https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/issue/archive

Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún

Publicación semestral, Vol. 12, No. 23 (2025) 50-61

ISSN: 2007-784X

Portafolios de inversión en los sectores tecnológico y salud: Un análisis comparativo

Investment portfolios in the technology and health sectors: A comparative analysis

Beatriz Sauza Avila [a], Suly S. Pérez Castañeda [b], Dorie Cruz Ramírez [c], Claudia B. Lechuga Canto [d], Noé Chávez Hernández [e]

Abstract:

This research focused on analyzing and optimizing investment portfolios in the technology and health sectors over a five-year period, using the Markowitz model. To do so, historical data on the shares of companies listed on the Mexican Stock Exchange in both sectors were used. When comparing the results, it was observed that the health sector offers greater stability and lower risks, while the technology sector presents high-yield opportunities, but with greater volatility. Investors should consider their financial objectives and risk tolerance when selecting portfolios in these sectors. The application of the Markowitz model allows for the construction of portfolios that optimize the balance between risk and return, adapting to the particularities of each sector.

Keywords:

Investment portfolio, Markowitz matrix, sectors.

Resumen:

La presente investigación se centró en analizar y optimizar portafolios de inversión en los sectores tecnológico y salud durante un periodo de cinco años, utilizando el modelo de Markowitz. Para ello, se emplearon datos históricos de las acciones de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores de ambos sectores. Al comparar los resultados, se observó que el sector salud ofrece mayor estabilidad y menores riesgos, mientras que el sector tecnológico presenta oportunidades de alto rendimiento, pero con una mayor volatilidad. Los inversores deben considerar sus objetivos financieros y tolerancia al riesgo al seleccionar portafolios en estos sectores. La aplicación del modelo de Markowitz permite construir portafolios que optimizan el equilibrio entre riesgo y rendimiento, adaptándose a las particularidades de cada sector.

Palabras Clave:

Portafolio de inversión, matriz de Markowitz, sectores.

[a] Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, https://orcid.org/0000-0002-7919-6792, Email: beatriz_sauza@uaeh.edu.mx

[b] Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, https://orcid.org/0000-0002-3763-9233, Email: sulysp@uaeh.edu.mx

[c] Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, https://orcid.org/0000-0002-7853-7655, Email: doriec@uaeh.edu.mx

[d] Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, https://orcid.org/0000-0003-3081-2379, Email: claublc@uaeh.edu.mx

[e] Tecnológico Nacional de México | Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco | Coacalco de Berriozábal-Estado de México | México, https://orcid.org/0000-0002-9165-2850, Email: nocahe@gmail.com

Fecha de recepción: 20/09/2024, Fecha de aceptación: 06/11/2024, Fecha de publicación: 05/01/2025

DOI: https://doi.org/10.29057/escs.v12i23.13771

Introducción

En el mundo de las inversiones, la diversificación y la optimización del riesgo son fundamentales para maximizar el rendimiento. El modelo de Markowitz, también conocido como teoría de la cartera, es una herramienta esencial que permite a los inversores construir portafolios eficientes mediante la diversificación de activos (Uberti, 2023). Este estudio se centra en la aplicación del modelo de Markowitz en los sectores de salud y tecnología, utilizando datos históricos correspondientes a un periodo de cinco años.

El sector salud ha demostrado ser una inversión sólida y defensiva, especialmente en tiempos de incertidumbre económica. La creciente demanda de servicios médicos, impulsada por el envejecimiento de la población y los avances en biotecnología y farmacéutica, ha hecho que este sector sea atractivo para los inversores (Llamas, 2024). Empresas como Johnson & Johnson, Merck y Thermo Fisher han mostrado un rendimiento estable y un riesgo relativamente bajo, lo que subraya la importancia de la diversificación en la gestión de inversiones en este sector (Hispamer, 2024).

Por otro lado, el sector tecnología es conocido por su alta volatilidad, pero también por sus oportunidades de alto rendimiento. La capacidad de innovación y adaptación rápida de empresas líderes como Apple, Microsoft y Alphabet las convierte en inversiones atractivas. Sin embargo, la gestión del riesgo es crucial en este sector, y la diversificación adecuada puede ayudar a mitigar la volatilidad inherente.

El objetivo de este estudio es analizar y optimizar los portafolios de inversión en los sectores tecnológico y salud durante un periodo de cinco años, utilizando el modelo de Markowitz. La pregunta de investigación que guía este análisis es: ¿Cómo influye la aplicación del modelo de Markowitz en la optimización de portafolios de inversión en términos de rendimiento y riesgo durante un período de cinco años?

La hipótesis planteada es que la optimización de portafolios de inversión en los sectores tecnológico y salud mediante el modelo de Markowitz, utilizando Excel Solver, permitirá diseñar carteras con un mejor rendimiento ajustado al riesgo en comparación con otras estrategias, facilitando así una toma de decisiones más eficiente.

En las siguientes secciones, se presentarán los resultados del análisis y se discutirá cómo la diversificación y la optimización mediante el modelo de Markowitz pueden maximizar los beneficios y minimizar los riesgos en los portafolios de inversión en estos sectores.

Marco teórico

Esta investigación se basa en la teoría de carteras de Markowitz, que establece que los inversores pueden construir carteras eficientes al diversificar sus inversiones en diferentes activos (Markowitz, 1952). La teoría sugiere que, al combinar activos con diferentes niveles de riesgo y rendimiento, se puede lograr un portafolio que maximice el rendimiento esperado para un nivel dado de riesgo. Además, se considerarán estudios recientes que aplican el modelo de Markowitz en contextos similares, así como las limitaciones y desafíos asociados con su implementación (Guerrero y Aguilar, 2020).

El estudio realizado por Chen y Zhou (2024), menciona sobre la contribución de Markowitz la cual señala que se centra en el uso de su modelo de selección de portafolios basado en la optimización media-varianza, con un enfoque en tiempo continuo. La investigación examina el modelo de Markowitz reoptimizando continuamente su portafolio. La investigación de Mounir (2024) analiza la relevancia del modelo de media-varianza de Markowitz durante la crisis del COVID-19. A pesar de la alta volatilidad, el modelo de Markowitz, basado en la optimización de la relación riesgo-retorno, demostró ser efectivo y competitivo frente a enfoques que consideran factores adicionales como la asimetría y la curtosis. Los resultados confirman que, incluso en tiempos de incertidumbre extrema, el modelo de Markowitz sigue siendo una herramienta sólida y confiable para la gestión de portafolios.

Silva, de Andrade, da Silva, de Melo, y Tonelli (2024) analizaron el desempeño de un portafolio de inversión utilizando el modelo de Markowitz para maximizar el índice de Sharpe a partir de un conjunto de activos preseleccionados mediante el modelo Support Vector Machine (SVM) basado en indicadores fundamentales en el mercado bursátil brasileño. Con una precisión del 61% en el modelo SVM, los resultados muestran que la preselección de activos con indicadores fundamentales y su posterior optimización mediante el modelo de Markowitz, enfocándose en el índice de Sharpe, logró un retorno superior y una recuperación más rápida tras periodos de pérdidas en comparación con estrategias de referencia. Esto resalta la efectividad del modelo de Markowitz al integrarse con SVM en la optimización de portafolios.

Hatami, Chetti, Ali y Volkman (2024), en el artículo que realizaron revisan la evolución de la teoría de portafolios desde el modelo de Markowitz, destacando la importancia de portafolios Pareto-óptimos y la correlación de activos. Investiga cómo las correlaciones disminuyen durante crisis económicas usando un enfoque de análisis

poblacional y redes de similitud. Al comparar el impacto de la pandemia de COVID-19 con los ataques del 11 de septiembre, se encontró que los sectores financiero y energético mostraron comportamientos únicos durante la pandemia, similar a lo observado en los sectores financiero e industrial. El estudio confirma la relevancia del modelo de Markowitz en la construcción de portafolios durante periodos de alta volatilidad.

El estudio de Jing y Rocha (2023) aplica la teoría de portafolios de Markowitz para optimizar inversiones en criptomonedas, aprovechando la compleja correlación entre sus precios. Se utilizan métodos de red para seleccionar 46 criptomonedas y construir portafolios que son agnósticos al comportamiento futuro del mercado. Los resultados muestran que estos portafolios superan a los puntos de referencia en inversiones a corto plazo, alcanzando hasta un 1,066% de retornos esperados en un día. La aportación clave del modelo de Markowitz es su capacidad para gestionar eficazmente el riesgo en un mercado tan volátil como el de las criptomonedas.

Otra investigación destaca cómo el modelo Black-Litterman amplía la teoría moderna de portafolios de Markowitz al integrar las opiniones de los inversionistas, incluyendo incertidumbres asociadas. Los autores exploran técnicas de fusión de datos para combinar múltiples fuentes de información, utilizando métodos de consistencia que no son comunes en la literatura financiera cuantitativa. La investigación demuestra cómo la integración de estimaciones derivadas de modelos de machine learning y su impacto en la asignación de portafolios refuerza el valor del modelo Black-Litterman. Así, se subraya la relevancia de combinar este enfoque con métodos de predicción basados en inteligencia artificial para mejorar la gestión de inversiones (Spears, Zohren y Roberts, 2023).

El artículo realizado por Rysin, Prokopenko, Muravskyi, Pechenko, Holiachuk, y Zinchenko, (2023), investiga la aplicación de tecnologías de digitalización para la personalización de productos bancarios, utilizando métodos de modelado gráfico y encuestas a expertos. En el caso de un banco ucraniano, se analizó la implementación de soluciones tecnológicas específicas para mejorar la personalización de sus servicios. El modelo de Markowitz se aplicó para asignar el presupuesto de inversión destinado a estas tecnologías, optimizando la distribución de recursos para maximizar el retorno y minimizar el riesgo. Se demostró que la adopción de estas herramientas digitales puede mejorar la competitividad del banco al personalizar la experiencia del cliente en un mercado altamente competitivo.

Este artículo escrito por Georgalos, Paya y Peel, (2023), examina el modelo de Markowitz (1952) para preferencias de riesgo de orden superior, el cual integra utilidad dependiente del punto de referencia y aversión a las pérdidas. Se destacan nuevas propiedades del modelo, como las inversiones de elección arriesgada de orden superior, que ayudan a explicar evidencias experimentales difíciles de reconciliar con otros modelos. Además, se utiliza estimación Bayesiana jerárquica para analizar la heterogeneidad de preferencias, encontrando que el modelo de Markowitz complementa bien a la teoría prospectiva acumulativa (CPT). Los resultados experimentales confirman que, aunque el modelo CPT es más común, el modelo de Markowitz sigue siendo útil para entender elecciones arriesgadas de orden superior.

El estudio de Zou y Wang, (2023), utiliza el modelo de media-varianza de Markowitz para analizar las oportunidades de inversión en el sector médico antes y después del COVID-19. Los resultados muestran que el rendimiento real del sector médico en China supera al calculado por el modelo CAPM y que el sector está subvalorado por el mercado. El análisis también indica que el sector tiene una prima de riesgo sistémico estable. Se concluye que, en la era post-pandemia, los inversionistas deberían asignar acciones en los sectores médico y farmacéutico para mejorar los rendimientos del portafolio y diversificar el riesgo.

El modelo de Markowitz para optimizar portafolios se ha aplicado en el mercado inmobiliario, buscando minimizar el riesgo para un retorno dado o maximizar el retorno para un nivel de riesgo específico. Utiliza datos históricos del Banco de Grecia para calcular el retorno neto y la desviación estándar de diferentes propiedades. El estudio proporciona un procedimiento detallado de optimización de portafolios bajo incertidumbre en el mercado inmobiliario (Petropoulos, Liapis y Thalassinos, 2023).

El estudio de Valeyre (2023), presenta un portafolio óptimo basado en una señal de seguimiento de tendencias, integrando un modelo de autocorrelación con una matriz de covarianza de tendencias y primas de riesgo. El portafolio óptimo se descompone en cuatro componentes básicos, generando cuatro portafolios: Markowitz, paridad de riesgo, paridad de riesgo agnóstica y seguimiento de tendencias en paridad de riesgo. El modelo de Markowitz se destaca como uno de los componentes fundamentales. Los resultados empíricos demuestran que el portafolio propuesto supera a otros portafolios cuando se aplica a un universo de negociación de múltiples activos, proporcionando un marco teórico unificador para racionalizar portafolios desarrollados previamente.

Otra investigación realizad por Veliu y Aranitasi (2024) señalan que el modelo de Markowitz, conocido como optimización media-varianza, es un pilar fundamental en la teoría moderna de portafolios. Su principal aportación radica en la construcción de portafolios eficientes que maximizan el retorno esperado para un nivel dado de riesgo o, de manera inversa, minimizan el riesgo para un retorno esperado específico. Este enfoque es innovador porque no solo considera el rendimiento individual de los activos, sino también cómo se correlacionan entre sí, permitiendo diversificar el riesgo de manera óptima.

Entre los aspectos clave del modelo se destacan:

- Diversificación Eficiente: Markowitz introdujo la noción de que el riesgo de un portafolio no es simplemente la suma de los riesgos de sus activos, sino que también depende de la correlación entre ellos. Una combinación adecuada puede reducir el riesgo total.
- Frontera Eficiente: El modelo genera una frontera eficiente, que es un conjunto de portafolios que ofrecen el mejor retorno posible para cada nivel de riesgo. Los inversionistas racionales deberían optar por portafolios en esta frontera.
- Medidas de Riesgo: El riesgo en el modelo original se mide principalmente a través de la varianza o desviación estándar del retorno. Sin embargo, versiones más avanzadas del modelo, como el análisis basado en CVaR (Conditional Value at Risk) o Expected Shortfall, han sido desarrolladas para capturar mejor los riesgos en escenarios extremos.

Este enfoque sigue siendo ampliamente utilizado y ha sido adaptado para diversas clases de activos, como oro, petróleo crudo, bonos, incluidas criptomonedas (Gupta, Mitra y Supra, 2023) y otros mercados emergentes, donde se busca analizar el equilibrio entre retorno y riesgo (Jing y Rocha, 2023; Veliu y Aranitasi, 2024).

Algo que destaca y llama la atención es la aplicación del modelo de Markowitz en la inversión socialmente responsable (SRI) adaptada a compañías de seguros de vida, integrando el modelo de selección de portafolios de Markowitz con la medición del riesgo de solvencia. A diferencia de los enfoques tradicionales que solo consideran criterios ESG (ambientales, sociales y de gobernanza), el estudio incorpora riesgos específicos para aseguradoras, como el riesgo de tasa de interés y el riesgo crediticio.

Utilizando el ratio de solvencia como medida de riesgo, el modelo de Markowitz se modifica para incluir una dimensión ESG en la asignación de capital. Los resultados muestran que un nivel moderado de ESG puede ofrecer un retorno esperado superior comparado con un nivel bajo, mientras que un nivel alto de ESG podría reducir el retorno esperado, destacando diferencias significativas en comparación con inversores tradicionales.

Portafolio de inversión

Un portafolio de inversión es una colección de activos financieros, como acciones, bonos, y otros instrumentos, que un inversor posee con el objetivo de maximizar el retorno ajustado al riesgo (Bodie, Kane, y Marcus, 2021). La diversificación, es decir, la distribución de las inversiones en diferentes tipos de activos, es un principio clave en la gestión de portafolios, pues permite mitigar los riesgos específicos asociados a cada activo individual (Markowitz, 1952).
Desde que Markowitz propuso la teoría moderna de portafolios, la optimización de portafolios ha sido un tema clásico en ingeniería financiera (Xu y Ma, 2023). La optimización de portafolios tiene como objetivo encontrar de manera eficiente las proporciones óptimas de los activos de un portafolio, dadas ciertas restricciones, y ha sido ampliamente estudiada. Si bien la optimización de portafolios determina las combinaciones de activos más adecuadas para los requisitos de los inversionistas (Alotaibi, Dalla Valle y Craven, 2022).

La creación de un portafolio de inversión es fundamental en la estrategia de cualquier inversor porque permite optimizar el equilibrio entre riesgo y retorno. Según Markowitz (1952), al diversificar los activos dentro de un portafolio, los inversores pueden reducir el riesgo total sin necesariamente reducir el rendimiento esperado. Este enfoque, conocido como Teoría Moderna de Portafolios (MPT, por sus siglas en inglés), revolucionó la manera en que los inversores piensan sobre el riesgo y la diversificación.

Sector tecnológico

El sector tecnológico es fundamental para la innovación y el crecimiento económico. Empresas como Apple, Microsoft y NVIDIA lideran en investigación y desarrollo, lo que impulsa la creación de nuevos productos y servicios. La tecnología es un sector con alto potencial de crecimiento y rentabilidad, aunque también con una volatilidad considerable (Porter y Clark, 2017).

Empresas de tecnología que se analizarán en el estudio: Apple, Microsoft, NVIDIA, Alphabet, Meta, IBM, Salesforce, Adobe, Oracle, Intel.

Sector salud

El sector salud es conocido por su estabilidad y resistencia a las recesiones económicas. Empresas como Johnson & Johnson y Pfizer son esenciales para la sociedad, ya que la demanda de productos y servicios de salud es constante. Además, la innovación en biotecnología y farmacéutica ofrece oportunidades significativas de inversión (Yamey, Beyeler, Wadge y Jamison, 2017).

Empresas del sector salud que se analizarán en el studio: Johnson & Johnson, Pfizer, UnitedHealth, AbbVie, Merck, Amgen, Gilead, Bristol-Myers Squibb, Eli Lilly, Thermo Fisher.

Planteamiento del problema

La optimización de portafolios de inversión es un aspecto crítico en la gestión financiera, especialmente en un entorno de mercado volátil como el de hoy. A pesar de la existencia de diversas metodologías y modelos, muchos inversores aún enfrentan desafíos al seleccionar activos que maximicen el rendimiento y minimicen el riesgo. El modelo de Markowitz, introducido en 1952, proporciona un marco teórico robusto para la selección de carteras, pero su aplicación práctica puede verse limitada por factores como los costos de transacción y la dinámica del mercado (Guerrero y Aguilar, 2020). Este estudio se propone analizar y optimizar los portafolios de inversión en los sectores tecnológico, salud y finanzas durante un período de 5 años, utilizando el modelo de Markowitz y la herramienta Excel Solver.

Pregunta de Investigación

¿Cómo influye la aplicación del modelo de Markowitz en la optimización de portafolios de inversión en los sectores tecnológico y salud en términos de rendimiento y riesgo durante un período de 5 años?

Hipótesis

La optimización de portafolios de inversión en los sectores tecnológico y salud mediante el modelo de Markowitz, utilizando Excel Solver, permitirá diseñar carteras con un mejor rendimiento ajustado al riesgo, facilitando así una toma de decisiones más eficiente

Metodología

La investigación se llevará a cabo mediante un enfoque cuantitativo, utilizando datos históricos de precios de acciones de 10 empresas seleccionadas de cada sector durante un período de 5 años. Se empleará el modelo de Markowitz para calcular la varianza y covarianza rendimientos de los activos, y se utilizará Excel Solver para optimizar la asignación de activos en los portafolios.

Tipo de Estudio

El tipo de estudio es cuantitativo, ya que se utilizarán datos numéricos para analizar el rendimiento y el riesgo de las carteras de inversión. Se realizarán cálculos estadísticos para evaluar la eficiencia de las carteras optimizadas en comparación con las no optimizadas.

Tipo de Muestreo

Se utilizará un muestreo intencionado o no probabilístico, seleccionando 10 empresas de cada uno de los tres sectores (tecnológico y salud). Este enfoque permite centrarse en empresas representativas de cada sector y que son relevantes para el análisis.

Para desarrollar una metodología de investigación que permita la creación de portafolios de inversión utilizando el modelo de Markowitz para 10 empresas de los sectores tecnológico y 10 empresas del sector salud que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, siguiendo los siguientes pasos:

1. Selección de Empresas: Seleccionar 10 empresas de cada sector (tecnológico y salud) que coticen en la Bolsa Mexicana de Valores. Esta selección debe basarse en criterios como la liquidez, la capitalización de mercado y la volatilidad histórica.
2. Recopilación de Datos: Obtener datos históricos de precios de las acciones de las empresas seleccionadas durante un periodo de 5 años. Estos datos se pueden extraer de plataformas como Yahoo! Finanzas, que proporcionan información sobre el rendimiento diario de las acciones.
3. Cálculo de Rendimientos y Riesgo, utilizar Excel para calcular el rendimiento esperado de cada acción, que es la media de los rendimientos históricos de la plataforma de yahoo finanzas. El riesgo (desviación estándar) de cada acción, que mide la volatilidad de los rendimientos. La covarianza entre las acciones, que es esencial para entender cómo se mueven las acciones en relación unas con otras.
4. Aplicación del Modelo de Markowitz: Implementar el modelo de Markowitz para optimizar la combinación de activos en cada portafolio. Esto implica: Definir la función objetivo que maximiza

el rendimiento esperado del portafolio dado un nivel de riesgo. Utilizar la matriz de covarianza para calcular el riesgo del portafolio.

5. Optimización con Solver en Excel: Utilizar la herramienta Solver en Excel para encontrar la combinación óptima de pesos de cada acción en el portafolio. Esto permitirá determinar: La proporción de capital a invertir en cada acción. El rendimiento esperado y el riesgo total del portafolio.
6. Evaluación de Portafolios: Evaluar cada uno de los 10 portafolios generados en términos de: Rendimiento esperado. Riesgo (desviación estándar del portafolio).Matriz se Markowitz. Curva de Markowitz.
7. Análisis de Resultados: Analizar los resultados obtenidos para determinar cuál de los portafolios ofrece la mejor relación riesgo-rendimiento. Este análisis debe incluir gráficos de la frontera eficiente y comparaciones entre los distintos portafolios.
8. Documentación y Presentación: Finalmente, documentar todo el proceso, incluyendo la metodología utilizada, los resultados obtenidos y las conclusiones sobre la viabilidad de los portafolios de inversión seleccionados.

Esta metodología proporciona un enfoque estructurado para la creación de portafolios de inversión, asegurando que se consideren tanto el rendimiento como el riesgo, de acuerdo con los principios establecidos por Markowitz en su teoría de carteras.

Resultados

En este estudio, se analizarán los resultados financieros de diez empresas del sector salud y diez del sector tecnología, aplicando la matriz de Markowitz para la optimización de portafolios. Las empresas seleccionadas del sector salud son: Johnson & Johnson, Pfizer, UnitedHealth, AbbVie, Merck, Amgen, Gilead, Bristol-Myers Squibb, Eli Lilly y Thermo Fisher. Del sector tecnología, se incluyen: Apple, Microsoft, NVIDIA, Alphabet, Meta, IBM, Salesforce, Adobe, Oracle e Intel.

Para cada empresa, se recopilaron los datos financieros historicos, que servirán como base para calcular la covarianza y el coeficiente de correlación entre los retornos de las acciones. Utilizando Excel y su herramienta Solver, se corrieron diez portafolios diferentes, con el objetivo de graficar la curva de Markowitz y determinar la combinación óptima de activos que maximice el retorno esperado para un nivel dado de riesgo.

Este análisis permitirá identificar las mejores estrategias de inversión, comparando el comportamiento de los portafolios en ambos sectores y proporcionando una visión integral de las oportunidades y riesgos asociados.

Determinación de portafolios del sector tecnológico

Los resultados obtenidos del sector tecnológico de las diez empresas analizadas se presentan inicialmente mediante la covarianza (ver tabla 1). Esta covarianza será fundamental para determinar la matriz de Markowitz, la cual nos permitirá evaluar la diversificación y el riesgo de las inversiones en el sector.

Tabla 1. Covarianza del sector tecnológico. Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas

	Apple	***Microsoft***	***NVIDIA***	***Alphabet***	***Meta***	***IBM***	***Salesforce***	***Adobe***	***Oracle***	***Intel***
Apple	0.007042531	0.003675492	0.005571581	0.00344448	0.003955063	0.00142319	0.00553286	0.00565361	0.00318301	0.003228215
Microsoft	0.003675492	0.004022167	0.005489734	0.00327232	0.004107799	0.00094982	0.00442252	0.00459241	0.00287276	0.003335615
NVIDIA	0.005571581	0.005489734	0.019554516	0.00497885	0.007584601	-0.00028389	0.00828506	0.00783731	0.005361	0.003539249
Alphabet	0.003444482	0.003272319	0.004978853	0.0058741	0.004199384	0.00092612	0.00504595	0.00425755	0.00273593	0.003109047
Meta	0.003955063	0.004107799	0.007584601	0.00419938	0.013839868	0.00189963	0.00539685	0.00461299	0.00200454	0.003174112
IBM	0.001423187	0.000949824	-0.00028389	0.00092612	0.00189963	0.00448593	0.00180512	0.00210493	0.00221802	0.002866102
Salesforce	0.005532859	0.004422517	0.008285056	0.00504595	0.005396849	0.00180512	0.01178221	0.00694447	0.00406041	0.005074953
Adobe	0.005653612	0.004592406	0.007837305	0.00425755	0.004612991	0.00210493	0.00694447	0.01020366	0.00548033	0.004876424
Oracle	0.003183013	0.002872758	0.005361002	0.00273593	0.002004545	0.00221802	0.00406041	0.00548033	0.0064163	0.00322943
Intel	0.003228215	0.003335615	0.003539249	0.00310905	0.003174112	0.0028661	0.00507495	0.00487642	0.00322943	0.012053724

Para la construcción de la matriz de Markowitz del sector tecnológico, se ha utilizado la covarianza entre las acciones de las empresas. Inicialmente, se ha asignado un porcentaje equitativo a cada una de las acciones, asegurando una distribución balanceada. Los resultados obtenidos de este análisis se presentan detalladamente en la tabla 2.

Tabla 2. Matriz de Markowitz del sector tecnológico. Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.

	Apple	*Microsoft*	*NVIDIA*	*Alphabet*	*Meta*	*IBM*	*Salesforce*	*Adobe*	*Oracle*	*Intel*
Apple	7.04253E-05	3.67549E-05	5.57158E-05	3.4445E-05	3.95506E-05	1.4232E-05	5.5329E-05	5.6536E-05	3.183E-05	3.22821E-05
Microsoft	3.67549E-05	4.02217E-05	5.48973E-05	3.2723E-05	4.1078E-05	9.4982E-06	4.4225E-05	4.5924E-05	2.8728E-05	3.33561E-05
NVIDIA	5.57158E-05	5.48973E-05	0.000195545	4.9789E-05	7.5846E-05	-2.8389E-06	8.2851E-05	7.8373E-05	5.361E-05	3.53925E-05
Alphabet	3.44448E-05	3.27232E-05	4.97885E-05	5.8741E-05	4.19938E-05	9.2612E-06	5.0459E-05	4.2576E-05	2.7359E-05	3.10905E-05
Meta	3.95506E-05	4.1078E-05	7.5846E-05	4.1994E-05	0.000138399	1.8996E-05	5.3968E-05	4.613E-05	2.0045E-05	3.17411E-05
IBM	1.42319E-05	9.49824E-06	-2.8389E-06	9.2612E-06	1.89963E-05	4.4859E-05	1.8051E-05	2.1049E-05	2.218E-05	2.8661E-05
Salesforce	5.53286E-05	4.42252E-05	8.28506E-05	5.0459E-05	5.39685E-05	1.8051E-05	0.00011782	6.9445E-05	4.0604E-05	5.07495E-05
Adobe	5.65361E-05	4.59241E-05	7.83731E-05	4.2576E-05	4.61299E-05	2.1049E-05	6.9445E-05	0.00010204	5.4803E-05	4.87642E-05
Oracle	3.18301E-05	2.87276E-05	5.361E-05	2.7359E-05	2.00454E-05	2.218E-05	4.0604E-05	5.4803E-05	6.4163E-05	3.22943E-05
Intel	3.22821E-05	3.33561E-05	3.53925E-05	3.109E-05	3.17411E-05	2.8661E-05	5.075E-05	4.8764E-05	3.2294E-05	0.000120537

Una vez obtenida la matriz de Markowitz, se obtiene el rendimiento utilizando la fórmula, posteriormente se utiliza la determinación del riesgo, estos elementos servirán para poder correr el complemento Solver para Excel, y correr los diez portafolios para encontrar la solución óptima y elegir la mejor opción de inversión, en la tabla 3, se muestran los resultados obtenidos de los diez portafolios en donde se puede obtener el riesgo, el rendimiento y los porcentajes de inversión están determinados en la Tabla 4.

Portafolio	Riesgo	Rendimiento
Portafolio 1	10.979%	-0.666%
Portafolio 2	10.471%	-0.140%
Portafolio 3	7.140%	0.385%
Portafolio 4	5.969%	0.910%
Portafolio 5	5.205%	1.435%
Portafolio 6	5.117%	1.961%
Portafolio 7	5.484%	2.486%
Portafolio 8	6.091%	3.011%
Portafolio 9	6.875%	3.537%
Portafolio 10	7.805%	4.062%

Tabla 3. Portafolios de inversión del sector tecnológico. Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.

Tabla 4. Porcentaje de inversiones de acuerdo al portafolio del sector tecnológico. Fuente: *Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.*

Portafolio	*Apple*	*Microsoft*	*NVIDIA*	*Alphabet*	*Meta*	*IBM*	*Salesforce*	*Adobe*	*Oracle*	*Intel*
Portafolio 1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Portafolio 2	0.00%	0.00%	7.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	92.88%
Portafolio 3	0.00%	0.00%	0.00%	4.19%	0.00%	50.50%	0.00%	0.00%	0.00%	45.31%
Portafolio 4	0.00%	11.61%	0.00%	11.56%	0.00%	50.80%	0.00%	0.00%	0.00%	26.03%
Portafolio 5	0.00%	30.82%	0.00%	12.41%	0.00%	49.04%	0%	0	0	7.73%
Portafolio 6	1.10%	37.60%	5.62%	11.37%	0.00%	44.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Portafolio 7	5.35%	25.15%	16.40%	8.82%	0.00%	44.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Portafolio 8	9.60%	12.70%	27.18%	6.28%	0.00%	44.24%	0%	0	0	0
Portafolio 9	13.84%	0.49%	37.96%	3.52%	0.00%	44.19%	0%	0	0	0
Portafolio 10	12.55%	0.00%	48.44%	0.00%	0.00%	39.00%	0%	0	0	0%

A continuación, se presentan los resultados de los portafolios y los porcentajes de inversión (tabla 3 y 4), que se obtienen al correr el Solver utilizando el modelo de Markowitz, en el portafolio uno el riesgo es del 10.979%, un rendimiento del -0.666%, la inversión quedaría el 100% en Intel, sin embargo; este portafolio tiene un alto riesgo y un rendimiento negativo, lo que sugiere que invertir únicamente en Intel no es una estrategia eficiente. El portafolio dos, el riesgo es del 10.471%, un rendimiento del -0.140%, la inversión que se propone es el 7.12% en NVIDIA y el 92.88% en Intel, aunque el riesgo es ligeramente menor que el portafolio uno, el rendimiento sigue siendo negativo. La diversificación con NVIDIA no mejora significativamente el rendimiento. El portafolio tres el riesgo es del 7.140%, el rendimiento del 0.385%, se sugiere invertir el 4.19% en Alphabet, 50.50% IBM, 45.31% Intel, este portafolio tiene un riesgo menor y un rendimiento positivo, lo que indica una mejor diversificación y una combinación más eficiente de activos. El portafolio cuatro el riesgo es del 5.969%, un rendimiento del 0.910%, y la inversión quedaría en 11.61% en Microsoft, el 11.56% en Alphabet, 50.80% en IBM y el 26.03% en Intel, con un riesgo aún menor y un rendimiento positivo, este portafolio muestra una diversificación efectiva, incluyendo grandes empresas tecnológicas y de hardware. El portafolio cinco, se tiene un riesgo del 5.205%, el rendimiento del 1.435%, y quedaría compuesto en 30.82% Microsoft, 12.41% Alphabet, 49.04% IBM, 7.73% en Intel. Este portafolio tiene un riesgo bajo y un rendimiento positivo, con una mayor proporción en Microsoft y IBM, lo que sugiere una estrategia de inversión más equilibrada. El portafolio seis,

se integra con el 5.117% en riesgo, un rendimiento 1.961%, y quedaría integrado con el 1.10% Apple, 37.60% Microsoft, 5.62% NVIDIA, 11.37% Alphabet, 44.31% IBM. Con un riesgo bajo y un rendimiento positivo, este portafolio está bien diversificado entre varias grandes empresas tecnológicas, lo que mejora la eficiencia. En cuanto al portafolio siete, presenta un riesgo del 5.484%, un rendimiento del 2.486%, y quedaría integrado con 5.35% Apple, 25.15% Microsoft, 16.40% NVIDIA, 8.82% Alphabet, 44.28% IBM. Este portafolio tiene un riesgo moderado y un rendimiento positivo, con una diversificación equilibrada entre varias empresas tecnológicas. El portafolio 8, reportó un riesgo del 6.091%, un rendimiento del 3.011%, y la inversión de las empresas quedan 9.60% Apple, 12.70% Microsoft, 27.18% NVIDIA, 6.28% Alphabet, 44.24% IBM.

Con un riesgo moderado y un rendimiento positivo, este portafolio muestra una diversificación efectiva con una mayor proporción en NVIDIA. En relación con el portafolio 9, se integra con un riesgo del 6.875%, rendimiento del 3.537%, y se compone del 13.84% Apple, 0.49% Microsoft, 37.96% NVIDIA, 3.52% Alphabet, 44.19% IBM. Este portafolio tiene un riesgo moderado y un rendimiento positivo, con una alta exposición a NVIDIA y una diversificación adecuada. Por último, el portafolio diez, está integrado por un riesgo del 7.805%, rendimiento del 4.062%, y sus inversiones en 12.55% Apple, 48.44% NVIDIA, 39.00% IBM. Con el mayor riesgo y el mayor rendimiento, este portafolio está altamente concentrado en NVIDIA e IBM, lo que puede ser adecuado para inversores con una mayor tolerancia al riesgo.

La diversificación de los portafolios según el modelo de Markowitz muestra cómo la combinación de diferentes activos puede reducir el riesgo y mejorar el rendimiento. Los portafolios con una mezcla equilibrada de empresas tecnológicas tienden a ser más eficientes.

En la figura 1 se muestra la frontera eficiente de Markowitz, en el eje horizontal se observa el riesgo medido en porcentaje, que va del 0% al 12%. En el eje vertical muestra el rendimiento esperado también en porcentaje, que va desde -1.000% hasta 5.000%. La curva comienza en la parte inferior izquierda, indicando que los portafolios con menor riesgo tienen rendimientos más bajos, a medida que se avanza hacia la derecha, la curva se eleva, mostrando que un mayor riesgo puede llevar a un mayor rendimiento esperado. La curva se dobla hacia abajo en la parte superior derecha, lo que sugiere que después de cierto punto, aumentar el riesgo no necesariamente resulta en un aumento proporcional del rendimiento.

Frontera de Markowitz del sector tecnológico

Los portafolios en la frontera eficiente son los situados en la curva porque ofrecen el mayor rendimiento esperado para un nivel dado de riesgo, cualquier portafolio que se encuentre por debajo de la curva no es eficiente, ya que existe al menos otro portafolio con el mismo nivel de riesgo, pero con un mayor rendimiento esperado. Los inversores pueden elegir un portafolio en la frontera eficiente basado en su tolerancia al riesgo. Aquellos que prefieren menos riesgo pueden optar por portafolios en la parte inferior izquierda de la curva, mientras que los que buscan mayores rendimientos y están dispuestos a asumir más riesgo pueden elegir portafolios en la parte superior derecha. Este gráfico es una herramienta visual poderosa para entender la relación entre riesgo y rendimiento y para ayudar a los inversores a tomar 57ecisions informadas sobre la composición de sus portafolios.

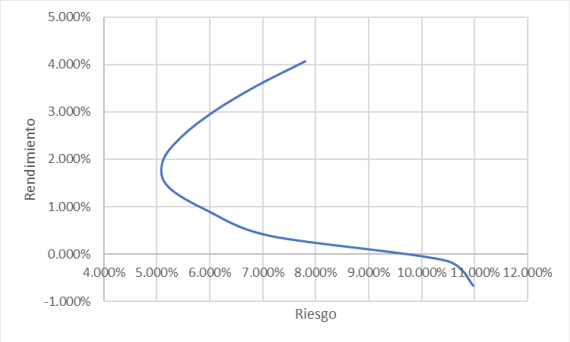


Figura 1. Frontera de Markowitz. Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.

Determinación de portafolios del sector tecnológico

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las empresas del sector salud. En la tabla 5, se detalla el cálculo de la covarianza entre los diferentes activos del portafolio, lo que proporciona una medida clave de cómo se relacionan sus rendimientos. Este análisis de covarianza es fundamental para la construcción de la matriz de Markowitz. Dicha matriz permitirá identificar la combinación óptima de activos que maximice el rendimiento esperado, minimizando el riesgo, a través de una adecuada diversificación.

Tabla 5. Covarianza del sector salud. Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.

	Johnson & Johnson	*Pfizer*	*UnitedHealth*	*AbbVie*	*Merck*	*Amgen*	*Gilead*	*Bristol-Myers Squibb*	*Eli Lilly*	*Thermo Fisher*
Johnson & Johnson	0.00249447	0.0020525	0.001808439	0.00145805	0.00145483	0.00205844	0.00106466	0.00206567	0.00197171	0.00148287
Pfizer	0.0020525	0.00598441	0.002393676	0.00201644	0.00066423	0.00224358	0.00177652	0.0017915	0.00090967	0.0025503
UnitedHealth	0.00180844	0.00239368	0.003897253	0.00197147	0.00123457	0.00219476	0.00091471	0.00190073	0.00057043	0.00145021
AbbVie	0.00145805	0.00201644	0.001971467	0.00515531	0.00085728	0.00170241	0.00107683	0.00248478	0.00091371	0.00096206
Merck	0.00145483	0.00066423	0.001234567	0.00085728	0.00376412	0.00171087	0.0006615	0.00135459	0.00204225	0.00083833
Amgen	0.00205844	0.00224358	0.00219476	0.00170241	0.00171087	0.00507195	0.00256792	0.00199797	0.00176958	0.00186394
Gilead	0.00106466	0.00177652	0.000914706	0.00107683	0.0006615	0.00256792	0.00478285	0.00117196	0.00110945	0.00074839
Bristol-Myers Squibb	0.00206567	0.0017915	0.001900727	0.00248478	0.00135459	0.00199797	0.00117196	0.00414922	0.00134203	0.0012976
Eli Lilly	0.00197171	0.00090967	0.00057043	0.00091371	0.00204225	0.00176958	0.00110945	0.00134203	0.00749753	0.00101725
Thermo Fisher	0.00148287	0.0025503	0.001450213	0.00096206	0.00083833	0.00186394	0.00074839	0.0012976	0.00101725	0.00429908

Para la construcción de la matriz de Markowitz del sector salud, se ha utilizado la covarianza entre las acciones de las empresas. Inicialmente, se ha asignado un porcentaje equitativo a cada una de las acciones, asegurando una distribución balanceada. Los resultados obtenidos de este análisis se presentan detalladamente en la tabla 6.

Tabla 6. Matriz de Markowitz del sector salud. Fuente: *Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.*

	Johnson & Johnson	*Pfizer*	*UnitedHealth*	*AbbVie*	*Merck*	*Amgen*	*Gilead*	*Bristol-Myers Squibb*	*Eli Lilly*	*Thermo Fisher*
Johnson & Johnson	2.4945E-05	2.0525E-05	1.80844E-05	1.458E-05	1.4548E-05	2.0584E-05	1.0647E-05	2.0657E-05	1.9717E-05	1.4829E-05
Pfizer	2.0525E-05	5.9844E-05	2.39368E-05	2.0164E-05	6.6423E-06	2.2436E-05	1.7765E-05	1.7915E-05	9.0967E-06	2.5503E-05
UnitedHealth	1.8084E-05	2.3937E-05	3.89725E-05	1.9715E-05	1.2346E-05	2.1948E-05	9.1471E-06	1.9007E-05	5.7043E-06	1.4502E-05
AbbVie	1.458E-05	2.0164E-05	1.97147E-05	5.1553E-05	8.5728E-06	1.7024E-05	1.0768E-05	2.4848E-05	9.1371E-06	9.6206E-06
Merck	1.4548E-05	6.6423E-06	1.23457E-05	8.5728E-06	3.7641E-05	1.7109E-05	6.615E-06	1.3546E-05	2.0422E-05	8.3833E-06
Amgen	2.0584E-05	2.2436E-05	2.19476E-05	1.7024E-05	1.7109E-05	5.0719E-05	2.5679E-05	1.998E-05	1.7696E-05	1.8639E-05
Gilead	1.0647E-05	1.7765E-05	9.14706E-06	1.0768E-05	6.615E-06	2.5679E-05	4.7829E-05	1.172E-05	1.1095E-05	7.4839E-06
Bristol-Myers S	2.0657E-05	1.7915E-05	1.90073E-05	2.4848E-05	1.3546E-05	1.998E-05	1.172E-05	4.1492E-05	1.342E-05	1.2976E-05
Eli Lilly	1.9717E-05	9.0967E-06	5.7043E-06	9.1371E-06	2.0422E-05	1.7696E-05	1.1095E-05	1.342E-05	7.4975E-05	1.0173E-05
Thermo Fisher	1.4829E-05	2.5503E-05	1.45021E-05	9.6206E-06	8.3833E-06	1.8639E-05	7.4839E-06	1.2976E-05	1.0173E-05	4.2991E-05

Tabla 7. Portafolios del sector salud. Fuente: *Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.*

Portafolio	**Riesgo**	**Rendimiento**
Portafolio 1	7.736%	0.362%
Portafolio 2	4.521%	0.651%
Portafolio 3	4.127%	0.940%
Portafolio 4	4.033%	1.229%
Portafolio 5	4.032%	1.518%
Portafolio 6	4.092%	1.807%
Portafolio 7	4.229%	2.096%
Portafolio 8	4.4692%	2.385%
Portafolio 9	4.799%	2.674%
Portafolio 10	5.236%	2.963%

A continuación, se presenta los resultados arrojados en cada uno del portafolios (Tabla 7 y 8), el portafolio uno consiste en un riesgo del 7.736%, rendimiento del 0.362%, y la inversión debe realizaren en un 100% en Pfizer. Este portafolio tiene un alto riesgo y un rendimiento bajo, ya que está completamente invertido en Pfizer. La falta de diversificación aumenta el riesgo sin mejorar significativamente el rendimiento. Para el portafolio dos, el riesgo es del 4.521%, el rendimiento del 0.651% y se encuentra diversificado entre entre Johnson & Johnson (24.79%), Pfizer (17.49%), Merck (14.47%), Gilead (15.30%), y Bristol-Myers Squibb (27.95%). Este portafolio tiene un riesgo moderado y un rendimiento mejorado gracias a la diversificación entre varias grandes empresas farmacéuticas. En el portafolio tres, el riesgo es del 4.127%, rendimiento del 0.940%, diversificado entre Johnson & Johnson (28.30%), Pfizer (2.78%), AbbVie (2.74%), Merck (22.23%), Gilead (20.25%), Bristol-Myers Squibb (9.82%), y Eli Lilly (13.89%). Con un riesgo menor y un rendimiento positivo, este portafolio muestra una diversificación efectiva, incluyendo una mezcla de empresas farmacéuticas y biotecnológicas.

Para el portafolio cuatro, el riesgo es de 4.033%, rendimiento del 1.229%, diversificado entre Johnson & Johnson (21.49%), United Health (6.90%), AbbVie (9.98%), Merck (22.10%), Gilead (19.55%), Bristol-Myers Squibb (1.79%), Eli Lilly (1.07%), y Thermo Fisher (17.12%). Este portafolio tiene un riesgo bajo y un rendimiento positivo, con una diversificación que incluye tanto empresas farmacéuticas como de servicios de salud.

Tabla 8. Porcentaje de inversión de acuerdo al portafolio del sector salud. Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.

Portafolio	Johnson & Johnson	Pfizer	United Health	AbbVie	Merck	Amgen	Gilead	Myers Squibb	Eli Lilly	Thermo Fisher
Portafolio 1	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Portafolio 2	24.79%	17.49%	0.00%	0.00%	14.47%	0.00%	15.30%	27.95%	0.00%	0.00%
Portafolio 3	28.30%	2.78%	0.00%	2.74%	22.23%	0.00%	20.25%	9.82%	0.00%	13.89%
Portafolio 4	21.49%	0.00%	6.90%	9.98%	22.10%	0.00%	19.55%	1.79%	1.07%	17.12%
Portafolio 5	12.48%	0.00%	11.72%	12.30%	20.34%	0.00%	18%	0	6.70%	17.98%
Portafolio 6	1.90%	0.00%	16.70%	14.18%	18.38%	0.00%	17.33%	0.00%	12.65%	18.86%
Portafolio 7	0.00%	0.00%	20.39%	15.90%	12.32%	0.00%	13.77%	0.00%	20.12%	17.50%
Portafolio 8	0.00%	0.00%	23.81%	17.58%	5.33%	0.00%	9.72%	0.00%	27.93%	15.64%
Portafolio 9	0.00%	0.00%	26.77%	19.27%	0.00%	0.00%	4.87%	0.00%	35.90%	13.19%
Portafolio 10	0.00%	0.00%	27.36%	20.36%	0.00%	0.00%	0%	0	45.30%	6.98%

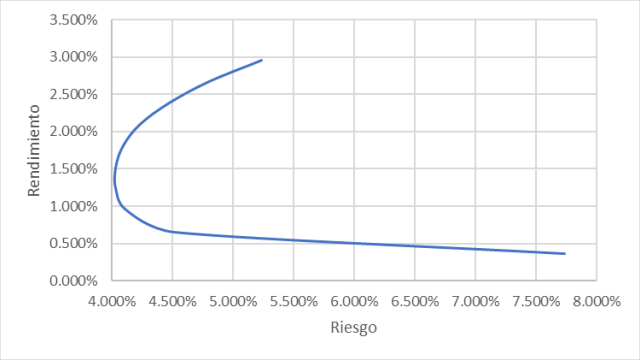
En el portafolio cinco el riesgo es del 4.032%, el rendimiento del 1.518%, diversificado entre Johnson & Johnson (12.48%), United Health (11.72%), AbbVie (12.30%), Merck (20.34%), Gilead (18%), Eli Lilly (6.70%), y Thermo Fisher (17.98%). Con un riesgo bajo y un rendimiento positivo, este portafolio está bien diversificado entre varias grandes empresas del sector salud. Para el portafolio seis, el riesgo es del 4.092%, el rendimiento del 1.807%, diversificado entre Johnson & Johnson (1.90%), United Health (16.70%), AbbVie (14.18%), Merck (18.38%), Gilead (17.33%), Eli Lilly (12.65%), y Thermo Fisher (18.86%). Este portafolio tiene un riesgo moderado y un rendimiento positivo, con una diversificación equilibrada entre varias empresas del sector salud. Para el portafolio siete el riesgo es del 4.229%, rendimiento del 2.096%, diversificado entre United Health (20.39%), AbbVie (15.90%), Merck (12.32%), Gilead (13.77%), Eli Lilly (20.12%), y Thermo Fisher (17.50%). Con un riesgo moderado y un rendimiento positivo, este portafolio está bien diversificado y se enfoca en empresas con un fuerte desempeño en el sector salud. En el portafolio ocho, el riesgo es del 4.469%, rendimiento del 2.385%, diversificado entre United Health (23.81%), AbbVie (17.58%), Merck (5.33%), Gilead (9.72%), Eli Lilly (27.93%), y Thermo Fisher (15.64%). Este portafolio tiene un riesgo moderado y un rendimiento positivo, con una diversificación que incluye una alta proporción en Eli Lilly y United Health. El portafolio nueve, el riesgo es del 4.799%, rendimiento del 2.674%, diversificado entre United Health (26.77%), AbbVie (19.27%), Gilead (4.87%), Eli Lilly (35.90%), y Thermo Fisher (13.19%). Con el mayor rendimiento y un riesgo relativamente alto, este portafolio está altamente diversificado, con una fuerte concentración en Eli Lilly y United Health. Para el portafolio diez, el riesgo es del 5.236%, rendimiento del 2.963%, diversificado entre United Health (27.36%), AbbVie (20.36%), y Eli Lilly (45.30%), Thermo Fisher (6.98%). Este portafolio tiene un riesgo moderado y un rendimiento positivo. La diversificación incluye una alta proporción en Eli Lilly y United Health, lo que sugiere una estrategia de inversión equilibrada y eficiente en el sector salud.

La diversificación de los portafolios según el modelo de Markowitz muestra cómo la combinación de diferentes activos puede reducir el riesgo y mejorar el rendimiento. Los portafolios con una mezcla equilibrada de empresas del sector salud tienden a ser más eficientes.

Frontera de Markowitz del sector salud

La frontera de Markowitz del sector salud (Figura 2), en el eje horizontal representa el riesgo de la inversión, medido en porcentaje, va desde 0.00% hasta 8.00%, el eje vertical el rendimiento esperado de la inversión, también en porcentaje, va desde 0.00% hasta 3.50%. La curva de la frontera eficiente de Markowitz muestra la relación entre riesgo y rendimiento para diferentes carteras de inversión en el sector Salud. La parte inferior izquierda de la frontera de Markowitz, indica carteras con bajo riesgo y bajo rendimiento, en la parte superior izquierda indica carteras con mayor rendimiento para un nivel dado de riesgo, en la parte derecha a medida que se incrementa el riesgo, el rendimiento adicional no es proporcionalmente mayor, lo que sugiere que hay un punto óptimo más allá del cual asumir más riesgo no resulta en mayores beneficios. Para los inversores, la frontera eficiente ayuda a identificar las carteras que ofrecen el mejor rendimiento posible para un nivel de riesgo aceptable. En el contexto del sector Salud, esto puede ser particularmente útil para equilibrar inversiones en empresas de biotecnología, farmacéuticas, y servicios de salud, entre otras.

Figura 2. Frontera de Markowitz del sector salud. Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo! Finanzas.



Conclusión

El análisis de los portafolios utilizando el modelo de Markowitz en los sectores de salud y tecnología, considerando datos históricos correspondientes a cinco años, revela importantes aportaciones sobre la optimización del riesgo y el rendimiento. Por lo tanto, se cumple con el objetivo planteado.

Sector Salud

En el sector salud, los portafolios diversificados muestran una clara ventaja en términos de equilibrio entre riesgo y rendimiento. La inclusión de una variedad de empresas farmacéuticas y de biotecnología permite reducir la volatilidad y mejorar el rendimiento esperado. Por ejemplo, portafolios como el Portafolio 4 y el Portafolio 5, que incluyen una mezcla de empresas como Johnson & Johnson, Merck, y Thermo Fisher, demuestran un riesgo relativamente bajo con rendimientos positivos. Esto subraya la importancia de la diversificación en la gestión de inversiones en el sector salud, donde la estabilidad y el crecimiento sostenido son cruciales.

Sector Tecnología

En el sector tecnología, la diversificación también juega un papel crucial, aunque la naturaleza del sector implica una mayor volatilidad comparada con el sector salud. Los portafolios que incluyen una combinación de empresas tecnológicas líderes, como Apple, Microsoft, y Alphabet, tienden a ofrecer altos rendimientos, aunque con un riesgo asociado más elevado. La capacidad de estas empresas para innovar y adaptarse rápidamente a los cambios del mercado contribuye a su atractivo como inversiones de alto rendimiento. Sin embargo, es esencial gestionar cuidadosamente el riesgo mediante una diversificación adecuada y una evaluación continua del mercado.

Comparando ambos sectores, se observa que el sector salud ofrece una mayor estabilidad y menores riesgos, mientras que el sector tecnología proporciona oportunidades de alto rendimiento con una mayor volatilidad. Los inversores deben considerar sus objetivos financieros y su tolerancia al riesgo al seleccionar portafolios en estos sectores. La aplicación del modelo de Markowitz permite a los inversores construir portafolios que optimicen el equilibrio entre riesgo y rendimiento, adaptándose a las características específicas de cada sector.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis al optimizar portafolios de inversión en los sectores tecnológico y salud mediante el modelo de Markowitz, permitirá diseñar carteras con un mejor rendimiento ajustado al riesgo, facilitando así una toma de decisiones más eficiente.

En conclusión, la diversificación es clave para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos en los portafolios de inversión. Tanto en el sector salud como en el sector tecnología, el modelo de Markowitz proporciona una herramienta valiosa para la toma de decisiones informadas y eficientes en la gestión de inversiones

Referencias

Alotaibi, T. S., Dalla Valle, L., y Craven, M. J. (2022). The worst case GARCH-copula CVaR approach for portfolio optimisation: Evidence from financial markets. Journal of Risk and Financial Management, 15 (10), Articulo 482. https://doi.org/10.3390/jrfm15100482

Bodie, Z., Kane, A., y Marcus, A. J. (2021). Investments, 12th ed. McGraw-Hill Education.

Chen, L., y Zhou, X. Y. (2024). Naïve Markowitz policies. Mathematical Finance. https://doi.org/10.1111/mafi.12431

Hatami, Z., Chetti, P., Ali, H., y Volkman, D. (2024). A novel population analysis approach for analyzing financial markets under crisis: A focus on excess returns of the US stocks under 9/11 and COVID-19. Applied Economics, 56(9), 1063-1076. https://doi.org/10.1080/00036846.2023.2174939

Hispamer Noticias. (2024, agosto 3). Johnson & Johnson vs. Merck: Comparativa de farmacéuticas. Hispamer. Recuperado el 7 de agosto de 2024, de https://www.hispamer.es/johnson-johnson-vs-merck-comparativa-de-farmaceuticas/34556#Johnson_Johnson_vs_Merck_%C2%BFCual_es_la_mejor_farmaceutica

Jing, R., y Rocha, L. E. C. (2023). A network-based strategy of price correlations for optimal cryptocurrency portfolios. Finance Research Letters, 28. https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104503

Llamas, A. (2024). Mejores fondos de inversión del sector salud. Recuperado el 7 de agosto de 2024, de https://www.rankia.com/blog/fondos-inversion/3471236-mejores-fondos-inversion-sector-salud

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. The Journal of Finance, 7(1), 77-91.

Mounir, A. (2024). Does Markowitz's mean–variance model matter during turmoil periods? Lessons from the COVID crisis. Indian Journal of Finance, 18(1), 29-41. https://doi.org/10.17010/ijf/2024/v18i1/171339

Georgalos, K., Paya, I., y Peel, D. (2023). Higher order risk attitudes: New model insights and heterogeneity of preferences. Experimental Economics, 26(1), 145-192. https://doi.org/10.1007/s10683-022-09784-5

Guerrero, G. C., y Aguilar, V. A. (2020). El modelo de Markowitz para la selección de portafolios de inversión. Perspectivas, 1(1), 1-15. Recuperado de https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/download/925/815/2539

Gupta, N., Mitra, P., y Supra, B. (2023). Enhancing portfolio resilience during crisis periods: Lessons from BRICS indices and multi asset strategies. Investment Management and Financial Innovations, 20(4), 99-111. https://doi.org/10.21511/imfi.20(4).2023.09

Petropoulos, T., Liapis, K., y Thalassinos, E. (2023). Optimal structure of real estate portfolio using EVA: A stochastic Markowitz model using data from Greek real estate market. Risks, 11(2), 43. https://doi.org/10.3390/risks11020043

Porter, A., y Clark, G. (2017). La innovación tecnológica: un factor clave para la inversión. FundsPeople. Recuperado de https://fundspeople.com/es/opinion/la-innovacion-tecnologica-un-factor-clave-para-la-inversion/

Rysin, V., Prokopenko, O., Muravskyi, O., Pechenko, R., Holiachuk, N., y Zinchenko, A. (2023). Personalization of banking products (services) using digitalization technologies. WSEAS Transactions on Business and Economics, 20, 2528-2539. https://doi.org/10.37394/23207.2023.20.216

Silva, N. F., de Andrade, L. P., da Silva, W. S., de Melo, M. K., y Tonelli, A. O. (2024). Portfolio optimization based on the pre-selection of stocks by the Support Vector Machine model. Finance Research Letters, 61, Article 105014. https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105014

Spears, T., Zohren, S., y Roberts, S. (2023). View fusion vis-à-vis a Bayesian interpretation of Black–Litterman for portfolio allocation. Journal of Financial Data Science, 5(3), 23-49. https://doi.org/10.3905/jfds.2023.1.132

Uberti, P. (2023). A theoretical generalization of the Markowitz model incorporating skewness and kurtosis. Quantitative Finance, 23(5), 877-886. https://doi.org/10.1080/14697688.2023.2176250

Valeyre, S. (2023). Optimal trend-following portfolios. Journal of Investment Strategies, 12(3), 1-21. https://doi.org/10.21314/JOIS.2023.008

Veliu, D., y Aranitasi, M. (2024). Small portfolio construction with cryptocurrencies. WSEAS Transactions on Business and Economics, 21, articulo 57. 686–693. https://doi.org/10.37394/23207.2024.21.57

Xu, F., y Ma, J. (2023). Intelligent option portfolio model with perspective of shadow price and risk-free profit. Financial Innovation, 9 (1). https://doi.org/10.1186/s40854-023-00488-0

Yamey, G., Beyeler, N., Wadge, H., y Jamison, D. (2017). Invirtiendo en salud: el argumento económico. Salud Pública de México, 59(3), 321-329. doi:10.21149/8675.

Zou, Z., y Wang, X. (2023). Research on the investment value of China's medical sector in the context of COVID-19. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 36(1), 614-633. https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2080091