

Optimización de excedentes de tesorería mediante el modelo de Markowitz: evidencia empírica a partir de la práctica empresarial en Enel Colombia S.A ESP

Carlos Samuel Lache Lizarazo

Trabajo de grado para optar por el título de Economista

Director:

Alejandro Acevedo Amorocho

PhD en Economía y Finanzas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Humanas

Escuela de Economía y Administración

Economía

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A **Dios** por guiarme en mi camino, brindarme salud, perseverancia y permitirme cumplir esta meta en mi vida.

A mis padres **Carlos Lache y Leidy Lizarazo**, por apoyarme siempre en mis proyectos, por sus consejos, valores y ejemplo inculcados, por alentarme a seguir adelante y confiar en mí y en mis capacidades.

A mis hermanos **Jonathan y Alejandro Lache**, por ser mi motor en la vida y quienes me motivan a ser buen ejemplo, por ser mi compañía siempre y por quienes soy mejor persona.

A mi tía y hermana mayor **Laura Lizarazo**, por ser mi modelo a seguir, mi consejera y apoyo incondicional.

A mis abuelos **José, Sonia y Amilde**, por acompañarme siempre, por su voz de aliento, por cuidarme y brindarme la mano cuando lo necesito.

A mi mejor amiga y compañera de vida **Paula Avila**, por ser mi apoyo emocional y a quien Dios puso en mi camino para acompañarnos y crecer juntos.

IN MEMORIAM

A mi abuelo **Hugo Lache** que, a pesar de ya no estar con nosotros formó una hermosa familia y un padre honorable. Sé que tu espíritu y amor nos cuida en cada paso.

A demás amigos, maestros y familiares por acompañarme siempre.

A todos ustedes, muchas gracias.

Tabla de Contenido

Introducción	10
1. Planteamiento del problema	13
2. Objetivos.....	15
2.1 Objetivo General.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. Justificación	16
4. Alcance de la práctica	18
5. Caracterización de la entidad.....	19
5.1 Áreas de formación y competencias del programa relacionadas con la práctica.....	21
5.2 Actividades Realizadas	22
6. Marco de referencia	23
6.1 Estado de la cuestión.....	23
6.2 Marco teórico	24
6.2.1 Teoría Moderna del Portafolio.....	24
6.2.2 Índice de Sharpe.....	25
6.2.3 Rentabilidad y Riesgo	26
6.2.4 Correlación y Varianza-Covarianza.....	26
6.2.5 Carteras Colectivas	26
6.2.6 Teoría de Carteras Bajo Restricciones.....	27

6.2.7 Limitaciones del modelo de Markowitz en contextos corporativos no financieros.....	27
7. Metodología	29
7.1 Diseño metodológico	29
7.2 Proceso de datos y validación	30
7.3 Supuestos de análisis.....	31
7.4 Técnica de análisis e instrumentos.....	31
7.5 Unidades de análisis y criterios de selección	34
7.6 Análisis e interpretación	35
8. Limitaciones del estudio	36
9. Análisis y resultados	38
9.1 Análisis descriptivo de las rentabilidades	38
9.1.1 Evolución histórica de las rentabilidades.....	38
9.2 Evaluación del desempeño individual	39
9.3 Matriz de Varianzas Covarianzas diarias.....	42
9.4 Portafolio de Mínima Varianza.....	43
9.5 Portafolio de Máximo Desempeño	45
9.6 Simulación de escenarios / Línea de Mercado de Capitales	47
9.7 Resultados del ejercicio	49
10. Conclusiones	52
11. Recomendaciones	54

Referencias bibliográficas..... 55

Lista de Tablas

Tabla 1. Criterios de selección de datos.....	34
Tabla 2. Indicadores estadísticos para cada cartera colectiva.....	40
Tabla 3. Portafolio de Mínima Varianza.....	44
Tabla 4. Portafolio de Máximo desempeño.	45
Tabla 5. Composición Portafolio Renta Variable	47
Tabla 6. Línea de Mercado de Capitales.....	49

Lista de Figuras

Figura 1. Gráfico de evolución trimestral rentabilidades Carteras Colectivas 38

Resumen

Título: Optimización de excedentes de tesorería mediante el modelo de Markowitz: evidencia empírica a partir de la práctica empresarial en Enel Colombia S.A E.S.P.*

Autor: Carlos Samuel Lache Lizarazo.**

Palabras Clave: Optimización, Markowitz, Riesgo-rentabilidad, Carteras Colectivas, Sharpe, Finanzas.

Descripción:

Este informe técnico surge a partir de la práctica empresarial realizada en la subárea Mesa de Dinero adscrita al área de Tesorería de Enel Colombia, donde se identificó la necesidad de evaluar de manera estructurada la eficiencia en la asignación de los excedentes de caja, mediante la aplicación del modelo de optimización de Markowitz como herramienta de análisis. Este modelo, perteneciente a la Teoría Moderna del Portafolio, permite identificar combinaciones de activos que maximizan la rentabilidad esperada para un nivel de riesgo, sirviendo como una herramienta de análisis cuantitativo para la evaluación del desempeño histórico de los excedentes de caja corporativos. El estudio se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo y analítico, basado en el uso de datos históricos de rentabilidades diarias correspondientes al periodo comprendido entre enero de 2021 y julio de 2025.

Para el análisis se emplean herramientas estadísticas como la matriz de varianzas-covarianzas y el índice de Sharpe, con el fin de comparar el desempeño del portafolio observado frente a un portafolio teórico optimizado bajo los supuestos del modelo de Markowitz. Los resultados indican que, bajo las condiciones y supuestos del modelo y con base en la información histórica analizada, el portafolio optimizado que combina instrumentos de renta fija y renta variable presenta un mejor desempeño en términos de rentabilidad ajustada por riesgo frente al esquema tradicional de asignación utilizado por el área durante el periodo de estudio.

No obstante, los resultados deben interpretarse con cautela, dado que se derivan de un ejercicio analítico ex post y se encuentran condicionados tanto a las limitaciones inherentes al uso de datos históricos como a los supuestos propios del modelo de optimización, por lo que no constituyen una recomendación directa de implementación, sino un insumo técnico para la evaluación y fortalecimiento de la toma de decisiones en el área de Tesorería.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía. Director: Alejandro Acevedo Amorocho.
PhD en Economía y Finanzas

Abstract

Title: Optimization of cash surpluses using the Markowitz model: empirical evidence from business practice at Enel Colombia S.A E.S.P.*

Author: Carlos Samuel Lache Lizarazo.**

Keywords: Optimization, Markowitz, Risk-Return, Collective Portfolios, Sharpe, Finance.

Description:

This technical report is based on business practices within the Money Market sub-division of Enel Colombia's Treasury department, where a need was identified to conduct a structured evaluation of the efficiency of cash surplus allocation using the Markowitz optimization model as an analytical tool. This model, which is part of Modern Portfolio Theory, allows for the identification of asset combinations that maximize expected returns for a given level of risk, serving as a quantitative analysis tool for evaluating the historical performance of corporate cash surpluses. The study is conducted using a quantitative and analytical approach, based on historical data of daily returns for the period from January 2021 to July 2025.

Statistical tools such as the variance-covariance matrix and the Sharpe ratio are employed in the analysis to compare the performance of the observed portfolio against a theoretical portfolio optimized under the assumptions of the Markowitz model.

The results indicate that, under the model's conditions and assumptions and based on the historical data analyzed, the optimized portfolio combining fixed-income and equity instruments outperforms the traditional asset allocation scheme used by the division during the study period in terms of risk-adjusted returns.

However, the results should be interpreted with caution, given that they are derived from an ex post analytical exercise and are subject to both the limitations inherent in the use of historical data and the assumptions of the optimization model itself; therefore, they do not constitute a direct recommendation for implementation, but rather a technical input for the evaluation and strengthening of decision-making in the Treasury department.

* Undergraduate Thesis

** Faculty of Human Science. School of Economics and Administration. Thesis Advisor: Alejandro Acevedo Amorocho. PhD in Economics and Finance

Introducción

El presente informe técnico surge a partir de la práctica empresarial realizada en la subárea Mesa de Dinero del área de Tesorería de Enel Colombia. Durante el desarrollo de las actividades diarias relacionadas con la gestión de la liquidez, el seguimiento de las rentabilidades de las carteras colectivas se evidenció que la asignación de los excedentes de caja se realizaba principalmente bajo criterios operativos, tales como la disponibilidad inmediata de recursos y el calendario de pagos. Sin embargo, no se identificó una metodología cuantitativa formal que permitiera evaluar de manera sistemática la relación entre riesgo y rentabilidad de dichas decisiones, lo que motivó el interés por analizar la eficiencia del portafolio desde un enfoque financiero estructurado.

Enel Colombia S.A. es una empresa multinacional dedicada a la generación y distribución de energía eléctrica, desarrolla procesos de gestión financiera orientados a garantizar la liquidez operativa y el uso eficiente de sus recursos. En este contexto, el área de Mesa de Dinero cumple un papel central en la administración de los flujos de caja y los excedentes temporales de liquidez, los cuales son canalizados principalmente a través de carteras colectivas como instrumento de inversión de corto plazo. Actualmente, la empresa administra ocho carteras colectivas, a las que se asigna capital de manera recurrente con base en criterios operativos como liquidez disponible, necesidades de pago y condiciones generales de mercado.

Desde la perspectiva económica, la gestión de excedentes de caja constituye una decisión de asignación de recursos escasos bajo condiciones de riesgo e incertidumbre, en la cual una asignación ineficiente puede implicar pérdidas en términos de rentabilidad ajustada por riesgo y un costo de oportunidad significativo para el capital corporativo. En escenarios de alta volatilidad financiera, como los observados entre 2021 y 2025, la ausencia de metodologías cuantitativas para

evaluar la relación riesgo–retorno puede conducir a un uso subóptimo de la liquidez disponible, limitando la eficiencia financiera de la organización.

En este sentido, la aplicación de modelos cuantitativos de optimización, como la Teoría Moderna del Portafolio propuesta por Markowitz, contribuye a una asignación más eficiente de los recursos financieros al incorporar de forma explícita el análisis conjunto de riesgo y rentabilidad (Molina et al., 2023). No obstante, en muchos contextos empresariales no financieros, la asignación de capital continúa realizándose bajo esquemas tradicionales o empíricos, sin una evaluación sistemática de su eficiencia económica.

Bajo este contexto operativo y analítico, el objetivo del presente informe es analizar la eficiencia en la estructuración del portafolio de carteras colectivas del área Mesa de Dinero de Enel Colombia, mediante la aplicación del modelo de Markowitz, con el fin de evaluar alternativas de asignación de capital que permitan mejorar la relación riesgo–retorno bajo un enfoque de rentabilidad ajustada por riesgo. La elección de este modelo permite evaluar de manera clara la relación riesgo-retorno y por su utilidad para analizar escenarios de asignación de capital en contextos empresariales. Para ello, se analizan las rentabilidades históricas de las carteras colectivas, se evalúa su desempeño mediante indicadores como el índice de Sharpe y se construyen portafolios teóricos optimizados que permiten comparar distintos escenarios de asignación de capital.

El portafolio construido tiene el potencial de generar una mayor rentabilidad ajustada por riesgo, bajo los supuestos del modelo y las condiciones analizadas, en comparación con el esquema tradicional basado exclusivamente en carteras colectivas. Este análisis se plantea como un ejercicio aplicado que busca aportar evidencia cuantitativa para la evaluación de la eficiencia financiera en la gestión de excedentes de caja.

El documento se estructura de la siguiente manera. En primer lugar, se presenta el marco contextual y los antecedentes de investigación que sustentan el problema de estudio. Posteriormente, se desarrollan los principales conceptos teóricos relacionados con la teoría moderna del portafolio, el riesgo y la rentabilidad. A continuación, se expone la metodología de investigación y las técnicas de análisis empleadas para evaluar la eficiencia del portafolio gestionado por el área Mesa de Dinero. Finalmente, se presentan los resultados del análisis, junto con las conclusiones y recomendaciones, orientadas a fortalecer la toma de decisiones financieras y la gestión de los excedentes de caja en Enel Colombia.

1. Planteamiento del problema

Enel Colombia, a través del área Mesa de Dinero, gestiona los recursos financieros asociados al recaudo de ingresos provenientes de la comercialización de energía eléctrica y al cumplimiento de obligaciones operacionales como pagos a proveedores, socios y otros egresos corrientes. Una vez cubiertos dichos compromisos, se generan excedentes temporales de caja que se presentan con una periodicidad trimestral o superior y que alcanzan montos aproximados entre 8 y 15 millones de dólares, lo que representa un volumen significativo de capital cuya asignación tiene implicaciones directas sobre la eficiencia financiera de la empresa.

La administración de estos excedentes se realiza principalmente a través de carteras colectivas, las cuales permiten canalizar los recursos hacia instrumentos del mercado de capitales manteniendo condiciones de liquidez y seguridad operativa. En el desarrollo de la práctica se observó que la asignación de los excedentes entre las distintas carteras colectivas se realizaba principalmente con base en criterios administrativos y operativos, sin una metodología cuantitativa que permitiera evaluar de forma integral la relación entre riesgo y rentabilidad. Esta ausencia de un enfoque técnico impide determinar si la distribución vigente del capital es económicamente eficiente. Además, cabe resaltar que, el entorno financiero colombiano entre 2021 y 2025 ha estado caracterizado por una elevada volatilidad, asociada principalmente a los cambios en la tasa de intervención del Banco de la República, que pasó de niveles cercanos al 1,75% en 2021 a un máximo de 13,25% en 2023, seguido por un ciclo de reducción a partir de 2024. En este contexto, la gestión de los excedentes de caja adquiere una mayor relevancia económica, dado que una asignación ineficiente puede traducirse en pérdidas de rentabilidad ajustada por riesgo y en un

costo de oportunidad significativo del capital corporativo, especialmente cuando se dispone de alternativas de inversión con perfiles de riesgo-retorno diferenciados.

La principal brecha que se identificó durante la práctica es que no existía una herramienta cuantitativa que permitiera evaluar la eficiencia de la asignación de capital del portafolio actual. En otras palabras, se observó que el método tradicional de asignación puede estar limitando el potencial de los excedentes de caja al no considerar de manera explícita la correlación entre activos, la diversificación óptima y la frontera eficiente.

Ante esta situación, surge la necesidad de analizar el portafolio de inversión gestionado por el área de Tesorería desde un enfoque cuantitativo, incorporando instrumentos de renta fija y renta variable acordes con el perfil de riesgo de la empresa. En particular, la aplicación del modelo de Markowitz permite evaluar la eficiencia del portafolio en términos de riesgo-retorno y construir escenarios alternativos de asignación de capital basados en datos históricos. A partir de este análisis, se plantea la siguiente pregunta objeto de estudio: ¿En qué medida la aplicación del modelo de Markowitz permite analizar y comparar la eficiencia del portafolio de carteras colectivas frente a escenarios alternativos de asignación de capital?

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Analizar, a partir de la experiencia en la práctica empresarial, la eficiencia en la estructuración del portafolio de carteras colectivas del área Mesa de Dinero de Enel Colombia y plantear un nuevo portafolio mediante la aplicación del modelo de Markowitz con el fin de comparar la asignación de capital disponible de los excedentes de caja en función de la rentabilidad esperada y el nivel de riesgo asociado.

2.2 Objetivos Específicos

- Analizar la rentabilidad histórica y el nivel de riesgo de las carteras colectivas utilizadas por el área durante el periodo de la práctica.
- Construir escenarios alternativos de portafolio que permitan comparar la asignación actual con una asignación optimizada bajo criterios riesgo-retorno.
- Simular los diferentes escenarios de inversión de capital usando la frontera eficiente, presentando una distribución óptima de los recursos que mejore la rentabilidad ajustada por el riesgo.

3. Justificación

Desde una perspectiva académica, el presente análisis se fundamenta en la aplicación práctica de la Teoría Moderna del Portafolio, pilar fundamental en las finanzas modernas al introducir un enfoque cuantitativo para la toma de decisiones de inversión (Markowitz, 1952). El trabajo busca aplicar ese marco teórico al contexto corporativo, evaluado su aplicabilidad dentro de la empresa Enel Colombia, De esta manera el resultado contribuye principalmente a la formación profesional, al demostrar cómo los modelos financieros aprendidos durante la formación académica, como el de media-varianza, pueden aplicarse directamente en la gestión real de una empresa.

Para Enel Colombia, la gestión eficiente de los recursos financieros constituye un pilar estratégico, particularmente en la administración de los excedentes de caja generados cuando los ingresos superan los egresos operacionales. Estos recursos se invierten en carteras colectivas con el propósito de obtener rentabilidad sin comprometer la liquidez. No obstante, se evidencia que la asignación de capital vigente no incorpora herramientas cuantitativas que permitan evaluar la relación riesgo-retorno. En respuesta a esta principal brecha, el presente informe analiza el desempeño histórico de las carteras colectivas y propone un portafolio diversificado mediante la aplicación del modelo de Markowitz, orientado a mejorar la eficiencia en la asignación del capital financiero. Asimismo, el estudio se alinea con la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC, 2017), la cual establece lineamientos para una gestión prudente y rentable de los recursos.

Desde una perspectiva económica y social, una mejor gestión de los excedentes de caja fortalece la eficiencia financiera de la empresa y aporta a la sostenibilidad de sus operaciones, especialmente en un sector estratégico como lo es el energético.

En conjunto, el trabajo no solo busca generar un análisis en la gestión financiera de la empresa, sino también fortalecer las competencias profesionales en áreas clave como la economía aplicada, análisis financiero y evaluación del riesgo corporativo. La experiencia práctica adquirida permitirá integrar conocimientos teóricos económicos con herramientas de análisis financiero reales, aportando valor al desarrollo institucional de la empresa, así como la formación integral del futuro economista.

4. Alcance de la práctica

Emplear los conocimientos adquiridos en el programa de economía durante la formación profesional en el desarrollo de las funciones propuestas por el área Mesa de Dinero. Las funciones que se realizaron durante la práctica son las siguientes:

- Apertura, cargue y cierre del sistema Cargue Mesa de Dinero de manera diaria.
- Elaboración fase inicial de Portafolio Flujo de Caja diario para los diferentes segmentos de negocio.
- Recopilación, análisis, elaboración y presentación de Informe de Rentabilidades de carteras colectivas.
- Apoyo en el sistema contable con el registro de partidas abiertas de rendimientos y retención en la fuente de las diferentes cuentas contables del área.

Estas actividades permitieron tener acceso directo a la información financiera del área, para comprender la dinámica real de la gestión de liquidez y contar con insumos e instrumentos suficientes para desarrollar el análisis técnico presentado en este informe. Además, el alcance del informe se limita a un ejercicio de análisis y simulación financiera, sin que implique una recomendación directa de implementación por parte de la empresa.

5. Caracterización de la entidad

Enel Colombia S.A ESP fundada en Italia en 1962, ingresa a Colombia en 1997 tras la capitalización de la Empresa de Energía de Bogotá; es una multinacional privada que hace parte del grupo Enel y su actividad se ubica en el sector económico secundario (Minero-energético. En el país opera en Bogotá y Cundinamarca en los segmentos de Generación, Distribución y Comercialización de energía eléctrica y cuenta con aproximadamente 15.500 empleados.

La estructura societaria es propiedad de Enel Américas con una participación del 57%, y grupo de energía de Bogotá 42%. En cuanto a su estructura financiera, Enel presentó en 2024 un total de activos por valor de 28,6 mil millones de pesos colombianos, su total de pasivos para este periodo fueron de 14,4 mil millones y finalmente, presentó un patrimonio por valor de 14,2 mil millones.

La práctica se desarrolló en la subárea Mesa de Dinero, adscrita al área de Tesorería que hace parte de la gerencia Administración, Finanzas y Control. Esta unidad tiene como función principal la gestión de la liquidez corporativa y disponibilidad de los recursos para así cubrir gastos y costos de manera diaria y a su vez requerimientos de pagos de deuda. Mesa de Dinero administra diariamente los flujos de efectivo provenientes de los segmentos de distribución y generación de energía, con un volumen promedio de recursos de 800 mil millones de pesos colombianos, alrededor de 600 mil millones para el segmento de Distribución y 200 mil millones para Generación. Adicionalmente, de manera diaria se cubren costos, gastos y demás obligaciones financieras por un valor promedio de 150 mil millones de pesos y varía dependiendo del calendario de recaudo y compromisos financieros.

La gestión de inversiones de la Mesa de Dinero se encuentra guiada por políticas internas de inversión del grupo Enel, donde se establecen lineamientos en materia de límites por emisor, horizonte de inversión, liquidez mínima operativa y métricas de evaluación financiera. El horizonte máximo de inversión para excedentes de caja es de hasta un año, ya que se debe garantizar disponibilidad en el corto plazo para atender las necesidades operativas de la compañía. Para evaluar el desempeño y riesgo de las alternativas, se emplean indicadores como tasa efectiva anual, volatilidad y duración.

Desde el año 2023, la empresa no ha contado con un plan formal de inversión para los excedentes de caja, lo cual abre la oportunidad de estudiar un portafolio más estratégico alineado a un perfil de riesgo 80-20, donde el 80% se destina a instrumentos de renta fija y el 20% a renta variable. En cuanto al componente de renta fija, las políticas establecen que las inversiones pueden realizarse únicamente en bancos con los que la empresa tenga cuentas activas (12 Bancos nacionales y 2 internacionales), garantizando así mayor seguridad operativa. Para definir la entidad bancaria se realiza una cotización inicial de al menos tres entidades, seleccionando posteriormente una para la apertura de dos CDTs: uno correspondiente al 75% del capital destinado a renta fija y otro al 25% restante, con el fin de diversificar plazos y reducir riesgos.

En cuanto al componente de renta variable, la empresa no ha realizado inversiones previas como acciones o ETFs, por lo que pasaría a ser objeto de estudio. En caso de implementarse, se recomienda que las inversiones se realicen en mercados donde la empresa tenga cuentas bancarias activas (Colombia y Estados Unidos) y que ninguna acción supere el 30% del valor del portafolio, así evitando riesgos de concentración y preservando la estabilidad del portafolio.

La elección de Enel Colombia como escenario de análisis resulta conveniente debido al elevado volumen de recursos que gestiona diariamente su área de Tesorería y a la importancia estratégica de una adecuada administración de los excedentes de caja. Estas características convierten a la empresa en un caso idóneo para aplicar modelos cuantitativos de optimización de portafolios, como el modelo de Markowitz, y evaluar su utilidad en un contexto corporativo real.

5.1 Áreas de formación y competencias del programa relacionadas con la práctica

El trabajo se sitúa dentro del área de formación en economía aplicada, con énfasis en temas como análisis económico, contable, financiero y estadístico. Estas líneas formativas son fundamentales para el desarrollo de las prácticas y para la construcción del modelo de estructuración de portafolios. Esta práctica permitió aplicar de manera directa los conocimientos adquiridos en asignaturas como Econometría, Análisis contable y Finanzas, especialmente en el uso de herramientas cuantitativas para la evaluación del riesgo y la rentabilidad.

Desde la línea de análisis económico, se explican los fundamentos teóricos sobre la optimización de los recursos, lo que permite analizar y evaluar la eficiencia de las inversiones de capital. La formación en análisis contable aporta conocimientos relacionados con la valoración de activos e identificación de necesidades de liquidez del área, lo que permite comprender los orígenes de los excedentes de caja y su adecuada gestión. Las líneas financiera y estadística brindan las bases para evaluar el riesgo, retorno y diversificación de los portafolios aplicando los conceptos de tasa de retorno, varianza, covarianza e índice de Sharpe en un entorno real empresarial.

Adicionalmente, en cuanto a competencias investigativas, el trabajo permite integrar habilidades de formulación de problemas, revisión bibliográfica, análisis de información y validación de los resultados. También fortalece la capacidad de argumentación técnica y aplicación de modelos teóricos en contextos reales.

5.2 Actividades Realizadas

Dentro de las diferentes actividades, herramientas y resultados obtenidos en el periodo de práctica se encuentran:

- Las tareas realizadas de manera diaria en el área son: I) Apertura, cargue y cierre del sistema Cargue Mesa de Dinero. II) Elaborar la fase inicial de Portafolio Flujo de Caja diario para los diferentes segmentos de negocio. III) Recopilar, analizar, elaborar y presentar Informe de Rentabilidades de carteras colectivas. IV) Apoyar en el sistema contable con el registro de partidas abiertas de rendimientos y retención en la fuente de las diferentes cuentas contables del área.
- Las herramientas y softwares que se usaron dentro del periodo de prácticas fueron: I) Herramientas ofimáticas de Microsoft (Excel, Word, Power BI y Outlook). II) Softwares de la empresa para la apertura, cargue y cierre del sistema Mesa de Dinero (SAP, KYRIBA Y OIP).
- Algunos de los resultados y logros obtenidos en este periodo fueron: I) Se diseñó una base de datos que permite identificar la periodicidad y el nivel de ingreso en miles de millones de pesos para las cuentas bancarias recaudadoras que maneja el área Mesa de Dinero.

6. Marco de referencia

6.1 Estado de la cuestión

La teoría moderna del portafolio propuesta por Markowitz (1952), representa uno de los aportes más influyentes en la evolución de las finanzas, ya que introduce una metodología cuantitativa basada en la diversificación del riesgo para optimizar las inversiones. Markowitz introdujo el concepto de frontera eficiente, herramienta que permite identificar las combinaciones de activos que construyen portafolios más robustos frente a la volatilidad del mercado.

Diversos autores han respaldado empíricamente el uso de este modelo en contextos tanto académicos como empresariales. La teoría de Markowitz ha sido adoptada por compañías gestoras de fondos y áreas financieras corporativas como un marco de referencia para la toma de decisiones de inversión (Bodie et al., 2014). Además, pese a ciertas limitaciones prácticas, el modelo continúa siendo relevante especialmente cuando se complementa con metodologías como el Value at Risk (VaR) o esquemas de optimización bajo restricciones (Elton et al., 2011).

En contraste, la efectividad del modelo depende en gran medida de la calidad de las estimaciones de varianza y covarianza, así como por el cumplimiento de supuestos estadísticos, entre ellos la distribución normal en los rendimientos (Fabozzi et al., 2002). En este sentido, los autores proponen complementar el análisis con simulaciones de Monte Carlo, técnicas de optimización robusta y análisis de sensibilidad para mejorar su aplicabilidad y resultados.

Por otra parte, la aplicación del modelo de Markowitz mejora significativamente el equilibrio entre riesgo-retorno, contribuyendo a la toma de decisiones y consolidando su valor como herramienta de gestión financiera en empresas no estrictamente del sector financiero (Molina et al., 2023). Estos hallazgos coinciden con la visión institucional de entidades como la

Superintendencia Financiera de Colombia (SFC, 2023) que ha resaltado la necesidad de fortalecer los procesos de gestión del portafolio en las corporaciones, principalmente en un entorno económico marcado por la incertidumbre y variabilidad de los mercados. En su informe estratégico, la SFC (2023) ha señalado que una adecuada estructuración de portafolios permite a las empresas mejorar su rentabilidad, liquidez y toma de decisiones más informadas en áreas como tesorería y planeación financiera.

Comparando la literatura mencionada, se observa una alineación teórica en torno a la vigencia y aplicabilidad del modelo de Markowitz como instrumento para la gestión de portafolios eficientes. Es así como esta revisión literaria permitió contar con una base teórica sólida para aplicar el modelo de Markowitz como herramienta de análisis dentro del contexto operativo de la Tesorería de Enel Colombia.

6.2 Marco teórico

Para comprender las bases que sustentan la investigación, es necesario abarcar una serie de conceptos en el ámbito financiero que permiten analizar el fenómeno de estudio: la estructuración eficiente de portafolios de inversión y la asignación óptima de capital en el contexto de la práctica empresarial realizada en Enel Colombia. Se presentan a continuación los principios teóricos más relevantes para la estructuración de portafolios de inversión:

6.2.1 Teoría Moderna del Portafolio

Uno de los pilares fundamentales es la Teoría Moderna del Portafolio (Modern Portfolio Theory - MPT), desarrollada inicialmente por Harry Markowitz en 1952, propone que un inversionista racional debe seleccionar aquella combinación de activos que maximice la rentabilidad esperada (por encima de la tasa libre de riesgo o risk free rate) para un nivel dado de

riesgo o minimice el riesgo para una rentabilidad deseada. Esta teoría introdujo el concepto de **diversificación eficiente**, la cual permite reducir el riesgo del portafolio mediante la combinación de activos con correlaciones bajas o negativas entre sí.

Como resultado de este modelo se obtiene la **frontera eficiente**, la cual representa el conjunto de portafolios que cumplen dos condiciones:

- Nivel de rentabilidad esperado: No existe otra inversión con un rendimiento esperado más alto.
- Riesgo que conlleva el portafolio: No existe otro portafolio con un riesgo más bajo.

En este informe, la aplicación de la Teoría Moderna del Portafolio permite formular un portafolio eficiente que se compare con la actual distribución de capital entre las 8 carteras colectivas e identificar si esta inversión representa una lógica eficiente. La frontera eficiente obtenida mediante el modelo va a representar la combinación óptima de activos que maximice la rentabilidad esperada, evaluando igualmente la exposición al riesgo.

6.2.2 Índice de Sharpe

Para medir la eficiencia de los portafolios, se hace uso del índice de Sharpe, el cual permite evaluar el rendimiento ajustado por riesgo, comparando el exceso de rentabilidad de un portafolio frente a un activo libre de riesgo con respecto a su volatilidad (Sharpe, 1966). La aplicación del índice en este informe es crucial para comparar el desempeño de las carteras colectivas actuales frente a los portafolios simulados. Un valor de Sharpe más alto indica un mejor desempeño financiero, lo que permite priorizar aquellos activos más eficientes en la construcción del portafolio.

6.2.3 Rentabilidad y Riesgo

La rentabilidad hace referencia al rendimiento obtenido por un activo o portafolio en un periodo determinado, mientras que el riesgo refleja la incertidumbre asociada a esos rendimientos (Bodie et al., 2014). En finanzas corporativas e inversiones, ambos elementos suelen ser directamente proporcionales, pues un mayor retorno esperado implica una mayor exposición al riesgo.

En la práctica, el riesgo se cuantifica a través de la desviación estándar y varianza de las rentabilidades históricas. En este trabajo, el análisis de rentabilidad y riesgo permite identificar qué activos ofrecen un mejor equilibrio para los excedentes del área.

6.2.4 Correlación y Varianza-Covarianza

La correlación entre los rendimientos de dos activos indica cómo se comporta uno respecto al otro, es decir, una correlación positiva indica que tienden a moverse en la misma dirección, mientras que una negativa favorece la diversificación (Ross et al., 2019). El modelo de Markowitz hace uso de la matriz de varianzas y covarianzas para estimar el riesgo total del portafolio, tomando en cuenta la volatilidad individual de cada activo y también sus correlaciones. Este concepto es especialmente importante en el contexto de la Tesorería, ya que permite identificar combinaciones de activos que reduzcan el riesgo sin sacrificar rentabilidad.

6.2.5 Carteras Colectivas

Son mecanismos de inversión donde se agrupan los recursos de una empresa o persona natural para ser administrados por una sociedad (Generalmente bancos o fiducias). En Colombia están reguladas por la Superintendencia Financiera y son una alternativa para optimizar los recursos corporativos, ofreciendo liquidez, diversificación y diferentes opciones de perfiles riesgo-

retorno de acuerdo con las necesidades de cada empresa/persona. En el caso de Enel Colombia, el área Mesa de Dinero cuenta con 8 carteras colectivas con diferentes perfiles y rendimientos. Evaluar su desempeño como activos de inversión representa una oportunidad para mejorar el desempeño financiero de la empresa.

6.2.6 Teoría de Carteras Bajo Restricciones

La teoría de carteras bajo restricciones surge como un complemento al modelo de Markowitz, incluyendo limitaciones como liquidez, disponibilidad de capital o límites de exposición por entidad. La optimización bajo restricciones permite generar portafolios más realistas y acordes a las políticas de inversión corporativas (Fabozzi et al., 2002). En el caso de Enel Colombia, la implementación de esta teoría permite seguir las condiciones operativas del área sin comprometer la eficiencia del portafolio.

6.2.7 Limitaciones del modelo de Markowitz en contextos corporativos no financieros

Si bien la Teoría Moderna del Portafolio constituye una herramienta ampliamente utilizada para la optimización de carteras de inversión, su aplicación en contextos corporativos no financieros presenta una serie de limitaciones que deben ser consideradas de manera crítica. En primer lugar, el modelo de Markowitz es altamente sensible a las estimaciones de rentabilidad esperada y de la matriz de varianzas-covarianzas, las cuales se construyen a partir de datos históricos. Pequeñas variaciones en estas estimaciones pueden generar cambios significativos en la composición del portafolio óptimo, lo que puede afectar la estabilidad de las decisiones de asignación de capital.

En segundo lugar, el modelo parte del supuesto de normalidad en la distribución de los rendimientos, lo cual no siempre se cumple en los mercados financieros reales, especialmente en

periodos de alta volatilidad o estrés económico. En contextos corporativos, donde la prioridad suele estar en la preservación de la liquidez y la reducción de riesgos extremos, este supuesto puede subestimar la probabilidad de eventos adversos, limitando la capacidad del modelo para capturar riesgos no lineales.

Adicionalmente, el modelo de Markowitz asume una estabilidad temporal en los parámetros de riesgo y retorno, lo cual resulta problemático en entornos dinámicos como los rendimientos observados entre 2021 y 2025. En el caso de empresas no financieras como Enel Colombia, los excedentes de caja están sujetos a cambios en las tasas de interés. Es así como, condiciones macroeconómicas generan inestabilidad en estas tasas que puede reducir la aplicación de un portafolio óptimo en el tiempo.

Por estas razones, en el ámbito corporativo, el modelo de Markowitz debe interpretarse como una herramienta de análisis y apoyo a la toma de decisiones y no como un mecanismo de asignación automática de recursos. Su valor radica en permitir la evaluación comparativa de escenarios de inversión y en evidenciar posibles ineficiencias en la asignación del capital, siempre que se utilice bajo supuestos claramente delimitados y complementado con restricciones operativas y criterios de liquidez propios de la gestión de tesorería.

7. Metodología

7.1 Diseño metodológico

El análisis se desarrolló a partir de información real del área de Tesorería y de datos históricos de mercado, con el objetivo de evaluar escenarios de asignación de capital mediante herramientas financieras aprendidas durante la carrera. El estudio hace uso de herramientas financieras existentes (Modelo de Markowitz) para resolver una problemática concreta en el contexto corporativo real. Con base en lo anterior, se analizan datos históricos registrados previamente por la empresa y se describen patrones de rentabilidad y riesgo. Finalmente se explican los resultados obtenidos por medio de simulaciones financieras.

Se trabajó con la totalidad de las carteras colectivas usadas por la subárea Mesa de Dinero junto con un grupo de 30 empresas seleccionadas como referencia para la construcción de escenarios alternativos.

El periodo comprendido entre enero del 2021 y julio del 2025 se selecciona ya que cuenta con la disponibilidad completa de registros históricos de rentabilidades de las carteras colectivas, por lo que se usará la misma ventana de tiempo para la base de datos de las rentabilidades de las 30 empresas estadounidenses. Este periodo de tiempo permite realizar un análisis continuo y comparativo del comportamiento de las rentabilidades en distintos ciclos económicos y monetarios como pandemia, post pandemia y fases de estabilización. Gujarati y Porter (2009) señalan que el uso de series históricas con una extensión mínima de tres años mejora la confiabilidad estadística de los modelos econométricos y financieros.

7.2 Proceso de datos y validación

Los datos utilizados para el análisis de las rentabilidades de las carteras colectivas provienen de fuentes internas del área Mesa de Dinero de Enel Colombia, específicamente de los reportes de rentabilidad diaria suministrados por las entidades bancarias que administran dichas carteras. Estas rentabilidades son registradas de manera manual en una base de datos en Excel y validadas por el jefe de Tesorería, garantizando el manejo de la información con la operatividad real del área, permitiendo la confiabilidad de los datos. Por su parte, los datos correspondientes a las 30 acciones incluidas en el análisis provienen del registro histórico del precio de cierre de empresas que cotizan en el mercado bursátil estadounidense, obtenidos a través de la plataforma financiera Investing, la cual proporciona información histórica de activos financieros de alta liquidez y amplia cobertura de mercado.

La inclusión de empresas estadounidenses como parte del portafolio de optimización se justifica por varias razones. En primer lugar, en términos de moneda, la valoración en dólares estadounidenses resulta coherente con la naturaleza de los excedentes de caja de Enel Colombia, los cuales se gestionan parcialmente en moneda extranjera, mitigando así el impacto del riesgo cambiario en el análisis. En segundo lugar, respecto al perfil de liquidez, las acciones seleccionadas corresponden a empresas con alta capitalización y elevados volúmenes de negociación diaria, lo que las hace comparables con las carteras colectivas en términos de disponibilidad inmediata del capital. Finalmente, la profundidad del mercado estadounidense permite contar con series de datos amplias, estables y representativas, lo cual fortalece el análisis del ejercicio de optimización y facilita la evaluación de escenarios de diversificación bajo el modelo de Markowitz.

Para el tratamiento y validación de los datos de Tesorería se verificó la integridad de los registros, evidenciando que no existen valores duplicados, atípicos o inconsistencias en la

información. Los datos faltantes corresponden al 1,60% del total y fueron suministrados basándose en la rentabilidad media móvil de los tres días anteriores. Posteriormente, las rentabilidades de las carteras colectivas pasaron de una tasa Efectiva Anual (EA) a una tasa Efectiva Diaria (ED) mediante la siguiente expresión:

$$ED = (1 + EA)^{1/365} - 1$$

Por otra parte, se calculó la rentabilidad de los activos en bolsa de forma diaria usando la fórmula de rendimiento logarítmico:

$$RL_t = (P_t/P_{t-1} - 1)$$

Donde:

RL_t : Rendimiento logarítmico en el tiempo t.

P_t : Precio de la acción en el periodo t.

P_{t-1} : Precio de la acción en el periodo anterior.

7.3 Supuestos de análisis

Se parte del supuesto que la asignación de capital actual puede no ser la más eficiente en términos de rentabilidad ajustada por riesgo, lo cual se busca evaluar mediante la aplicación del modelo.

7.4 Técnica de análisis e instrumentos

Se hizo uso de las siguientes técnicas y herramientas de recolección y análisis que permitieron aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos en finanzas y análisis cuantitativo:

- Revisión documental: Se analiza bibliografía académica sobre la teoría moderna del portafolio, carteras colectivas y gestión del riesgo, con el fin de sustentar el marco teórico y metodológico.
- Análisis de datos históricos: Se utilizarán bases de datos internas proporcionadas por la empresa en la herramienta Excel, que contienen información diaria de rentabilidad de cada cartera colectiva, así como los excedentes disponibles de caja para inversión. Adicionalmente, se construye una base de datos con el precio histórico de las acciones de las 30 empresas con mayor rentabilidad en Estados Unidos a 2025.
- Cálculo del índice de Sharpe: Para evaluar la eficiencia de cada activo en términos de rentabilidad ajustada por riesgo.

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{\text{Rentabilidad Del fondo} - \text{Tasa de interés sin riesgo (Risk Free)}}{\text{Desviación Estándar}}$$

La tasa de interés libre de riesgo (Risk Free), se definió con base en la tasa de los bonos de Estados Unidos a 360 días publicada por la plataforma *Investing*, siendo esta del 3,70% efectiva anual.

- Matriz de correlación y varianza-covarianza: Para establecer relaciones entre los activos y evaluar su comportamiento conjunto en un portafolio diversificado.
- Modelo de Markowitz: para construir la frontera eficiente y determinar la combinación óptima de inversión que maximice la rentabilidad. Para esto se debe calcular el rendimiento esperado del portafolio, la varianza esperada y finalmente realizar dos funciones por medio del programa Excel para minimizar la varianza y maximizar el Sharpe Ratio.

Rendimiento esperado del portafolio:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i * R_i$$

Donde:

$E(R_p)$: Rendimiento esperado del portafolio.

w_i : Peso o ponderación del activo i en el portafolio.

R_i : Rendimiento esperado del activo individual i .

\sum : Indica la suma de todos los activos en el portafolio.

Varianza del portafolio:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \sigma_{ij}$$

Donde w_i y w_j son los pesos de cada activo y σ_{ij} las covarianzas entre sus rendimientos.

La función de Excel para construir el portafolio de máximo desempeño es la siguiente:

En la pestaña de Datos, en el comando Análisis se encuentra ubicada la función *Solver*, la cual requiere diferentes parámetros para poder construir el portafolio: **I) Establecer Objetivo:** Para el ejercicio será la celda donde se asigne el índice de Sharpe. **II) Para:** Se selecciona la opción de maximizar o Máx. **III) Caminando las celdas de variables:** Se asignan las celdas donde se van a modificar los pesos de cada activo a invertir. **IV) Sujeto a restricciones:** Se generan dos restricciones para que el portafolio pueda constituirse de manera óptima, la primera es que cada uno de los pesos de los activos

sean mayores o iguales a cero y la segunda que el total de los pesos de los activos sea igual a 1.

- Simulación de escenarios: Para evaluar cómo varían los resultados bajo restricciones como necesidades de liquidez y periodo de los instrumentos de inversión.

7.5 Unidades de análisis y criterios de selección

Las unidades de análisis del estudio son:

- Documentales: Literatura académica sobre la gestión de portafolios y riesgos.
- Tecnológicas: Herramienta Excel y software complementario para modelar y graficar resultados.
- Empíricas: Carteras colectivas activas de Enel Colombia y acciones de empresas de Estados Unidos que cotizan en la Bolsa de Valores.

Tabla 1.

Criterios de selección de datos.

Criterio	Descripción
Periodo	Enero 2021 - Julio 2025
Frecuencia	Rentabilidades diarias
Tipo de instrumentos	Carteras colectivas de inversión / Acciones de Estados Unidos
Disponibilidad de datos	Acceso autorizado por la subárea Mesa de Dinero
Relevancia	Alta participación en el manejo de excedentes de caja.

Nota. Elaboración propia con base en datos proporcionados por Enel Colombia.

La triangulación se asegura mediante la comparación entre los resultados teóricos del modelo y diferentes restricciones operativas reales, validadas mediante observaciones internas durante la práctica y necesidades de liquidez del área.

7.6 Análisis e interpretación

Para el análisis de los resultados se aplicarán técnicas estadísticas y econométricas enfocadas en:

- Descripción de la rentabilidad y el riesgo de cada cartera colectiva.
- Elaboración de matrices varianza-covarianza según el modelo de Markowitz.
- Construcción de portafolios de mínima varianza y máximo desempeño.
- Comparación de escenarios (actual y óptimo).
- Evaluación del impacto de restricciones de liquidez o duración.

8. Limitaciones del estudio

El análisis puede presentar algunas limitaciones que es importante resaltar. En primer lugar, aunque el modelo de Markowitz proporcione una base sólida para la optimización de portafolios, supuestos metodológicos como la racionalidad de los inversionistas, la distribución normal de los rendimientos y la estabilidad de varianzas-covarianzas, puede que no se cumplan en un entorno corporativo real. En la práctica, las rentabilidades financieras suelen presentar asimetrías, comportamientos no lineales que pueden alterar las estimaciones de riesgo y retorno esperado.

En segundo lugar, el ejercicio se basa en el análisis de datos históricos, implicando que las proyecciones y los resultados obtenidos asumen que las condiciones pasadas son representativas en el comportamiento futuro. Esto puede generar sesgos de simulación, especialmente si se presentan sesgos atípicos como cambios en el mercado o variaciones en la política monetaria. Por ejemplo, durante el periodo 2021-2025, la economía colombiana experimentó una alta volatilidad en las tasas de interés, derivada de la política monetaria manejada por el Banco de la República, que pasó de mínimos históricos en 2021 con tasas del 1,75% a niveles de 13,25% en 2023, seguido de un ciclo de reducción en 2024. Esta alta variabilidad afectó directamente la rentabilidad de los instrumentos financieros de corto plazo, generando cambios significativos en la correlación entre carteras. Como consecuencia, el modelo puede variar entre periodos, reduciendo su capacidad predictiva y la consistencia en sus resultados.

En tercer lugar, el modelo se desarrolla bajo un enfoque teórico y cuantitativo, sin intervención directa en la gestión operativa del área Mesa de Dinero. Por tanto, las recomendaciones de redistribución constituyen una simulación que busca evidenciar

oportunidades de optimización, pero no refleja restricciones prácticas ni decisiones estratégicas a corto plazo por parte de Enel Colombia.

Finalmente, estas limitaciones, además de reforzar el ejercicio como una herramienta de análisis y aprendizaje, pueden afectar la validez y generalización de los resultados, ya que los hallazgos se limitan al contexto específico de Enel Colombia y al periodo de análisis considerado. No obstante, los resultados consideran un alto valor aplicativo y metodológico, ya que evidencian el uso de modelos de optimización financiera en entornos corporativos y aportan un marco de referencia para futuras investigaciones.

Nota. Elaboración propia con base en datos del área Mesa de Dinero-Enel Colombia.

La evolución histórica de las rentabilidades de las carteras colectivas muestra su punto mínimo durante el trimestre de octubre-diciembre del 2021, donde la cartera que tuvo menor promedio fue CORREDORES DAVIVIENDA con un -1,49% EA; a partir de este trimestre, se observa un crecimiento sostenido a octubre-diciembre del 2022. De enero a marzo del 2023 se muestra un crecimiento acelerado llegando a niveles máximos durante los últimos 4 años, siendo FIDUCIARIA CORFICOLMBIANA la cartera con mayor rentabilidad promedio trimestral con un 28,56% EA. Además, a partir de abril y julio del 2023 hasta la actualidad, se han presentado dos picos no tan significativos como el primero y mostrando un descenso constante de las tasas ofrecidas por las carteras en el mediano plazo.

Con base en lo anterior, el gráfico muestra la existencia de un comportamiento similar entre las carteras colectivas durante este periodo, además de evidenciar tendencias generalizadas distintas a partir del trimestre de enero-marzo del 2023.

9.2 Evaluación del desempeño individual

Con el fin de evaluar de manera individual cada una de las carteras colectivas, se realizan diferentes medidas estadísticas para conocer su comportamiento durante los últimos 4 años. Esto permite explicar qué carteras tuvieron mayor rentabilidad y cuáles fueron las más estables o volátiles en este periodo.

Tabla 2.*Indicadores estadísticos para cada cartera colectiva.*

	Credicorp	Corred. Davivienda	Fidu Corficolombiana	Valores Bancolombia	Fidu BBVA FEEFG	Alianza Fiduciaria	Fid. Occidente	Fidu BBVA País
Media	0,0199%	0,0188%	0,0207%	0,0201%	0,0221%	0,0205%	0,0213%	0,0222%
Desv. Estand.	0,0201%	0,0230%	0,0270%	0,0191%	0,0165%	0,0295%	0,0270%	0,0277%
Var.	0,000004 %	0,000005 %	0,000007 %	0,000004 %	0,000003 %	0,000009 %	0,000007 %	0,000008 %
No. Días Negativos.	143	166	170	136	83	209	157	188
μ Anual	7,25%	6,86%	7,56%	7,34%	8,08%	7,46%	7,78%	8,12%
σ Anual	0,38%	0,44%	0,52%	0,37%	0,31%	0,56%	0,52%	0,53%
Risk Free Anual	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
Sharpe Ratio	-7,24	-7,14	-4,72	-7,27	-6,09	-4,50	-4,31	-3,56

Nota. Elaboración propia por medio de la herramienta Excel.

Los resultados muestran que, la media de las carteras tiene un promedio de rentabilidad diaria entre tasas de 0,188% (Corredores Davivienda) a un 0,0222% (Fidu BBVA País) Efectivo Diario (ED). La desviación estándar permite identificar la volatilidad de las rentabilidades de las carteras, es así como ésta se encuentra entre el 0,0165% y el 0,0295% (Fidu BBVA FEEFG y Alianza Fiduciaria respectivamente). Adicionalmente, con un total de 1.642 días registrados, la

cartera con mayor número de días con rentabilidad negativa fue Alianza Fiduciaria con un total de 209 días negativos y siendo Fidu BBVA FEFG la que tuvo menor cantidad de días (83).

Finalmente, para poder calcular el índice de Sharp, se deben tener en cuenta 3 datos: el retorno anual (μ), el riesgo anual estándar (σ) y la tasa libre de riesgo, que para las carteras colectivas será basada en la tasa promedio de los CDTs a 360 días, específicamente 10% Efectiva Anual (EA). En cuanto al retorno anual se muestra que la cartera que ofrece mejor retorno es Fidu BBVA País con un 8,12%, seguida de Fidu BBVA FEFG y Fiduoccidente (8,08% y 7,78% respectivamente). Para el caso del riesgo estándar se evidencia que la cartera colectiva más riesgosa es Alianza Fiduciaria con un 0,56%, y la menos riesgosa es BBVA FEFG con un 0,31%. Por último, se permite observar que todas las carteras generan un índice de Sharpe negativo, lo cual indica que, bajo el horizonte de análisis, las carteras colectivas no están compensando adecuadamente el riesgo asumido, lo cual justifica aún más la necesidad de evaluar alternativas de asignación de capital. Los resultados muestran que, Fidu BBVA País (-3,56) y FiduOccidente (-4,31) son las que tienen los mejores resultados relativos (menos negativos), lo que implica mejor desempeño ajustado por riesgo dentro del conjunto de carteras que invierte Tesorería. Esto puede reflejar un entorno de altas tasas de política monetaria (como en 2023) que penaliza el rendimiento de carteras colectivas conservadoras.

De este modo se propone realizar un portafolio mejor diversificado que maximice los excedentes de Tesorería usando instrumentos de inversión Renta fija y Renta variable para asegurar la liquidez del área y a su vez, obtener mayores rendimientos esperados. Para esto, se realizó una base de datos que recopila el valor de acción de 30 empresas de Estados Unidos que cotizan en la bolsa de valores de Nueva York. Las empresas que se seleccionaron son las

siguientes: Nvidia, Apple, Microsoft, Amazon, Alphabet Inc. (Class A), Broadcom, Alphabet Inc. (Class C), Meta Platforms, Tesla, Berkshire Hathaway, JPMorgan Chase, Walmart, Lilly (Eli), Oracle Corporation, Visa, Mastercard, ExxonMobil, Palantir Technologies, Johnson & Johnson, Advanced Micro Devices, Costco, Bank of America, AbbVie, Home Depot, Procter & Gamble, GE Aerospace, Chevron Corporation, UnitedHealth Group, Coca-Cola Company, Cisco.

9.3 Matriz de Varianzas Covarianzas diarias

La matriz de varianzas covarianzas diarias es una medida estadística que indica el grado de relación entre dos variables, esto en el ámbito financiero, indica cómo se relacionan las rentabilidades de dos activos. Una covarianza positiva indica que los dos activos tienden a ser directamente proporcionales (cuando la rentabilidad de uno sube, la del otro también); por el contrario, una covarianza negativa traduce a que se mueven en direcciones opuestas y si esta es cero, es porque no existe relación fuerte entre ambos activos. Para la constitución del portafolio se realiza la matriz de varianzas covarianzas construida en Excel a partir de las rentabilidades diarias de las 30 empresas desde el 01 de enero de 2021 hasta el 31 de julio del 2025.

Dentro de los resultados se encuentran las varianzas de cada empresa, es decir, la medida de dispersión de su propia rentabilidad. Una mayor varianza indica mayor volatilidad y riesgo. Dentro de esta se puede encontrar que, la empresa con mayor varianza es Palantir Technologies con un 0,179% y en menor proporción le siguen Tesla Inc. (0,147%) y Nvidia (0,108%). Por otro lado, las covarianzas entre pares de empresas representan cómo interactúan sus rendimientos entre sí.

Basándose en la diversificación del riesgo, este resultado indica que el potencial de reducir el riesgo mediante la combinación de empresas es óptimo, ya que al haber correlaciones tanto

positivas como negativas conlleva a que las empresas respondan de manera distinta a las condiciones del mercado. Esto quiere decir que, la presencia de correlaciones negativas aumenta la posibilidad de construir un portafolio significativamente eficiente y diversificable.

Es así como, las covarianzas se encuentran en un rango de entre $-0,003\%$ (Johnson & Johnson junto con Nvidia) y $0,077\%$ (Palantir Technologies y Tesla) destacando la combinación de empresas con menor covarianza es Johnson & Johnson junto con Nvidia ($-0,003$), indicando que entre ellas existe un bajo nivel de independencia en su comportamiento, siendo una combinación más favorable dentro de las empresas disponibles.

Los resultados sugieren que, el portafolio presenta una alta diversificación entre las empresas, ya que la presencia de covarianzas bajas e incluso negativas muestra que es posible combinar activos de manera que el riesgo total del portafolio se reduzca, lo cual es precisamente el principio que se busca aprovechar con el modelo de Markowitz.

9.4 Portafolio de Mínima Varianza

Cabe resaltar que este portafolio no pretende ser una propuesta de inversión real para la empresa, sino un escenario de referencia que permite entender cómo se comporta el modelo cuando el objetivo principal es minimizar el riesgo.

Es así como, con ayuda de la función *Solver* en Excel, se indica que se quiere disminuir este indicador (varianza) cambiando los pesos de cada una de las carteras colectivas. Para este proceso se deben agregar dos restricciones: La primera, que la suma de los pesos sea igual a 1 (Que se disponga del 100% del capital a asignar) y segundo, que cada uno de los pesos tenga un valor mayor o igual a cero, esto con el fin de no generar inconsistencias y crear un portafolio efectivo que permita asignar capital a cada empresa. Con estas condiciones, la siguiente tabla

muestra el portafolio de mínima varianza, el cual indica que se debe asignar el capital de la siguiente forma:

Tabla 3.

Portafolio de Mínima Varianza.

Activos	Wi (Peso asignado del total del portafolio)
Johnson & Johnson	25,09%
Coca-Cola Company	20,16%
Procter & Gamble	10,85%
Walmart	10,59%
Exxon Mobil	6,72%
Microsoft	4,89%
UnitedHealth Group	3,93%
Chevron Corporation	3,66%
AbbVie	3,34%
Broadcom	2,30%
Alphabet Inc. (Class C)	2,03%
Oracle Corporation	1,85%
JPMorgan Chase	1,40%
GE Aerospace	1,19%
Lilly (Eli)	1,03%
Berkshire Hathaway	0,86%
Palantir Technologies	0,10%
Total	100%

Nota. Elaboración propia en la herramienta Excel usando la función Solver.

Y así se sintetizan los siguientes indicadores: La varianza para el portafolio de mínima varianza es de **1,3904%** anual, lo que indica que no existe otra distribución de activos que tengan una menor variabilidad con respecto a la media y también que existe estabilidad entre las empresas. Para el riesgo del portafolio (**11,79%**) se refleja una volatilidad levemente alta en el portafolio en conjunto. El retorno esperado del portafolio es del **10,32%**, que a pesar de ser menor que el riesgo esperado, demuestra un valor coherente y relativamente cercano al promedio de las empresas incluidas. Finalmente, para una tasa libre de riesgo 3,70% EA, el resultado del índice de Sharpe para este portafolio es 0,5617, que se traduce a un desempeño favorable, ya que, por cada unidad de riesgo asumido, el portafolio genera 0,5617 unidades de exceso de rentabilidad, superior a la tasa libre de riesgo y significativamente por encima del Sharpe Ratio que ofrecen las carteras colectivas.

9.5 Portafolio de Máximo Desempeño

Este último, busca maximizar el Sharpe ratio siguiendo la misma lógica que el portafolio de mínima varianza; siguiendo los parámetros de restricciones, donde cada activo no se puede exceder del 30% del total del portafolio, esto lleva a que, para maximizar este indicador, se encontró que el portafolio óptimo es el siguiente:

Tabla 4.

Portafolio de Máximo desempeño.

Activos	Wi (Peso asignado del total del portafolio)
Lilly (Eli)	27,63%
Exxon Mobil	17,23%

GE Aerospace	13,21%
Broadcom	12,66%
Nvidia	11,64%
Walmart	10,44%
AbbVie	6,32%
Oracle Corporation	0,88%
TOTAL	100%

Nota. Elaboración propia en la herramienta Excel.

Los resultados obtenidos son: Para la varianza un **3,8323%** lo cual indica que es casi 3 veces superior al del portafolio de mínima varianza. El riesgo esperado del portafolio es del **19,58%**, sin embargo, el retorno esperado del portafolio es de **32,21%** estando significativamente por encima del riesgo. Así, se obtiene un Sharpe Ratio de **1,4563%**, lo que traduce a que por cada unidad de riesgo que se asuma, el portafolio genera 1,46 unidades de exceso de rentabilidad. Este escenario muestra el comportamiento de un portafolio orientado a maximizar la rentabilidad, bajo supuestos más agresivos de riesgo, y sirve como punto de comparación frente a esquemas más conservadores. Como último indicador, se calcula el coeficiente de determinación que se halla de dividir el retorno del portafolio sobre el riesgo esperado del portafolio, lo que da un resultado de **1,64**, es decir, en un ejercicio invirtiendo el 100% de los recursos en renta variable, por cada unidad que se asuma de riesgo retornan 1,64 unidades de exceso de rentabilidad.

Cabe resaltar que, además de estructurar un portafolio en renta variable, el ejercicio también combina instrumentos de renta fija como lo son los CDTs, para así obtener un perfil de riesgo 80-20 (80% renta fija y 20% renta variable) que ayudan además de mitigar el riesgo, obtener

un mayor coeficiente de determinación al solo arriesgar el 20% del total de la inversión en renta variable.

9.6 Simulación de escenarios / Línea de Mercado de Capitales

Luego de obtener los escenarios de posibles portafolios, se crea una matriz para poder visualizar de manera detallada el portafolio para el área de Tesorería invirtiendo en instrumentos de renta fija y renta variable y cómo quedarían distribuidos los excedentes del área Mesa de Dinero que se obtuvieron el primer trimestre del año 2025 por valor de \$10.000.000 de dólares.

Para esto se hizo uso de la plataforma Investing donde se extrajo el precio de las acciones a invertir al 31 de julio del 2025, fecha donde se simula que se inicia la inversión, dando como resultado la composición del portafolio en renta variable de la siguiente manera:

Tabla 5.

Composición Portafolio Renta Variable

Acciones	31/7/2025	% en K	Q acciones
Nvidia	177,87	11,64%	1.309
Broadcom	293,7	12,66%	862
Walmart	97,98	10,44%	2.131
Lilly (Eli)	740,07	27,63%	747
Oracle Corporation	253,77	0,88%	69
Exxon Mobil	111,64	17,23%	3.086
AbbVie	189,02	6,32%	668
GE Aerospace	271,08	13,21%	974

Total	100%	9.847
--------------	-------------	--------------

Nota. Elaboración propia con datos extraídos de la plataforma Investing.

Esto muestra que, para la inversión de 8.000.000 de dólares restantes (Alrededor de 30 mil millones de pesos colombianos) en instrumentos de renta fija, se define cotizar diferentes CDTs en Colombia que ofrezcan una tasa libre de riesgo alrededor del 10,06% EA, de esta manera, el portafolio se distribuye en instrumentos que permitan diversificar el riesgo y cumplir con las condiciones de liquidez del área. Finalmente, la línea de mercado de capitales muestra el retorno y el riesgo esperado para la inversión en conjunto, combinando ambos instrumentos e identificando su coeficiente de determinación:

Tabla 6.

Línea de Mercado de Capitales.

Wi SHARPE	Wi RF	μ Retorno CML	σ Riesgo CML
80%	20%	26,51%	15,66%
USD 8.000.000	USD 2.000.000		

Nota. Elaboración propia con base en el perfil de riesgo de Enel Colombia.

El ejercicio en conjunto muestra que, para una asignación del 80% en renta fija y del 20% en renta variable, se obtiene un retorno esperado del 26,51% efectivo anual, el cual resulta inferior al desempeño del portafolio de máximo rendimiento, donde la totalidad de los recursos se invierte en renta variable y se alcanza un retorno del 32,21% efectivo anual. No obstante, el nivel de riesgo asumido en el portafolio diversificado es del 15,66%, lo que representa una reducción de 3,92

puntos porcentuales frente al riesgo del portafolio de máximo desempeño, estimado en 19,58% efectivo anual. Este escenario refleja una aproximación más realista a la gestión de los excedentes, al combinar la necesidad de preservar liquidez y estabilidad con la posibilidad de mejorar la rentabilidad mediante una pequeña proporción de renta variable. En este escenario, el coeficiente de determinación alcanza un valor de 1,69, superando el obtenido al invertir exclusivamente en renta variable (1,64), lo que indica que por cada unidad de riesgo asumida se generan 1,69 unidades de exceso de rentabilidad.

9.7 Resultados del ejercicio

El ejercicio de estructuración del portafolio se desarrolló a partir del análisis de datos de rentabilidades observadas en un entorno real, correspondientes a los excedentes de caja del área Mesa de Dinero de Enel Colombia, con corte al 31 de julio de 2025. El primer escenario considera los instrumentos de inversión actualmente utilizados por el área de Tesorería (carteras colectivas). El segundo escenario incorpora la metodología de optimización de portafolios propuesta por el modelo de Markowitz, fundamentada en la evaluación conjunta de la relación riesgo-retorno de los activos disponibles, representados por acciones de 30 empresas que cotizan en el mercado bursátil estadounidense.

En el caso 1, basado en la metodología tradicional utilizada por el área, se evidencia que la inversión en carteras colectivas presenta una rentabilidad inferior a la tasa libre de riesgo, lo que explica que el rendimiento ajustado por riesgo es desfavorable. En consecuencia, el índice de Sharpe asociado a estas carteras resulta negativo, indicando que el nivel de riesgo asumido no es compensado adecuadamente por el retorno obtenido. Desde una perspectiva teórica, la diversificación, por sí sola, no garantiza eficiencia si no se consideran explícitamente las correlaciones entre los activos que componen el portafolio (Bodie et al., 2014).

Por su parte, el caso 2 aplica la metodología de optimización del modelo de Markowitz considerando el perfil de riesgo moderado de la empresa, representado por una combinación 80% renta fija y 20% renta variable, lo cual delimita los porcentajes de asignación de capital en función de la maximización del índice de Sharpe. Este portafolio se construye a partir de las rentabilidades históricas y la matriz de varianzas–covarianzas de las empresas que conforman la muestra del mercado bursátil estadounidense. A partir de estos resultados, se identifica un portafolio diversificado que permite reducir la exposición al riesgo y obtener un retorno superior al observado en el esquema basado exclusivamente en carteras colectivas.

El resultado obtenido es consistente con lo planteado por (Elton et al., 2011) donde señalan que la aplicación de modelos cuantitativos puede generar mejoras sistemáticas en la rentabilidad ajustada por riesgo. Asimismo, se evidencia que la concentración total de los recursos en un único mecanismo de inversión, como las carteras colectivas, incrementa la exposición al riesgo y se aparta de los principios de diversificación prudente (Superintendencia Financiera de Colombia (SFC), 2015).

Cabe resaltar que, el comportamiento de las rentabilidades de las carteras colectivas estuvo influenciado por el contexto macroeconómico colombiano durante el periodo 2021–2025. En este lapso, el país experimentó una política monetaria contractiva por parte del Banco de la República, caracterizada por incrementos sostenidos en la tasa de interés de referencia con el objetivo de contener la inflación posterior a la pandemia. Este entorno generó un aumento inicial en los rendimientos de los instrumentos financieros, acompañado de una mayor volatilidad en los retornos diarios. A partir de 2023, con el inicio del ciclo gradual de reducción de tasas, se observó una disminución progresiva de los rendimientos, coherente con la tendencia descendente de las rentabilidades históricas trimestrales (ver Figura 1).

El ejercicio permitió evidenciar que existen herramientas financieras como el Modelo de Markowitz que pueden complementar la forma tradicional en que se gestionan los excedentes de caja, y que su uso como instrumento de análisis aporta valor en la evaluación de decisiones financieras.

10. Conclusiones

Bajo los supuestos del modelo de optimización de Markowitz y con base en los datos históricos correspondientes al periodo analizado, el análisis permite observar que una asignación de capital fundamentada en criterios cuantitativos de riesgo–retorno puede presentar un desempeño superior en términos de rentabilidad ajustada por riesgo frente al esquema tradicional utilizado por el área Mesa de Dinero. En particular, los resultados del escenario optimizado sugieren que la aplicación de metodologías de optimización constituye una alternativa válida para el análisis de la eficiencia en la gestión de los excedentes de caja corporativos, sin que ello implique una recomendación directa de implementación.

El análisis de la rentabilidad histórica y del riesgo de las ocho carteras colectivas mostró diferencias relevantes en sus niveles de volatilidad y desempeño. Se observó que aquellas carteras con mayores rendimientos presentaron desviaciones estándar más elevadas, lo que confirma la relación directa entre riesgo y retorno descrita por la teoría financiera. Este análisis resalta la importancia de evaluar el desempeño financiero a través de indicadores de rentabilidad ajustada por riesgo, como el índice de Sharpe, para una interpretación más completa y realista de los resultados.

Asimismo, el análisis de la matriz de varianzas–covarianzas permitió identificar la existencia de correlaciones tanto positivas como negativas entre los activos considerados, lo cual evidencia el potencial de diversificación del portafolio. Con base en lo anterior, la aplicación del modelo de Markowitz facilitó la construcción de un portafolio teórico con una mejor relación riesgo–retorno. No obstante, los resultados también sugieren que una alta concentración de recursos en determinados activos puede incrementar el riesgo de concentración, por lo que la

optimización debería complementarse con restricciones adicionales de diversificación, liquidez y operatividad acordes con las necesidades específicas del área de Tesorería.

Desde una perspectiva aplicada, el estudio aporta un insumo técnico que puede servir como herramienta de apoyo para la evaluación de alternativas de asignación de recursos y la gestión de la liquidez. En el ámbito académico, contribuye a la literatura sobre la aplicación de modelos de optimización financiera en contextos empresariales no financieros, fortaleciendo el vínculo entre la teoría económica y su uso práctico. Finalmente, el desarrollo de este informe permitió consolidar el uso de herramientas financieras en un entorno real, fortaleciendo la capacidad de análisis, interpretación de datos y toma de decisiones desde una perspectiva económica.

11. Recomendaciones

Desde una perspectiva académica y formativa, sería interesante que en futuros análisis se considere la aplicación de modelos de optimización bajo restricciones, como normativa en diversificación o niveles mínimos de liquidez. Asimismo, podría explorarse la aplicación de modelos alternativos como el CAPM (Capital Asset Pricing Model) o el Value at Risk (VaR) con el fin de evaluar la sensibilidad de los resultados ante variaciones en las condiciones de mercado.

Además, se considera explorar si el número actual de carteras colectivas realmente maximiza la eficiencia del portafolio. Actualmente se manejan 8 carteras, aunque investigaciones futuras podrían evaluar si una reducción de tres a cinco carteras incrementa la eficiencia, disminuye la concentración del riesgo o simplifica la gestión sin sacrificar rentabilidad. Esto permitiría identificar si es posible un punto óptimo entre diversificación y complejidad operativa.

Otra posible línea de investigación a considerar sería en comparar el portafolio optimizado con índices de referencia del mercado colombiano, como el COLCAP, con el fin de analizar si el portafolio propuesto supera o no el comportamiento promedio del mercado local. De igual manera, resultaría útil evaluar inversiones no solo a nivel local, sino en mercados internacionales que presenten un comportamiento contra cíclico respecto a Estados Unidos y Colombia. Teniendo en cuenta que los ciclos económicos de ambos países suelen estar correlacionados, por lo que analizar mercados con dinámicas inversas o menos sincronizadas podría contribuir a una diversificación más robusta del portafolio de excedentes de caja.

Referencias bibliográficas

- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2014). *Investments* (13th ed.). McGraw-Hill Education.
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2011). *Modern portfolio theory and investment analysis* (9th ed.). Wiley.
- Fabozzi, F. J., Gupta, F., & Markowitz, H. M. (2002). *The legacy of modern portfolio theory*. The Journal of Investing, 11(3), 7–22. <https://doi.org/10.3905/joi.2002.319510>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jaffe, J. F. (2019). *Corporate finance* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Markowitz, H. (1952). *Portfolio Selection*. The Journal of Finance, 7(1), 77–91. <https://doi.org/10.2307/2975974>
- Molina Panchi, P., Molina Panchi, D., & Flores Tapia, C. E. (2023). *Aplicación de la frontera eficiente de Markowitz en la optimización de portafolios de inversiones*. Boletín de Coyuntura, (37), 32–42. <https://doi.org/10.31243/bcoyu.37.2023.2084>
- Sharpe, W. F. (1966). *Mutual fund performance*. The Journal of Business, 39(1), 119–138. <http://www.jstor.org/stable/2351741>
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2015). *Informe acerca del mercado de valores: Carteras colectivas*. <https://www.superfinanciera.gov.co>
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2017). *Circular básica contable y financiera: Circular externa 100 de 1995*. <https://www.superfinanciera.gov.co>

Superintendencia Financiera de Colombia. (2023). *Plan estratégico 2023–2027*.

<https://www.superfinanciera.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=1067222>