



Vigilada Mineducación

**Estructuración de portafolios mediante el modelo de Markowitz: análisis comparativo del
Mercado Integrado Latinoamericano, MILA**

Portfolio structuring using the Markowitz model: Comparative analysis of Mercado Integrado
Latinoamericano, MILA

Por

Carlos Alberto Escobar Jiménez¹

José Alejandro León Montoya²

Trabajo presentado como requisito para optar al título de
Magíster en Administración Financiera

Asesor

MSF Juan Felipe Cardona Llano

Universidad EAFIT
Maestría en Administración Financiera
Escuela de Economía y Finanzas
Medellín
2022

¹ caescobarj@eafit.edu.co

² jaleonm@eafit.edu.co

© 2022 por Carlos Escobar y Alejandro León
Todos los Derechos Reservados

Resumen

La necesidad de inversión de los agentes en el mercado bursátil latinoamericano ha producido nuevos escenarios que permiten diversificar las carteras de inversión y crear nuevas estrategias que minimicen el riesgo aumentando al mismo tiempo la rentabilidad. Es así como en este trabajo se analizan algunos modelos para la estructuración de portafolios aplicables al Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) y el marco temporal bajo el cual se podrán obtener resultados que ayuden a identificar la evolución de las cestas resultantes.

A nivel teórico, el modelo de Markowitz maximiza la rentabilidad para un nivel de riesgo definido determinado, y sin lugar a dudas su propuesta es uno de los principales supuestos teóricos de la estructuración de portafolios y de la diversificación en las inversiones.

Se plantea, entonces, la estructuración de portafolios basados en este modelo para la selección y definición de una cesta óptima a partir de los títulos que se ofrecen en el MILA, a fin de compararlos con los principales índices de cada país que componen este bloque económico y, al incluir la variación por la tasa de cambio, evaluar el impacto en su rentabilidad.

Palabras claves: Markowitz, portafolios, mercado de valores, índices bursátiles, MILA, diversificación del riesgo.

Abstract

The need for investment by agents in the Latin American stock market has brought new scenarios that allow investment portfolios to be diversified and new strategies to be created that minimize risk while increasing profitability. Thus, this paper analyzes some models for structuring portfolios applicable to Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) and the time frame under which results can be obtained that help identify the evolution of the resulting baskets.

At a theoretical level, the Markowitz model maximizes profitability for a certain defined level of risk. Undoubtedly, his proposal is one of the main theoretical assumptions of portfolio structuring and investment diversification.

Therefore, the structuring of portfolios based on this model is proposed for the selection and definition of an optimal basket from the securities offered in MILA, in order to compare them with the main indices of each country that make up this economic bloc, and, by including the variation due to the exchange rate, evaluating the impact on profitability.

Keywords: Markowitz, portfolios, stock market, stock indexes, MILA, risk diversification.

Contenido

Introducción.....	1
1. Marco teórico.....	2
1.1 El modelo de Markowitz.....	3
1.2 Principales índices del MILA.....	5
1.2.1 El Mercado Integrado Latinoamericano, MILA.....	5
1.2.2 Índice bursátil representativo en Colombia MSCI COLCAP.....	6
1.2.3 Índice bursátil representativo en México S&P/BMV IPC.....	7
1.2.4 Índice bursátil representativo en Perú S&P/BVL Perú General.....	8
1.2.5 Índice bursátil representativo en Chile: S&P IPSA.....	9
2. Metodología. Estructuración, análisis y resultados del portafolio.....	11
2.1 Revisión de bases de datos (índices/acciones).....	11
2.2 Selección de los índices.....	11
2.3 Identificación de las acciones de mayor capitalización.....	11
2.4 Delimitación del marco temporal.....	11
2.5 Estructuración del portafolio a partir del modelo de Markowitz.....	11
2.6 Tablas comparativas por año.....	12
2.7 Rebalanceo por año.....	12
2.8 Resultados.....	13
3. Resultados.....	14
3.1 Portafolios óptimos bajo el modelo de Markowitz.....	14
3.2 Análisis de los índices bursátiles del MILA.....	19
3.3 Análisis de los rendimientos y los riesgos. Portafolio de mínimo riesgo e índices.....	20
3.3.1 Evolución histórica de los índices.....	20
3.4 Análisis de riesgos.....	22
3.5 Depreciación/Apreciación.....	24
3.6 Análisis de rentabilidad.....	27
4. Conclusiones.....	31
5. Recomendaciones.....	33
6. Referencias.....	35
7. Apéndices.....	37
7.1 Apéndice 1. Análisis y resultados 2017.....	37
7.2 Apéndice 2. Análisis y resultados 2018.....	38
7.3 Apéndice 3. Análisis y resultados 2019.....	39
7.4 Apéndice 4. Análisis y resultados 2020.....	40
7.5 Apéndice 5. Análisis y resultados 2021.....	41
7.6 Apéndice 6. Análisis de apreciación ajustada por tasa de cambio (2017-2021).....	42
7.7 Apéndice 7. Tabla resumen de las acciones de mayor capitalización y su nemotécnico...43	

Índice de tablas

Tabla 1. Principales modelos de portafolios.....	3
Tabla 2. Composición del índice MSCI COLCAP (2017-2021).....	7
Tabla 3. Composición del índice S&P BMV IPC (2017-2021).....	8
Tabla 4. Composición del índice S&P/ BVL (2017-2021).....	9
Tabla 5. Composición del índice S&P IPSA (2017-2021).....	10
Tabla 6. MILA. Composición de las acciones de mayor capitalización en el período de análisis (2017 -2021).....	13
Tabla 7. Canastas óptimas según el modelo de Markowitz de mínimo. riesgo (2017-2021) [%]..	14
Tabla 8. Rentabilidad esperada $E(R_p)$ y riesgo (S_p) de los portafolios desarrollados (2017-2021) [%].....	18
Tabla 9. Índices bursátiles del MILA. Retorno esperado/Riesgo (2017-2021) [%].....	19
Tabla 10. Riesgo de los portafolios desarrollados (2017-2021) [%].....	23
Tabla 11. Tasa representativa por país (2017-2021) [\$].....	25
Tabla 12. Análisis de la revaluación y la devaluación anual por país (2017-2021) [%].....	26
Tabla 13. Rentabilidad del portafolio eficiente de Markowitz por año (2017-2021) [%].....	27
Tabla 14. Rentabilidad esperada $E(R_p)$ de los portafolios de Markowitz frente a los índices MILA [%].....	28
Tabla 15. Rentabilidad del portafolio de Markowitz ajustada por tasa de cambio (USD/divisa, 2017-2021) [%].....	29
Tabla 16. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2017) [%].....	29
Tabla 17. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2018) [%].....	29
Tabla 18. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2019) [%].....	30
Tabla 19. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2020) [%].....	30
Tabla 20. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2021) [%].....	31

Índice de figuras

Figura 1. Comportamiento histórico del índice MILA (2015-2022).....	6
Figura 2. Comportamiento histórico del índice MSCI ICOLCAP (2015-2022).....	7
Figura 3. Comportamiento histórico del índice S&P BMV IPC (2015-2022).....	8
Figura 4. Comportamiento histórico del índice S&P/ BVL (2015-2022).....	9
Figura 5. Comportamiento histórico del índice S&P IPSA CLP (2015-2022).....	10
Figura 6. Proporciones invertidas en los portafolios desarrollados (2017-2021).....	15
Figura 7. Rentabilidad esperada $E(R_p)$ y riesgo (S_p) de los portafolios desarrollados (2017-2021).....	18
Figura 8. Índices bursátiles del MILA. Comportamiento histórico. Rentabilidad esperada $E(R_p)$ y riesgo (S_p) (2017-2021).....	19
Figura 9. Comportamiento histórico del portafolio óptimo e índices en base 100.....	20
Figura 10. Comparación de los riesgos entre el portafolio de Markowitz y los índices del MILA (2017-2021).....	24

Glosario de siglas

AMV: Autorregulador de Mercado de Valores (AMV, 2018).
BVC: Bolsa de Valores de Colombia (BVC, s. f.).
BV: Bolsa de Valores de Lima (BVL, s. f.).
CAVALI: Registro Central de Valores y Liquidaciones (AMV, 2018).
CDT: certificado de depósito a término fijo (Colombia, Banco de la República, 2019).
COP: peso representativo de Colombia (BVC, s. f.).
CLP: peso representativo de Chile (Globocambio.com, s. f.).
DCV: Depósito Central de Valores del Banco de la República (AMV, 2018).
INDEVAL: Institución para el Depósito de Valores (AMV, 2018).
IPSA: índice de precios selectivo de acciones (Bolsa de Santiago.com, s. f.).
MILA: Mercado Integrado Latinoamericano (BVC, s. f.).
MXN: peso representativo de México (Bankia, 2017).
PEN: peso representativo de Perú (BLV, s. f.).
TRM: tasa representativa del mercado (Colombia, Banco de la República, 2019).
USD: peso representativo de Estados Unidos (Colombia, Banco de la República, 2019).

Introducción

Actualmente, el mercado bursátil ha mostrado la necesidad de capitalizarse no solo a través de inversionistas institucionales, sino también de personas naturales, razón por la cual se ha masificado el uso de herramientas que les permitan a nuevos agentes reasignar sus excesos de liquidez.

En razón de lo anterior se propone trabajar con el modelo de Markowitz, dada su aplicabilidad en la creación de cestas óptimas de inversión a partir de los rendimientos y los riesgos esperados, con base en la información histórica de los títulos por analizar.

El objetivo de este trabajo es ilustrar, mediante un análisis, la conformación de portafolios óptimos a partir de títulos del Mercado Integrado Latinoamericano (en adelante MILA), que sirvan para analizar la distribución de los activos, compararlos con los principales índices de cada uno de los países que conforman el grupo –México, Colombia, Perú y Chile– y con su impacto en la toma de riesgos, para lograr un universo más amplio de bienes por seleccionar y definir el flujo de información resultante que faculte lograr mejores combinaciones de títulos.

Bajo esta premisa se realiza la investigación del MILA, incluyendo los títulos ofrecidos y la composición de sus índices bursátiles de los países miembros, con el propósito de definir la cesta óptima construida a partir del modelo Markowitz para cada período y lograr una asignación eficiente de sus activos en comparación con los índices representativos.

Igualmente se propone incluir en el análisis el efecto de la fluctuación en la tasa de cambio sobre la rentabilidad final de los portafolios y la forma en la que esta variación, en términos nominales, impacta en el rendimiento percibido por el inversionista.

1. Marco teórico

Durante la última década, el mercado bursátil en Colombia ha afrontado enormes retos alrededor de la evolución, el sostenimiento de su profundidad y liquidez, y el desafío de captar emisores e inversionistas (Gómez Rodríguez, 2019). Si bien la coyuntura y el tamaño del mercado nacional difiere de grandes escenarios como el estadounidense o el europeo en cuanto al número de emisores, las complejas dinámicas socioeconómicas del país suponen una incitación tanto para los inversionistas al momento de organizar sus inversiones como para la bolsa, al momento de ofrecer productos que incentiven el interés en el mercado nacional. (Vélez Muñoz & Lopera Palacio, 2019)

No obstante, el tamaño del mercado colombiano acusa una gran limitante que obliga a los tenedores de liquidez a buscar escenarios donde puedan diversificar sus carteras lejos de los títulos tradicionales de la bolsa colombiana. Es así como la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) se ha valido de alianzas que permiten llevarlo a cabo con los portafolios de sus clientes, buscando mitigar una posible fuga de capitales. Tal es el caso de la interconexión de mercados que ofrece el MILA y la posibilidad de acceder a títulos extranjeros desde la bolsa local.

El MILA es el acuerdo firmado por la BVC, la Bolsa de Valores de Lima (BVL), la Bolsa de Comercio de Santiago (SANTIAGOX) y la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), a través del cual se busca integrar los mercados de valores de los países miembros fomentando el crecimiento de los negocios financieros y ofreciendo una alternativa de inversión, diversificación, liquidez y financiamiento. (Mercado Integrado Latinoamericano, MILA, s. f.)

Este acuerdo hace necesario que se construyan portafolios óptimos a partir de los títulos que ofrecidos en el MILA y compararlos con los principales índices de cada país miembro, a fin de analizar el comportamiento histórico de las cestas resultantes frente un referente equiparable de cada uno. Asimismo, debe tenerse en cuenta la relevancia de los índices, ya que, a grandes rasgos, son canastas cuyo comportamiento integra el efecto de las decisiones en materia económica propia de cada nación. De este modo se afecta la dinámica del mercado en la relación riesgo/retorno en cada una de sus economías.

Para este propósito se construyen, a partir del modelo de Markowitz, alternativas de inversión eficientes para los agentes del mercado que amplíen el universo de bienes. Asimismo, se identifica la importancia de comparar los portafolios de renta variable eficientes (Markowitz, 1953a) creados a partir de los títulos de mayor capitalización bursátil del MILA frente los índices bursátiles de cada país miembro. Todo ello con el propósito de contar con cestas comparables en relación con el tiempo y las dinámicas de negociación, es decir, las posibles particularidades que deban tener en cuenta los inversionistas y que afecten a cada mercado en cuanto a riesgo, rentabilidad, tasa de cambio y rebalanceos, dándoles mayor sustento metodológico y argumentativo a los resultados.

En la revisión de la literatura llevada a cabo, la mayoría de los autores se remontan al estudio de Markowitz (1952a), que contribuyó al marco conceptual del manejo eficiente de un portafolio y ha sido el punto de partida para lograr portafolios más consistentes y eficaces.

La Tabla 1 muestra las principales propuestas teóricas para la estructuración de cestas de activos y la construcción de medidas de riesgo para la selección eficiente de portafolios, donde se destacan las de Markowitz (1952), Sharpe (1964), Ross (1976) y Black-Litterman (1992). (Puerta & Laniado, 2010)

Cabe anotar que, de ellas, se seleccionó la de Markowitz.

Tabla 1. Principales modelos de portafolios

<i>Autor</i>	<i>Modelo</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Markowitz (1952)	$E(r_p) = \sum_{i=1}^n Z_i F(r_i)$	• Considera la conducta racional del inversionista en condiciones de riesgo. • Frontera eficiente de portafolios	• La única información que utiliza es la media y la varianza de los rendimientos • Se asume estabilidad del mercado
Sharpe (1964) CAPM	$E(R_p) = \sigma_\mu + B_p E(R_{Mf})$	• Considera dos tipos de riesgo, el sistemático y el no sistemático. • Mide la relación activo-mercado mediante el beta • El beta ofrece un método sencillo para medir el riesgo de un activo que no puede ser diversificado	• Todos los inversionistas tienen la misma opinión acerca de la distribución de las rentabilidades y riesgos esperados. • El beta no siempre es un factor determinante en el rendimiento de un título
Ross (1976) APT	$E(R_i - R_{fr}) = \lambda_1 + \lambda_2 \beta_{i1} + \lambda_3 \beta_{i2} + \dots + \lambda_k \beta_{ik}$	• La rentabilidad de los activos es generada por un proceso estocástico en el que intervienen varios factores de riesgo, no solo del mercado.	• El modelo no dice cuántos ni cuáles son los factores de riesgo.
Black-Litterman (1992)	$[R] = [(\tau\Sigma)^{-1} + P\Omega^{-1}P]^{-1} [(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P\Omega^{-1}Q]$	• Incluye las expectativas del inversionista y de acuerdo a su nivel de confianza será la ponderación del activo dentro del portafolio. • Permite una revisión flexible del mercado y por ende de estrategias de inversión. • Se logran portafolios razonables, intuitivos, equilibrados y estables en el tiempo	• Se basa en el supuesto que el mercado tiene una distribución normal • Se requieren bases de teoría bayesiana.

Fuente: elaboración de los autores a partir de Giraldo *et al.* (2015).

1.1 El modelo de Markowitz

El modelo de Markowitz se basa en la idea de lograr un equilibrio entre el rendimiento y el riesgo, entendiéndose el segundo como la volatilidad de los rendimientos de algún instrumento de inversión. La metodología propuesta por este autor es uno de los pilares fundamentales de las finanzas modernas, y permite a los agentes de mercado determinar de manera eficiente portafolios de inversión en los cuales destinan sus excedentes de liquidez. (Giraldo *et al.*, 2015)

Según Markowitz, el inversionista debe maximizar el valor descontado de los futuros rendimientos que entregue el activo: “dado que el futuro no se conoce con certidumbre, deben descontarse los rendimientos esperados o anticipados” (1952a: 73). Sin explicar la naturaleza de la distribución de probabilidad, el autor simplemente anotó que el análisis consiste en una regla

simple: el inversionista considera deseable los retornos esperados e indeseable la varianza de ellos. (1952a).

Markowitz también postuló el principio de diversificación, donde existe un portafolio diversificado que es preferible a aquellos no diversificados. Y enfatizó en que lo adecuado de la diversificación es que no deba ser vista como dependiente del número de activos en el portafolio, pues si este corresponde a empresas de la misma industria, el portafolio no obtendrá los beneficios: “en ningún caso la varianza se incrementará. En el único caso en el cual la varianza no se disminuye es cuando los dos activos están perfectamente correlacionados”. (1952a: 78)

La formulación del modelo de Markowitz, parte de dos hipótesis:

1) Rendimiento máximo esperado sujeto a un riesgo máximo [fórmula 1]

Consiste en admitir un riesgo máximo a partir de la determinación de las ponderaciones que maximizan el rendimiento esperado del portafolio.

$$\text{Max } E(Rp) = \sum_{i=1}^n w_i * E(R_i) \quad (1)$$

Esta fórmula está sujeta a la fórmula 2:

$$\sigma^2(Rp) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \sigma_{ij} \leq \sigma_0^2 \quad (2)$$

Donde

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1. w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

Y

n : número de activos en el portafolio

R_i : variable aleatoria rendimiento del activo i

$E(R_i)$: rendimiento esperado del activo i

R_p : variable aleatoria rendimiento del portafolio

$E(R_p)$: rendimiento esperado del portafolio

W_i : proporción del presupuesto del inversionista destinado al activo i

$\sigma^2(R_p)$: varianza del rendimiento del portafolio

σ^{ij} : covarianza entre los rendimientos de los activos

σ_0^2 : varianza máxima admitida

2) Determinación de las ponderaciones que minimizan la varianza del portafolio, sujeta a un rendimiento mínimo requerido para el portafolio [fórmula 3].

$$\text{Min } \sigma^2(Rp) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \sigma^2 \quad (3)$$

Esta fórmula está sujeta a la fórmula 4:

$$E(Rp) = \sum_{i=1}^n E(R_i) \geq \mu_0 \quad (4)$$

Donde

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1. w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

Y

μ_0 : rendimiento mínimo requerido

Con cualquiera de las dos alternativas –optimizando la varianza o el valor esperado– se encuentran las ponderaciones de los activos que perfeccionan el objetivo con las restricciones dadas y se puede determinar un conjunto de portafolios eficientes que proporcione el máximo rendimiento para cada nivel de riesgo.

En síntesis, Markowitz desarrolló su modelo basado en “el comportamiento racional del inversor” (1952a), es decir, que este rechaza el riesgo pero desea rentabilidad. Por tanto, para este autor, un portafolio es eficiente si le proporciona la máxima rentabilidad posible para un nivel de riesgo determinado, o si proporciona un nivel de riesgo mínimo dado un nivel de rentabilidad. (Markowitz, 1952b; Romero Moreno, 2010)

1.2 Principales índices del MILA

La construcción de índices bursátiles promueve la diversificación de inversiones en diferentes sectores económicos que pueden impactar las correlaciones de los activos y el retorno esperado de una canasta. El MILA es un ejemplo de esta alternativa, ya que al ofrecer un universo más amplio de títulos permite obtener diferentes niveles de riesgo y rentabilidad. Este mercado ofrece oportunidades para los inversionistas como la atracción considerable de flujos IED –inversión extranjera directa–. (Sandoval Pacheco & Acero Pérez, 2018)

A continuación se exponen los principales índices de cada país en los años de análisis (2017-2021).

1.2.1 El Mercado Integrado Latinoamericano, MILA

El MILA, conformado por las bolsas de Colombia, Chile, Perú y México, brinda la oportunidad de invertir en productos extranjeros desde un solo país. Este conglomerado ofrece *time deposits*, títulos de deuda soberana, bonos de deuda privada, títulos de renta variable, derivados estandarizados, productos de *factoring* y fondos de inversión colectiva (FIC), entre otros, que ayudan a diversificar el *asset class* de los portafolios a partir de múltiples estrategias. (Autorregulador del Mercado de Valores, AMV, 2019)

El MILA entró en operación el 30 de mayo de 2011, reuniendo así a la Bolsa de Valores de Colombia, la Bolsa de Comercio de Santiago, la Bolsa de Valores de Lima y la Bolsa Mexicana de Valores, así como de los depósitos Deceval, DCV, CAVALI e INDEVAL en un solo mercado.

MILA es un mercado que permite el acceso simple y eficiente a cuatro mercados, dando la posibilidad a los participantes de ampliar el portafolio de productos y servicios que puedes ofrecer a los inversionistas.

Esta integración permite una mejor administración del riesgo, genera oportunidades de inversión en renta variable en más de 700 compañías, fortalece la interconexión entre más de 60 intermediarios que negocian bajo normas homologadas, hacen que la compensación y liquidación de operaciones sea fácil,

segura, costo-eficiente y sin duplicidad de procesos; y permite que la custodia de valores se mantenga en los mercados de origen, con completa interconexión entre depósitos.

Inversionistas locales y extranjeros pueden encontrar aquí toda la información sobre las bolsas de valores y depósitos centralizados del Mercado Integrado Latinoamericano. (Bolsa de Valores de Colombia, BVC, s. f.)

La Figura 1 muestra el comportamiento histórico del índice MILA en el período 2015-2022.



Fuente: Bloomberg (s. f.).

1.2.2 Índice bursátil representativo en Colombia. MSCI COLCAP

El índice representativo de la Bolsa de Valores de Colombia, MSCI COLCAP, se define de la siguiente manera:

El COLCAP es uno de los índices bursátiles de la BVC o Bolsa de Valores de Colombia (sociedad anónima de carácter privado, en la que se inscriben y negocian valores públicamente), este indicador refleja las variaciones de los precios de las 20 acciones más líquidas donde el valor de Capitalización Bursátil ajustada de cada compañía determina su participación dentro de dicho índice.

Es la referencia principal del mercado accionario colombiano y se compone de los 20 emisores y 25 acciones más líquidas del mercado, ponderando las acciones por capitalización de mercado ajustada sin límite de participación. Este índice entró en vigencia el 28 de mayo de 2021.

La recomposición de su canasta se hace una vez al año, después del cierre del mercado el último día hábil de noviembre. Esta canasta está vigente desde el primer día hábil de diciembre de ese año hasta el último día hábil de noviembre del año siguiente. Asimismo, el índice se rebalancea de manera trimestral para reflejar la realidad de sus componentes en términos de ponderación.

Mediante un boletín informativo, la BVC publica la canasta definitiva después del cierre de mercado del día hábil anterior a su entrada en vigencia y antes de la apertura de mercado de ese día. (Bolsa de Valores de Colombia, BVC, s. f.)

La Tabla 2 muestra la composición del índice MSCI COLCAP en el período 2017-2021, incluyendo las acciones de mayor capitalización: PFBCOLOM, GRUPOSURA, ECOPETROL e ISA.

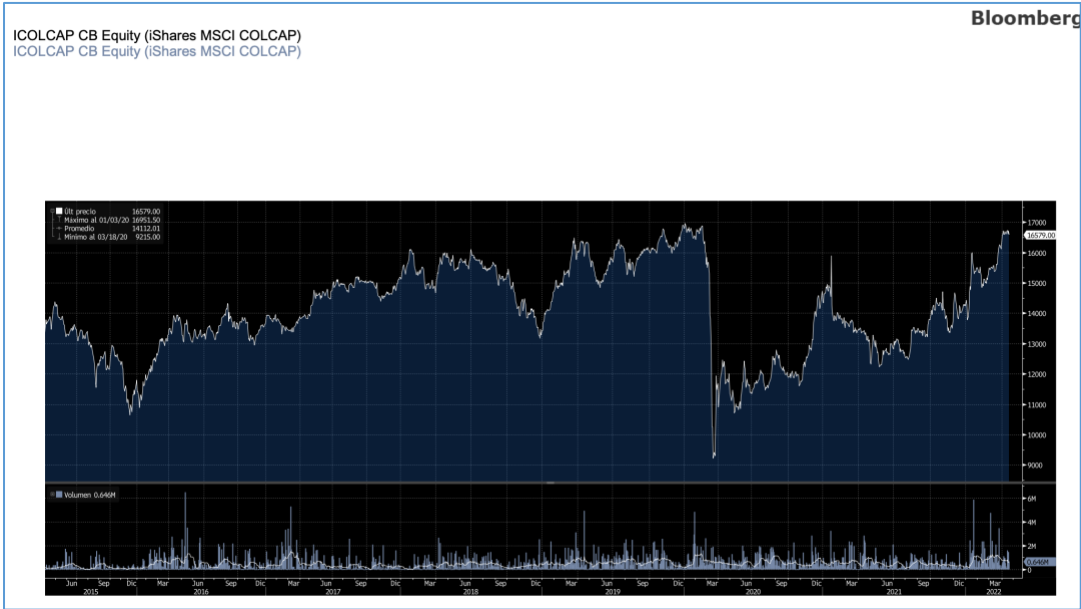
Tabla 2. Composición del índice MSCI COLCAP (2017-2021)

Índice	2017	2018	2019	2020	2021
COLCAP	PFBCOLO CB	PFBCOLO CB	PFBCOLO CB	ECOPETL CB	PFBCOLO CB
	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	ECOPETL CB	PFBCOLO CB	ISA CB
	ECOPETL CB	GRUPOSUR CB	GRUPOSUR CB	ISA CB	ECOPETL CB

Fuente: elaboración de los autores.

La **Error! Reference source not found.**2 muestra el comportamiento histórico del índice MSCI COLCAP en el período 2015-2022.

Figura 2. Comportamiento histórico del índice MSCI ICOLCAP (2015-2022)



Fuente: Bloomberg (s. f.)

1.2.3 Índice bursátil representativo en México. S&P/BMV IPC

El S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones (S&P/BMV IPC), el principal indicador de Mercado Mexicano de Valores, expresa el rendimiento del mercado accionario en función de las variaciones de precios de una muestra balanceada, ponderada y representativa del conjunto de emisores cotizados en la Bolsa Mexicana de Valores, basado en las mejores prácticas internacionales. “El S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones (S&P/BMV IPC), desde octubre de 1978, tiene como principal objetivo, constituirse como un indicador representativo del Mercado Mexicano para servir como referencia y subyacente de productos financieros”. (Grupo BMV, s. f.)

La Tabla 3 muestra la composición del índice S&P BMV IPC en el período 2017-2021, incluyendo las acciones de mayor capitalización: KIMBER, CEMEX, GAP y ASUR.

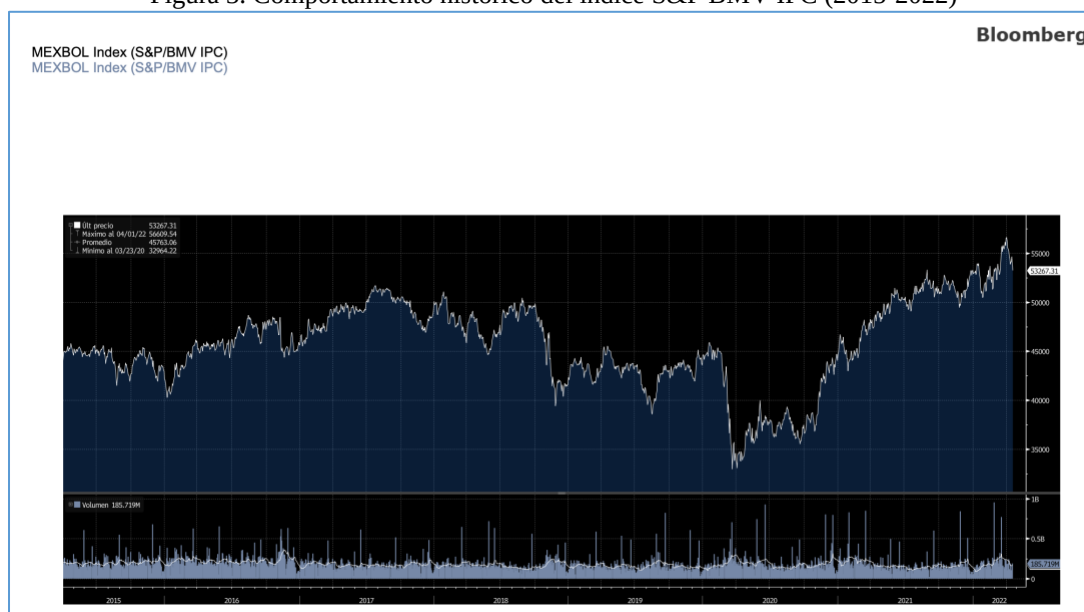
Tabla 3. Composición del índice S&P BMV IPC (2017-2021)

Índice	2017	2018	2019	2020	2021
S&P/BMV IPC	KIMBERA MF	KIMBERA MF	KIMBERA MF	KIMBERA MF	KIMBERA MF
	GAPB MF	GAPB MF	GAPB MF	GAPB MF	GAPB MF
	CEMEXCPO MF	CEMEXCPO MF	CEMEXCPO MF	CEMEXCPO MF	CEMEXCPO MF

Fuente: elaboración de los autores.

La **Error! Reference source not found.**3 muestra el comportamiento histórico del índice S&P/BMV IPC en el período 2015-2022.

Figura 3. Comportamiento histórico del índice S&P BMV IPC (2015-2022)



Fuente: Bloomberg (s. f.).

1.2.4 Índice bursátil representativo en Perú. S&P/BVL Perú General

El índice S&P/BVL Perú General ha sido diseñado para ser el referente amplio de la BVL. Es un índice ponderado por capitalización ajustada por *free-float* (mínima de S/ 33 millones), que incluye requisitos adicionales de liquidez y frecuencia de negociación para sus constituyentes. Desde la alianza S&P/BVL, la cartera del índice ha estado compuesta por no menos de 33 y no más de 41 acciones.

Además, este índice incluye acciones de cada uno de los 5 sectores de la familia de índices S&P/BVL, destacando el minero y el financiero como los de mayor ponderación. El índice se rebalancea en setiembre de cada año. La BVL difunde diariamente en sus publicaciones el S&P/BVL Perú General de retorno total, es decir, que incluye la reinversión de los beneficios distribuidos.

Lo que permite lograr una mayor exposición del mercado peruano a nivel mundial, mayor profundidad y liquidez del mercado de valores peruano, construcción de fondos mutuos indexados y Exchange Traded Funds (ETF). (Bolsa de Valores de Lima, BVL, 2022)

La Tabla 4 muestra la composición del índice S&P/ BVL en el período 2017-2021, incluyendo las acciones de mayor capitalización: MIRL, CORAREC1, PPX, BVLC1, UNACEMC1, NEXAPEC1 y ALICORC1.

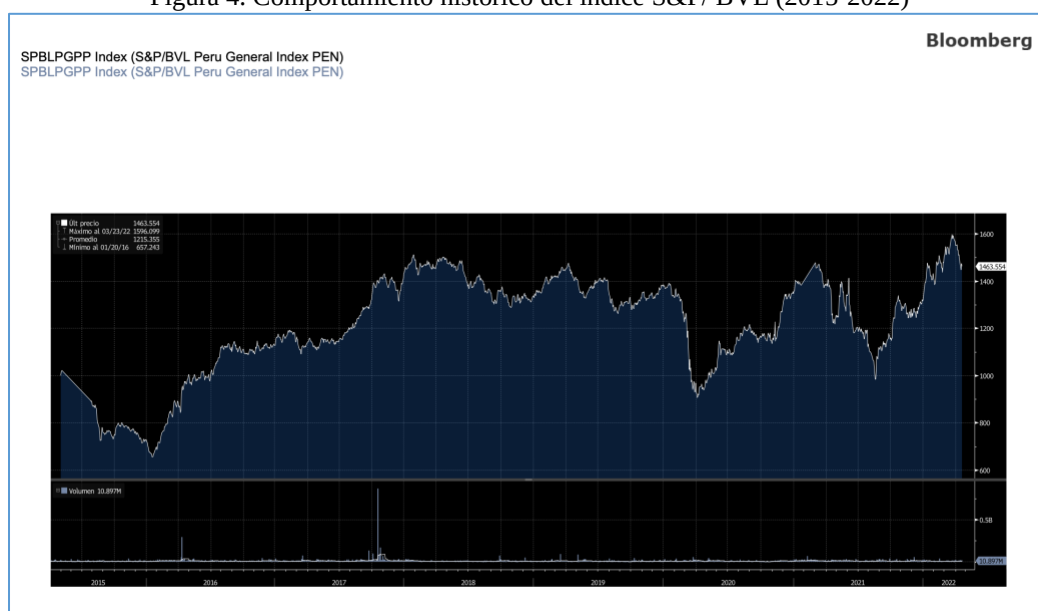
Tabla 4. Composición del índice S&P/ BVL (2017-2021)

Índice	2017	2018	2019	2020	2021
	PPX PE	PPX PE	PPX PE	PPX PE	CORAREC1 PE
BVL	CORAREC1 PE	ALICORI1 PE	CORAREC1 PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE
	GBVLAC1 PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 PE

Fuente: elaboración de los autores.

La **Error! Reference source not found.**4 muestra el comportamiento histórico del índice S&P/ BVL en el período 2015-2022.

Figura 4. Comportamiento histórico del índice S&P/ BVL (2015-2022)



Fuente: Bloomberg (s. f.).

1.2.5 Índice bursátil representativo en Chile. S&P IPSA

El Índice de precios selectivo de acciones (IPSA) mide las variaciones de los precios de 40 sociedades con mayor presencia bursátil en la Bolsa de Comercio de Santiago. Su selección se efectúa trimestralmente en marzo, junio, septiembre y diciembre. La base del índice se renueva al principio de cada año, tomando el valor 100 el último día hábil del mes de diciembre del año anterior. (Bolsa de Santiago.com, s. f.)

La Tabla 5 muestra la composición del índice S&P IPSA en el período 2017-2021, incluyendo las acciones de mayor capitalización: RIPLEY, IAM, FALABELLA, ECL y ENELCHILE.

Tabla 5. Composición del índice S&P IPSA (2017-2021)

Índice	2017	2018	2019	2020	2021
IPSA	RIPLEY CC	RIPLEY CC	RIPLEY CC	RIPLEY CC	RIPLEY CC
	ECL CC	ECL CC	ECL CC	ECL CC	ECL CC
	IAM CC	IAM CC	FALAB CC	IAM CC	IAM CC

Fuente: elaboración de los autores.

La **Error! Reference source not found.**5 muestra el comportamiento histórico del índice S&P IPSA en el período 2015-2022.

Figura 5. Comportamiento histórico del índice S&P IPSA CLP (2015-2022)



Fuente: Bloomberg (s. f.).

2. Metodología. Estructuración, análisis y resultados del portafolio

La metodología propuesta para este trabajo se basó en la delimitación inicial de un universo de acciones creado a partir de los títulos de mayor capitalización bursátil en los índices de los países miembros del MILA, que sirven como base para la creación del portafolio óptimo de Markowitz y su comparación con los índices bursátiles. Con ello se buscó conocer los posibles efectos en la rentabilidad y el riesgo al comparar una canasta internacional con un índice nacional.

De esta manera, para construir el análisis se proponen los siguientes pasos:

2.1 Revisión de bases de datos (índices/acciones)

A partir de la información contenida en bases de datos como Bloomberg y portales de bolsas extranjeras, identificar y extraer en tiempo real³ la información relacionada con los índices y las acciones del MILA y extraer los gráficos y la cotización histórica para los períodos de análisis. Cabe anotar que esta información se descarga para conformar una base de datos en Excel con la rentabilidad diaria.

2.2 Selección de los índices

Revisar la información técnica de cada índice –MSCI COLCAP, S&P/BMV IPC, S&P/BVL, S&P IPSA y MILA Andean 40– a fin de analizar su comportamiento en el mercado.

2.3 Identificación de las acciones de mayor capitalización

Seleccionar de los títulos de renta variable las tres primeras acciones por capitalización bursátil que pertenezcan al índice principal de cada bolsa de valores del MILA, definiendo la muestra de acciones de este mercado y las particularidades que ofrecen a los inversionistas en relación con sus productos y las coberturas necesarias. La selección de los títulos se hace a partir de la composición de la canasta vigente para el índice al primer día calendario de cada año de análisis.

2.4 Delimitación del marco temporal

Tomar los datos disponibles del período 2017-2021, un marco temporal caracterizado por etapas de estabilidad económica seguidos de alta volatilidad –la pandemia de la COVID-19 y su posterior recuperación–, analizando la evolución de los activos en el mercado latinoamericano.

2.5 Estructuración del portafolio a partir del modelo de Markowitz

Partiendo del conocimiento teórico del modelo de Markowitz, analizar la información histórica de los títulos y su peso dentro de la canasta resultante. Para ello se calcula la rentabilidad esperada, la volatilidad de cada acción y la matriz de correlaciones, que permite formular la matriz de peso a partir de la relación varianza/covarianza.

³ Para las plataformas educativas se tiene un tiempo de carga de 15 minutos de los datos reales.

Los resultados se plasman en una hoja Excel y se analizan a partir de iteraciones (Solver, s. f.) que estiman el peso –porcentaje– de inversión en cada acción, fijando como objetivo la minimización del riesgo para un valor total de la canasta del 100 %. Dichos resultados se calculan para estimar el retorno anual de la canasta representativa y el riesgo mínimo asociado a esta.

Finalmente, teniendo en cuenta las recomposiciones que se presentan para cada año, los indicadores –rentabilidad esperada y riesgo del portafolio– se presentan con esta periodicidad, a fin de identificar o estructurar una cesta óptima por período, según el modelo de Markowitz.

2.6 Tablas comparativas por año

A partir de la identificación de los índices y los resultados obtenidos en el modelo –desviación, varianza, rendimiento esperado y participación por activo– se procede a comparar los portafolios resultantes con los índices seleccionados para determinar el exceso de retorno, la diferencia en la volatilidad de la canasta y el impacto de la tasa de cambio en la rentabilidad final.

La rentabilidad de los portafolios se ajusta teniendo en cuenta la evolución anual de la tasa de cambio de las divisas que conforman el MILA. La razón para este ajuste reside en el hecho de que, al inicio del período de análisis, los recursos se intercambian a una determinada tasa de cambio que varía en el tiempo, y que, una vez terminado el marco temporal de la canasta –un año–, la inversión será liquidada y los recursos disponibles quedarán en el mercado monetario, ofreciendo la posibilidad de obtener un *spread* adicional a partir de la evolución de la tasa cambiaria y su conversión a cualquier otra divisa – para el caso de análisis, los dólares estadounidenses.

2.7 Rebalanceo por año

Revisar los *asset class* de las canastas por año y su posible rebalanceo a partir de la selección mencionada: las primeras tres acciones por capitalización bursátil obtenidas de la composición del índice vigente al primer día calendario de cada año de análisis.

Esta revisión incluye o excluye –según sea el caso– las acciones que cumplan o no con los requisitos necesarios en conformidad con los índices y bolsas de valores representativos de cada país. Las canastas estarán vigentes durante un año. En el proceso de recomposición se determina la participación en el índice de cada acción seleccionada para el año siguiente. (Rankia, 2019)

La Tabla 6 muestra la selección de los títulos para cada período a partir de los índices de referencia –Paso 2.2–; esta distinción se realiza mediante la herramienta Bloomberg –Paso 2.1– y la identificación de las acciones de mayor capitalización –Paso 2.3.

Tabla 6. MILA. Composición de las acciones de mayor capitalización en el período de análisis (2017 -2021)

Índice	2017	2018	2019	2020	2021
COLCAP	PFBCOLO CB	PFBCOLO CB	PFBCOLO CB	ECOPETL CB	PFBCOLO CB
	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	ECOPETL CB	PFBCOLO CB	ISA CB
	ECOPETL CB	GRUPOSUR CB	GRUPOSUR CB	ISA CB	ECOPETL CB
BMV	KIMBERA MF	KIMBERA MF	KIMBERA MF	KIMBERA MF	KIMBERA MF
	GAPB MF	GAPB MF	GAPB MF	GAPB MF	GAPB MF
	CEMEXCPO MF	CEMEXCPO MF	CEMEXCPO MF	CEMEXCPO MF	CEMEXCPO MF
BVL	PPX PE	PPX PE	PPX PE	PPX PE	CORAREC1 PE
	CORAREC1 PE	ALICORI1 PE	CORAREC1 PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE
	GBVLAC1 PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 PE
IPSA	RIPLEY CC	RIPLEY CC	RIPLEY CC	RIPLEY CC	RIPLEY CC
	ECL CC	ECL CC	ECL CC	ECL CC	ECL CC
	IAM CC	IAM CC	FALAB CC	IAM CC	IAM CC

Fuente: elaboración de los autores.

2.8 Resultados

A partir de los pasos anteriores se obtiene una serie de resultados que permiten identificar el comportamiento de un período con respecto otro y analizar los resultados respecto a la rentabilidad esperada y la volatilidad asociados al portafolio riesgo/eficiente de Markowitz.

Cabe aclarar que este ejercicio define la utilidad bruta sin considerar los costos de transacción adicionales asociados a la inversión: comisiones propias de los intermediarios del mercado e impuestos relativos de la regulación vigente de cada país, entre otros.

Adicionalmente se valida la rentabilidad del portafolio al incluir la evolución de la tasa de cambio –depreciación/apreciación– de las monedas de los países miembros del MILA contra el dólar estadounidense, en razón de que el horizonte temporal de la canasta es un año y que, una vez alcanzado este tiempo, la inversión debe liquidarse y queda disponible para ser tranzada en el mercado cambiario a fin de que regrese a su país de origen.

3. Resultados

3.1 Portafolios óptimos bajo el modelo de Markowitz

A través del modelo de Markowitz fue posible definir los portafolios anuales óptimos en el período de análisis y extraer las participaciones por canasta. De igual forma se observaron sus retornos y las volatilidades asociadas –en especial la reducción del riesgo– y se obtuvo el rendimiento asociado.

Según Dueñas Ortiz *et al.*, en el modelo de Markowitz debe considerarse lo siguiente: “la composición de un portafolio óptimo se puede hallar bajo dos criterios: reduciendo el riesgo o portafolio de mínimo riesgo o aumentando el desempeño o portafolio de máximo desempeño”. (2017)

El universo de acciones seleccionado se creó a partir de las tres principales acciones del índice seleccionado de cada país miembro del MILA.

La Tabla 7 muestra los portafolios obtenidos y los pesos asignados. Cabe aclarar que, a fin de reducir la exposición al riesgo, el modelo pondera con mayor peso aquellos títulos menos riesgosos y, en el caso contrario, aquellos con mayor volatilidad.

Adicionalmente, el cambio en la participación de los títulos recurrentes para varios períodos da muestra de la recomposición de la canasta a partir de las variaciones de los riesgos presentes en cada año, lo cual, a la luz de este análisis, obedece a factores propios del mercado.

Tabla 7. Canastas óptimas según el modelo de Markowitz de mínimo riesgo (2017-2021) [%]

	COLOMBIA			MEXICO			PERÚ			CHILE		
2017	PFBCOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
	10,02	34,03	5,72	6,25	10,49	7,17	0,97	3,01	6,14	4,78	6,21	5,20
2018	PFBCOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	ALICORI1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
	4,44	0,00	18,50	3,16	7,92	5,31	1,76	6,22	15,17	7,48	16,55	13,48
2019	PFBCOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
	14,94	12,76	10,61	8,48	11,23	5,98	1,65	18,31	3,85	2,29	3,49	6,40
2020	ECOPETL CB	PFBCOLO CB	ISA CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
	2,95	12,50	8,65	8,54	22,60	0,00	0,00	11,09	14,83	0,00	2,56	16,28
2021	PFBCOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
	48,81	7,51	11,98	3,85	21,25	1,30	0,43	2,99	0,00	0,29	1,60	0,00

Fuente: elaboración de los autores.

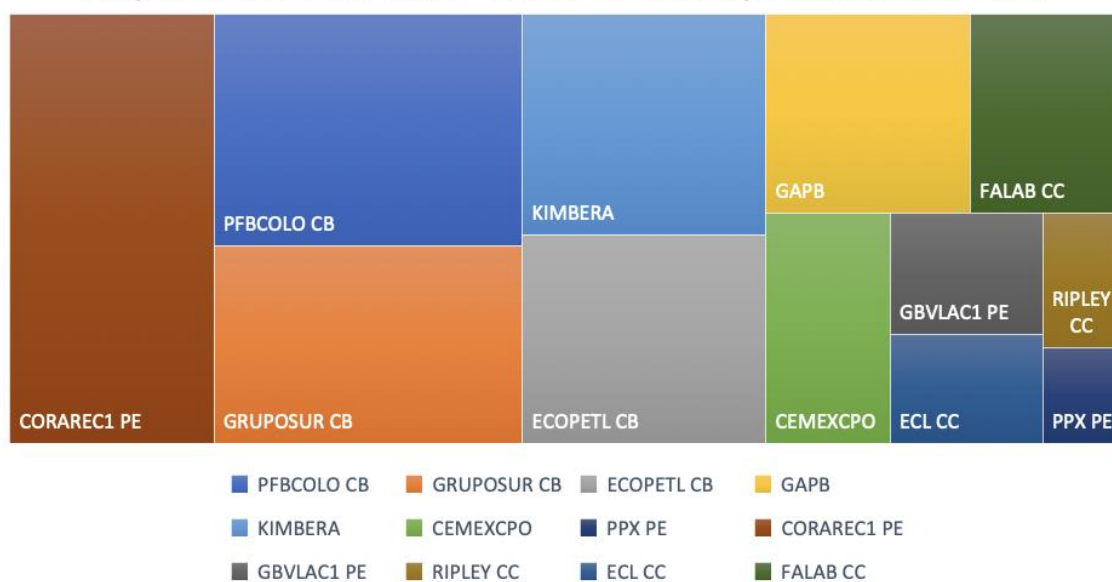
La estructuración del portafolio faculta la diversificación de la canasta entre el universo de títulos seleccionados e impacta el riesgo asociado a la inversión. Cabe aclarar que, dada su naturaleza de títulos de renta variable, el portafolio no cuenta con activos libres de riesgo, por lo cual el uso del modelo se justifica para reducir la exposición al mercado.

La Figura 6 muestra las proporciones invertidas en los portafolios desarrollados por año de análisis.

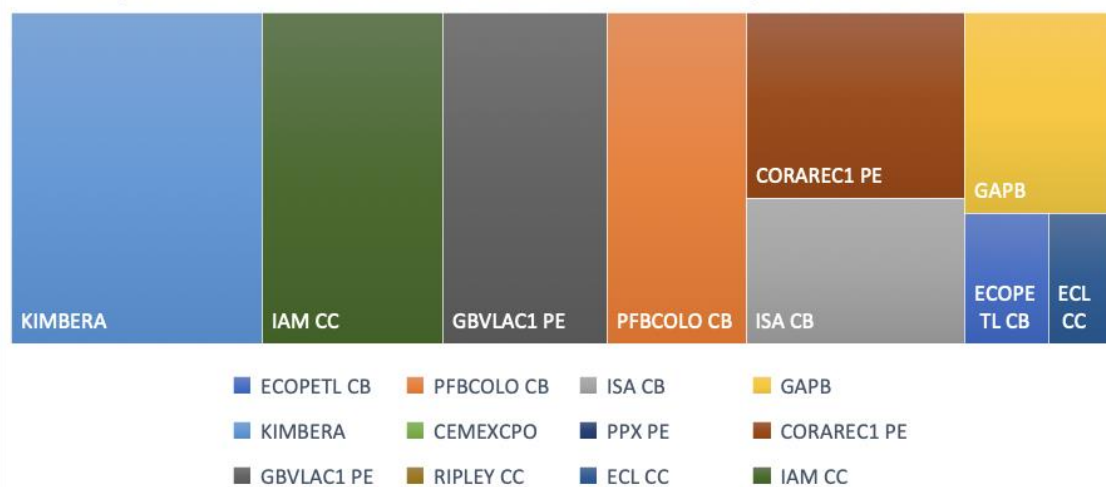
Figura 6. Proporciones invertidas en los portafolios desarrollados (2017-2021)

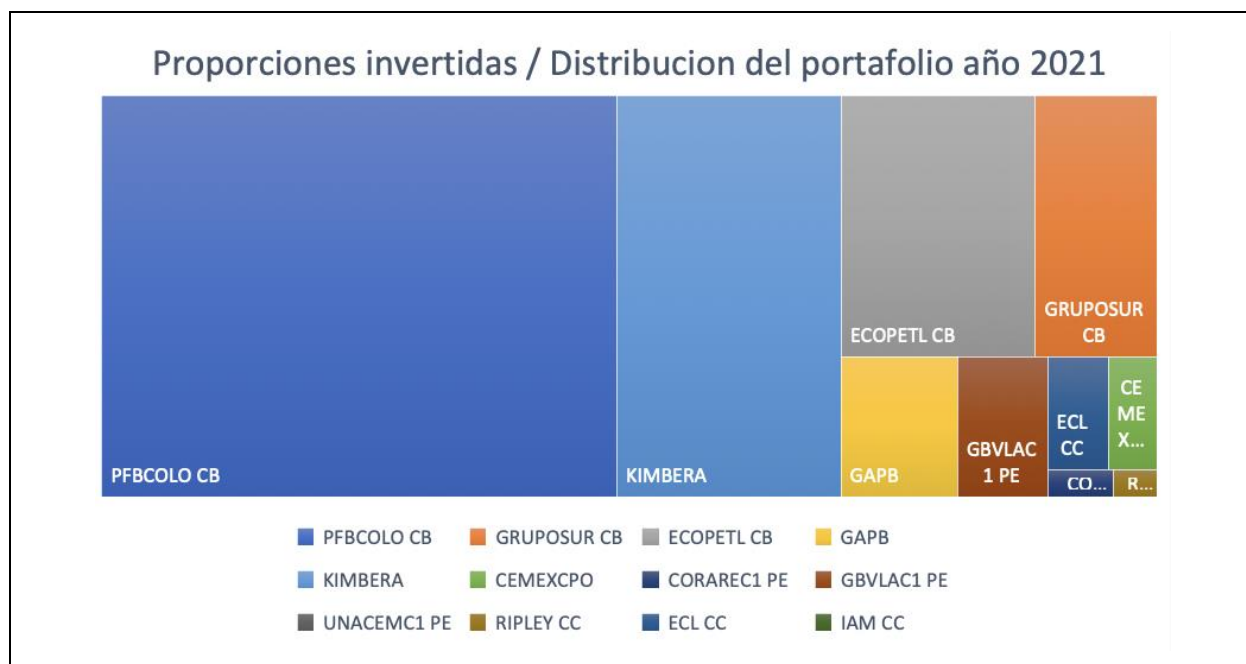


Proporciones invertidas / Distribucion del portafolio año 2019



Proporciones invertidas / Distribucion del portafolio año 2020





Fuente: elaboración de los autores.

Nótese lo siguiente en la Figura 6:

- En el portafolio de 2017 se generó una rentabilidad positiva de 10,75 % asociada a una inversión de mínimo riesgo de 7,43 %. La mayor participación la tuvo la acción de GRUPOSURA (34,03 %), del índice MSCI COLCAP, e inscrita en la BVC.
- En el portafolio de 2018 se generó una rentabilidad negativa de -12,79 %, asociada a una inversión de mínimo riesgo de 8,65 %, superior al estimado en el año anterior. La mayor participación la tuvieron las acciones de ECOPETROL y ECL, de los índices MSCI COLCAP e IPSA, respectivamente.
- En el portafolio de 2019 se generó una rentabilidad de 14,08 %, asociada a una inversión de mínimo riesgo de 9,84 %. La mayor participación la tuvieron las acciones de PFBCOLOM (14,94), GRUPOSURA (12,76), ECOPETROL (10,61), GAP (8,48), KIMBER (11,23), CEMEX (5,98), PPX (1,65), CORAREC1 (18,31), BVLC1 (3,85), RIPLEY (2,29), ECL (3,49) y FALABELLA (6,4 %).
- En el portafolio de 2020 se generó una rentabilidad de 4,49 %, asociada a una inversión de mínimo riesgo de 16,73 %. La mayor participación la tuvo la acción de KIMBER, del índice BMV; también hubo participaciones interesantes de IAM y BVLC1.
- En el portafolio de 2021 se generó una rentabilidad negativa de -1,97 %, asociada a una inversión de mínimo riesgo de 4,12 %. Aproximadamente el 70 % de las acciones invertidas son del índice MSCI COLCAP.
- Para los períodos analizados se identificó que las acciones más representativas fueron PFBCOLOM y KIMBER.

- De los cinco años de análisis, la mayor rentabilidad (14,08 %) se obtuvo en 2019, con un riesgo consolidado para todo el período de aproximadamente 9,84 %. A pesar de su rentabilidad positiva, el portafolio de 2020 fue el que tuvo el mayor riesgo. Finalmente, de los cinco años analizados, solo dos arrojaron resultados negativos según la rentabilidad esperada.

En síntesis, para los períodos analizados se calcularon la rentabilidad esperada $E(Rp)$ y el riesgo asociado a cada portafolio (Sp) para identificar el comportamiento –la ganancia o la pérdida– de aquellos de mínimo riesgo.

En ese sentido, los datos obtenidos sirvieron como método de comparación de cada cesta con los índices de referencia seleccionados tanto por país como por nivel agregado del grupo económico: el índice MILA.

La Tabla 8 muestra un resumen de la rentabilidad esperada $E(Rp)$ y el riesgo Sp de los portafolios desarrollados en el período de análisis.

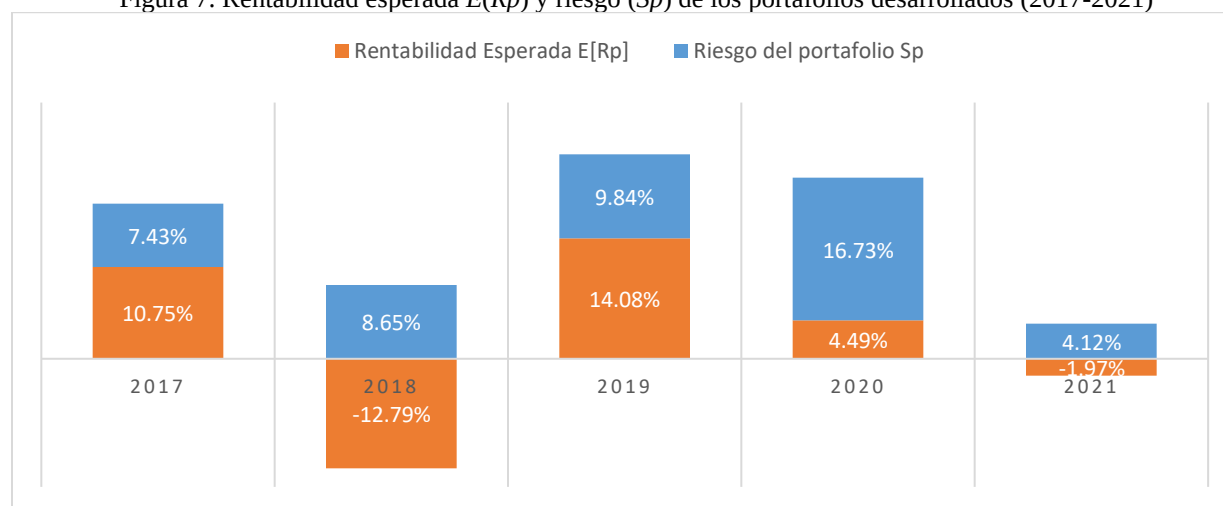
Tabla 8. Rentabilidad esperada $E(Rp)$ y riesgo (Sp) de los portafolios desarrollados (2017-2021) [%]

Año	Rentabilidad esperada $E(Rp)$	Riesgo del portafolio (Sp)
2017	10,75	7,43
2018	-12,79	8,65
2019	14,08	9,84
2020	4,49	16,73
2021	-1,97	4,12

Fuente: elaboración de los autores a partir de Solver (s. f.).

La Figura 7 muestra la rentabilidad esperada $E(Rp)$ y el riesgo (Sp) de los portafolios desarrollados en el período de análisis.

Figura 7. Rentabilidad esperada $E(Rp)$ y riesgo (Sp) de los portafolios desarrollados (2017-2021)



Fuente: elaboración de los autores.

3.2 Análisis de los índices bursátiles del MILA

La Tabla 9 muestra los cinco índices bursátiles seleccionados con sus respectivos porcentajes de retorno esperado y riesgo para los cinco años del período de análisis.

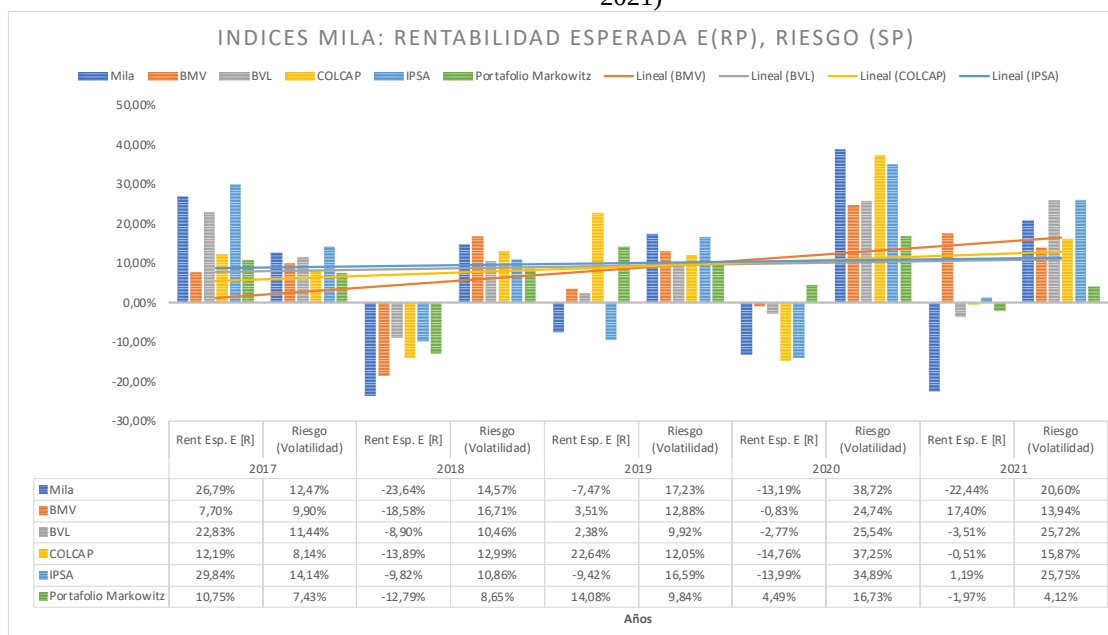
Tabla 9. Índices bursátiles del MILA. Retorno esperado/Riesgo (2017-2021) [%]

Año	Ren/Riesgo	MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
2017	Rent esp. $E[R]$	26,79	7,70	22,83	12,19	29,84
	Riesgo (volatilidad)	12,47	9,90	11,44	8,14	14,14
2018	Rent esp. $E[R]$	-23,64	-18,58	-8,90	-13,89	-9,82
	Riesgo (volatilidad)	14,57	16,71	10,46	12,99	10,86
2019	Rent esp. $E[R]$	-7,47	3,51	2,38	22,64	-9,42
	Riesgo (volatilidad)	17,23	12,88	9,92	12,05	16,59
2020	Rent esp. $E[R]$	-13,19	-0,83	-2,77	-14,76	-13,99
	Riesgo (volatilidad)	38,72	24,74	25,54	37,25	34,89
2021	Rent esp. $E[R]$	-22,44	17,40	-3,51	-0,51	1,19
	Riesgo (volatilidad)	20,60	13,94	25,72	15,87	25,75

Fuente: elaboración de los autores a partir de Bloomberg (s.f.).

La Figura 8 muestra el comportamiento histórico de los cinco índices bursátiles de MILA seleccionados para para los cinco años del período de análisis.

Figura 8. Índices bursátiles del MILA. Comportamiento histórico. Rentabilidad esperada $E(R_p)$ y riesgo (S_p) (2017-2021)



Fuente: elaboración de los autores a partir de Bloomberg (s. f.).

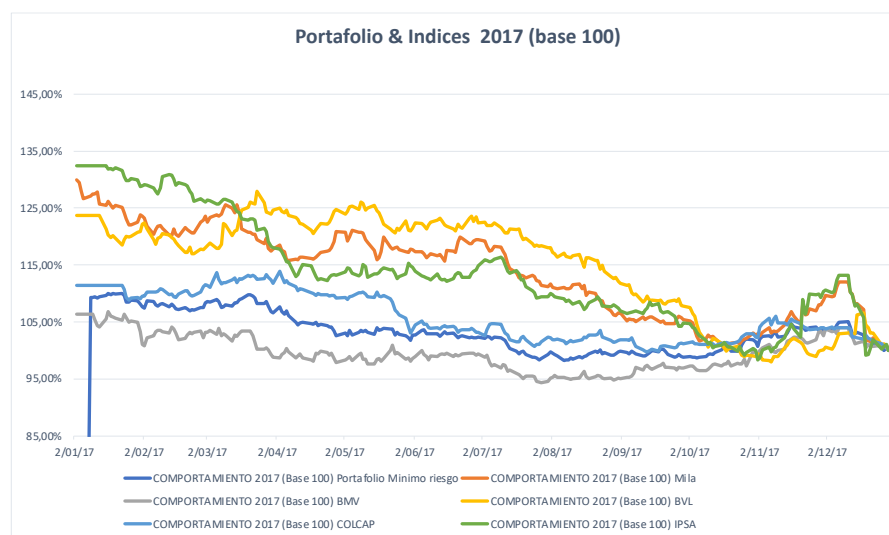
3.3 Análisis de los rendimientos y los riesgos. Portafolio de mínimo riesgo e índices

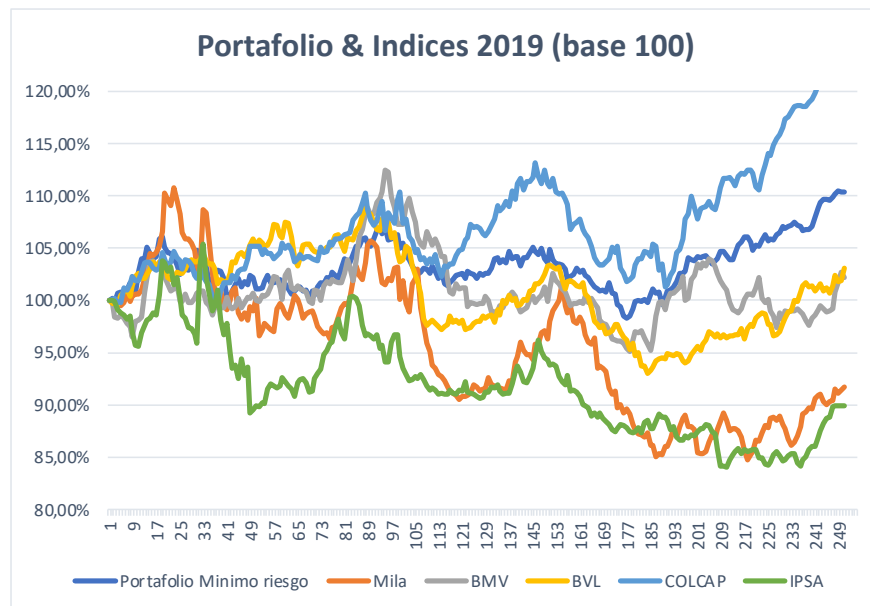
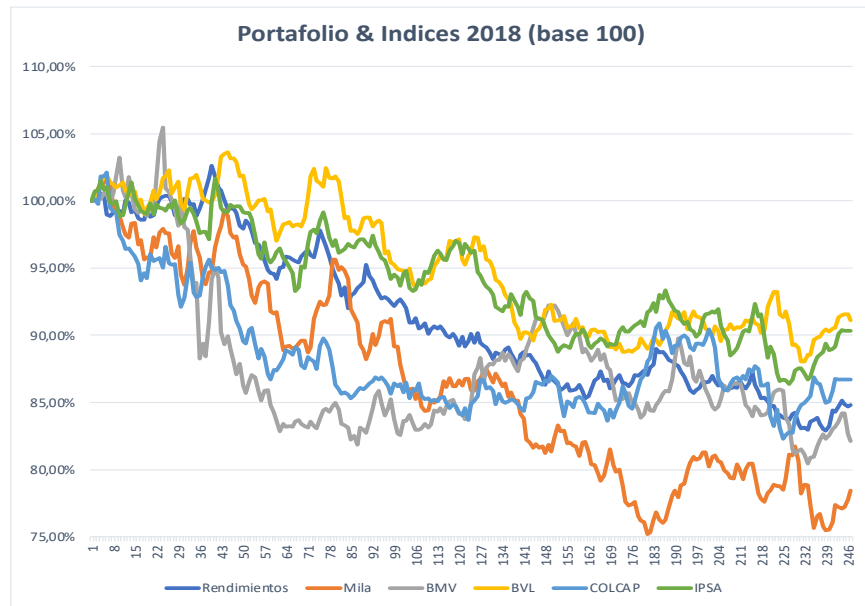
3.3.1 Evolución histórica de los índices

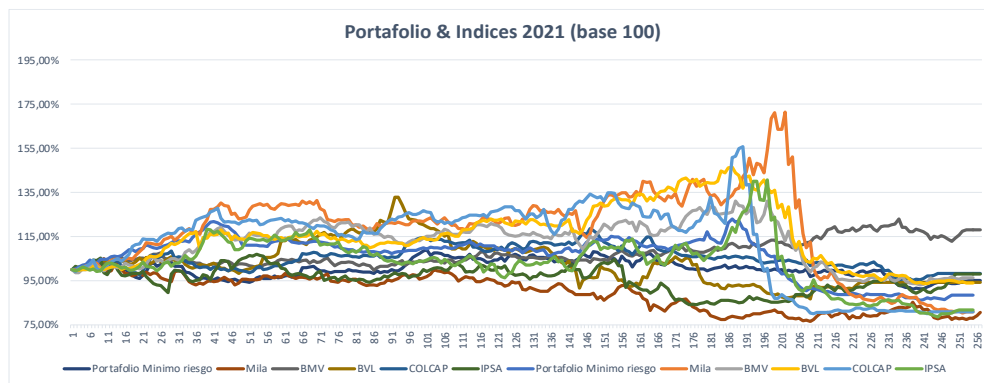
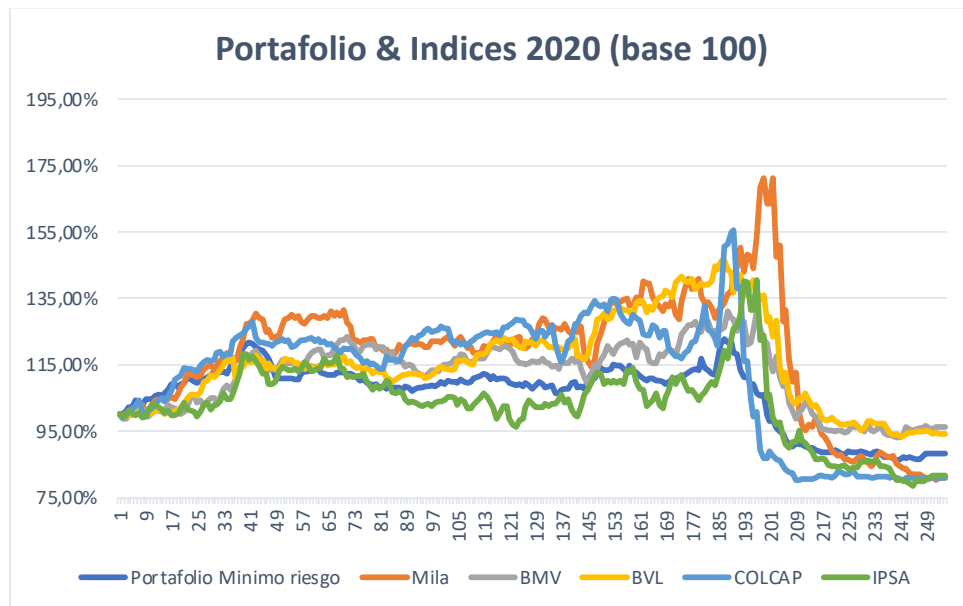
Para una mejor comprensión del comportamiento de los índices y el portafolio, se decidió registrar los datos y compararlos en valores nominales en base 100 al inicio de cada período.

La Figura 9 muestra los rendimientos del portafolio de mínimo riesgo para cada período comparado con los índices bursátiles mediante base 100, a fin de analizar las proporciones de inversión en unidades comparativas dentro del mismo período de análisis.

Figura 9. Comportamiento histórico del portafolio óptimo e índices en base 100







Fuente: elaboración de los autores.

3.4 Análisis de riesgos

Según Bodie, Kane y Marcus (2004: 102), “todas las inversiones suponen algún grado de incertidumbre sobre la rentabilidad del período de tenencia futura, y en la mayoría de los casos esa

incertidumbre es considerable”. Esta declaración establece la importancia de medir el impacto del riesgo inherente a los títulos que componen la canasta y, por consiguiente, su efecto en el rendimiento esperado. La reducción de este riesgo permite tener mayor certeza del retorno que se espera obtener y tomar conciencia de la necesidad de implementar estrategias eficientes en la gestión de portafolios.

Se entiende por *riesgo de mercado* la pérdida que puede presentar un portafolio, un activo o un título en particular, originada por cambios o movimientos adversos en los factores de riesgo que afectan su precio o valor final (Sierra Uribe, 2012). Este hecho sienta la necesidad de obtener retornos a partir de la menor volatilidad posible, en vista de que, si bien no se puede anular la existencia de riesgos en el mercado accionario, tampoco es posible eliminar el temor de los inversionistas, que buscan minimizar cualquier pérdida asociada a su portafolio.

De igual forma, a partir de la inversión en títulos con baja correlación, la diversificación del portafolio ayuda a reducir el riesgo y, por ende, a elegir activos cuyo comportamiento en el mercado incida lo menos posible en los demás títulos que integran la canasta. De este modo, existe una menor incidencia en la tendencia de la rentabilidad de aquellos activos con los que se vean más relacionados.

La Tabla 10 muestra los porcentajes de riesgo en los portafolios desarrollados en el período de análisis.

Tabla 10. Riesgo de los portafolios desarrollados (2017-2021) [%]

Año	Markowitz	MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
2017	7,43	10,89	10,14	11,00	8,47	9,12
2018	8,65	14,57	16,71	10,46	12,99	10,86
2019	9,84	17,23	12,88	9,92	12,05	16,59
2020	16,73	38,72	24,74	25,54	37,25	34,89
2021	4,12	20,60	13,94	25,72	15,87	25,75

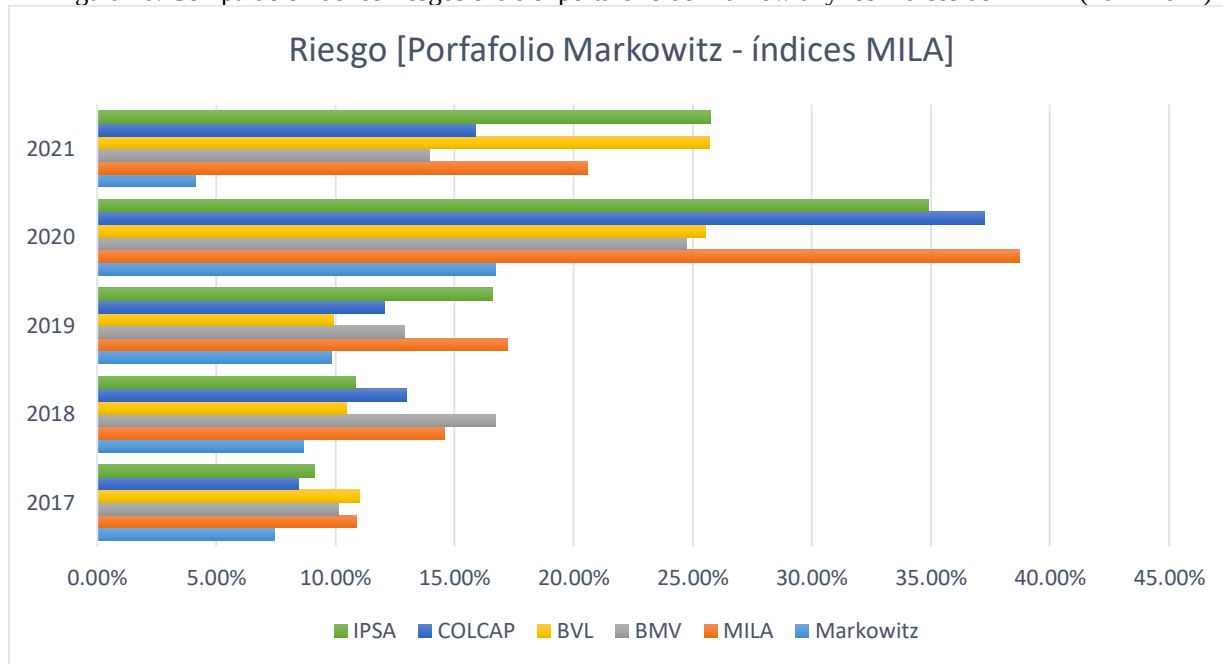
Fuente: elaboración de los autores.

A partir de los datos obtenidos se encontró que el riesgo asociado al portafolio eficiente de Markowitz es inferior en todos los períodos de análisis en comparación con los índices seleccionados del MILA; este hecho confirma la capacidad del modelo de crear portafolios cuya varianza sea lo menor posible.

De igual forma, cabe resaltar que solo para el primer año, la diferencia porcentual en el riesgo obtenido del portafolio contra los riesgos identificados de los índices bursátiles es aproximadamente el 3 %, mientras que, para el resto de los años, la brecha en volatilidades se amplía de manera continua.

La Figura 10 muestra un comparativo de los riesgos entre el portafolio de Markowitz y los índices del MILA en el período de análisis.

Figura 10. Comparación de los riesgos entre el portafolio de Markowitz y los índices del MILA (2017-2021)



Fuente: elaboración de los autores.

En relación con la evolución anual del riesgo, cabe resaltar que el portafolio de Markowitz muestra un comportamiento similar a los índices del mercado, revelando así un incremento de la volatilidad durante todo el marco temporal a excepción de 2021. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el rebalanceo anual afecta tanto al portafolio óptimo como a los índices, ya que si bien la muestra es homogénea en cuanto a la cantidad de títulos en cada portafolio para cada año, las participaciones de cada activo varían a lo largo del tiempo, incidiendo en los retornos y los riesgos asumidos. De igual forma se observa que la brecha entre las varianzas de los índices y los portafolios óptimos se hace mayor a lo largo del período de análisis.

Finalmente, se puede observar que para 2021, los riesgos asumidos por los índices son seis veces superiores al riesgo asociado al portafolio eficiente.

3.5 Depreciación/Apreciación

Se debe considerar que las inversiones en el extranjero se hacen a precios del país de origen de los activos o, en su defecto, en dólares estadounidenses, motivo por el cual los inversionistas deben hacer cambio de divisas para poder adquirir los títulos.

Por ello, en un momento inicial del tiempo, los agentes intercambian los recursos a una tasa de cambio de mercado y, una vez liquidan sus inversiones al final del período y las regresan al país de origen, recompran la divisa en el mercado monetario a un nuevo precio que, producto de las fluctuaciones del ciclo económico, ha variado en el tiempo.

Por tanto, el impacto de la tasa de cambio al momento de liquidar las inversiones podría generar una variación en la rentabilidad, producto de una reconversión de los recursos a un precio diferente al que se transó al inicio del período.

Por tanto, es necesario tener en cuenta el incremento o la disminución de la tasa de cambio en los países miembros del MILA. Para ello se toma la variación anual de la tasa, entendida como el cambio porcentual entre el primer precio registrado en el año de análisis y el precio de cierre del último día del año en cuestión. Este cambio se calcula para cada año de análisis a partir del primero y del último día de negociación de las divisas.

$$a = \% \text{ variación tasa de cambio} = \left[\left(\frac{I_f - I_b}{I_b} \right) \right] \quad (5)$$

Donde

I_f : tasa final del período (último día hábil)

I_b : tasa inicial del período (primer día hábil)

En relación con el tipo de cambio, se toman los pares de cada divisa –peso colombiano, peso chileno, peso mexicano y sol peruano– contra el dólar estadounidense –USD/COP, USD/CLP, USD/MXN, USD/PEN–, y se tiene en cuenta que, una vez convertidos los recursos en dólares, se invierten en el país de destino. Cabe anotar que la variación cambiaria incluye el efecto inflacionario propio de cada país, que afecta al portafolio en términos nominales.

La Tabla 11 muestra la tasa representativa por país en el período evaluado.

Tabla 11. Tasa representativa por país (2017-2021) [\$]

Moneda	Período	2017	2018	2019	2020	2021
USD/PEN	Valor inicial	3,29	3,17	3,38	3,31	3,62
	Valor final	3,17	3,36	3,32	3,62	3,99
USD/MXN	Valor inicial	20,72	19,66	19,63	18,92	19,87
	Valor final	19,70	19,64	18,93	19,89	20,46
USD/CLP	Valor inicial	668,60	613,50	693,00	738,90	710,00
	Valor final	614,40	693,50	732,20	711,00	851,50
USD/COP	Valor inicial	2.905,20	2.984,50	3.247,50	3.287,23	3.422,00
	Valor final	2.984,50	3.247,50	3.287,23	3.422,00	4.070,00

Fuente: elaboración de los autores a partir de Yahoo Finance (s. f.).

Como fue mencionado, de momento no se incluyen costos adicionales a la inversión en el mercado de capitales –comisiones de administración, impuestos por las sociedades comisionistas, costos por operaciones en el mercado de capitales o impuestos asociados a los dividendos–. Con todo, la inclusión de la tasa de cambio permite tener una idea de la rentabilidad bruta del portafolio antes del cobro de estos rubros.

Durante el ciclo de inversión, el agente intercambia los recursos en divisa nacional por dólares para posteriormente invertirlos en el mercado de destino –el MILA– y adquirir el portafolio obtenido a través del modelo de Markowitz. En el período de vigencia de la canasta, la tasa de cambio evoluciona, y al final del tiempo el portafolio y el alfa aportado por su rentabilidad se

convierten de nuevo a la divisa inicial a una nueva tasa de cambio, que puede ser inferior, igual o superior a la que se transó a inicios del período.

La Tabla 12 muestra el análisis de la revaluación y la devaluación por país en el período analizado.

Tabla 12. Análisis de la revaluación y la devaluación anual por país (2017-2021) [%]

Depreciación / Apreciación Anual	USD				
	2017	2018	2019	2020	2021
PEN	-3,63	6,22	-1,82	9,30	10,17
MXN	-4,94	-0,09	-3,58	5,14	2,96
CLP	-8,11	13,04	5,66	-3,78	19,93
COP	2,73	8,81	1,22	4,10	18,94

Fuente: elaboración de los autores a partir de Yahoo Finance (s. f.).

Nótese en la Tabla 12 que una variación positiva corresponde a una depreciación y una negativa a una apreciación de la moneda local frente al dólar; y asimismo, que se observa la depreciación progresiva de las divisas a lo largo del tiempo.

En ese sentido se espera que ante un incremento en la tasa de cambio al final del período, cuando la divisa nacional se devalúa y el dólar se aprecia, se obtenga un monto superior de la moneda local en comparación con el inicial. En el caso contrario, una disminución de la tasa de cambio, cuando la divisa nacional se aprecia y el dólar se devalúa, significa una reducción en el monto obtenido una vez que la inversión en dólares haya sido redimida y se haya intercambiado en el mercado monetario a la nueva tasa de cambio.

Por tanto, la depreciación de la moneda nacional de los cuatro países analizados significa un mayor flujo de dinero en términos nominales que aquel que sumado a la rentabilidad obtenida por el portafolio de mínima varianza aportaría al retorno obtenido por el inversionista al momento de redimir la inversión inicial y su rendimiento. Lo anterior, se define como la rentabilidad del portafolio ajustada por tasa de cambio.

Por ello se propone que si la variación en la tasa de cambio de la divisa nacional frente al dólar sea positiva, esta se adicione al retorno de la cesta riesgo-eficiente:

Si $a > 0$;

$$i_{total} = [(1 + i_p) * (1 + a)] - 1 \quad (6)$$

Donde

a : % variación tasa de cambio

i_{total} : retorno final del portafolio ajustado por tasa de cambio

i_p : retorno del portafolio eficiente de Markowitz

Variación de la tasa de cambio: porcentaje de variación anual de la tasa de cambio local frente al dólar estadounidense.

La apreciación de la moneda nacional significa una reducción en el precio del dólar y, por ende, un menor monto de divisa nacional por obtener una vez se redima la inversión hecha en el portafolio eficiente de Markowitz y la rentabilidad que genera. Este hecho impacta negativamente la rentabilidad obtenida por el inversionista, ya que los dólares obtenidos compran al final del período menos unidades monetarias de divisa nacional de lo que hubieran comprado al inicio del año.

Por ello se propone que si la variación en la tasa de cambio de la divisa local frente al dólar es negativa, esta se descuenta del retorno de la cesta riesgo-eficiente:

$$\text{Si } a < 0$$

$$i_{total} = \left[\frac{(1+i_p)}{(1+a)} \right] - 1 \quad (7)$$

Donde

a: % variación de la tasa de cambio

i_{total} : retorno final del portafolio ajustado por tasa de cambio

i_p : retorno del portafolio eficiente de Markowitz

Variación de la tasa de cambio: porcentaje de variación anual de la tasa de cambio local frente al dólar estadounidense

A partir de la metodología expuesta y de las fórmulas de apreciación/depreciación, se procede a tomar la rentabilidad del portafolio eficiente para cada año bajo la metodología de Markowitz y se ajusta a la tasa de cambio dependiendo de su variación –positiva/negativa–, es decir, si genera un incremento o una disminución en el retorno total.

3.6 Análisis de rentabilidad

La Tabla 13 muestra los rendimientos que se obtienen a partir portafolio eficiente de Markowitz en el período analizado.

Tabla 13. Rentabilidad del portafolio eficiente de Markowitz por año (2017-2021) [%]

Año	Rentabilidad esperada $E(R_p)$
2017	10.75
2018	-12.79
2019	14.08
2020	4.49
2021	-1.97

Fuente: elaboración de los autores.

A fin de comparar los resultados del modelo se analizan los rendimientos de los portafolios óptimos contra los índices seleccionados teniendo en cuenta que el beneficio resultante de la canasta eficiente no es el máximo posible, pero sí, en todo caso, el menos riesgoso de obtener.

Markowitz (1952a) afirmó que la diversificación no debe ser vista como dependiente del número de activos en el portafolio, pues si este corresponde a empresas de la misma industria, el portafolio no obtendrá los beneficios derivados de ella.

Si bien este portafolio busca reducir la volatilidad para tener mayor certeza del retorno obtenido por la canasta, su rendimiento puede compararse con el comportamiento de sus pares, en este caso los retornos anuales de los principales índices del mercado MILA tanto a nivel individual de cada país con su respectiva canasta –MSCI COLCAP en Colombia, S&P BMV IPC en México, S&P IPSA en Chile y S&P BVL en Perú– como a nivel general, tomando como muestra el índice Mila Andean 40, que aglomera el comportamiento del bloque económico.

La Tabla 14 muestra la rentabilidad esperada de los portafolios desarrollados en el período analizado frente a los índices MILA.

Tabla 14. Rentabilidad esperada $E(R_p)$ de los portafolios de Markowitz frente a los índices MILA [%]

Año	Portafolio Markowitz	MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
2017	10,75	27,22	17,36	11,11	13,93	31,37
2018	-12,79	-23,64	-18,58	-8,90	-13,89	-9,82
2019	14,08	-7,47	3,51	2,38	22,64	-9,42
2020	4,49	-13,19	-0,83	-2,77	-14,76	-13,99
2021	-1,97	-22,44	17,40	-3,51	-0,51	1,19

Fuente: elaboración de los autores.

Nótese en la Tabla 14 que solo en 2020 la rentabilidad del portafolio –que aún no incluye el reajuste por la tasa de cambio– supera las rentabilidades de los índices bursátiles de los cuatro países, cosa que no ocurre cuando se compara con los retornos obtenidos en los otros años, donde los índices superan al portafolio óptimo.

Según Markowitz (1952a), tanto en el rendimiento del portafolio como en el de los índices, la expectativa de los retornos es proporcional al riesgo percibido, es decir, que un menor riesgo implica una menor expectativa de rentabilidad. Para el caso de estudio, la característica principal del modelo utilizado para estructurar cestas óptimas se basa en que la varianza sea lo menor posible. En ese sentido, el modelo cumple con su objetivo al obtener resultados favorables en términos de los rendimientos esperados y su varianza.

Cabe señalar que si bien el portafolio eficiente está compuesto por las acciones de mayor capitalización del MILA, los índices accionarios son creados a partir de una muestra de mayor tamaño –el número de acciones– que a su vez tienen mayor diversificación en el mercado, lo que lleva a que se evidencien rentabilidades más favorables. Por otro lado, el impacto de la tasa de cambio repercute en el retorno total de la cesta.

La Tabla 15 muestra la rentabilidad del portafolio eficiente de Markowitz ajustada por tasa de cambio –PEN, MXN, CLP y COP frente a USD– en el período analizado.

Tabla 15. Rentabilidad del portafolio de Markowitz ajustada por tasa de cambio (USD/divisa, 2017-2021) [%]

	2017	2018	2019	2020	2021
PEN	14.92	-7.37	16.19	14.20	8.00
MXN	16.50	-12.71	18.31	9.86	0.93
CLP	20.52	-1.42	20.53	8.59	17.57
COP	13.77	-5.10	15.47	8.77	16.60

Fuente: elaboración de los autores.

El comportamiento del retorno del portafolio varía según el ajuste aplicado por la tasa de cambio. No obstante, su comparación con los índices MILA da una idea del aporte no solo del riesgo, sino de los retornos que logren generar posibles incentivos para alcanzar ganancias a corto plazo –un año–, con mayor certeza que en las canastas representativas de cada país.

La Tabla 16 muestra el retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio en 2017.

Tabla 16. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2017) [%]

2017								
Divisa				MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
	Retorno del portafolio	Riesgo del portafolio						
PEN	14,92	7,43	Rent esp. $E(R)$	27,22	17,36	11,11	13,93	31,37
MXN	16,50		Riesgo (volatilidad)	10,89	10,14	11,00	8,47	9,12
CLP	20,52							
COP	13,77							

Fuente: elaboración de los autores.

Nótese en la Tabla 16 cómo la rentabilidad con el ajuste en tasa de cambio del portafolio del peso chileno es superior a las de México, Perú y Colombia. Sin embargo, si se compara con los retornos obtenidos por el IPSA en la Bolsa de Santiago y el agregado del MILA, ocurre el caso contrario. En relación con el aporte del ajuste en tasa de los pesos colombianos y mexicanos y el sol peruano, este no es suficiente para obtener un retorno comparativamente superior a los índices.

La Tabla 17 muestra el retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio en 2018.

Tabla 17. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2018) [%]

2018								
Divisa				MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
	Retorno del portafolio	Riesgo del portafolio						
PEN	-7,37	8,65	Rent esp. $E(R)$	-23,64	-18,58	-8,90	-13,89	-9,82
MXN	-12,71		Riesgo (volatilidad)	14,57	16,71	10,46	12,99	10,86
CLP	-1,42							
COP	-5,10							

Fuente: elaboración de los autores.

Nótese en la Tabla 17 cómo el retorno del portafolio y el ajuste por tasa de cambio siguen la tendencia de los índices y se ubican en terreno negativo. Sin embargo, a excepción de la rentabilidad ajustada en pesos mexicanos, los rendimientos de las otras divisas están por encima

de los obtenidos por los índices. Cabe resaltar los retornos obtenidos en COP y CLP, que superan los índices de sus países COLCAP e IPSA, respectivamente. Adicionalmente, se evidencia el desplome de las rentabilidades con respecto a 2017 de todos los portafolios –más en el caso del portafolio óptimo–: tanto el rendimiento como el riesgo tuvieron cambios menos volátiles.

La Tabla 18 muestra el retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio en 2019.

Tabla 18. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2019) [%]

2019								
Divisa	Retorno del portafolio	Riesgo del portafolio		MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
PEN	16,19	9,84	Rent esp. $E(R)$	-7,47	3,51	2,38	22,64	-9,42
MXN	18,31		Riesgo (volatilidad)	17,23	12,88	9,92	12,05	16,59
CLP	20,53							
COP	15,47							

Fuente: elaboración de los autores.

Nótese en la Tabla 185 que el portafolio le gana a los índices en todos los escenarios a excepción del COLCAP. No obstante, la rentabilidad de la cesta de mínima varianza ajustada por tasa de cambio –a excepción del índice colombiano– presenta retornos significativamente superiores a los obtenidos por el MILA, BMV, BVL e IPSA. Adicionalmente se observa que el incremento en el precio del dólar estadounidense sirvió para impulsar la rentabilidad total de la canasta en todos los países.

La Tabla 19 muestra el retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio en 2020.

Tabla 19. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2020) [%]

2020								
Divisa	Retorno del portafolio	Riesgo del portafolio		MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
PEN	14,20	16,73	Rent esp. $E(R)$	-13,19	-0,83	-2,77	-14,76	-13,99
MXN	9,86		Riesgo (volatilidad)	38,72	24,74	25,54	37,25	34,89
CLP	8,59							
COP	8,77							

Nota. Elaboración propia, obtenida de los retornos ajustados por la tasa de cambio de cada país contra el dólar estadounidense y comparados con la rentabilidad de cada uno de los índices en el período 2020.

Nótese en la Tabla 19 cómo la coyuntura macroeconómica causada por la pandemia afectó la rentabilidad de los títulos y las canastas. Con todo, el portafolio óptimo de Markowitz ajustado para cada tipo de cambio logró superar en rentabilidad a todos los índices del MILA, logrando incluso rendimientos positivos en un año en el que todos los índices de la muestra presentaron números negativos.

La Tabla 20 muestra el retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio en 2021.

Tabla 20. Retorno del portafolio ajustado por tasa de cambio (2021) [%]

2021								
Divisa								
	Retorno del portafolio	Riesgo del portafolio		MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
PEN	8,00	4,12	Rent esp. $E(R)$	-22,44	17,40	-3,51	-0,51	1,19
MXN	0,93		Riesgo (volatilidad)	20,60	13,94	25,72	15,87	25,75
CLP	17,57							
COP	16,60							

Nota. Elaboración propia, obtenida de los retornos ajustados por la tasa de cambio de cada país contra el dólar estadounidense y comparados con la rentabilidad de cada uno de los índices en el período 2021.

Nótese en la Tabla 20 cómo los resultados no guardan una tendencia definida. El portafolio ajustado por el peso chileno logró ganar en todos los escenarios. Sin embargo, el ajuste para el resto de las monedas se pierde contra el índice de la Bolsa Mexicana de Valores.

Los resultados de cada bolsa obedecieron a la dinámica de cada país al afrontar la pandemia, que derivó en caídas bruscas o recuperaciones lentas de sus economías. Este hecho impactó los mercados de capitales, que canalizaron las decisiones de carácter económico tanto a nivel fiscal como monetario y se convirtieron en un termómetro del desempeño de la economía en un ambiente de incertidumbre. (Mendoza Rivera *et al.*, 2021).

En los cinco años de análisis se observa que la divisa más representativa fue el CLP, para el que se estima un retorno promedio anual del 13,16 %, que también es representativo en comparación con las demás divisas y los índices de análisis.

Finalmente, se resalta la tendencia creciente de los rendimientos en las demás divisas y cómo estos lograron replicar la situación general del mercado, convirtiéndose en un referente tanto del mercado bursátil como de las particularidades económicas de los países miembros del MILA.

4. Conclusiones

El modelo Markowitz presenta la posibilidad de estructurar portafolios de mínimo riesgo para cada uno de los años del período de análisis (2017-2021), logrando identificar el comportamiento en el tiempo, su composición, la diversificación de las cestas y su comparación con los índices del MILA. Con todo, se basa en datos históricos que dan indicios del comportamiento de los activos sujetos de inversión y las tendencias que permiten conocer la trayectoria del mercado.

A partir de las acciones seleccionadas en el período de análisis se evidencia una diversificación en los portafolios de mínimo riesgo. Teniendo en cuenta que en presencia de volatilidades en los activos es necesario un modelo que minimice el riesgo asumido por el inversionista, se justifica la existencia de la diversificación en el portafolio. La ausencia de riesgo en los títulos podría descartar cualquier posible incentivo de obtener rendimientos diferenciados.

A pesar de que el portafolio de mínimo riesgo bajo el modelo de Markowitz fue debidamente estructurado, sus resultados no aseguran ni la utilidad ni que el rendimiento esperado fuera positivo –tal como se evidenció en 2018 y 2021–. Sin embargo, en comparación con los índices bursátiles, las variaciones en riesgo son menores, teniendo en cuenta que la construcción de las canastas no se basa en la optimización de riesgos, sino en la ponderación de factores como la capitalización bursátil, que considera el tamaño de mercado de los emisores y deja de lado la gestión de la volatilidad de los títulos que lo componen.

Como consecuencia de cambios macroeconómicos –crisis, fluctuaciones de la tasa de inflación, COVID-19, aumento en los precios de *commodities* y rebalances de índices, entre otros– los resultados muestran tendencias diferentes según el año analizado.

En particular, para los años de pandemia se observa una tendencia bajista, tanto de los índices como del portafolio. Este hecho establece la necesidad de incluir la diversificación a fin de reducir el riesgo generalizado presente en la economía sectorial y nacional, y su posible beneficio para los inversionistas, con una proyección de crecimiento frente a otros portafolios.

Al evaluar la estructura del portafolio óptimo de mínimo riesgo y su rentabilidad esperada partiendo de una tasa de cambio inicial y de la reconversión de los recursos en un período final, se evidencia un rendimiento positivo en razón de que el *asset allocation* genera retornos positivos. Asimismo, la inflación asociada a la moneda de destino se incrementó durante el período de análisis, hecho que impactó, en términos nominales, su rentabilidad.

La inclusión de la depreciación o apreciación de la moneda en el análisis de rentabilidades permite tener una visión de cómo se afecta el comportamiento de la canasta obtenida al incluir la volatilidad

asociada a la inflación de cada país y, por ende, considerar el efecto implícito de la política monetaria de cada país dentro de la cesta convertida en cada divisa.

Se resalta el impacto que tiene la tasa de cambio dentro de la rentabilidad del portafolio, que le permite al inversionista aprovechar una mejora de las condiciones del mercado y redimir su inversión.

Dadas las diferencias en el calendario financiero de cada bolsa, la obtención del rendimiento anual de los títulos permite homogenizar el comportamiento de las inversiones y su retorno esperado. Las discrepancias en el número de días bursátiles se logran subsanar a partir de dicho rendimiento, logrando así contar con una base estándar para estructurar los portafolios año a año.

La estructura del MILA provee una figura financiera estratégica para los inversionistas e interesados que le hace seguimiento al valor de las empresas que lo componen y su comportamiento frente al mercado, destacando las de mayor relevancia.

Aunque el modelo de Markowitz permite, para cada período y un determinado número de acciones, crear combinaciones de mínimo riesgo o máximo rendimiento, no es capaz de determinar la incidencia directa de posibles afectaciones del mercado. En otros términos, no provee una variable específica de la situación de la economía que incida en el retorno y la volatilidad de los títulos seleccionados.

5. Recomendaciones

El modelo debe ser complementado con otros que logren predecir o incluir variables futuras y permitan no solo analizar el pasado, sino también procurar mayor conocimiento del riesgo para alcanzar un mayor rendimiento de la inversión en el futuro.

Para las acciones del portafolio de mínimo riesgo se deberán incluir los costos transaccionales – comisiones e impuestos, entre otros.

Aunque en este trabajo solo se tomaron las acciones de mayor capitalización, más rentables y menos riesgosas, el universo debe ampliarse a otras opciones.

Es importante incluir el impacto de otros aspectos macroeconómicos nacionales y regionales que afectan el comportamiento del mercado de capitales y sus índices.

Se recomienda incluir en el análisis la comparación de los portafolios con los índices de renta fija, a fin de contar con diferentes niveles de riesgo.

Finalmente, se recomienda encontrar las diferencias entre el portafolio de mínimo riesgo y la máxima rentabilidad.

6. Referencias

- Autorregulador del Mercado de Valores, AMV. (2018). *Guía de Estudio Administración de Portafolios* (2.^a ed.) [en línea]. Disponible en <https://bit.ly/3w2WcnI>
- Bankia. (18 de mayo de 2017). *México / Valoración y perspectivas del peso mexicano* [en línea]. Disponible en <https://www.bankiaestudios.com/estudios/es/publicaciones/mexico-valoracion-y-perspectivas-del-peso-mexicano.html>
- Bloomberg. (s. f.). Sitio web <https://bba.bloomberg.net/>
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2004.). *Principios de inversiones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Bolsa de Santiago.com (s. f.). *Glosario* [en línea]. Disponible en https://www.bolsadesantiago.com/glosario_bursatil
- Bolsa de Valores de Colombia, BVC. (s. f.). *MILA. Cuatro países y un solo mercado que te ofrece diversidad para tus inversiones y más opciones de control del riesgo* [en línea]. Disponible en <https://bvc.co/mercado-integrado-latinoamericano>
- Bolsa de Valores de Lima, BVL. (s. f.). *¿Qué es el Índice S&P/BVL Perú General?* [en línea]. Disponible en <https://www.bvl.com.pe/mercado/indices/indice-spbvl-peru-general>
- Castañeda, C., Larios, L., & Montenegro, E. (2012). *Construcción de un portafolio óptimo de inversión con divisas latinoamericanas para el año 2012* [tesis de maestría, Universidad de Magdalena, Santa Marta, Colombia]. Disponible en <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/1503>
- Colombia, Banco de la República. (2019). *¿Qué es la tasa de cambio?* [en línea]. Disponible en <https://www.banrep.gov.co/es/contenidos/page/qu-tasa-cambio>
- 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* [tesis de maestría, Universidad Católica de Colombia, Bogotá]. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15427/1/Analisis%20Modelo%20Harry%20Markowitz.pdf>
- Franco Arbeláez, L. C., Avendaño Rúa, C. T., & Barbutín Díaz, D. H. (2011). Modelo de Markowitz y modelo de Black-Litterman en la optimización de portafolios de inversión. *TecnoLógicas*, 26, 71-88. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992011000100005
- Giraldo Cárdenas, L., Díaz Zapata, J. M., Arboleda Ríos, S. M., ... Isaza Cuervo, F. (2015). Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black-Litterman. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 111-130. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242015000200008
- Globo Cambio.com (s. f.). *El peso chileno* [en línea]. Disponible en <https://www.globocambio.co/monedas-del-mundo/peso-chileno>

- Gómez Rodríguez, L. (3 de marzo de 2019). “El mercado de capitales debe subir al siguiente nivel”. *Portafolio* [en línea]. Disponible en <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/el-mercado-de-capitales-debe-subir-al-siguiente-nivel-527012>
- Grupo BMV. (s. f.). *Tipos de índices* [en línea]. Disponible en <https://www.bmv.com.mx/es/indices/principales/>
- Markowitz, H. (1952a). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91. <https://doi.org/10.2307/2975974>
- Markowitz, H. (1952b). The utility of wealth. *Journal of Political Economy*, 60(2), 151-158. <http://www.jstor.org/stable/1825964>
- Mendoza Rivera, R. I., Lozano Díez, J. A., & Venegas Martínez, F. (2021). *Economía: Teoría y Práctica*, número especial 5, s. pp. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/e052020/mendoza>
- Mercado Integrado Latinoamericano, MILA. (s. f.). Sitio web <https://www.bolsadesantiago.com/mila>
- Microsoft. (s. f.). *Definir y resolver un problema con Solver* [en línea]. Disponible en <https://support.microsoft.com/es-es/office/definir-y-resolver-un-problema-con-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040>
- Puerta, A., & Laniado, H. (2010). Diseño de estrategias óptimas para la selección de portafolios. Un análisis de la ponderación inversa al riesgo. *Lecturas Económicas*, 76, 243-273. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-25962010000200010&lng=es&nrm=is
- Rankia. (17 de diciembre de 2019). *¿Qué es el COLCAP?* [blog]. Disponible en <https://www.rankia.co/blog/analisis-colcap/1578756-que-colcap>
- Romero Moreno, C. S. (2010). La teoría moderna de portafolio. Un ensayo sobre sus formulaciones originales y sus repercusiones contemporáneas. *Odeón*, 5, s. pp. Disponible en <https://revistas.uexnado.edu.co/index.php/odeon/article/view/2867>
- Sandoval Pacheco, C. A., & Acero Pérez, J. S. (2018). *Efectos del mercado integrado latinoamericano en el comercio internacional* [tesis de pregrado, Universidad de la Salle, Bogotá]. Disponible en https://ciencia.lasalle.edu.co/finanzas_comercio/591
- Sierra Uribe, Ó. M. (2012). Índices bursátiles como estrategia de cobertura de riesgo en portafolios de renta variable en Colombia [tesis de maestría, Universidad EAFIT, Medellín]. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9695>
- Uribe, M., & Fernández, J. (f2014). Riesgo sistémico en el mercado de acciones colombiano: alternativas de diversificación bajo eventos extremos. *Cuadernos de Economía*, 33(63), 613-634. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v33n63.45350>
- Vélez Muñoz, S., & Lopera Palacio, J. C. (2019). *Estructuración de portafolios de inversión de renta variable de acuerdo a la teoría del perfil de riesgo para los años 2017-2020 en Colombia* [tesis de maestría, Universidad EAFIT, Medellín]. Disponible en <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/15869?locale-attribute=es>
- Yahoo Finance. (s. f.). Sitio web <https://finance.yahoo.com/>

7. Apéndices

7.1 Apéndice 1. Análisis y resultados 2017⁴

	INDICES					COLOMBIA			MEX			PER			CHILE		
	Mila	BMV	BVL	COLCAP	IPSA	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
Rent. Esp. E [R]	0,3879	0,8970	0,3383	0,3219	0,3984	0,3019	0,8615	0,3986	0,3861	0,6559	0,7739	0,7981	0,8928	0,8162	0,3933	0,3801	0,3887
Riesgo (Volatilidad)	0,1247	0,0990	0,1144	0,0814	0,1414	0,1941	0,1232	0,2265	0,2146	0,2221	0,2445	1,1886	0,3905	0,2978	0,2853	0,2093	0,2397
Rent. Esp/Vol	2,1477	0,7780	1,9951	1,4969	2,1099	0,5251	0,4992	2,2241	0,8673	-0,2967	-0,3022	-0,3346	0,9548	-0,4573	1,8342	1,1002	0,7873

Matriz de Desviaciones Estándar

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	0,1940951	0,1231997	0,2264501	0,2145856	0,2221477	0,2444557	1,1895832	0,3904667	0,2977631	0,2852758	0,2093335	0,2397226
GRUPOSUR CB	0,1231997											
ECOPETL CB	0,2264501											
GAPB	0,2145856											
KIMBERA	0,2221477											
CEMEXCPO	0,2444557											
PPX PE	1,1895832											
CORAREC1 PE	0,3904667											
GBVLAC1	0,2977631											
RIPLEY CC	0,2852758											
ECL CC	0,2093335											
IAM CC	0,2397226											

Matriz de Correlaciones

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	1	0,232388041	0,07507539	-0,00345204	-0,050005699	-0,013396459	0,029294954	0,025087823	0,046705299	-0,080125559	-0,023469949	-0,029724522
GRUPOSUR CB	0,232388041	1	0,245714942	0,05035298	-0,102190338	0,010299089	-0,116414221	0,064144393	-0,0546975	-0,12781684	0,061584527	-0,062789751
ECOPETL CB	0,07507539	0,245714942	1	0,043527056	0,008699024	0,009268618	-0,123049073	0,040894006	0,080125807	-0,073096234	-0,008571853	-0,057703621
GAPB	-0,00345204	0,05035298	0,043527056	1	0,10376564	0,157967872	-0,056477704	-0,096113682	0,113055928	0,076560162	0,156460392	0,090967135
KIMBERA	-0,050005699	-0,102190338	0,008699024	0,10376564	1	0,241076446	0,01286288	-0,120089137	0,010420001	0,070365414	0,051900534	0,039845343
CEMEXCPO	-0,01339646	0,010299089	0,009268618	0,157967872	0,241076446	1	-0,056637923	0,015828828	-0,26134464	0,055304891	0,067413241	0,050614094
PPX PE	0,029294954	-0,116414221	-0,123049073	-0,056477704	-0,01286288	-0,056637923	1	-0,038834864	0,050020001	0,008896436	-0,012010784	0,006558141
CORAREC1 PE	0,025087823	0,064144393	0,040894006	-0,09611368	-0,120089137	0,015828828	-0,038834864	1	0,385660807	-0,075693131	-0,138297405	-0,103567378
GBVLAC1	0,046705299	-0,054697497	0,080125807	0,113055928	0,010420001	-0,26134464	0,050020001	0,385660807	1	-0,020672538	-0,127318123	0,019484662
RIPLEY CC	-0,08012556	-0,12781684	-0,073096234	0,076560162	0,070365414	0,055304891	0,008896436	-0,075693131	-0,020672538	1	0,397516297	0,076652443
ECL CC	-0,02346995	0,061584527	-0,008571853	0,156460392	0,051900534	0,067413241	-0,012010784	-0,138297405	-0,12731812	0,397516297	1	0,443300792
IAM CC	-0,02972452	-0,062789751	-0,057703621	0,090967135	0,039845343	0,050614094	0,006558141	-0,103567378	0,019484662	0,076652443	0,443300792	1

Matriz de Varianza - Covarianza

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	0,037672905	0,005556968	0,003299778	-0,00014378	-0,002156134	-0,000635631	0,006763978	0,001901348	0,002699303	-0,004436603	-0,000953598	-0,001383051
GRUPOSUR CB	0,005556968	0,015178158	0,006855098	0,001331176	-0,002796798	0,000310176	-0,017061232	0,003085689	-0,00200654	-0,004492236	0,001588254	-0,001854416
ECOPETL CB	0,003299778	0,006855098	0,051279652	0,002115108	0,000437608	0,000513083	-0,033147112	0,003615898	0,005402762	-0,00472207	-0,000406337	-0,003132452
GAPB	-0,00014378	0,001331176	0,002115108	0,046046995	0,004946477	0,008286472	-0,01441692	-0,008053225	0,007223786	0,004686714	0,007028196	0,004679442
KIMBERA	-0,00215613	-0,002796798	0,000437608	0,004946477	0,049349586	0,013091722	0,003399185	-0,010416683	0,000689256	0,004459292	0,002413528	0,002121916
CEMEXCPO	-0,00063563	0,000310176	0,000513083	0,008286472	0,013091722	0,059758607	-0,016470332	0,00151089	-0,01902325	0,003856814	0,003449723	0,002966064
PPX PE	0,006763978	-0,017061232	-0,033147112	-0,01441692	0,003399185	-0,016470332	1,415108122	-0,018038507	0,017717784	0,003019088	-0,002990921	0,001870184
CORAREC1 PE	0,001901348	0,003085689	0,003615898	-0,00805323	-0,010416683	0,00151089	-0,018038507	0,152464228	0,044839461	-0,00843151	-0,011304122	-0,009694287
GBVLAC1	0,002699303	-0,00200654	0,005402762	0,007223786	0,000689256	-0,01902325	0,017717784	0,044839461	0,088662871	-0,001756021	-0,007935969	0,001390826
RIPLEY CC	-0,0044366	-0,004492236	-0,00472207	0,004686714	0,004459292	0,003856814	0,003019088	-0,00843151	-0,00175602	0,081382275	0,023738796	0,03259685
ECL CC	-0,0009536	0,001588254	-0,000406337	0,007028196	0,002413528	0,003449723	-0,002990921	-0,011304122	-0,00793597	0,023738796	0,043820534	0,022245708
IAM CC	-0,00138305	-0,001854416	-0,003132452	0,004679442	0,002121916	0,002966064	0,001870184	-0,009694287	0,001390826	0,03259685	0,022245708	0,057466901

Matriz de pesos

		PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
		10.02%	34.03%	5.72%	6.25%	10.49%	7.17%	0.97%	3.01%	6.14%	4.78%	6.21%	5.20%
PFBICOLO CB	10.02%	0.000378141	0.000189472	1.8913E-05	-9.00981E-07	-2.26693E-05	-4.56586E-06	6.54576E-06	5.73432E-06	1.66104E-05	-2.12294E-05	-5.93556E-06	-7.20779E-06
GRUPOSUR CB	34.03%	0.000189472	0.001757967	0.000133466	2.83363E-05	-9.98867E-05	7.5685E-06	-5.60856E-05	3.16123E-05	-4.19431E-05	-7.30185E-05	3.35815E-05	-3.28288E-05
ECOPETL CB	5.72%	1.8913E-05	0.000133466	0.00016783	7.56846E-06	2.62723E-06	2.10453E-06	-1.8317E-05	6.22711E-06	1.89843E-05	-1.29024E-05	-1.44422E-06	-9.32178E-06
GAPB	6.25%	-9.00981E-07	2.83363E-05	7.56846E-06	0.000180147	3.24683E-05	3.7161E-05	-8.71025E-06	-1.5163E-05	2.7752E-05	1.40009E-05	2.73112E-05	1.5225E-05
KIMBERA	10.49%	-2.26693E-05	-9.98867E-05	2.62723E-06	3.24683E-05	0.000543482	9.85038E-05	3.44565E-06	-3.2907E-05	4.44271E-06	2.2307E-05	1.57358E-05	1.15833E-05
CEMEXCPO	7.17%	-4.56586E-06	7.5685E-06	2.10453E-06	3.7161E-05	9.85038E-05	0.000307193	-1.14065E-05	3.26097E-06	-8.37735E-05	1.32071E-05	1.53665E-05	1.10621E-05
PPX PE	0.97%	6.54576E-06	-5.60856E-05	-1.8317E-05	-8.71025E-06	3.44565E-06	-1.14065E-05	0.000132032	-5.2451E-06	1.05117E-05	1.39282E-06	-1.79488E-06	9.39684E-07
CORAREC1 PE	3.01%	5.73432E-06	3.16123E-05	6.22711E-06	-1.51632E-05	-3.2907E-05	3.26097E-06	-5.2451E-06	0.000138161	8.29058E-05	-1.21224E-05	-2.11412E-05	-1.51801E-05
GBVLAC1	6.14%	1.66104E-05	-4.19431E-05	1.89843E-05	2.7752E-05	4.44271E-06	-8.37735E-05	1.05117E-05	8.29058E-05	0.000334484	-5.15134E-06	-3.02831E-05	4.44366E-06
RIPLEY CC	4.78%	-2.12294E-05	-7.30185E-05	-1.2902E-05	1.40009E-05	2.2307E-05	1.32071E-05	1.39282E-06	-1.2122E-05	-5.15134E-06	0.000185643	7.04397E-05	8.09845E-05
ECL CC	6.21%	-5.93556E-06	3.35815E-05	-1.4442E-06	2.73112E-05	1.57358E-05	-1.79488E-06	-2.1141E-05	-3.02831E-05	7.04397E-05	0.00016914	7.18923E-05	0.000155497
IAM CC	5.20%	-7.20779E-06	-3.28288E-05	-9.3218E-06	1.5225E-05	1.15833E-05	1.0621E-05	9.39684E-07	-1.518E-05	4.44366E-06	8.09845E-05	7.18923E-05	0.000155497
Total	100%	0.000552908	0.001878242	0.000315736	0.000345195	0.000579176	0.000395681	5.33087E-05	0.000166142	0.000338983	0.000263595	0.000342868	0.000287089

Proporciones Invertidas													
Rentabilidad Esperada E[Rp]	10,8%	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
Riesgo del portafolio	7,4%	10,02%	34,03%	5,72%	6,25%	10,49%	7,17%	0,97%	3,01%	6,14%	4,78%	6,21%	5,20%

⁴ Todas las tablas de este capítulo son elaboración de los autores.

7.2 Apéndice 2. Análisis y resultados 2018

	INDICES					COLOMBIA			MEX			PER			CHILE		
	Mila	BMV	BVL	COLCAP	IPSA	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	ALICORI1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
Rent Esp. E (R)	0,2664	0,1858	0,1890	0,1889	0,1882	0,0878	0,1325	0,0261	0,0339	0,0192	0,0754	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Riesgo (Volatilidad)	0,1457	0,1671	0,1046	0,1299	0,1086	0,2388	0,3856	0,1764	0,2643	0,2629	0,3138	0,7854	0,3040	0,1846	0,2133	0,1996	0,2115
Rent. Esp/Vol	-1,6220	-1,1124	-0,8511	-1,0689	-0,9042	0,2002	0,4214	-1,2818	-0,9228	-0,1870	-1,5151	0,0000	1,5152	-0,5112	-0,9588	-0,5473	-1,1320

Matriz de Desviaciones Estándar

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	ALICORI1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	0,238759	0,385600	0,176424	0,264323	0,262888	0,313798	0,785445	0,304023	0,184580	0,213347	0,199618	0,211511
GRUPOSUR CB	0,385600											
ECOPETL CB	0,176424											
GAPB	0,264323											
KIMBERA	0,262888											
CEMEXCPO	0,313798											
PPX PE	0,785445											
CORAREC1 PE	0,304023											
ALICORI1	0,184580											
RIPLEY CC	0,213347											
ECL CC	0,199618											
IAM CC	0,211511											

Matriz de Correlaciones

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	ALICORI1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	1,000000	0,354377	0,302021	0,008414	0,053275	-0,035506	0,034952	-0,139942	0,104712	0,139071	0,104538	0,135892
GRUPOSUR CB	0,354377	1,000000	0,265663	0,070880	-0,001352	-0,019401	0,152351	0,022234	0,079905	-0,002624	0,061078	0,043365
ECOPETL CB	0,302021	0,265663	1,000000	0,072161	0,006586	0,055988	-0,020923	0,076337	0,064785	0,025039	0,008194	0,045169
GAPB	0,008414	0,070880	0,072161	1,000000	0,194770	0,254841	0,083883	0,119770	0,128097	0,071298	0,023593	0,009892
KIMBERA	0,053275	-0,001352	0,006586	0,194770	1,000000	0,325718	-0,125585	0,054391	0,078925	-0,034747	-0,007095	-0,031301
CEMEXCPO	-0,035506	-0,019401	0,055988	0,254841	0,325718	1,000000	0,028190	0,087173	-0,010705	-0,048768	-0,053465	-0,082792
PPX PE	0,034952	0,152351	-0,020923	0,083883	-0,125585	0,028190	1,000000	0,104088	-0,005775	-0,021900	-0,134889	0,016097
CORAREC1 PE	-0,139942	0,022234	0,076337	0,119770	0,054391	0,087173	0,104088	1,000000	0,061680	0,003642	-0,026606	-0,043228
ALICORI1	0,104712	0,079905	0,064785	0,128097	0,078925	-0,010705	-0,005775	0,061680	1,000000	0,188888	0,013004	0,079209
RIPLEY CC	0,139071	-0,002624	0,025039	0,071298	-0,034747	-0,048768	-0,021900	0,003642	0,188888	1,000000	0,262451	0,142154
ECL CC	0,104538	0,061078	0,008194	0,023593	-0,007095	-0,053465	-0,134889	-0,026606	0,013004	0,262451	1,000000	0,061117
IAM CC	0,135892	0,043365	0,045169	0,009892	-0,031301	-0,082792	0,016097	-0,043228	0,079209	0,142154	0,061117	1,000000

Matriz de Varianza - Covarianza

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	ALICORI1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	0,057006	0,032626	0,012722	0,000531	0,003344	-0,002660	0,006555	-0,010158	0,004615	0,007084	0,004982	0,006863
GRUPOSUR CB	0,032626	0,148687	0,018073	0,007224	-0,000137	-0,002348	0,046142	0,002607	0,005687	-0,000216	0,004701	0,003537
ECOPETL CB	0,012722	0,018073	0,031126	0,003365	0,000305	0,003100	-0,002899	0,004094	0,002110	0,000942	0,000289	0,001686
GAPB	0,000531	0,007224	0,003365	0,069867	0,013534	0,021138	0,017415	0,009625	0,006250	0,004021	0,001245	0,000553
KIMBERA	0,003344	-0,000137	0,000305	0,013534	0,069110	0,026870	-0,025931	0,004347	0,003830	-0,001949	-0,000372	-0,001740
CEMEXCPO	-0,002660	-0,002348	0,003100	0,021138	0,026870	0,098469	0,006948	0,008316	-0,000620	-0,003265	-0,003349	-0,005495
PPX PE	0,006555	0,046142	-0,002899	0,017415	-0,025931	0,006948	0,616924	0,024855	-0,000837	-0,003670	-0,021149	0,002674
CORAREC1 PE	-0,010158	0,002607	0,004094	0,009625	0,004347	0,008316	0,024855	0,092430	0,003461	0,000236	-0,001615	-0,002780
ALICORI1	0,004615	0,005687	0,002110	0,006250	0,003830	-0,000620	-0,000837	0,003461	0,034070	0,007438	0,000479	0,003092
RIPLEY CC	0,007084	-0,000216	0,000942	0,004021	-0,001949	-0,003265	-0,003670	0,000236	0,007438	0,045517	0,011177	0,006415
ECL CC	0,004982	0,004701	0,000289	0,001245	-0,000372	-0,003349	-0,021149	-0,001615	0,000479	0,011177	0,039848	0,002580
IAM CC	0,006863	0,003537	0,001686	0,000553	-0,001740	-0,005495	0,002674	-0,002780	0,003092	0,006415	0,002580	0,044737

Matriz de pesos

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	ALICORI1	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	0,044364	0,000112	0,000000	0,000104	0,000001	0,000012	-0,000006	0,000005	-0,000028	0,000031	0,000024	0,000037
GRUPOSUR CB	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
ECOPETL CB	0,184990	0,000104	0,000000	0,001065	0,000020	0,000004	-0,000009	0,000047	0,000059	0,000013	0,000009	0,000042
GAPB	0,031641	0,000001	0,000000	0,000020	0,000070	0,000034	0,000036	0,000010	0,000019	0,000030	0,000010	0,000007
KIMBERA	0,079203	0,000012	0,000000	0,000004	0,000034	0,000434	0,000113	-0,000036	0,000021	0,000046	-0,000012	-0,000005
CEMEXCPO	0,053092	-0,000006	0,000000	0,000030	0,000036	0,000113	0,000278	0,000006	0,000027	-0,000005	-0,000013	-0,000029
PPX PE	0,017605	0,000005	0,000000	-0,000009	0,000010	-0,000036	0,000006	0,000191	0,000027	-0,000002	-0,000005	-0,000062
CORAREC1 PE	0,062217	-0,000028	0,000000	0,000047	0,000019	0,000021	0,000027	0,000035	0,000033	0,000031	-0,000017	-0,000023
ALICORI1	0,151722	0,000031	0,000000	0,000059	0,000030	0,000046	-0,000005	-0,000002	0,000033	0,000784	0,000084	0,000012
RIPLEY CC	0,074808	0,000024	0,000000	0,000013	0,000010	-0,000012	-0,000013	-0,000005	0,000001	0,000084	0,000255	0,000138
ECL CC	0,165534	0,000037	0,000000	0,000009	0,000007	-0,000005	-0,000029	-0,000062	-0,000017	0,000012	0,000138	0,001092
IAM CC	0,134824	0,000041	0,000000	0,000042	0,000002	-0,000019	-0,000039	0,000006	-0,000023	0,000063	0,000065	0,000058
Total	1,000000	0,000332	0,000000	0,001385	0,000237	0,000593	0,000397	0,000132	0,000466	0,001136	0,000560	0,001239

Rentabilidad Espera	-12,8%	Proporciones Invertidas										
Riesgo del portafolio	8,7%	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	ALICORI1	RIPLEY CC	ECL CC
		4,44%	0,00%	18,50%	3,16%	7,92%	5,31%	1,76%	6,22%	15,17%	7,48%	16,55%
												13,48%

7.3 Apéndice 3. Análisis y resultados 2019

	INDICES				COLOMBIA				MEX		PER			CHILE			
	Mila	BMV	BVL	COLCAP	IPSA	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	ORARECI PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	FALAB CC
Rent Esp. E (R)	-0,047	0,0361	0,038	0,274	-0,042	0,304	0,234	0,0526	0,304	0,183	-0,020	-0,15	0,545	-0,743	-0,28	-0,29	-0,474
Riesgo (Volatilidad)	0,1723	0,1288	0,0992	0,1205	0,1659	0,1985	0,2444	0,1859	0,2647	0,2659	0,3223	0,6655	0,2380	0,3529	0,3004	0,3244	0,2853
Rent. Esp/Vol	-0,4337	0,2726	0,2400	1,8786	-0,5679	1,8509	0,9385	0,2827	1,1537	0,6594	-0,9991	-0,5131	2,4555	-2,1659	-1,6736	-0,6255	-1,5681

Matriz de Desviaciones Estándar

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	FALAB CC
PFBICOLO CB	0,1985	0,2444	0,1859	0,2647	0,2659	0,3223	0,6655	0,2380	0,3529	0,3004	0,3244	0,2853
GRUPOSUR CB	0,2444											
ECOPETL CB	0,1859											
GAPB	0,2647											
KIMBERA	0,2659											
CEMEXCPO	0,3223											
PPX PE	0,6655											
CORAREC1 PE	0,2380											
GBVLAC1 PE	0,3529											
RIPLEY CC	0,3004											
ECL CC	0,3244											
FALAB CC	0,2853											

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	FALAB CC
PFBICOLO CB	1,0000	0,3464	0,4710	0,0350	-0,0726	0,0087	0,0228	-0,0636	0,1016	0,0318	0,0518	0,0315
GRUPOSUR CB	0,3464	1,0000	0,2731	-0,0089	-0,1785	-0,0663	0,0510	0,0178	-0,0998	-0,0052	0,0060	-0,0247
ECOPETL CB	0,4710	0,2731	1,0000	0,0003	0,0625	0,0411	0,0115	0,0264	0,2099	0,1187	0,1282	0,0412
GAPB	0,0350	-0,0089	0,0003	1,0000	0,2749	0,2531	0,0223	-0,0291	0,0138	-0,0518	0,0481	0,0495
KIMBERA	-0,0726	-0,1785	0,0625	0,2749	1,0000	0,3017	-0,0762	-0,0250	0,1236	0,1018	-0,0312	0,0515
CEMEXCPO	0,0087	-0,0663	0,0411	0,2531	0,3017	1,0000	-0,1260	-0,0605	0,0194	0,0504	0,0127	0,0174
PPX PE	0,0228	0,0510	0,0115	0,0223	-0,0762	-0,1260	1,0000	0,0874	-0,0035	0,0210	0,0931	0,0176
CORAREC1 PE	-0,0636	0,0178	0,0264	-0,0291	-0,0250	-0,0605	0,0874	1,0000	0,0135	-0,0181	-0,0399	-0,0070
GBVLAC1 PE	0,1016	-0,0998	0,2099	0,0138	0,1236	0,0194	-0,0035	0,0135	1,0000	0,1819	0,1138	0,1274
RIPLEY CC	0,0318	-0,0052	0,1187	-0,0518	0,1018	0,0504	0,0210	-0,0181	0,1819	1,0000	0,5369	0,6223
ECL CC	0,0518	0,0060	0,1282	0,0481	-0,0312	0,0127	0,0931	-0,0399	0,1138	0,5369	1,0000	0,5121
FALAB CC	0,0315	-0,0247	0,0412	0,0495	0,0515	0,0174	0,0176	-0,0070	0,1274	0,6223	0,5121	1,0000

Matriz de Varianza - Covarianza

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	FALAB CC
PFBICOLO CB	0,0394	0,0168	0,0174	0,0018	-0,0038	0,0006	0,0030	-0,0030	0,0071	0,0019	0,0033	0,0018
GRUPOSUR CB	0,0168	0,0597	0,0124	-0,0006	-0,0116	-0,0052	0,0083	0,0010	-0,0086	-0,0004	0,0005	-0,0017
ECOPETL CB	0,0174	0,0124	0,0346	0,0000	0,0031	0,0025	0,0014	0,0012	0,0138	0,0066	0,0077	0,0022
GAPB	0,0018	-0,0006	0,0000	0,0701	0,0193	0,0216	0,0039	-0,0018	0,0013	-0,0041	0,0041	0,0037
KIMBERA	-0,0038	-0,0116	0,0031	0,0193	0,0707	0,0259	-0,0135	-0,0016	0,0116	0,0081	-0,0027	0,0039
CEMEXCPO	0,0006	-0,0052	0,0025	0,0216	0,0259	0,1039	-0,0270	-0,0046	0,0022	0,0049	0,0013	0,0016
PPX PE	0,0030	0,0083	0,0014	0,0039	-0,0135	-0,0270	0,4429	0,0138	-0,0008	0,0042	0,0201	0,0033
CORAREC1 PE	-0,0030	0,0010	0,0012	-0,0018	-0,0016	-0,0046	0,0138	0,0567	0,0011	-0,0013	-0,0031	-0,0005
GBVLAC1 PE	0,0071	-0,0086	0,0138	0,0013	0,0116	0,0022	-0,0008	0,0011	0,1245	0,0193	0,0130	0,0128
RIPLEY CC	0,0019	-0,0004	0,0066	-0,0041	0,0081	0,0049	0,0042	-0,0013	0,0193	0,0902	0,0523	0,0533
ECL CC	0,0033	0,0005	0,0077	0,0041	-0,0027	0,0013	0,0201	-0,0031	0,0130	0,0523	0,1052	0,0474
FALAB CC	0,0018	-0,0017	0,0022	0,0037	0,0039	0,0016	0,0033	-0,0005	0,0128	0,0533	0,0474	0,0814

Matriz de pesos

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	FALAB CC
PFBICOLO CB	14,94%	0,00088	0,00032	0,00028	0,00002	-0,00006	0,00000	0,00001	-0,00008	0,00004	0,00001	0,00002
GRUPOSUR CB	12,76%	0,00032	0,00097	0,00017	-0,00001	-0,00017	-0,00004	0,00002	0,00002	-0,00004	0,00000	-0,00001
ECOPETL CB	10,61%	0,00028	0,00017	0,00039	0,00000	0,00004	0,00002	0,00000	0,00002	0,00006	0,00002	0,00003
GAPB	8,48%	0,00002	-0,00001	0,00000	0,00050	0,00018	0,00011	0,00001	-0,00003	0,00000	-0,00001	0,00001
KIMBERA	11,23%	-0,00006	-0,00017	0,00004	0,00018	0,00089	0,00017	-0,00002	-0,00003	0,00005	0,00002	-0,00001
CEMEXCPO	5,98%	0,00000	-0,00004	0,00002	0,00011	0,00017	0,00037	-0,00003	-0,00005	0,00001	0,00001	0,00000
PPX PE	1,65%	0,00001	0,00002	0,00000	0,00001	-0,00002	-0,00003	0,00012	0,00004	0,00000	0,00000	0,00001
CORAREC1 PE	18,31%	-0,00008	0,00002	0,00002	-0,00003	-0,00003	-0,00005	0,00004	0,00190	0,00001	-0,00001	-0,00002
GBVLAC1 PE	3,85%	0,00004	-0,00004	0,00006	0,00000	0,00005	0,00001	0,00000	0,00001	0,00018	0,00002	0,00003
RIPLEY CC	2,29%	0,00001	0,00000	0,00002	-0,00001	0,00002	0,00001	0,00000	-0,00001	0,00002	0,00005	0,00004
ECL CC	3,49%	0,00002	0,00000	0,00003	0,00001	-0,00001	0,00000	0,00001	-0,00002	0,00002	0,00004	0,00013
FALAB CC	6,40%	0,00002	-0,00001	0,00001	0,00002	0,00003	0,00001	0,00000	-0,00001	0,00003	0,00008	0,00011
Total	100%	0,00145	0,00124	0,00103	0,00082	0,00109	0,00058	0,00016	0,00177	0,00037	0,00022	0,00034

Proporciones Invertidas												
PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	FALAB CC	
14,94%	12,76%	10,61%	8,48%	11,23%	5,98%	1,65%	18,31%	3,85%	2,29%	3,49%	6,40%	

7.4 Apéndice 4. Análisis y resultados 2020

	INDICES					COLOMBIA			MEX			PER			CHILE		
	Mila	BMV	BVL	COLCAP	IPSA	ECOPETL CB	PFBICOLO CB	ISA CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
Rent. Esp. E (R)	-0,1138	-0,0088	-0,0274	-0,1476	-0,1390	-0,4090	-0,2590	0,2660	-0,0240	-0,1130	0,3560	-0,1800	0,4450	0,4670	-0,4090	-0,1540	-0,1270
Riesgo (Volatilidad)	0,3872	0,2474	0,2554	0,3725	0,3489	0,5663	0,4909	0,4691	0,5671	0,3613	0,5432	1,7772	0,4798	0,4674	0,5613	0,4953	0,4027
Rent. Esp/Vol	-0,3407	-0,0337	-0,1083	-0,3963	-0,4010	-0,7167	-0,5294	0,5678	-0,0429	-0,3137	0,6564	-0,6696	0,9284	1,0000	-0,7549	-0,3122	-0,3172

Matriz de Desviaciones Estándar

	ECOPETL CB	PFBICOLO CB	ISA CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
ECOPETL CB	0,5663	0,4909	0,4691	0,5671	0,3613	0,5432	1,7772	0,4798	0,4674	0,5613	0,4953	0,4027
PFBICOLO CB	0,4909											
ECOPETL CB	0,4691											
GAPB	0,5671											
KIMBERA	0,3613											
CEMEXCPO	0,5432											
PPX PE	1,7772											
CORAREC1 PE	0,4798											
GBVLAC1 PE	0,4674											
RIPLEY CC	0,5613											
ECL CC	0,4953											
IAM CC	0,4027											

	ECOPETL CB	PFBICOLO CB	ISA CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
ECOPETL CB	1,0000	0,4424	0,4523	-0,0410	0,0775	0,0306	0,1346	0,0694	-0,1749	0,1090	-0,0772	-0,1180
PFBICOLO CB	0,4424	1,0000	0,4645	0,0462	-0,0467	0,1069	0,0599	-0,0871	-0,1519	0,0164	-0,0614	-0,2008
ECOPETL CB	0,4523	0,4645	1,0000	0,1198	-0,1547	0,0276	0,1082	0,0136	-0,0498	0,0404	-0,0170	-0,1103
GAPB	-0,0410	0,0462	0,1198	1,0000	0,1695	0,4271	-0,0088	-0,1179	-0,1622	0,0797	0,0837	-0,0535
KIMBERA	0,0775	-0,0467	-0,1547	0,1695	1,0000	0,3274	-0,0703	-0,0810	-0,0702	0,0511	0,1010	0,0506
CEMEXCPO	0,0306	0,1069	0,0276	0,4271	0,3274	1,0000	-0,1506	0,0477	0,1140	0,0881	0,0840	0,0620
PPX PE	0,1346	0,0599	0,1082	-0,0088	-0,0703	-0,1506	1,0000	0,0562	0,1698	0,1234	-0,0003	0,0283
CORAREC1 PE	0,0694	-0,0871	0,0136	-0,1179	-0,0810	0,0477	0,0562	1,0000	0,2127	0,1561	-0,0274	0,1012
GBVLAC1 PE	-0,1749	-0,1519	-0,0498	-0,1622	-0,0702	0,1140	0,1698	0,2127	1,0000	-0,0275	-0,0291	0,1139
RIPLEY CC	0,1090	0,0164	0,0404	0,0797	0,0511	0,0881	0,1234	0,1561	-0,0275	1,0000	0,5040	0,4876
ECL CC	-0,0772	-0,0614	-0,0170	0,0837	0,1010	0,0840	-0,0003	-0,0274	-0,0291	0,5040	1,0000	0,6224
IAM CC	-0,1180	-0,2008	-0,1103	-0,0535	0,0506	0,0620	0,0283	0,1012	0,1139	0,4876	0,6224	1,0000

Matriz de Varianza - Covarianza

	ECOPETL CB	PFBICOLO CB	ISA CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
ECOPETL CB	0,3207	0,1230	0,1202	-0,0132	0,0159	0,0094	0,1355	0,0188	-0,0463	0,0347	-0,0216	-0,0269
PFBICOLO CB	0,1230	0,2410	0,1070	0,0128	-0,0083	0,0285	0,0522	-0,0205	-0,0348	0,0045	-0,0149	-0,0397
ECOPETL CB	0,1202	0,1070	0,2200	0,0319	-0,0262	0,0070	0,0902	0,0031	-0,0109	0,0106	-0,0039	-0,0208
GAPB	-0,0132	0,0128	0,0319	0,3216	0,0347	0,1315	-0,0089	-0,0321	-0,0430	0,0254	0,0235	-0,0122
KIMBERA	0,0159	-0,0083	-0,0262	0,0347	1,0000	0,0643	-0,0451	-0,0140	-0,0119	0,0104	0,0181	0,0074
CEMEXCPO	0,0094	0,0285	0,0070	0,1315	0,0643	0,2950	-0,1454	0,0124	0,0289	0,0268	0,0226	0,0136
PPX PE	0,1355	0,0522	0,0902	-0,0089	-0,0451	-0,1454	3,1584	0,0479	0,1411	0,1231	-0,0003	0,0203
CORAREC1 PE	0,0188	-0,0205	0,0031	-0,0321	-0,0140	0,0124	0,0479	0,2302	0,0477	0,0420	-0,0065	0,0196
GBVLAC1 PE	-0,0463	-0,0348	-0,0109	-0,0430	-0,0119	0,0289	0,1411	0,0477	0,2184	-0,0072	-0,0067	0,0214
RIPLEY CC	0,0347	0,0045	0,0106	0,0254	0,0104	0,0268	0,1231	0,0420	-0,0072	0,3150	0,1401	0,1102
ECL CC	-0,0216	-0,0149	-0,0039	0,0235	0,0181	0,0226	-0,0003	-0,0065	-0,0067	0,1401	0,2454	0,1241
IAM CC	-0,0269	-0,0397	-0,0208	-0,0122	0,0074	0,0136	0,0203	0,0196	0,0214	0,1102	0,1241	0,1621

Matriz de pesos

	ECOPETL CB	PFBICOLO CB	ISA CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
	2,95%	12,50%	8,65%	8,54%	22,60%	0,00%	0,00%	11,09%	14,83%	0,00%	2,56%	16,28%
ECOPETL CB	2,95%	0,00028	0,00045	0,00031	-0,00003	0,00011	0,00000	0,00000	0,00006	-0,00020	0,00000	-0,00002
PFBICOLO CB	12,50%	0,00045	0,00377	0,00116	0,00014	-0,00023	0,00000	0,00000	-0,00028	-0,00065	0,00000	-0,00005
ECOPETL CB	8,65%	0,00031	0,00116	0,00165	0,00024	-0,00051	0,00000	0,00000	0,00003	-0,00014	0,00000	-0,00001
GAPB	8,54%	-0,00003	0,00014	0,00024	0,00235	0,00067	0,00000	0,00000	-0,00030	-0,00054	0,00000	0,00005
KIMBERA	22,60%	0,00011	-0,00023	-0,00051	0,00067	0,00067	0,00000	0,00000	-0,00035	-0,00040	0,00000	0,00010
CEMEXCPO	0,00%	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
PPX PE	0,00%	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
CORAREC1 PE	11,09%	0,00006	-0,00028	0,00003	-0,00030	-0,00035	0,00000	0,00000	0,00283	0,00078	0,00000	-0,00002
GBVLAC1 PE	14,83%	-0,00020	-0,00065	-0,00014	-0,00054	-0,00040	0,00000	0,00000	0,00078	0,00480	0,00000	-0,00003
RIPLEY CC	0,00%	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
ECL CC	2,56%	-0,00002	-0,00005	-0,00001	0,00005	0,00010	0,00000	0,00000	-0,00002	-0,00003	0,00000	0,00016
IAM CC	16,28%	-0,00013	-0,00081	-0,00029	-0,00017	0,00027	0,00000	0,00000	0,00035	0,00052	0,00000	0,00052
Total	100%	0,00082	0,00349	0,00242	0,00239	0,00632	0,00000	0,00000	0,00310	0,00415	0,00000	0,00072

Proporciones Invertidas											
ECOPETL CB	PFBICOLO CB	ISA CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	PPX PE	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
2,95%	12,50%	8,65%	8,54%	22,60%	0,00%	0,00%	11,09%	14,83%	0,00%	2,56%	16,28%

7.5 Apéndice 5. Análisis y resultados 2021

	INDICES					COLOMBIA			MEX			PER			CHILE		
	Mila	BMV	BVL	COLCAP	IPSA	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 P	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
Rent. Esp. E [R]	2,244	0,1740	-0,0351	-0,0051	0,0119	-0,0618	-0,1247	0,1867	0,2597	-0,0948	0,2951	0,9971	0,2716	0,4502	-0,4726	-0,4493	-0,3018
Riesgo (Volatilidad)	0,2060	0,1394	0,2572	0,1587	0,2575	0,2537	0,3103	0,2929	0,2555	0,2270	0,3923	0,4166	0,3100	0,4847	0,4181	0,4073	0,3940
Rent. Esp/Vol	-1,0894	1,2480	-0,1366	-0,0321	0,0464	-0,2437	-0,4020	0,6372	1,0166	-0,4176	0,7523	2,3933	0,8760	0,9289	-1,1305	-1,1030	-0,7660

Matriz de Desviaciones Estándar

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 P	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	-0,0618	-0,1247	0,1867	0,2597	-0,0948	0,2951	0,9971	0,2716	0,4502	-0,4726	-0,4493	-0,3018
GRUPOSUR CB	-0,1247											
ECOPETL CB	0,1867											
GAPB	0,2597											
KIMBERA	-0,0948											
CEMEXCPO	0,2951											
CORAREC1 PE	0,9971											
GBVLAC1 PE	0,2716											
UNACEMC1 PE	0,4502											
RIPLEY CC	-0,4726											
ECL CC	-0,4493											
IAM CC	-0,3018											

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 P	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	1,0000	0,4704	0,3469	0,0375	0,0443	-0,0650	-0,0239	0,0184	-0,0003	0,0001	-0,0181	0,0439
GRUPOSUR CB	0,4704	1,0000	0,3847	0,0891	-0,0425	0,0139	-0,0266	-0,0526	-0,2184	-0,1464	0,0120	-0,0254
ECOPETL CB	0,3469	0,3847	1,0000	0,0119	-0,0482	-0,0112	-0,0525	-0,0274	0,0507	-0,1152	-0,0051	-0,1019
GAPB	0,0375	0,0891	0,0119	1,0000	0,1335	0,2896	-0,0476	0,0370	0,0625	0,0870	0,0238	0,0275
KIMBERA	0,0443	-0,0425	-0,0482	0,1335	1,0000	0,1594	0,0910	0,1219	-0,0403	0,0212	-0,1377	0,0203
CEMEXCPO	-0,0650	0,0139	-0,0112	0,2896	0,1594	1,0000	-0,0689	0,0909	-0,0493	0,0635	-0,0403	-0,0147
CORAREC1 PE	-0,0239	-0,0266	-0,0525	-0,0476	0,0910	-0,0689	1,0000	0,1062	0,0899	0,0799	0,0791	0,1594
GBVLAC1 PE	0,0184	-0,0526	-0,0274	0,0370	0,1219	0,0909	0,1062	1,0000	0,0468	-0,1207	0,0126	0,0994
UNACEMC1 PE	-0,0003	-0,2184	0,0507	0,0625	-0,0403	-0,0493	0,0899	0,0468	1,0000	0,0086	0,0666	-0,0008
RIPLEY CC	0,0001	-0,1464	-0,1152	0,0870	0,0212	0,0635	0,0799	-0,1207	0,0086	1,0000	0,1455	0,2320
ECL CC	-0,0181	0,0120	-0,0051	0,0238	-0,1377	-0,0403	0,0791	0,0126	0,0666	0,1455	1,0000	0,5091
IAM CC	0,0439	-0,0254	-0,1019	0,0275	0,0203	-0,0147	0,1594	0,0994	-0,0008	0,2320	0,5091	1,0000

Matriz de Varianza - Covarianza

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 P	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
PFBICOLO CB	0,0038	0,0036	-0,0040	-0,0006	0,0003	0,0012	0,0015	-0,0003	0,0000	0,0000	-0,0005	0,0008
GRUPOSUR CB	0,0036	0,0156	-0,0090	-0,0029	-0,0005	-0,0005	0,0033	0,0018	0,0123	-0,0086	0,0007	-0,0010
ECOPETL CB	-0,0040	-0,0090	0,0348	0,0006	0,0009	-0,0006	-0,0098	-0,0014	0,0043	0,0102	0,0004	0,0057
GAPB	-0,0006	-0,0029	0,0006	0,0675	-0,0033	0,0222	-0,0123	0,0026	0,0073	-0,0107	-0,0028	-0,0022
KIMBERA	0,0003	-0,0005	0,0009	-0,0033	0,0090	-0,0045	-0,0086	-0,0031	0,0017	0,0009	-0,0059	0,0006
CEMEXCPO	0,0012	-0,0005	-0,0006	0,0222	-0,0045	0,0871	-0,0203	0,0073	-0,0066	-0,0089	0,0053	0,0013
CORAREC1 PE	0,0015	0,0033	-0,0098	-0,0123	-0,0086	-0,0203	0,9941	0,0288	0,0404	-0,0376	-0,0354	-0,0480
GBVLAC1 PE	-0,0003	0,0018	-0,0014	0,0026	-0,0031	0,0073	0,0288	0,0738	0,0057	0,0155	-0,0015	-0,0081
UNACEMC1 PE	0,0000	0,0123	0,0043	0,0073	0,0017	-0,0066	0,0404	0,0057	0,2027	-0,0018	-0,0135	0,0001
RIPLEY CC	0,0000	-0,0086	0,0102	-0,0107	0,0009	-0,0089	-0,0376	0,0155	-0,0018	0,2234	0,0309	0,0331
ECL CC	-0,0005	0,0007	0,0004	-0,0028	-0,0059	0,0053	-0,0354	-0,0015	-0,0135	0,0309	0,2019	0,0690
IAM CC	0,0008	-0,0010	0,0057	-0,0022	0,0006	0,0013	-0,0480	-0,0081	0,0001	0,0331	0,0690	0,0911

Matriz de pesos

	PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 P	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC
	48,81%	7,51%	11,98%	3,85%	21,25%	1,30%	0,43%	2,99%	0,00%	0,29%	1,60%	0,00%
PFBICOLO CB	48,81%	0,00091	0,00013	-0,00023	-0,00001	0,00003	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
GRUPOSUR CB	7,51%	0,00013	0,00009	-0,00008	-0,00001	-0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
ECOPETL CB	11,98%	-0,00023	-0,00008	0,00050	0,00000	0,00002	-0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
GAPB	3,85%	-0,00001	-0,00001	0,00000	0,00010	-0,00003	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
KIMBERA	21,25%	0,00003	-0,00001	0,00002	-0,00003	-0,00041	-0,00001	-0,00001	-0,00002	0,00000	-0,00002	0,00000
CEMEXCPO	1,30%	0,00001	0,00000	0,00000	0,00001	-0,00001	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
CORAREC1 PE	0,43%	0,00000	0,00000	-0,00001	0,00000	-0,00001	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
GBVLAC1 PE	2,99%	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00002	0,00000	0,00007	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
UNACEMC1 PE	0,00%	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
RIPLEY CC	0,29%	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
ECL CC	1,60%	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00005	0,00000
IAM CC	0,00%	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Total	100%	0,00083	0,00013	0,00020	0,00007	0,00036	0,00002	0,00001	0,00005	0,00000	0,00003	0,00000

Proporciones Invertidas												
PFBICOLO CB	GRUPOSUR CB	ECOPETL CB	GAPB	KIMBERA	CEMEXCPO	CORAREC1 PE	GBVLAC1 PE	UNACEMC1 PE	RIPLEY CC	ECL CC	IAM CC	
48,81%	7,51%	11,98%	3,85%	21,25%	1,30%	0,43%	2,99%	0,00%	0,29%	1,60%	0,00%	

7.6 Apéndice 6. Análisis de apreciación ajustada por tasa de cambio (2017-2021)

Moneda	Período	2017	2018	2019	2020	2021
USD/PEN	Valor inicial	\$ 3,29	\$ 3,17	\$ 3,38	\$ 3,31	\$ 3,62
	Valor final	\$ 3,17	\$ 3,36	\$ 3,32	\$ 3,62	\$ 3,99
USD/MXN	Valor inicial	\$ 20,72	\$ 19,66	\$ 19,63	\$ 18,92	\$ 19,87
	Valor final	\$ 19,70	\$ 19,64	\$ 18,93	\$ 19,89	\$ 20,46
USD/CLP	Valor inicial	\$ 668,60	\$ 613,50	\$ 693,00	\$ 738,90	\$ 710,00
	Valor final	\$ 614,40	\$ 693,50	\$ 732,20	\$ 711,00	\$ 851,50
USD/COP	Valor inicial	\$ 2.905,20	\$ 2.984,50	\$ 3.247,50	\$ 3.287,23	\$ 3.422,00
	Valor final	\$ 2.984,50	\$ 3.247,50	\$ 3.287,23	\$ 3.422,00	\$ 4.070,00

Depreciación / Apreciación Anual	USD				
	2017	2018	2019	2020	2021
PEN	-3,63 %	6,22 %	-1,82 %	9,30 %	10,17 %
MXN	-4,94 %	-0,09 %	-3,58 %	5,14 %	2,96 %
CLP	-8,11 %	13,04 %	5,66 %	-3,78 %	19,93 %
COP	2,73 %	8,81 %	1,22 %	4,10 %	18,94 %

	2017	2018	2019	2020	2021
PEN	14,92 %	-7,37 %	16,19 %	14,20 %	8,00 %
MXN	16,50 %	-12,71 %	18,31 %	9,86 %	0,93 %
CLP	20,52 %	-1,42 %	20,53 %	8,59 %	17,57 %
COP	13,77 %	-5,10 %	15,47 %	8,77 %	16,60 %

Año	Markowitz	MILA	BMV	BVL	COLCAP	IPSA
2017	7,43 %	10,89 %	10,14 %	11,00 %	8,47 %	9,12 %
2018	8,65 %	14,57 %	16,71 %	10,46 %	12,99 %	10,86 %
2019	9,84 %	17,23 %	12,88 %	9,92 %	12,05 %	16,59 %
2020	16,73 %	38,72 %	24,74 %	25,54 %	37,25 %	34,89 %
2021	4,12 %	20,60 %	13,94 %	25,72 %	15,87 %	25,75 %

7.7 Apéndice 7. Tabla resumen de las acciones de mayor capitalización y su nemotécnico

Selección de acciones de mayor capitalización (MILA)									
Año	Colombia		Chile		mexico			Peru	
2017	Bancolombia SA	PBFCOLO CB	Ripley Corp SA	RIPLEY CC	Kimberly-Clark de Mexico SAB de CV	KIMBERA MF	PPX Mining Corp	PPX PE	
	Grupo de Inversiones Suramericana SA	GRUPOSUR CB	Engie Energia Chile SA	ECL CC	Grupo Aeroportuario del Pacifico SAB de	GAPB MF	Corp Aceros Arequipa SA	CORARECI PE	
	Ecopetrol SA	ECOPETL CB	Inversiones Aguas Metropolitanas SA	IAM CC	Cemex SAB de CV	CEMEXCPO MF	Bolsa de Valores de Lima SAA	GBVLACI PE	
2018	Bancolombia SA	PBFCOLO CB	Ripley Corp SA	RIPLEY CC	Kimberly-Clark de Mexico SAB de CV	KIMBERA MF	PPX Mining Corp	PPX PE	
	Ecopetrol SA	ECOPETL CB	Engie Energia Chile SA	ECL CC	Grupo Aeroportuario del Pacifico SAB de	GAPB MF	Alicorp SAA	ALICORH PE	
	Grupo de Inversiones Suramericana SA	GRUPOSUR CB	Inversiones Aguas Metropolitanas SA	IAM CC	Cemex SAB de CV	CEMEXCPO MF	Corp Aceros Arequipa SA	CORARECI PE	
2019	Bancolombia SA	PBFCOLO CB	Ripley Corp SA	RIPLEY CC	Kimberly-Clark de Mexico SAB de CV	KIMBERA MF	PPX Mining Corp	PPX PE	
	Ecopetrol SA	ECOPETL CB	Engie Energia Chile SA	ECL CC	Grupo Aeroportuario del Pacifico SAB de	GAPB MF	Corp Aceros Arequipa SA	CORARECI PE	
	Grupo de Inversiones Suramericana SA	GRUPOSUR CB	Falabella SA	FALAB CC	Cemex SAB de CV	CEMEXCPO MF	Bolsa de Valores de Lima SAA	GBVLACI PE	
2020	Ecopetrol SA	ECOPETL CB	Ripley Corp SA	RIPLEY CC	Kimberly-Clark de Mexico SAB de CV	KIMBERA MF	PPX Mining Corp	PPX PE	
	Bancolombia SA	PBFCOLO CB	Engie Energia Chile SA	ECL CC	Grupo Aeroportuario del Pacifico SAB de	GAPB MF	Corp Aceros Arequipa SA	CORARECI PE	
	Interconexion Electrica SA ESP	ISA CB	Inversiones Aguas Metropolitanas SA	IAM CC	Cemex SAB de CV	CEMEXCPO MF	Bolsa de Valores de Lima SAA	GBVLACI PE	
2021	Bancolombia SA	PBFCOLO CB	Ripley Corp SA	RIPLEY CC	Kimberly-Clark de Mexico SAB de CV	KIMBERA MF	Corp Aceros Arequipa SA	CORARECI PE	
	Interconexion Electrica SA ESP	ISA CB	Engie Energia Chile SA	ECL CC	Grupo Aeroportuario del Pacifico SAB de	GAPB MF	Bolsa de Valores de Lima SAA	GBVLACI PE	
	Ecopetrol SA	ECOPETL CB	Inversiones Aguas Metropolitanas SA	IAM CC	Cemex SAB de CV	CEMEXCPO MF	Union Andina de Cementos SAA	UNACEMCI PE	