de ¿qué hacemos?: <https://www.gob.mx/ipab/que-hacemos>
- Jorion, P. (1999). *Valor en Riesgo: El nuevo paradigma para el control de riesgo con derivados*.
- Kamal M., A.-S. A.-H. (1999). *Application of the AHP in project management*. Arabia Saudita: Pergamon.

- Katz, I. (1990). *El Sistema Financiero Mexicano motor del desarrollo económico*. Ciudad de México, México.
- Kozikowski, Z. (2007). *Finanzas internacionales* (2ª edición ed.). México: McGraw-Hill Interamerican.
- Marcos A., L. (2004). *Valuación de acciones: un enfoque analítico*. San Luis.
- Marino Rodríguez, J. M., S., F. C., C., S., L., G., & Marino Rodríguez, R. L. (2002). Administración de Riesgos Financieros: Un requisito necesario en la actualidad para ser competitivo. *Anales*, 2(1), 87-97.
- Markowitz, H. (Marzo de 1952). Portafolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Martínez Aguilar, A. D. (2014). *La aplicación de las herramientas financieras en un portafolio de inversión utilizando las teorías de William Sharpe y Harry Markowitz (2011-2013)*. Tesina , UNAM, México D.F.
- Matarrita Venegas, R. (s.f.). *Selección de carteras de inversión (Teoría del Portafolio)*. Bolsa Nacional de Valores, SA., San José.
- Medina, L. Á. (2003). Aplicación de la teoría del portafolio en el mercado accionario Colombiano. *Cuadernos de Economía*, 129-168.
- Molina, E. (2017). *Los mercados de derivados y las economías emergentes*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. La Habana: Centro de Investigaciones de Economía Internacional.
- Monroy, J. d. (2005). *Marco Legal y Normativo del Sistema Financiero Mexicano* . Estado de México, México: Ediciones Ruiz.
- Montesino Ronquillo, Y. (2012). *Manual de métodos multicriterio*. Santa Clara.
- Moreno Jiménez, J. M., Altuzarra Casas, A., & Escobar Urmeneta, M. T. (s.f.). *El índice de consistencia geométrico para matrices incompletas AHP*. Zaragoza.
- Mu, E., & Pereyra Rojas, M. (2017). *Practical Decision Making An Intruduction to the Analytic Hierarchy Process (AHP) Using Super Decisions*. Pittsburgh: Springer.
- Murrieta Solano, M., Cruz Landa, M., & Solano Santo, A. (2011). *Sistema financiero Mexicano*. Universidad Veracruzana, Sistemas Computacionales Administrativos, Veracruz.
- Negrete García, G. (2019). *Modelo de Valoración de Precios de Activos (Modelo CAPM)*. Universidad de Cantabria, Administración y Dirección de empresas, Santander.
- Osorio Gómez, J. C., Herrera Umaña, M. F., & Vinasco, M. A. (Junio de 2008). Modelo para la evaluación del desempeño de los proveedores utilizando AHP. *Ingeniería y Desarrollo*(23), 43-58.
- Osorio, J. R. (2003). *Análisis de reestructuración de deuda: caso San Luis Corporación*. Tesis profesional, Universidad de las Américas de Puebla, Contaduría y Finanzas. Escuela de Negocios, Cholula.
- Pacheco, J. F., & Contreras, E. (2008). *Manual metodológico de evaluación para programas y proyectos*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Pascale, R. (2015). *William F. Sharpe: Del CAPM al SPT*. Jornadas Nacionales de Administración Financiera, Universidad de la República, Administración Financiera, Paraguay.
- Peñaloza Calderón, M. C., & Peñaloza Jaimes, F. O. (2019). *Portafolios de Inversión y Riesgos*. Universidad Libre de Colombia.

- Perrilla Serrano, E. E. (2008). *Aplica el modelo C.A.P.M en el caso colombiano validación empírica y su pertinencia para Colombia*. Trabajo de Grado, Universidad de La Salle, FEEDS, Bogotá.
- Ramírez Carmona, N., & García Salgado, O. (2016). Estado del arte en teoría de portafolios: del análisis individual de acciones a la optimización multiobjetivo. *Revista de Coyuntura y perspectiva*, 1(4), 101-144.
- Ramírez Celada, A. (2001). Productos derivados- Mercado de futuros y opciones. *Revista Mexicana de Agronegocios*(8), 181-190.
- Rico Martínez, J. M. (s.f.). *Algebra Lineal XXVIII: Eigenvalores y Eigenvectores*. Guanajuato .
- Rivitti, M. B., Sánchez, M. A., Milanesi, G., & Brufman, A. (2015). *Evaluación de Decisiones de Inversión: Aplicación del Método AHP*. Bahía Blanca, Argentina.
- Romero, C. (1981). El enfoque multiobjetivo en los modelos matemáticos de planificación de cultivos. *Revista de Economía Política*, 179-204.
- Rozo, C. A. (2002). Crisis financieras y estrategias de administración de riesgo. En G. Mántey, & N. L. Orlik, *Globalización financiera e integración monetaria. Una perspectiva desde los países en desarrollo*. México: Escuela Nacional de estudios Profesionales.
- S&P Dow Jones Indices. (2021). *S&P Dow Jones Indices*. Obtenido de S&P/BMV FIBRAS Composite Index: <https://www.spglobal.com/spdji/es/indices/equity/sp-bmv-fibras-composite-index/#overview>
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal Research*, 9-26.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Sansores Guerrero, É. (Diciembre de 2008). El modelo de valuación de activos de capital aplicado a mercados financieros emergentes: El caso de México 1997-2006. . *Contaduría y Administración*(226), 93-111.
- Santillán, A. G. (2007). *Sistema Financiero Mexicano y el Mercado de Derivados*. Boca del río, Veracruz, México.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2020). *Gobierno de México*. Obtenido de ¿Qué hacemos?: <https://www.gob.mx/shcp/que-hacemos>
- Sharpe, W. F. (Septiembre de 1964). Capital Asset Prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 19(3), 425-442.
- Suastegui Valdivieso, R. (2001). *Un analisis del mercado de derivados en México"*. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León.
- Valderrama Gómez, S. (2014). *Diseño de portafolios de inversión mediante el modelo de selección de Markowitz y el Modelo de CAPM*. Título profesional, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Administración de Empresas, Bogotá.
- Vaidya S., O., & Kumar, S. (2006). Analytic Hierarchy Process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, 1-29.
- Vasquéz Serca, L. J., Dextre Osco, K., Mejía Quiñones, D., & Calapuja Escobedo, A. (2017). Elección de portafolio óptimos de activos con y sin riesgo. *PESQUIMAT*, 2(20), 21-36.

Yerene B., E. (2013). *Construcción de un portafolio de inversion en acciones minimizando el riesgo por de bajo del mercado*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca.

Yerene Becerril, E. (2013). *Contrucción de un portafolio de inversión en acciones minimizando el riesgo por debajo del mercado*. Tesis profesional, Universidad Autónoma del Estado de México, Economía, Toluca.