**Building a Strategic Portfolio: Investment Analysis Report**

**1. Introduction**

¿Es posible construir un portafolio que funcione tanto en épocas de bonanza como en momentos de crisis? Esa es la pregunta que nos impulsó a desarrollar la estrategia que presentamos en este informe. A partir de una combinación cuidadosamente seleccionada de seis activos —MSFT (Microsoft), DE (Deere & Co.), COST (Costco), BYDDY (BYD Company), AMD (Advanced Micro Devices) y GLD (Gold ETF)— buscamos capturar la diversidad de sectores económicos y al mismo tiempo probar qué tan robusto puede ser un portafolio ante eventos extremos.

¿Por qué seis acciones? Porque estudios clásicos muestran que los mayores beneficios de diversificación se logran entre 6 y 10 activos. Más allá de eso, la reducción adicional del riesgo marginal se vuelve prácticamente insignificante (ver Figura 1). Seis activos, por tanto, no solo son suficientes: son eficientes.

Además, el análisis cubre un periodo crítico: desde el 1 de enero de 2018 hasta el 15 de mayo de 2025. Esta ventana nos permite capturar tanto la normalidad pre-COVID como el caos durante la pandemia, y los efectos posteriores de recuperación. En otras palabras, nos interesa ver no solo si el portafolio funciona, sino si resiste.

**2. Análisis de los Datos: Normalidad y Diversificación**

Comenzamos nuestro análisis explorando dos propiedades fundamentales de los retornos: su comportamiento estadístico y su grado de dependencia entre activos.

**Normalidad: ¿Qué tan normales son nuestros retornos?**

En teoría, si los retornos financieros fueran perfectamente normales, el mundo sería mucho más predecible. Pero los mercados tienen memoria, emociones, eventos inesperados y, sobre todo, sorpresas. Para comprobar si nuestros activos se comportan como dicta la teoría clásica, aplicamos el test de **Jarque-Bera**, una herramienta que detecta si los datos se desvían de la campana de Gauss.

Este test combina dos ingredientes: **asimetría** (qué tan sesgada está la distribución) y **curtosis** (qué tan pesadas son sus colas). Si una distribución tiene una asimetría muy pronunciada o una propensión a eventos extremos, el estadístico JB se dispara.

La fórmula del test es:

Donde es el número de observaciones, el coeficiente de skewness y la curtosis. En una distribución normal, y , por lo tanto JB = 0.

¿Y qué nos dicen nuestros datos? Pues que la teoría queda bastante lejos: COST, por ejemplo, tiene un JB superior a 5,000. Todos los activos muestran colas gruesas y algunas distribuciones claramente sesgadas. El mensaje es claro: los retornos no son normales, y cualquier modelo que asuma lo contrario subestima el riesgo.

*Figura 2: Histogramas de los retornos mensuales para los seis activos seleccionados, con indicadores de skewness, kurtosis y valor del estadístico JB.*

**Correlación: el arte de combinar sin que se copien**

La diversificación es a las finanzas lo que una buena receta es a la cocina: no se trata solo de mezclar ingredientes, sino de saber cómo interactúan. En los portafolios, esa interacción se mide con la correlación. Y mientras más diferentes se comporten entre sí los activos, mejor se cocina el riesgo.

En la Figura 3 ilustramos cómo, a medida que la correlación entre dos activos disminuye, se amplía la curva de oportunidad: el portafolio combinado puede alcanzar un mejor perfil riesgo-retorno. De hecho, una correlación cercana a cero —o incluso negativa— permite construir portafolios que dominen a cualquier inversión individual.

*Figura 3: Curvas de oportunidad de inversión para diferentes niveles de correlación entre dos activos. El portafolio de mínima varianza (MVP) representa la mejor combinación posible en cuanto a control del riesgo.*

En nuestro caso, los activos fueron seleccionados con ese principio en mente: buscamos diversidad sectorial, geográfica y estructural. Esto se refleja en la siguiente matriz de correlación:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **AMD** | **BYDDY** | **COST** | **DE** | **GLD** | **MSFT** |
| **AMD** | 1.00 | 0.29 | 0.40 | 0.32 | 0.11 | 0.56 |
| **BYDDY** | 0.29 | 1.00 | 0.20 | 0.26 | 0.08 | 0.32 |
| **COST** | 0.40 | 0.20 | 1.00 | 0.32 | 0.10 | 0.56 |
| **DE** | 0.32 | 0.26 | 0.32 | 1.00 | 0.07 | 0.39 |
| **GLD** | 0.11 | 0.08 | 0.10 | 0.07 | 1.00 | 0.07 |
| **MSFT** | 0.56 | 0.32 | 0.56 | 0.39 | 0.07 | 1.00 |

El protagonista aquí es GLD (oro), cuyas correlaciones con el resto de activos son notablemente bajas. Su rol es el de contrapeso: mientras los demás activos se mueven con el mercado, GLD sigue su propio ritmo. Y eso no solo aporta resiliencia, sino que permite **desplazar la frontera eficiente hacia la izquierda**, reduciendo la volatilidad sin comprometer rendimiento. En pocas palabras, es el ingrediente que equilibra la receta.

Así, la correlación deja de ser solo un número entre -1 y 1 para convertirse en una brújula que guía la arquitectura de nuestro portafolio.

**3. Simulación y Frontera Eficiente: Persiguiendo el legado de Markowitz**

Con los activos seleccionados y entendida su interacción, nos embarcamos en un ejercicio central de la teoría de portafolios: identificar la frontera eficiente. Inspirados por la obra pionera de Harry Markowitz (1952), simulamos y optimizamos portafolios para encontrar aquellas combinaciones que maximizan el retorno esperado por unidad de riesgo.

Para visualizar el conjunto de oportunidades de inversión, generamos 10,000 portafolios aleatorios. Cada punto representa una posible combinación de los seis activos. Al graficarlos en el plano riesgo-retorno, emerge una curva envolvente hacia el borde superior izquierdo: la **frontera eficiente empírica**.

Pero más allá de lo visual, buscamos precisión. Por ello, formulamos el problema de optimización de Markowitz de la siguiente manera:

Donde:

* es el vector de pesos del portafolio,
* es la matriz de covarianza entre activos,
* es el vector de retornos esperados,
* es el retorno objetivo.

Este problema minimiza la varianza (riesgo) del portafolio para un nivel deseado de retorno, sujeto a que la inversión esté completamente distribuida entre los activos.

Para reflejar restricciones realistas enfrentadas por gestores de portafolio, añadimos dos condiciones adicionales:

* **No short-selling**:
* **Diversificación forzada**:

Esto dio lugar a una segunda frontera: la **frontera eficiente con restricciones**, más acotada pero más representativa del mundo real.

El contraste entre ambas fronteras nos permite cuantificar el costo de las restricciones y, a la vez, valorar el poder de la diversificación bien aplicada. En esencia, esta sección honra la intuición de Markowitz: la diversificación no es solo deseable, es matemática y visualmente poderosa.

Figura 4: Visualización de 10,000 portafolios simulados, coloreados por ratio de Sharpe, con la frontera eficiente sin restricciones (azul) y la restringida (naranja).

Figura 5: Distribución pura de portafolios simulados sin superposición de fronteras, evidenciando la región alcanzable bajo la estructura de covarianza empírica.

**4. Sharpe Ratio y Portafolio Tangente: Cuando eficiencia y retorno se alinean**

Identificar los portafolios en la frontera eficiente es un gran avance, pero ¿cómo decidir cuál es el mejor de todos? Aquí entra en juego el **índice de Sharpe**, una medida clásica que responde a una pregunta simple: ¿cuánto retorno extra se obtiene por cada unidad de riesgo asumido?

El índice se define como:

Donde:

* es el retorno esperado del portafolio,
* es la tasa libre de riesgo (asumida aquí como 2% anual),
* es la desviación estándar del portafolio (riesgo total).

Maximizar el Sharpe Ratio equivale a encontrar el **portafolio tangente**: aquel que toca la frontera eficiente desde el eje del activo libre de riesgo. Este portafolio ofrece la mayor pendiente en la **línea del mercado de capitales (CML)**, es decir, la mejor relación retorno-riesgo posible dentro del conjunto factible.

Figura 6: Línea del mercado de capitales (CML) y el portafolio tangente, marcado con estrella roja. Este punto maximiza el índice de Sharpe.

En la visualización completa del espacio de portafolios (ver Figura 7), el portafolio tangente aparece como una estrella roja justo donde la CML intersecta la frontera eficiente. Esta gráfica unifica todos los elementos clave: simulaciones, fronteras eficientes y el Sharpe máximo. Así, no solo sabemos cuál portafolio es mejor, sino también por qué.

Figura 7: Nube de portafolios con fronteras (azul y naranja), línea de mercado de capitales (verde) y portafolio tangente (estrella roja).

Este portafolio sirve como referencia objetiva y punto de partida racional para cualquier estrategia. Aunque no modelamos preferencias individuales (por ejemplo, mediante funciones de utilidad), el portafolio tangente representa el equilibrio óptimo entre riesgo y retorno desde una perspectiva universal.

Es importante destacar que **no generamos un portafolio completo óptimo** ajustado al perfil de un inversor específico. La razón es sencilla: la composición ideal depende del nivel de aversión al riesgo de cada individuo, una variable subjetiva y altamente personal. En lugar de ello, nos enfocamos en ofrecer un benchmark eficiente —el portafolio tangente— sobre el cual se pueden construir decisiones individualizadas.

**5. CAPM Regression: Desenmascarando el ADN del rendimiento**

Una vez definido el portafolio tangente, el siguiente paso natural es preguntarnos: ¿de dónde proviene realmente su rendimiento? ¿Es simplemente un reflejo del mercado o hay valor añadido que proviene de la estrategia? Para responder estas preguntas con precisión, recurrimos al marco del **CAPM (Capital Asset Pricing Model)**, una herramienta clásica pero poderosa para descomponer la rentabilidad en sus componentes clave.

La estructura del modelo CAPM es:

Donde:

* : rendimiento del portafolio
* : rendimiento del mercado
* : rendimiento independiente del mercado (valor añadido)
* : sensibilidad al mercado (exposición sistemática)

Para estimarlo, ejecutamos una regresión OLS entre los retornos diarios del portafolio y del S&P 500. Los resultados fueron concluyentes:

* : más del 54% de la varianza del portafolio es explicada por el mercado.
* : exposición moderada a las oscilaciones del benchmark.
* : evidencia de rendimiento superior al esperado por riesgo sistemático.

Figura 8: Relación lineal entre el portafolio y el mercado según CAPM estimado por OLS.

Para reforzar la confiabilidad del análisis, repetimos la estimación mediante una regresión robusta (RLM), capaz de amortiguar el impacto de valores extremos. El resultado fue consistente: la pendiente se mantuvo prácticamente inalterada, lo cual valida la estabilidad de la beta estimada.

Figura 9: CAPM estimado con mínimos cuadrados robustos (RLM).

Pero los mercados no son estáticos, y nuestras herramientas tampoco deberían serlo. Por eso, exploramos la evolución dinámica de los parámetros utilizando **rolling regressions**.

La estimación rolling permite evaluar cómo cambian y a lo largo del tiempo, utilizando ventanas móviles de 252 días (aproximadamente un año de trading). Este enfoque ofrece una visión más granular y adaptable que la regresión estática. Los gráficos resultantes revelan patrones temporales que serían invisibles en un análisis puntual.

En la Figura 10, observamos la evolución de , el componente que representa rendimiento no explicado por el mercado. En ciertos periodos, el alpha es positivo y estadísticamente significativo (cuando el t-estadístico está por encima de 2), lo cual sugiere que la estrategia generó valor más allá de su exposición al mercado. Por el contrario, en otras fases, el alpha se acerca a cero o incluso se vuelve negativo, destacando cómo la efectividad relativa del portafolio puede depender de las condiciones de mercado.

Figura 10: Evolución del alpha y su t-estadístico en el tiempo.

La Figura 11 muestra el comportamiento de , la sensibilidad del portafolio al mercado. Aquí observamos que la beta no es constante, sino que fluctúa entre aproximadamente 0.2 y 0.7. Esta variabilidad indica que la correlación del portafolio con el mercado cambia con el tiempo, posiblemente por cambios en la volatilidad del mercado, la composición sectorial o eventos macroeconómicos.

Además, el t-estadístico de la beta permanece elevado a lo largo del tiempo, confirmando que el mercado sigue siendo un factor explicativo dominante del rendimiento del portafolio.

Figura 11: Evolución temporal de la beta y su significancia estadística.

Este análisis dinámico aporta tres conclusiones fundamentales:

1. El portafolio tangente está sólidamente vinculado al mercado, como lo indica la beta sostenida y un alto .
2. Se observa generación de alpha en determinados periodos, lo que respalda la existencia de valor estratégico más allá del mercado.
3. Tanto como son variables dinámicas: su seguimiento continuo permite ajustar estrategias y afinar decisiones de inversión.

En suma, el CAPM no solo nos ayuda a entender si el portafolio gana dinero, sino **cómo y por qué lo gana**. Gracias al análisis rolling, obtenemos una perspectiva evolutiva que resulta esencial para una gestión de portafolios moderna y proactiva.

**6. Expected vs. Realized Portfolio Performance**

Una evaluación rigurosa del portafolio requiere contrastar lo proyectado teóricamente con el comportamiento observado en condiciones reales. A continuación, se presentan los principales resultados cuantitativos, junto con un análisis visual y contextual.

**📐 Métricas clave**

**🔹 Rendimiento esperado (anual):**

E[Rp]=w⊤μ=22.88%E[Rp​]=w⊤μ=22.88%

**🔹 Rendimiento realizado (anualizado):**

Rreal=(∏t=1T(1+rp,t))252T−1=24.23%Rreal​=(t=1∏T​(1+rp,t​))T252​−1=24.23%

**🔹 Crecimiento anual compuesto (CAGR):**

CAGR=(VfinalVinicial)1n−1=24.18%CAGR=(Vinicial​Vfinal​​)n1​−1=24.18%

**📈 Análisis del gráfico**

El gráfico muestra el crecimiento acumulado del portafolio desde una base de 1 en 2018 hasta 2025. La curva azul representa el valor realizado del portafolio; la línea roja discontinua, la trayectoria esperada bajo un crecimiento compuesto constante del 22.88% anual.

A lo largo del periodo, el portafolio **superó sistemáticamente la expectativa teórica**, alcanzando un valor final 5 veces superior al inicial. Este rendimiento robusto es atribuible tanto a una optimización eficiente como a la inclusión de activos de alto crecimiento como AMD y BYDDY.

**🦠 Resiliencia frente a la pandemia**

Durante la crisis del COVID-19 (marzo 2020), los mercados globales sufrieron caídas severas. Sin embargo, el portafolio:

* Registró una corrección moderada,
* Recuperó sus niveles previos en pocos meses,
* Y retomó su tendencia alcista con fuerza.

Esta respuesta rápida y sostenida ante un evento extremo demuestra que la estrategia no solo es efectiva en condiciones normales, sino también **resiliente ante shocks exógenos**, validando su solidez estructural.

**📌 Conclusión**

La cercanía entre el rendimiento esperado y el observado, junto con un CAGR superior al 24% y un comportamiento sobresaliente durante la pandemia, evidencian que el portafolio:

* Cumple con los principios de eficiencia teórica,
* Y demuestra robustez empírica ante eventos reales.

Esta alineación entre modelo y realidad consolida la estrategia como una herramienta fiable para inversores orientados al crecimiento sostenido y al manejo activo del riesgo.