

# Optimización de un portafolio de inversiones financieras

## Optimization of a financial investment portfolio

Renzo Almeida<sup>1</sup>

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Fecha de recepción: 29 de octubre de 2023  
Fecha de aprobación: 16 de noviembre de 2023

<sup>1</sup> Magister en Gestión Financiera y Administración de Riesgos Financieros, Universidad Andina Simón Bolívar, Quito - Ecuador. Economista, Universidad Central del Ecuador Docente, Instituto Superior Tecnológico Cotacachi, Cotacachi – Ecuador  
E-mail: almeidacorp.ecu@gmail.com  
Orcid: 0009-0006-7545-7058

CITACIÓN: Almeida, R. (2023). Optimización de un portafolio de inversiones financieras. Sabios, IV (2), 5 - 18.

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo identificar los principales aspectos para poder optimizar un portafolio de inversiones y poder simular los rendimientos y riesgos financieros. Se consideró desde la perspectiva de un inversionista la adquisición de acciones de diferentes empresas como Netflix, Google, Johnson & Johnson, The Procter & Gamble, The Bank of America, entre otras. Para plantear la optimización del portafolio se empleó el Teorema de Markowitz, pero al resultar insuficiente se complementó con prácticas para la buena gestión de inversiones financieras. Las acciones de Netflix fueron las más rentables, mientras que las de Bank of America tuvieron mayor riesgo.

**Palabras clave:** finanzas, inversiones, optimización

### ABSTRACT

The objective of this research is to identify the main aspects to be able to optimized an investment portfolio to simulate financial returns and risks, for which the acquisition of shares of different companies such as Netflix, Google, Johnson & Johnson was considered from the perspective of an investor. Johnson, The Procter & Gamble, The Bank of America, among others. To propose portfolio optimization, the Markowitz Theorem is used, but since it is insufficient, it could be complemented with practices for good management of financial investments. Netflix shares were the most profitable, while those for the Bank of America were the highest risk.

**Key Words:** finance, optimization, investments,

## INTRODUCCIÓN

Un inversionista comúnmente se enfrenta al agudo problema de la abundante diversidad de alternativas presentes al momento de invertir. Indudablemente una mala selección conllevará a la materialización del riesgo, es decir a la pérdida del patrimonio del inversor, mientras que una saludable elección implicará un crecimiento del patrimonio del capitalista. Los inversionistas siempre buscarán al menos una saludable elección, aparentemente decidir incrementar el patrimonio no tiene cuestionamientos, sin embargo, dicha decisión analizada con mayor profundidad debe responder al menos las siguientes preguntas:

- ¿Cuál será el horizonte de la inversión y cuándo se recuperará la misma?
- ¿Qué grado de liquidez el inversionista está dispuesto a sacrificar?
- ¿Cuál es el nivel de rentabilidad mínimo esperado?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo de la inversión?

Cada pregunta conlleva una serie de variables que no son tan fáciles de medir y/o asignar, las cuales diferirán según cada alternativa de inversión. De ahí la dificultad en asignar la mejor alternativa en cuánto a las inversiones, por lo que para un inversionista con aversión (u oposición) al riesgo, la rentabilidad será importante, no obstante, se inclinará por aquellas opciones que le brinden mayor seguridad (o riesgo menor), mientras que, para los inversionistas sin aversión al riesgo, la rentabilidad será el elemento principal al momento de decidir la mejor alternativa de inversión, pero posiblemente tendrán un alto riesgo de pérdida.

Asimismo decidir qué opción(es) entre un

universo de alternativas y la proporción a invertir en cada una de las alternativas, es una tarea no muy fácil, pues al menos se procurará no disminuir el patrimonio y principalmente incrementar la rentabilidad, sin embargo en el mercado financiero existe gran incertidumbre, la cual es posible reducirla en ocasiones con métodos científicos como por ejemplo midiendo el riesgo, la rentabilidad, el crecimiento económico del país e industria donde se invertirá entre otras. Sin embargo, existen variables no económicas, las cuáles son muy difíciles de medir científicamente como, por ejemplo: la especulación, la confianza, futuras guerras, entre otras, que poseen incidencia directa en el precio, rentabilidad, pérdida del valor de los títulos/valores.

En consecuencia, no basta elegir las opciones más rentables del mercado, tampoco es suficiente con decidir la proporción que maximice la rentabilidad, hay optimizar el portafolio (Agudelo et al., 2021), es decir el máximo ingreso no necesariamente implica máxima rentabilidad económica – financiera (Lara & Sandoval, 2023), debido a que es posible duplicar la inversión, pero ¿En qué tiempo se recupera la inversión?, ¿Cuál es el riesgo de dicha inversión?, ¿Cómo se puede proteger la inversión ante fluctuaciones externas como la tasa de interés? La optimización de portafolios no constituye un criterio único y predefinido más bien abarca un conjunto de elementos, conductas, herramientas estadísticas - financieras y económicas que variarán de acuerdo al tipo de inversión, coyuntura política y socioeconómica, perfil del inversionista, nivel de riesgo entre otras. También es importante desarrollar una la evaluación y el seguimiento con la finalidad de efectuar las modificaciones para continuar obteniendo los rendimientos esperados.

La presente investigación tiene como objetivo identificar los principales aspectos para poder optimizar un portafolio de inversiones para simular los rendimientos y riesgos financieros.

El desarrollo del presente trabajo académico únicamente se limitará a simular y proponer de forma sintetizada los posibles principales elementos a considerar en la búsqueda de optimizar un portafolio de inversión, el cual está valorado en millones de dólares, así como desarrollar una breve evaluación de los resultados obtenidos.

## METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN

La presente metodología se compone de dos partes, en la primera se realizó una simulación para un portafolio de inversiones de renta variable, la cual se expone en resultados y la segunda contempla una breve síntesis de una serie de buenas prácticas para garantizar la optimización del portafolio, la cual se expone en discusión. Para desarrollar la simulación se consolidó un portafolio de activos financieros, el cual esta conformado por la adquisición de acciones de empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York, a manera de cuantificar la rentabilidad del portafolio se optó por el teorema de Markowitz (Ross et al., 2010).

Debido a que se pretende que la investigación se asemeje en la mayor medida posible a la realidad de un inversionista, las empresas fueron seleccionadas de acuerdo a la preferencia del investigador, para lo cual se realizó una breve indagación de su reputación en el mercado, sus ganancias, sus expectativas tecnológicas y económicas, su Consejo Administrativo, su crecimiento, entre otras. Es decir, se procuró identificar aquellos factores que un inversionista posiblemente

consideraría previamente a efectuar una inversión. Desde la estadística equivaldría a un muestreo por conveniencia (Capa, 2015; Lind et al., 2020). De las diversas alternativas se descartaron opciones como: Macdonald's, Nike, JPMorgan, Ford, entre otras. Las empresas seleccionadas fueron las siguientes:

- Amazon: AMZ
- Ebay: EBAY
- Apple: AAPL
- Bank of America: BAC
- Microsoft: MSFT
- Google (Alphabet): GOOG
- The Procter & Gamble: PG
- Fox: FOX
- Johnson & Johnson: JNJ
- Netflix: NFLX
- Standar & Poor's : SP

Como se aprecia también se optó por incluir el índice bursátil de Standar & Poor's en la composición del portafolio debido a que podría considerarse como una variable proxy (Oxford, 2023) para la cuantificación del riesgo de mercado. Para la estimación de la rentabilidad esperada, se recopiló estadísticas diarias al cierre de la rentabilidad reportada por las empresas mencionadas anteriormente, con la finalidad de estimar un Benchmark y con ello simular la rentabilidad esperada basada en su comportamiento histórico (Ross et al., 2010). Las estadísticas fueron recopiladas de Yahoo Finance en el horizonte temporal que abarca desde: el 02/enero/2009 hasta el 31/mayo/2018. No se consideraron meses siguientes debido a la incertidumbre e inestabilidad política que afrontó Hispanoamérica en los meses siguientes, lo cual en caso de incluir afectaría la inversión en relación a las expectativas (Case et al., 2012). Por otra parte en el periodo 2020, la economía mundial enfrentó la crisis sanitaria del coronavirus y medidas de cuarentena obligatoria que afectaron la capitalización

bursátil, por lo que incluir dichos períodos en el análisis generarían outliers, de modo que los resultados serían distorsionados (Franses et al., 2014). También se indica que cada empresa seleccionada pertenece a una industria diferente, lo cual se desarrolló con la finalidad de mitigar el riesgo de mercado con la estrategia de diversificación de inversiones (Brigham, 2018).

Una vez recopiladas las estadísticas de los precios de las acciones se procedió a obtener la fluctuación diaria en la rentabilidad a través de logaritmos naturales, con ello se obtuvo la matriz de Benchmark compuesta por 2368 filas por 10 columnas. El siguiente paso fue obtener la matriz de desviación estándar de la rentabilidad anual, para lo que se obtuvo una matriz de 10 filas por 10 columnas. Después se elaboró con el anterior input la matriz de correlaciones para después calcular la matriz de covarianzas y varianzas. En este apartado se definió los pesos que se asignarían a cada activo financiero, el cual fue del 10% del presupuesto asignado, por el principio de diversificación. Si bien sería posible que cada inversionista designe un mayor valor a aquel activo financiero que propicie una mayor rentabilidad es posible que su riesgo de concentración se incremente, por tal motivo el inversionista se encontraría más expuesto a un riesgo de mercado.

Al término de obtener las varianzas y covarianzas se multiplicó dicho producto con los pesos asignados a cada activo financiero, dicho resultado fue la varianza y respectiva desviación estándar del portafolio. Mientras que para obtener el rendimiento anual de cada activo financiero se promedió sus fluctuaciones diarias, para después obtener el producto del peso asignado con este último. El Beta de riesgo del portafolio se obtuvo

del producto entre el beta de cada activo financiero con el peso de inversión asignado a cada uno. La varianza del portafolio fue resultado del producto entre la matriz de covarianzas y varianzas con los pesos de inversión asignados a cada activo financiero. Por otra parte, la tasa libre de riesgo fue considerada en 2.96% en virtud a que en el horizonte temporal de análisis es representativa de acuerdo a la tasa de interés pagada por los bonos norteamericanos. Después de ello, el Índice de Sharp se obtuvo como el cociente entre la diferencia del rendimiento del portafolio con la desviación estándar del portafolio y la tasa libre de riesgo (Ross et al., 2010). Finalmente, a manera de ilustración se graficó la relación entre el rendimiento esperado del portafolio en el eje de las ordenadas y la desviación estándar como medida de riesgo del portafolio en el eje de las abscisas, es decir la combinación eficiente del portafolio de activos financieros.

Una vez elaborada la simulación de la optimización del portafolio financiero según el Teorema de Markowitz, se analiza una serie de buenas prácticas que son de carácter complementario a dicho postulado, las cuales a su vez buscan maximizar el rendimiento y reducir al máximo el riesgo. Estas recomendaciones se encuentran basadas en diversa literatura relacionada con Inversiones, así como Finanzas Corporativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detalla en la siguiente tabla los primeros 15 días de los precios en dólares americanos de las acciones de las empresas seleccionadas por medio del muestreo por conveniencia:

Tabla 1. Precio de las acciones de las empresas seleccionadas

| Date      | SP     | NFLX | JNJ   | FOX  | PG    | GOOG   | MSFT  | BAC   | AAPL    | EBAY | AMZ   |
|-----------|--------|------|-------|------|-------|--------|-------|-------|---------|------|-------|
| 2/1/2009  | 931,80 | 4,27 | 45,22 | 8,07 | 62,80 | 159,62 | 16,00 | 13,24 | 8,74255 | 6,17 | 54,36 |
| 5/1/2009  | 927,45 | 4,56 | 44,77 | 8,05 | 62,35 | 162,97 | 16,15 | 12,92 | 9,11152 | 6,22 | 54,06 |
| 6/1/2009  | 934,70 | 4,71 | 44,51 | 8,34 | 62,17 | 165,95 | 16,33 | 13,20 | 8,96123 | 6,39 | 57,36 |
| 7/1/2009  | 906,65 | 4,67 | 44,09 | 7,79 | 61,08 | 159,96 | 15,35 | 12,67 | 8,76759 | 6,14 | 56,20 |
| 8/1/2009  | 909,73 | 4,74 | 44,01 | 7,71 | 60,41 | 161,54 | 15,83 | 12,51 | 8,9304  | 6,17 | 57,16 |
| 9/1/2009  | 890,35 | 4,61 | 44,03 | 7,52 | 59,86 | 156,52 | 15,36 | 12,01 | 8,72617 | 5,97 | 55,51 |
| 12/1/2009 | 870,26 | 4,46 | 43,50 | 7,28 | 59,94 | 155,33 | 15,32 | 10,56 | 8,5412  | 5,90 | 51,92 |
| 13/1/2009 | 871,79 | 4,42 | 43,87 | 7,3  | 59,47 | 156,14 | 15,59 | 9,84  | 8,44968 | 5,95 | 51,45 |
| 14/1/2009 | 842,62 | 4,22 | 43,21 | 6,95 | 57,86 | 149,51 | 15,02 | 9,43  | 8,2204  | 5,44 | 48,49 |
| 15/1/2009 | 843,74 | 4,52 | 42,96 | 6,84 | 57,46 | 148,53 | 15,14 | 7,69  | 8,03254 | 5,66 | 51,44 |

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración propia

Nota: El valor de las acciones se expresa en millones de dólares.

La tabla 2 fue obtenida de la información anterior y en cada activo financiero muestra la fluctuación diaria de la rentabilidad, así por ejemplo el índice de Standard & Poor's que contiene a las 500 empresas más grandes de Estados

Unidos que cotizan en la bolsa muestra una disminución en la rentabilidad de 0.47%, mientras que Google tuvo un rendimiento mayor del 2% desde el 02 de enero hasta el siguiente día laboral que fue el 5 de enero del 2009.

Tabla 2. Matriz de Benchmark

| Date      | SP      | NFLX  | JNJ   | FOX   | PG    | GOOG  | MSFT  | BAC   | AAPL  | EBAY  | AMZ   |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2/1/2009  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 5/1/2009  | -0,0047 | 0,07  | -0,01 | 0,00  | -0,01 | 0,02  | 0,01  | -0,02 | 0,04  | 0,01  | -0,01 |
| 6/1/2009  | 0,0078  | 0,03  | -0,01 | 0,04  | 0,00  | 0,02  | 0,01  | 0,02  | -0,02 | 0,03  | 0,06  |
| 7/1/2009  | -0,0305 | -0,01 | -0,01 | -0,07 | -0,02 | -0,04 | -0,06 | -0,04 | -0,02 | -0,04 | -0,02 |
| 8/1/2009  | 0,0034  | 0,01  | 0,00  | -0,01 | -0,01 | 0,01  | 0,03  | -0,01 | 0,02  | 0,01  | 0,02  |
| 9/1/2009  | -0,0215 | -0,03 | 0,00  | -0,02 | -0,01 | -0,03 | -0,03 | -0,04 | -0,02 | -0,03 | -0,03 |
| 12/1/2009 | -0,0228 | -0,03 | -0,01 | -0,03 | 0,00  | -0,01 | 0,00  | -0,13 | -0,02 | -0,01 | -0,07 |
| 13/1/2009 | 0,0018  | -0,01 | 0,01  | 0,00  | -0,01 | 0,01  | 0,02  | -0,07 | -0,01 | 0,01  | -0,01 |
| 14/1/2009 | -0,0340 | -0,05 | -0,02 | -0,05 | -0,03 | -0,04 | -0,04 | -0,04 | -0,03 | -0,09 | -0,06 |
| 15/1/2009 | 0,0013  | 0,07  | -0,01 | -0,02 | -0,01 | -0,01 | 0,01  | -0,20 | -0,02 | 0,04  | 0,06  |

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración propia

Nota: El valor de las acciones se expresa en millones de dólares.

La Tabla 3 muestra las relaciones lineales entre cada activo financiero, como se puede apreciar Johnson & Johnson junto con The Procter & Gamble son las empresas que más se relacionan, lo cual es correcto debido a que ambos producen artículos

estéticos y de limpieza; no obstante, la segunda posee mayor diversificación en los productos, lo cual se refleja en el respectivo coeficiente de correlación que no es significativamente elevado para demostrar síntomas de colinealidad.

Tabla 3. Matriz de Correlaciones

|      | NFLX | JNJ  | FOX  | PG   | GOOG | MSFT | BAC  | AAPL | EBAY | AMZ  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| NFLX | 1,00 | 0,16 | 0,19 | 0,13 | 0,28 | 0,23 | 0,16 | 0,20 | 0,23 | 0,36 |
| JNJ  | 0,16 | 1,00 | 0,44 | 0,52 | 0,39 | 0,40 | 0,33 | 0,31 | 0,35 | 0,30 |
| FOX  | 0,19 | 0,44 | 1,00 | 0,42 | 0,46 | 0,48 | 0,51 | 0,41 | 0,48 | 0,38 |
| PG   | 0,13 | 0,52 | 0,42 | 1,00 | 0,34 | 0,37 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,19 |
| GOOG | 0,28 | 0,39 | 0,46 | 0,34 | 1,00 | 0,51 | 0,39 | 0,47 | 0,47 | 0,52 |
| MSFT | 0,23 | 0,40 | 0,48 | 0,37 | 0,51 | 1,00 | 0,38 | 0,41 | 0,47 | 0,45 |
| BAC  | 0,16 | 0,33 | 0,51 | 0,30 | 0,39 | 0,38 | 1,00 | 0,34 | 0,40 | 0,27 |
| AAPL | 0,20 | 0,31 | 0,41 | 0,30 | 0,47 | 0,41 | 0,34 | 1,00 | 0,38 | 0,35 |
| EBAY | 0,23 | 0,35 | 0,48 | 0,30 | 0,47 | 0,47 | 0,40 | 0,38 | 1,00 | 0,41 |
| AMZ  | 0,36 | 0,30 | 0,38 | 0,19 | 0,52 | 0,45 | 0,27 | 0,35 | 0,41 | 1,00 |

Fuente: Yahoo Finance  
Elaboración propia

La Tabla 4 muestra la matriz de covarianzas y varianzas empleadas para calcular los índices del portafolio.

Tabla 4. Matriz de Covarianzas y Varianzas

|      | NFLX   | JNJ    | FOX    | PG     | GOOG   | MSFT   | BAC    | AAPL   | EBAY   | AMZ    |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| NFLX | 0,2795 | 0,0125 | 0,0296 | 0,0106 | 0,0371 | 0,0295 | 0,0425 | 0,028  | 0,0379 | 0,0635 |
| JNJ  | 0,0125 | 0,0215 | 0,0188 | 0,0121 | 0,0144 | 0,0144 | 0,0245 | 0,0122 | 0,0159 | 0,0146 |
| FOX  | 0,0296 | 0,0188 | 0,0849 | 0,0193 | 0,033  | 0,0341 | 0,0767 | 0,0319 | 0,0429 | 0,0375 |
| PG   | 0,0106 | 0,0121 | 0,0193 | 0,0245 | 0,0133 | 0,0144 | 0,0239 | 0,0126 | 0,0146 | 0,01   |
| GOOG | 0,0371 | 0,0144 | 0,033  | 0,0133 | 0,0614 | 0,0308 | 0,0493 | 0,0311 | 0,0355 | 0,0429 |
| MSFT | 0,0295 | 0,0144 | 0,0341 | 0,0144 | 0,0308 | 0,0602 | 0,0484 | 0,0269 | 0,0352 | 0,0371 |
| BAC  | 0,0425 | 0,0245 | 0,0767 | 0,0239 | 0,0493 | 0,0484 | 0,2625 | 0,0468 | 0,0626 | 0,0465 |
| AAPL | 0,028  | 0,0122 | 0,0319 | 0,0126 | 0,0311 | 0,0269 | 0,0468 | 0,0701 | 0,0312 | 0,0314 |
| EBAY | 0,0379 | 0,0159 | 0,0429 | 0,0146 | 0,0355 | 0,0352 | 0,0626 | 0,0312 | 0,094  | 0,0424 |
| AMZ  | 0,0635 | 0,0146 | 0,0375 | 0,01   | 0,0429 | 0,0371 | 0,0465 | 0,0314 | 0,0424 | 0,1125 |
| SUMA | 0,5706 | 0,1609 | 0,4087 | 0,1552 | 0,3487 | 0,331  | 0,6836 | 0,322  | 0,4122 | 0,4384 |

Fuente: Yahoo Finance  
Elaboración propia

La Tabla 4 permite apreciar el rendimiento anual de cada activo financiero, ante lo cual se observa que el mayor rendimiento posee Netflix en el período de análisis, mientras que el menor rendimiento es

para The Procter & Gamble. Por otra parte esta última es aquella que posee menor riesgo de pérdida, mientras que The Bank of America tiene mayor riesgo con un Beta del 206%.

Tabla 5. Matriz de Resultados por activo financiero adquirido

| %EMPRESA | % INVERSIÓN | REND ANUAL | BETA    |
|----------|-------------|------------|---------|
| NFLX1    | 0,00%4      | 6,95%      | 94,85%  |
| JNJ1     | 0,00%1      | 0,35%      | 57,04%  |
| FOX1     | 0,00%1      | 6,54%      | 130,32% |
| PG1      | 0,00%1      | ,63%       | 54,68%  |



|       |        |        |         |
|-------|--------|--------|---------|
| GOOGI | 0,00%2 | 0,40%  | 96,58%  |
| MSFTI | 0,00%1 | 9,38%  | 97,71%  |
| BACI  | 0,00%8 | ,36%   | 206,96% |
| AAPLI | 0,00%3 | 2,59%  | 92,95%  |
| EBAYI | 0,00%1 | 9,27%  | 113,37% |
| AMZ   | 10,00% | 36,19% | 103,54% |

Elaboración propia

En cuanto a un resumen consolidado del portafolio, la Tabla 5 nos muestra que el rendimiento del portafolio anualizado es del 21.16%. Por otra parte, el ratio Sharp es del 93%, lo cual daría indicios de que el presente portafolio de inversión

es atractivo para los inversionistas. No obstante, el Beta de riesgo del portafolio es de 1.05%, lo cual muestra que la volatilidad del portafolio podría no compensar la ganancia del mismo.

**Tabla 6. Matriz de Resultados por activo financiero adquirido**

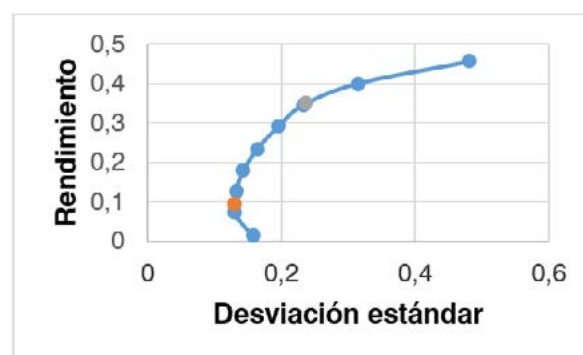
|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| RENDIMIENTO DEL PORTAFOLIO         | 0,21163556 |
| BETA DEL PORTAFOLIO                | 1,04799872 |
| VARIANZA DEL PORTAFOLIO            | 0,03831133 |
| DESVIACIÓN ESTANDAR DEL PORTAFOLIO | 0,19573281 |
| TASA LIBRE RIESGO                  | 2,96%      |
| RATIO SHARP                        | 0,93002067 |

Elaboración propia

La figura 1 permite apreciar la combinación eficiente entre los activos que componen el portafolio de inversión, donde se ilustran puntos de referencia a fin de visualizar

que todos ellos se mueven dentro de la combinación eficiente entre rendimiento y riesgo.

**Figura 1.** Relación Rendimiento esperado del portafolio y desviación estándar del rendimiento esperado del portafolio



Elaboración propia

## Discusiones

Debido a las limitaciones propias del Teorema de Markowitz, a continuación, se propone una serie de buenas prácticas para la optimización de las inversiones:

### 1. Definir políticas de inversión

Las políticas de inversión son directrices predefinidas en la organización que invertirá, las cuáles constituyen una guía

acerca de: la valoración de los activos financieros a invertir, rentabilidad, tipo de riesgos dispuesto a asumir, la relación entre rentabilidad de un producto respecto de otros, liquidez, criterios de selección, importe/monto, horizonte temporal, objetivos de la cartera, portafolio y sus restricciones, necesidades de liquidez, límites de tolerancia del riesgo, planificación financiera donde se haya definido necesidades de capital de inversiones, capital de trabajo, proyecciones de crecimiento entre otras, bajo los criterios de seguridad, liquidez y rentabilidad (Banco Central del Ecuador, 2015).

## 2. Establecer una restricción presupuestaria

La restricción presupuestaria es un término que se refiere al monto máximo y mínimo establecido al portafolio de inversión y el respectivo a cada alternativa de inversión, es decir si consideramos en términos de

programación lineal el total de la inversión debe ser igual a 100 %, mientras que las proporciones a invertir en cada alternativa deben ser mayores o iguales a cero. A manera de ejemplificar:

$$\sum W_i, X_i \geq 0$$

## 3. Modelos de simulación

Unavez definidas las políticas y presupuesto, es necesario realizar un análisis de todas aquellas variables relevantes que tienen una incidencia directa e indirecta en los títulos valores en los que se invertirá. Entre las principales variables que se deberá analizar se encuentran las varianzas y desviaciones estándar para medir el riesgo, promedios para medir el rendimiento de un instrumento de inversión, precios de los bonos y acciones, tasa de interés, tasa libre de riesgo, entre otras, de cada inversión, como del portafolio en su conjunto.

| Nombre estadístico | Mide/ayuda a medir la:     | Fórmula   |
|--------------------|----------------------------|---|
| Promedio           | Rentabilidad               | $Rentab. = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$         |
| Varianza           | Riesgo                     | $S^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (R - RProm)^2}{T - 1}$      |
| Desviación         | Riesgo                     | $S = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R - RProm)^2}{T - 1}}$ |
| Promedio ponderado | Rendimiento del portafolio | $RP = \sum_{i=1}^n W_i * Rentab\ instr$               |

Elaboración propia

Los análisis que se desarrollarán pudieran ser históricos, presentes y futuros, todo dependerá del objetivo del análisis, por ejemplo, si la finalidad fuera realizar un control/seguimiento del rendimiento se pudiera realizar un análisis histórico, si la meta fuera evaluar

la rentabilidad futura se podría realizar un análisis futuro siempre considerando la coyuntura y perspectivas del momento en el cual se desarrolle el análisis. Para medir el riesgo, comúnmente se utiliza la desviación estándar, no obstante, existen otras formas de evaluar el mismo.

<sup>1</sup> El orden solo es obligatorio para el sector público

<sup>2</sup> Es posible que no siempre se cumpla la igualdad podría ser menor de acuerdo a las políticas de inversión



Ello dependerá de la metodología con la cual se esté diseñando y evaluando el portafolio óptimo.

A continuación, se mencionan alternativas para medir el riesgo:

**VaR.-** Sus siglas representan valor en riesgo y es una técnica empleada a fin de cuantificar los valores de pérdida máximos y mínimos monetarios a los cuales podría incurrir un portafolio de inversión en su horizonte temporal bajo un determinado nivel de confianza o bien un activo financiero. El VaR emplea tres variables que son: la cuantificación de la pérdida, la probabilidad de pérdida y el tiempo, de modo que la presente herramienta contribuye a evaluar el margen de tolerancia con relación a las pérdidas de un portafolio o activo financiero. El VaR puede ser paramétrico, histórico y por Monte Carlo. El primero considera que la rentabilidad asume una distribución normal, el segundo emplea estadísticas para en función del comportamiento pasado estimar el VaR futuro. Mientras

que el tercero simula miles de resultados los cuales se asemejan a la realidad.

**CVAR.-** Sus siglas representan valor en riesgo condicional y es una medida complementaria del VaR, ya que consideraría los outliers de un VaR paramétrico (Morales, 2015). Con frecuencia se utiliza el CVaR para simular pérdidas extremas, en razón a que no solo considera la pérdida esperada que fue obtenida en el VaR, sino también incluye la pérdida inesperada. Por tal motivo la presente herramienta es considerada en escenarios extremos. De esta forma el CVaR siempre será mayor al VaR (Giraldo Cárdenas et al., 2015).

**CAPM.-** Es un arquetipo que permite valorar los activos financieros, y toma en cuenta el riesgo sistemático y es representado por un Beta de riesgo, la rentabilidad de mercado y la rentabilidad de un activo libre de riesgo, es decir de un activo que se presume siempre generaría réditos. Con frecuencia se lo utiliza como tasa de descuento para valorar flujos financieros por medio del valor presente.

$$CAPM = \text{Tasa libre riesgo} + \beta(\text{Rent. mercado} - \text{Tasa libre riesgo})$$

**APT.-** Sus siglas en inglés representan la Teoría de precios de arbitraje que consiste en considerar a más de los indicadores de precio de mercado como por ejemplo tasas de interés, precio de variables indexadas, variaciones en reservas internacionales, producción sectorial,

entre otros, por lo que provee una relación aproximada entre la rentabilidad esperada con factores no identificados que incidirían en el portafolio. El APT es usado como alternativa al CAPM y está definido de la siguiente forma:

$$k_s = r_f + [E(F_1) - r_f]\beta_1 + [E(F_2) - r_f]\beta_2 + \dots + [E(F_k) - r_f]\beta_k$$

Donde:

- $k_s$ : Tasa requerida de rendimiento del activo.
- $r_f$ : Tasa libre de riesgo, que representa el rendimiento teórico de una inversión sin riesgo.
- $E(F_i)$ : Rendimiento esperado del factor de riesgo  $F_i$ .

- $\beta_i$ : Coeficiente beta asociado al factor de riesgo  $F_i$ .

Una vez medido el riesgo y las demás variables relevantes de carácter cualitativo y cuantitativo hay que realizar un Backtesting, es decir evaluar los resultados obtenidos en el modelo con aquellos reales del portafolio, a fin de

validar la bondad de ajuste y robustez.

#### **4. Alternativas y selección del portafolio de inversiones**

La selección de un óptimo portafolio de inversiones, por lo general radica en principios clave que a continuación se indica: diversificación, la cual conlleva es decir no concentrar todo el monto del presupuesto a invertir en una única alternativa, debido a que posee mayor riesgo y en el afán de obtener un portafolio óptimo la no diversificación es opuesta a la optimización. La diversificación debe ser en diferentes sectores y tipos de activos financieros; y en diferentes períodos de tiempo.

Las alternativas rígidas y predefinidas, no existen en el campo de la economía financiera, debido a ello cada entidad deberá establecer los criterios que más se ajusten a sus requerimientos de rentabilidad, necesidades de liquidez y preferencia temporaria. Existen algunas teorías que intentan describir la frontera eficiente de los rendimientos de la cartera, debido a que son cuestionables en la vida práctica se los analizará más adelante (ver Teorema de Markowitz). A continuación se presenta una recomendación: se puede dividir el presupuesto de inversión en tres partes: la primera se destinará para títulos valores de renta variable que poseerán mayor riesgo, no obstante generarán mayor rentabilidad; las segunda en aquellos títulos valores con rentabilidad media y a un mediano plazo, como por ejemplo valores emitidos por el Gobierno Nacional; la tercera se puede destinar como reservas de liquidez por lo que se los podrá invertir en títulos valores de corto plazo y altamente líquidos.

Después de haber seleccionado el portafolio, hay que definir herramientas que constituyan señales de alerta para

medir el desempeño del portafolio, por lo que se podrá comparar los rendimientos de la entidad con aquellos producidos en el resto del mercado. En caso de encontrar que la continuidad no es factible por rendimientos negativos, malas expectativas económicas o políticas deberá venderlo.

#### **5. Monitoreo del portafolio**

##### **i. Gestión activa**

Según (Mato, 2007) la gestión activa de las inversiones consiste en construir una cartera con un conjunto de activos, con el propósito de ir variando su composición en función de los objetivos a seguir en cada momento por el gestor. Gracias a que las carteras son dinámicas dependerán de la evolución y expectativas formadas en torno a los tipos de interés, es decir si es más rentable o menos perjudicial vender o comprar el título o valor por las ventajas que puede generar en un determinado período de tiempo, lo hace y no espera hasta el vencimiento del título o valor, buscando siempre maximizar el rendimiento bajo un determinado nivel de riesgo a través de las variaciones de precios, tasas de interés, expectativas, calificación del riesgo de los activos u otras condiciones externas.

##### **ii. Gestión pasiva**

Según Martín Mato (2007) la gestión pasiva consiste principalmente en la adquisición de activos financieros y preservarlos hasta el vencimiento, con el objetivo de obtener la rentabilidad esperada. Asimismo, no tiene en cuenta las expectativas de la evolución futura de tipos de interés ni las variaciones de los precios.

##### **iii. Instrumentos del monitoreo**

## 1. Duración

Al realizar la inversión en títulos valores, el inversionista puede recibir flujos denominados cupones que representan el reconocimiento monetario del interés en períodos intermedios al vencimiento y al término del plazo del título valor el inversionista recibirá el principal invertido. La duración es una medida que permite conocer cuando se obtendrá la recuperación efectiva de los flujos, la cual generalmente no coincide con el vencimiento de los títulos valores, por lo que cuando existen cupones la recuperación antecede al vencimiento.

La duración representa la media ponderada del tiempo que cada flujo que puede ser cupones y/o principal tiene el bono. La fórmula de la duración de Macaulay es la siguiente:

$$DMac = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Flujos \times t}{(1+r)^t}}{Precio}$$

O también se la puede expresar mediante la fórmula:

$$\frac{\sum_{t=1}^n \frac{t Q_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}} = \frac{1}{P_0} = \sum_{t=1}^n \frac{t Q_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

$\sum_{t=1}^n \frac{t Q_t}{(1+r)^t}$  Es la suma de los flujos de efectivo multiplicados por su respectivo tiempo, descontados al valor presente.

$\sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}$ : Es la suma de los flujos de efectivo descontados al valor presente. Representa la suma total de los flujos de efectivo descontados.

$\frac{1}{P_0}$ : Es el inverso del precio presente  $P_0$  del activo, que también se puede expresar como la suma total de los flujos de efectivo descontados.

Como características se puede indicar que la duración de Macaulay de un bono es mayor cuando la tasa de cupón es más baja, también la duración es mayor con el tiempo a vencimiento, además la duración de Macaulay es más alta cuando la tasa de rendimiento es más baja y plantea una relación entre la tasa de cupón con el rendimiento. Según (Mascareñas, 2013) el procedimiento tradicional de cálculo de la duración, puede resultar tedioso, por lo que propone una nueva fórmula de cálculo desarrollada por especialistas, la cual es:

$$D = \frac{1+r}{r} - \frac{n(c-r) + (1+r)}{c(1+r)^n - (c-r)}$$

Donde  $r$  representa el rendimiento,  $n$  es el número de períodos (años o semestres) que restan hasta la fecha de maduración del bono y  $c$  es el tipo de interés nominal del cupón. Cuando se intenta hablar de la volatilidad se está refiriendo a la sensibilidad del precio del título valor en el mercado con los cambios producidos en la tasa de interés.

## 2. Convexidad

Su utilidad radica en la debilidad de la duración modificada, debido a la relación inversa del valor con los tipos de interés, cuando estos últimos descienden o ascienden más de 50 puntos básicos, la duración modificada no resulta tan conveniente, no obstante, con la convexidad se puede predecir dicho error.

Según Martín Mato (2007) la convexidad de una curva se la define como una tasa de variación de su pendiente, es decir la derivada de segundo orden del precio respecto al rendimiento dividida entre el precio. La fórmula de la convexidad en unidades monetarias es la siguiente:

$$\frac{\delta^2 P}{\delta r^2} = \frac{1}{(1+r)^2} \sum_{j=1}^n \frac{j(j+1)Q_j}{(1+r)^j}$$

La fórmula de la convexidad es la siguiente:

$$\text{Convexidad} = \frac{1}{(1+r)^2} \sum_{j=1}^n \frac{j(j+1)Q_j}{(1+r)^j} \text{ Precio de mercado del bono}$$

Como se indicó anteriormente para estimar la fluctuación en el precio de los bonos por fluctuaciones superiores a 50 puntos básicos se puede aplicar la siguiente fórmula según Juan Mascareñas (2004):

$$\frac{\partial P}{P} = -D \times (dr) + \left(\frac{1}{2}\right) \times \text{convexidad} \times (dr)^2$$

### 3. Inmunización de portafolios

La optimización de portafolios no consiste únicamente en maximizar la rentabilidad sino también en proteger el portafolio de inversión de las variaciones de las tasas de interés, procurando alcanzar que el valor final en el horizonte temporal del portafolio sea como mínimo el que hubiese sido si las tasas no hubieran variado durante ese período de tiempo.

El efecto precio puede afectar el portafolio y consiste en el resultado de subidas de los tipos de interés y el descuento de los flujos mayores tasas obteniendo como producto que el valor actual baje, pero dado este aumento, también generará que los flujos se reinviertan a una mayor tasa de interés, aumentando su valor final a este nuevo resultado se lo denomina efecto reinversión.

El fin de la inmunización no es asegurar el rendimiento inicialmente previsto por el mercado, al contrario, trata de encontrar un portafolio cuya elasticidad a los cambios en los tipos de interés sea

mínima. La fórmula para establecer la inmunización de múltiples portafolios de inversión es:

$$\text{Inmunización MP} = \left\{ D_{Mac} * \text{Num. Títulos} * \frac{\text{Valor del Título}}{\text{Valor de la cartera}} \right\}$$

### 6. Benchmark

El benchmark es un elemento de la gestión activa, la cual consiste en tomar como referencia de comparación y/o modelo a seguir una organización o portafolio con mejores o cercanos indicadores de rentabilidad, de riesgo, de temporalidad con el fin de evaluar la gestión del portafolio y tomar decisiones con el fin de maximizar el rendimiento, o protegerse del riesgo.

### 7. Teorema de Markowitz y Litterman

El Teorema de Markowitz

El teorema de Markowitz se centra en gestionar un portafolio que o bien pretenda maximizar los rendimientos o minimizar los riesgos para determinados niveles de rentabilidad durante un horizonte definido de inversión. Una de sus estrategias se basa en establecer ponderaciones para las diferentes alternativas que componen el portafolio de inversión  $W_i$ . Los supuestos del modelo son:

a) Estadísticamente los rendimientos de cualquier portafolio son una variable aleatoria donde utilizan su valor esperado para estimar la rentabilidad del activo.

b) Para medir la dispersión es empleada la desviación estándar o varianza.

Los inversionistas poseen conducta racional para preferir opciones que le

<sup>5</sup> Si descienden menos de 50 puntos básicos la duración modificada es suficiente como herramienta de medición, porque es una estimación de tipo lineal

<sup>6</sup> Esto sería la optimización en escenarios positivos.

<sup>7</sup> Es decir, la optimización en escenarios negativos.

representen mayores rentabilidades a un determinado nivel de riesgos.

## CONCLUSIONES

La optimización de portafolios se puede dar en dos escenarios, primero es el optimista que consiste en situaciones favorables y expectativas de crecimiento de la rentabilidad, para lo cual se debe procurar maximizar la rentabilidad con un nivel de riesgo aceptable; el segundo se basa en un escenario negativo, es decir existen pérdidas en las inversiones originadas por fluctuaciones en la tasa de interés, y las expectativas establecen que continúen tales fluctuaciones por un tiempo no prolongado, para lo cual se intentará mantener como mínimo el valor de los títulos valores en el valor antes de la fluctuación de las tasas de interés.

La optimización de portafolios puede ser de dos tipos, optimización por una gestión

activa y optimización por una gestión pasiva; en la primera el inversionista está pendiente de los cambios que puedan originarse en el mercado y si es posible anticiparse a los mismos con el fin de obtener el máximo provecho a través del rendimiento. En el segundo, aunque busca de igual manera que en el anterior, maximizar el rendimiento, prácticamente no realiza cambios en el transcurso del tiempo, hasta el vencimiento de la inversión.

Pese a que se ha desarrollado múltiples modelos como el de Markowitz, Black-Litterman, entre otros, la realidad de la organización donde se invertirá, la coyuntura, las perspectivas serán diferentes y probablemente irrepetibles, por lo que es menester analizar con diligencia antes a la realización de una inversión, para optar por la mejor estrategia al momento de invertir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, G. A., Olivares Aguayo, H. A., & Téllez Pérez, J. (2021). Riesgo de mercado en Portafolios mexicanos previo a la crisis COVID-19: Portafolio de renta fija vs Portafolio de capital. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 16(4). <https://doi.org/10.21919/remef.v16i4.520>
- Banco Central del Ecuador. (2015). Resolución No. 034-2015-M. <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/707-resoluciones-junta>
- Brigham. (2018). FINANZAS CORPORATIVAS – Cedisa Libros (Quinta Edición). Cengage. <https://cedisalibros.com/tienda-2/finanzas/finanzas-corporativas-2/>
- Banco Central del Ecuador. (2015). Capa, H. (2015). Investigación por muestreo (Primera edición). *Unidad de Publicaciones de la Facultad de Ciencias de la EPN*.
- Case, K., Fair, R., & Oster, S. (2012). Principios de Microeconomía (Décima Edición). *Pearson*.
- Franses, P. H., van Dijk, D., & Opschoor, A. (2014). *Time Series Models for Business and Economic Forecasting* (Second Edition). Cambridge University Press. <https://www.amazon.com/Models-Business-Economic-Forecasting-Econometrics/dp/0521586410>
- Giraldo Cárdenas, L., S.a, C. de F. T., Díaz Zapata, J. M., S.a, C. de F. T., Arboleda Ríos, S. M., S.a, B. de U., Galarcio Padilla, C. L., S.a, L. S., Lotero Botero, J. E., Nacional, U., Isaza Cuervo, F., & Medellín, U. de. (2015). Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black-Litterman. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), Article 27.



- Lara, R. A., & Sandoval, L. K. (2023). Optimización de portafolio de renta fija aplicando el modelo Markowitz y simulación Monte Carlo vs COLTES. <https://repository.cesa.edu.co/handle/10726/5250>
- Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2020). Estadística Aplicada a los Negocios y a la Economía (Décimo quinta Edición). McGraw - Hill. [https://www.iberlibro.com/products/bn/9781456272159/30734001312&cm\\_sp=snippet-\\_srp1-\\_PLP1](https://www.iberlibro.com/products/bn/9781456272159/30734001312&cm_sp=snippet-_srp1-_PLP1)
- Mascareñas, J. (2013). La Medida del Riesgo de Interés de los Bonos (The Measure of Bond Interest Risk) (SSRN Scholarly Paper 2314097). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2314097>
- Mato, M. (2007). Inversiones. Pearson Educación de México. <http://www.marcialpons.es/libros/inversiones/9789702611554/>
- Morales, D. A. (2015). El valor en riesgo condicional como herramienta en la gestión de riesgos del portafolio de renta fija de un fondo previsional ecuatoriano [masterThesis, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/4726>
- Oxford. (2023). Oxford Reference—Proxy variable. <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803100351624>
- Ross, S., Westerfield, R., & Jaffe, J. (2010). Finanzas Corporativas (Novena). McGRAW-HILL.
- Yahoo Finance. (2023). Netflix, Inc. (NFLX) Stock Price, News, Quote & History—Yahoo Finance. <https://finance.yahoo.com/quote/NFLX/>